



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES 2019





Av. De las Ciencias S/N, Juriquilla, Qro.
Facultad de Ciencias Naturales,
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Primera Edición, 2018
Querétaro, México

Editor:
Dr. Germinal J. Cantó Alarcón
Alicia Díaz Munguía

Colaboradores:
L.I. Pedro Flores Rivera
María Fernanda Piña Hernández

Fotografía:
Esteban Cornell

D.R. Facultad de Ciencias Naturales
Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta obra- por cualquier medio- sin el
permiso previo y por escrito del editor.

Impreso en México / Printed in Mexico



Directorio

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
RECTORA

Dr. Aurelio Domínguez González
SECRETARIO ACADÉMICO

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Dra. C.S. Juana Elizabet Elton Puente
DIRECTORA FCN

M. en G. Hugo Luna Soria
SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Germinal J. Cantó Alarcón
JEFE DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



| | |
|--|----|
| PRÓLOGO | 1 |
| META-ANÁLISIS DE LAS INFECCIONES EN VÍAS URINARIAS EN MÉXICO EN LOS ÚLTIMOS 12 AÑOS. | 2 |
| IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ANTAGÓNICAS DE HONGOS FITOPATÓGENOS A PARTIR DE UNA HUERTA DE FRESA | 3 |
| PRODUCCIÓN DE LAS PROTEÍNAS RECOMBINANTES HUMANAS LACTOFERRINA Y ALFA-LACTOALBÚMINA EN UN SISTEMA EUCARIÓTICO (<i>PICHIA PASTORIS</i>)..... | 4 |
| EVALUACIÓN DE LA REGRESIÓN TUMORAL DEL TVT EN UN CANINO DOMÉSTICO TRATADO CON CASIOPEÍNA® IIGLY | 6 |
| EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MIGRACIÓN EN CÉLULAS DE NEUROBLASTOMA TRATADAS CON CASIOPEÍNA® IIIIA..... | 7 |
| DETERMINACIÓN DE SEROPREVALENCIA DE <i>TOXOPLASMA GONDII</i> EN GATOS, PERROS CALLEJEROS Y TLACUACHES (<i>DIDELPHIS VIRGINIANA</i>) DE LA ZONA CONURBADA DE QUERÉTARO, MÉXICO..... | 8 |
| COMPARACIÓN Y VALIDACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TAMIZAJE NUTRICIO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL GENERAL DR. NICOLÁS SAN JUAN | 9 |
| EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PORO DE TRANSICIÓN DE LA PERMEABILIDAD MITOCONDRIAL MEDIANTE EL SILENCIAMIENTO DE BAX Y BCL-2 EN CÉLULAS DE NEUROBLASTOMA TRATADAS CON CASIOPEÍNA® IIIIA..... | 10 |
| ¿QUÉ REFRESCOS CONSUMEN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS?..... | 11 |
| ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y SU PERCEPCIÓN SOBRE LA CARNE DE CONEJO | 12 |
| PURIFICACIÓN Y MARCAJE DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (<i>PHASEOLUS ACUTIFOLIUS</i>) CON QUANTUM DOTS..... | 14 |
| HÁBITOS DE CONSUMO DE CARNE EN GENERAL Y CARNE DE CONEJO..... | 15 |
| COMPORTAMIENTO, ESTRÉS FISIOLÓGICO Y PERCEPCIÓN CULTURAL DE MONOS AULLADORES DE MANTO (<i>ALOUATTA PALLIATA MEXICANA</i>), EN SITIOS CON ECOTURISMO Y AGROECOSISTEMAS | 17 |
| ESTUDIO DEL ESTADO DE FOSFORILACIÓN DE PRB DURANTE LA REGENERACIÓN DE EXTREMIDAD EN <i>AMBYSTOMA MEXICANUM</i> | 18 |
| EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UNA PROTEÍNA QUIMÉRICA MULTIEPITÓPICA COMO ANTÍGENO VACUNAL CONTRA <i>BABESIA BIGEMINA</i> | 19 |
| PERFIL MICROBIOLÓGICO DEL CONTENIDO DEL COLON DE LECHONES RECIÉN DESTETADOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES CEREALES | 20 |
| PALABRAS CLAVE: POBLACIÓN MICROBIANA, DESTETE, CEREALES. EVALUACIÓN DE LA TERATOGÉNESIS Y TOXICIDAD INDUCIDAS POR CASIOPEÍNAS® EN PEZ CEBRA (<i>DANIO RERIO</i>). | 21 |
| DIAPAUSA EN INSECTOS DURANTE EL ESTIAJE EN UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA: <i>ANTHONOMUS RUFIPENNIS</i> LECONTE, COMO ESPECIE MODELO | 22 |
| NIVEL DE DEPRESIÓN EN LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE ENFERMERÍA | 23 |



| | |
|---|----|
| GANANCIA DIARIA DE PESO Y PESO VIVO EN CONEJOS EN ENGORDA CONSUMIENDO DIETAS CON MAÍZ O SORGO Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO | 24 |
| PURIFICACIÓN DE UNA PROTEÍNA QUIMÉRICA CONTRA <i>BABESIA BIGEMINA</i> | 26 |
| SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ANTICUERPOS MONOCLONALES CONTRA EL PÉPTIDO GP-45-1 DE <i>BABESIA BIGEMINA</i> | 28 |
| ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE RABIA PARALITICA BOVINA EN LOS ESTADOS DE GUANAJUATO, QUERÉTARO Y SAN LUIS POTOSÍ CON COKRIGING ORDINARIO..... | 30 |
| ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA HIPERPROLACTINEMIA INDUCIDA POR LEVOSULPIRIDA SOBRE LA PROGRESIÓN DEL EDEMA MACULAR DIABÉTICO | 32 |
| CAMBIOS EN LEPTINA DESPUÉS DEL CONSUMO DE UNA BEBIDA CARBONATADA CON EDULCORANTES CALÓRICOS Y NO CALÓRICOS..... | 34 |
| USO DE EXTRACTO ACETÓNICO DE NOPAL (<i>OPUNTIA FICUS</i> VAR. COPENA F1) COMO ADITIVO EN LA CONGELACIÓN DE SEMEN OVINO..... | 35 |
| ESTRESORES Y CALIDAD DE VIDA DEL ESTUDIANTE DE ENFERMERÍA DURANTE PRÁCTICAS CLÍNICAS | 36 |
| IMPACTO AMBIENTAL POR PLAGUICIDAS APLICADOS EN LA AGRICULTURA EN LA MICROCUENCA CIÉNEGA PRIETA DE YURIRIA GUANAJUATO | 37 |
| ASOCIACIÓN ENTRE NIVELES DE GLUCOSA Y EL PERFIL DE LÍPIDOS EN ADULTOS NO DIABÉTICOS | 39 |
| ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDADES FÍSICAS DE LOS JUGADORES AMATEUR DE ROLLER DERBY DEL CAMPUS DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO. | 41 |
| DESARROLLO MORFOLÓGICO Y GANANCIA DIARIA DE PESO EN GAZAPOS DURANTE LA LACTANCIA SEGÚN EL ALIMENTO COMERCIAL CONSUMIDO POR LA HEMBRA LACTANTE..... | 43 |
| CONSTRUCCIÓN DE PLÁSMIDOS REGULADOS PARA EXPRESAR UNA LECTINA BIOACTIVA DE <i>PHASEOLUS ACUTIFOLIUS</i> EN <i>TRICHODERMA REESEI</i> | 45 |
| CONSUMO DE DIETAS CON SORGO O MAÍZ Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN CONEJOS EN ENGORDA Y SU EFECTO EN LA MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA | 46 |
| POTENCIAL BIOCONTROLADOR DE CEPAS DE <i>TRICHODERMA</i> SPP. NATIVAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO | 48 |
| CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN TELÉFONOS MÓVILES DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA DE UN HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO. | 49 |
| REGULACIÓN DE LA REGENERACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DE <i>LUMBRICULUS VARIEGATUS</i> | 50 |
| ESTILOS DE VIDA DE ESTUDIANTES DE LA LICENCIATURA EN ENFERMERÍA. | 51 |
| ESTUDIO FARMACOCINÉTICO DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (<i>PHASEOLUS ACUTIFOLIUS</i>) EN RATAS SPRAGUE DAWLEY..... | 53 |
| ASOCIACIÓN DE LA VARIANTE RS1805086 DEL GEN MIOSTATINA CON CAPACIDADES FÍSICAS Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS MEXICANOS..... | 55 |
| HONGOS Y SU RELACIÓN CON LA PÉRDIDA DE ALMIDÓN EN EL ENSILAJE DE MAÍZ | 56 |



| | |
|---|-----|
| SEROPOSITIVIDAD A <i>TRYPANOSOMA CRUZI</i> Y <i>LEISHMANIA MEXICANA</i> EN PERROS DE LA ZONA METROPOLITANA DE QUERÉTARO..... | 57 |
| EVALUACIÓN DE FACTORES DEL RITMO CIRCADIANO QUE PROMUEVEN RIESGO METABÓLICO EN JÓVENES UNIVERSITARIOS | 59 |
| IDENTIFICACIÓN DE UN PANEL DE BIOMARCADORES TEMPRANOS DE PIE DIABÉTICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2..... | 67 |
| ESTUDIO PILOTO DE LA ASOCIACIÓN DE DENSIDAD MINERAL ÓSEA CON GLUCOSA Y HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN MUJERES DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO..... | 73 |
| DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE OBESIDAD DIRIGIDA A ADOLESCENTES. | 78 |
| INFLUENCIA DEL CRONOTIPO SOBRE MARCADORES DE ESFUERZO FÍSICO Y CIRCADIANOS EN TEST DE BRUCE EN JÓVENES UNIVERSITARIOS | 84 |
| SUBPRODUCTO DE JUGO DE BETABEL COMO FUENTE DE ANTIOXIDANTES Y FIBRA | 91 |
| SOBREPESO, OBESIDAD Y CONDUCTAS ALIMENTARIAS DE RIESGO EN ADOLESCENTES DE SANTIAGO DE QUERÉTARO, MÉXICO. | 97 |
| SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO COMERCIAL POR DOS ESPECIES VEGETALES EN CONEJOS EN ENGORDA Y EL EFECTO EN LA MORFOLOGÍA INTESTINAL | 101 |
| EFECTO DE LA ADICIÓN DE <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> Y <i>SACCHAROMYCES BOULARDII</i> EN LA DIETA INICIADORA DE LECHONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y LA MORFOFISIOLOGÍA INTESTINAL..... | 108 |
| DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO TAMIZ PARA DETECTAR RASGOS DE ANSIEDAD, DEPRESIÓN E INSATISFACCIÓN CORPORAL EN EL PACIENTE ADULTO JOVEN QUE ACUDE A CONSULTA NUTRICIONAL. | 115 |
| EL OJO OCULTO DE TRICHODERMA ATROVIRIDE..... | 121 |
| EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS AGROPECUARIOS DEL VALLE DE LA MICROCUENCA CONCÁ, ARROYO SECO, QUERETARO..... | 125 |
| EFECTO CITOTÓXICO DE LA AFININA EXTRAÍDA DE LA RAÍZ DE <i>HELIOPSIS LONGIPES</i> SOBRE FIBROBLASTOS 3T3-L1..... | 131 |
| EFECTO DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ EN PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAIZ (<i>ZEA MAYS</i>)...... | 137 |
| COMPARACIÓN DEL EFECTO CITOTÓXICO ENTRE UNA LECTINA RECOMBINANTE Y LECTINAS DEL FRIJOL <i>PHASEOLUS ACUTIFOLIUS</i> SOBRE CÉLULAS DE CÁNCER DE COLON..... | 141 |
| CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA DEL TRACTO RESPIRATORIO SUPERIOR DE LA BALLENA AZUL (<i>BALAENOPTERA MUSCULUS</i>), EN EL GOLFO DE CALIFORNIA. | 148 |
| GESTIÓN DE RIESGOS POR MOVIMIENTO DE LADERAS EN LA MICROCUENCA CHEMEALÓN EN TACANÁ, SAN MARCOS, GUATEMALA..... | 154 |
| PATRÓN DE EXPRESIÓN DE LOS GENES <i>MCTP</i> EN EL PEZ CEBRA (<i>DANIO RERIO</i>) Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE SU DISRUPCIÓN CON EL SISTEMA CRISPR/CAS9, | 162 |



| | |
|---|-----|
| ESTUDIO <i>IN VIVO</i> DEL EFECTO ANGIOGÉNICO DEL EXTRACTO ETANÓLICO Y DE LA AFININA OBTENIDOS A PARTIR DE RAÍCES DE CHILCUAGUE (<i>HELIOPSIS LONGIPES</i>). | 169 |
| DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS PASTEURIZADORES DE ESTABLO SOBRE LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DEL CALOSTRO BOVINO. | 175 |
| MODELO PARA HÍGADO GRASO NO ALCOHÓLICO EN DIABETES MELLITUS TIPO 2. | 179 |
| PREVALENCIA Y POTENCIAL ZONÓTICO DE <i>GIARDIA INTESTINALIS</i> EN PERROS EN EL CENTRO DE MÉXICO | 186 |
| EFEECTO HIPOLIPEMIANTE DE NOPAL DESHIDRATADO (<i>OPUNTIA FICUS INDICA</i> ,) EN ADULTOS CON SOBREPESO U OBESIDAD Y RIESGO CARDIOVASCULAR. | 192 |
| ESTUDIO DE LA ASOCIACIÓN DE GENOMA COMPLETO EN HOLSTEIN MEXICANO IDENTIFICA NUEVAS REGIONES QTL Y CONFIRMA LOCI MAPEADOS PARA RESISTENCIA A TUBERCULOSIS BOVINA..... | 199 |
| DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD DIRIGIDA A LOS ADULTOS..... | 203 |
| EL PROGRAMA “NIÑO SANO- ADULTO SANO” MEJORA LOS CONOCIMIENTOS EN NUTRICIÓN Y PRÁCTICAS ALIMENTARIAS EN MADRES DE NIÑOS ESCOLARES EN QUERÉTARO..... | 211 |
| ESTILO DE VIDA EN SALUD Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRABAJADORES DE LOS CENTROS DE DESARROLLO INFANTIL DE LA UNIDAD DE SERVICIOS PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA DEL ESTADO DE QUERÉTARO | 216 |
| CONOCIMIENTO SOBRE UNA ALIMENTACIÓN ADECUADA Y SU IMPACTO EN LA SALUD EN ESCOLARES | 221 |
| EFEECTO PREVENTIVO DE UNA INFUSIÓN DE CHAYA SOBRE UN MODELO <i>IN VIVO</i> DE LESIONES PRE-NEOPLÁSICAS DE COLON..... | 226 |
| IMPORTANCIA DE LA MOVILIZACIÓN DEL GANADO DE ZONAS ENDÉMICAS A ZONAS LIBRES DE GARRAPATA..... | 233 |
| HABILITACIÓN DE SENDEROS Y PISTA CAMPO TRAVIESA EN ÁREAS VERDES DE LA FCN, CAMPUS JURQUILLA..... | 240 |
| IDENTIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL SISTEMA FLUVIAL DE LA MICROCUENCA EL PUEBLITO-JOAQUÍN HERRERA, QUERÉTARO, MÉXICO | 246 |
| EFEECTO DEL USO DE DOS CEPAS DE <i>SACCHAROMYCES</i> SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DEL APARATO DIGESTIVO EN DIETAS DE LECHONES RECIÉN DESTETADOS. ... | 252 |
| GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN UNA MICROCUENCA PERIURBANA | 259 |
| RELACIÓN ENTRE LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL PASADO DE LAS MADRES Y LAS PRÁCTICAS ALIMENTARIAS DE PREESCOLARES | 265 |
| EVALUACIÓN DE VARIANTES GENÉTICAS (SNPS) DE ELOVL (2, 5 Y 6) Y SU RELACIÓN CON MARCADORES DE OBESIDAD Y RESISTENCIA A INSULINA EN ADULTOS JÓVENES..... | 272 |
| VARIABILIDAD GENÉTICA Y VIRULENCIA DE CEPAS DE <i>MYCOBACTERIUM BOVIS</i> Y SU RELACIÓN CON SU ALTA Y BAJA FRECUENCIA. | 281 |



| | |
|---|-----|
| USO CONJUNTO DE VECTORES DE IMPEDANCIA PARA AJUSTE DE PESO SECO Y SUPLEMENTACIÓN NUTRICIONAL ORAL EN PACIENTES SOMETIDOS A HEMODIÁLISIS | 288 |
| VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS NATURALES DE LA MICROCUENCA EL PUEBLITO JOAQUÍN HERRERA, QUERÉTARO. | 294 |
| ACCESO, DISTRIBUCIÓN Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA SAN JOSÉ EL ALTO, QUERÉTARO | 301 |
| DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD DIRIGIDA A NIÑOS. | 307 |
| INSTRUMENTO PARA DETERMINAR LA DEMANDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA ZOM, QUERÉTARO | 313 |
| IMPORTANCIA DEL CALOSTRO EN LA PRESENTACIÓN DE BABESIOSIS Y ANAPLASMOSIS EN BECERROS DE ZONAS ENDÉMICAS DE <i>RHIPICEPHALUS MICROPLUS</i> | 316 |
| ANÁLISIS PROTEÓMICO COMPARATIVO Y CARACTERIZACIÓN BIOINFORMÁTICA DE LAS PROTEÍNAS EXPRESADAS DIFERENCIALMENTE EN LAS GLÁNDULAS SALIVALES DE <i>RHIPICEPHALUS MICROPLUS</i> SUSCEPTIBLES Y RESISTENTES A IVERMECTINA | 322 |
| ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDADES FÍSICAS DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ROLLER DERBY DE QUERÉTARO | 330 |
| RELACIÓN ENTRE OBESIDAD SARCOPÉNICA Y HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN MUJERES DE 40 A 59 AÑOS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO..... | 339 |
| DETERMINANTES SOCIOCULTURALES EN TORNO A LA LACTANCIA MATERNA EXCLUSIVA EN MADRES DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO, QRO. | 345 |
| ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ANTIGÉNICA DE BMVDAC Y SUBBOLESINA, DOS CANDIDATOS VACUNALES CONTRA <i>RHIPICEPHALUS MICROPLUS</i> EN AISLADOS DE DIFERENTES ESTADOS DE MÉXICO | 349 |
| MECANISMO DE ACCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DE <i>PSIDIUM GUAJAVA</i> EN EL NEMATODO <i>CAENORHABDITIS ELEGANS</i> | 355 |
| REVERSIÓN DEL DAÑO INTESTINAL CAUSADO POR LA ADMINISTRACIÓN DE UNA FRACCIÓN DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (<i>PHASEOLUS ACUTIFOLIUS</i>) EN RATAS..... | 361 |
| COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CAROTENOIDES EN PIEL Y MARCADORES DE DAÑO HEPÁTICO EN PACIENTES ADULTOS CON ESTEATOSIS HEPÁTICA Y ESTEATOHEPATITIS NO ALCOHÓLICA | 368 |
| EFEECTO DE LA INCLUSIÓN DE FIBRA INSOLUBLE SOBRE LA MICROBIOTA CECAL Y FECAL EN CONEJOS DE ENGORDA POSITIVOS A ENTEROPATÍA EPIZOÓTICA..... | 374 |
| ANÁLISIS EN LA INGESTA NUTRICIONAL Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL ENTRE JÓVENES UNIVERSITARIOS PRACTICANTES DE BALONCESTO, VOLEIBOL Y FÚTBOL | 380 |
| PROPUESTA DE MANEJO PARA LA REDUCCIÓN DE SEDIMENTOS, MEDIANTE PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS EN LA SUBCUENCA PRESA PASO DE VAQUEROS | 387 |
| INTRODUCCIÓN..... | 387 |
| EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE VITAMINA D SOBRE LOS NIVELES DE PARATHORMONA, FÓSFORO, CALCIO Y CALCIDIOL EN PACIENTES CON ENFERMEDAD MINERAL ÓSEA EN DIÁLISIS PERITONEAL | 395 |



| | |
|--|-----|
| CARACTERIZACIÓN DE LA VAINA DE ESPINO BLANCO (<i>ACACIA MACRACANTHA</i>) COMO ALTERNATIVA REGIONAL EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN TRÓPICO SECO | 402 |
| RELACIÓN ENTRE ESTRÉS LABORAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD AERONÁUTICA EN QUERÉTARO. | 408 |
| RELACION ENTRE PARAMETROS DE CRECIMIENTO DE LAS BECERRAS Y LA PRODUCCION A LA PRIMERA LACTANCIA | 414 |
| LA TRANSICIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HÍDRICA:..... | 420 |
| GESTIÓN DEL AGUA Y REDES HIDROSOCIALES EN LA MICROCUENCA AMAZCALA, EL MARQUÉS, QRO. | 420 |
| EVALUACIÓN CLÍNICO-NUTRICIA DE PERSONAS FÍSICAMENTE ACTIVAS..... | 426 |
| CARACTERIZACIÓN ZOOMÉTRICA DE LA CABRA CRIOLLA NEGRA COMO PARTE DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE LA RAZA. | 433 |
| DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO ALIMENTARIO PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS TRAS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN ADULTOS JÓVENES. | 439 |
| DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EN FAMILIAS CON HUERTOS REPROCOM DE COMUNIDADES RURALES DEL NORESTE DEL ESTADO DE GUANAJUATO..... | 445 |
| EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PLASMA SEMINAL HETERO ESPECÍFICO (BOVINO A OVINO) SOBRE LA CONGELABILIDAD DE SEMEN DE CARNERO. | 450 |
| EFFECTOS DEL PROGRAMA “NIÑO SANO – ADULTO SANO” EN LA AUTOEFICACIA DE MADRES DE FAMILIA Y EL IMC DE SUS HIJOS ESCOLARES EN QUERÉTARO: RESULTADOS PREELIMINARES. | 454 |



PRÓLOGO

La Real Academia de la Lengua Española define investigar a: “realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia”, este paradigma ha sido y será el pilar fundamental del desarrollo de los diferentes posgrados y de la investigación que se realiza en la Facultad de Ciencias Naturales.

En esta XII edición del Foro de Investigación y Posgrado, se presentaron un total de 110 trabajos, 64 en forma oral y 46 en forma de cartel, provenientes de siete programas educativos de posgrado y tres de licenciatura. Además, este fue el segundo año en el que se llevó a cabo el concurso de “Tesis en tres minutos”, con una amplia aceptación por parte de la comunidad académica.

El trabajo continuo de los estudiantes, planta docente y personal administrativo nos ha permitido realizar el Foro anualmente alcanzando una participación de más de 200 asistentes en los últimos tres años, por lo que consideramos importante mantener este tipo de actividades para fomentar el pensamiento crítico de los estudiantes, en la búsqueda de los planteamientos y resolución de los problemas que aquejan al país.

Dr. Germinal J. Cantó Alarcón
JEFE DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



META-ANÁLISIS DE LAS INFECCIONES EN VÍAS URINARIAS EN MÉXICO EN LOS ÚLTIMOS 12 AÑOS

Ahumada-Cota, R.E.^{1,3}, Eslava-Campos, C. A.^{2,3}, Hernández-Chiñas, U.^{2,3} y Milián-Suazo, F.¹

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Laboratorio de Bacteriología, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina. UNAM. ³Laboratorio de Patogenicidad Bacteriana: Hospital Infantil de México Federico Gómez

RESUMEN

En México, las infecciones en vías urinarias (IVUs) han sido la tercera causa de morbilidad desde hace diez años. El uso indiscriminado de antibióticos para tratar estas infecciones ha provocado un aumento en el número de aislamientos de bacterias multirresistentes. Esto se documenta de manera clara a lo largo del tiempo en los artículos que analizan los perfiles de resistencia a antibióticos de uropatógenos. El objetivo de este trabajo fue utilizar los datos publicados en los últimos 12 años sobre bacterias causantes de IVUs en nuestro país y analizarlos para identificar las bacterias causantes de esta enfermedad y sus perfiles de resistencia a antibióticos. Para esto se realizó una búsqueda exhaustiva utilizando los buscadores de las bases de datos de PUBMED, Google Scholar y SciELO. Las bacterias, los antibióticos y los perfiles de resistencia fueron anotados y analizados con el programa RevMan5 de Cochrane para realizar el meta-análisis. Se identificaron 15 artículos desde 2007 a la fecha. La mayoría de los estudios (10/15) se realizaron en la Ciudad de México, mientras el resto en los estados de Guerrero (2/15), Nuevo León (2/15) y Edo. de México (1/15). En el 100% de los estudios se detectó la presencia de *E. coli* uropatógena (UPEC), el principal agente causante de la enfermedad a nivel mundial. Un total de 46 diferentes antibióticos se han utilizado (solos o en combinación) a lo largo de los años para evaluar la resistencia de bacterias uropatógenas. Además, todas las cepas en los últimos 10 años muestran resistencia a Penicilina. Este es el primer estudio en el país donde se utilizan los datos generados por otros estudios para analizar la multirresistencia a antibióticos de uropatógenos y sugerir nuevas alternativas de tratamiento.

Palabras clave: cistitis, uropatógeno, *E. coli*, resistencia a antibióticos.



IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ANTAGÓNICAS DE HONGOS FITOPATÓGENOS A PARTIR DE UNA HUERTA DE FRESA

Torres-Lara, A.¹, Niño-González, M.², Cordoba-Andrade, F.³, Esquivel-Naranjo U.^{2,4}, Landeros-Jaime, F.^{2,4}, Abraham-Juárez, R.⁵, Cervantes-Chávez, J. A.^{2,4}

¹Lic. en Biología. ²Lic. en Microbiología. ³Lic. Químico Agrícola. ⁴Cuerpo Académico Biotecnología y Sanidad Vegetal. ^{1,2,3,4}Universidad Autónoma de Querétaro. ⁵ Universidad de Guanajuato.

RESUMEN

Debido a los efectos adversos que causan los agroquímicos a la salud y al ecosistema en general, actualmente la tendencia en el área agroindustrial, se inclina cada vez más a la disminución tanto de costos en la producción, como de la presencia de residuos de pesticidas en los productos agrícolas y en el medio ambiente, situando así al control biológico como una alternativa para el manejo de plagas. Las bacterias forman parte de la gran cantidad de microorganismos que existen como agentes de control de enfermedades fúngicas y bacterianas. Además, algunas de ellas pueden favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas bacterias son conocidas como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) y juegan una función primordial en los cultivos, permiten disminuir el uso de fertilizantes químicos, aumentar el rendimiento, acortar ciclos y por consiguiente, reducir la contaminación ambiental. El objetivo de este trabajo es aislar y caracterizar bacterias obtenidas a partir de muestras de suelo y plantas de fresa (*Fragaria* spp.) colectadas de una huerta de fresa con manejo orgánico, ubicada en el ejido La Calera, Irapuato Guanajuato. Por medio de diluciones seriadas de suelo y cultivos axénicos se obtuvieron 12 bacterias diferentes procedentes de las muestras. Las pruebas de antagonismo mostraron efecto contra seis hongos fitopatógenos que atacan diversos cultivos de importancia económica como son *Rhizoctonia*, sp., *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp., *Sclerotium* sp., *Botrytis* sp. y *Colletotrichum* sp. Estas bacterias no mostraron inhibición en el crecimiento del hongo benéfico *Trichoderma*. Por medio de cultivos selectivos se observó, que algunas de estas bacterias producen metabolitos secundarios que promueven el crecimiento vegetal, como son ácidos orgánicos que solubilizan fosfatos, haciéndolos disponibles para las plantas. La identificación de estas bacterias se realizará por análisis de su secuencia de DNA correspondiente a la región 16S. El uso de bacterias con estas capacidades en la agronomía puede disminuir la aplicación de fertilizantes químicos.

Palabras clave: bacterias, antagonismo, hongos fitopatógenos.



PRODUCCIÓN DE LAS PROTEÍNAS RECOMBINANTES HUMANAS LACTOFERRINA Y ALFA-LACTOALBÚMINA EN UN SISTEMA EUCARIÓTICO (*PICHIA PASTORIS*)

Álvarez-Mayorga, B.L.¹, López-Calderón, V.², Rosado-Loría, J.L.³, Romero-Gómez, S.⁴, García-Ugalde, C.R.⁵, Duarte-Vázquez, M.⁵

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Maestría en Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ³Depto. de Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ⁴Facultad de Química. UAQ. ⁵NUCITEC.

RESUMEN

En las últimas décadas la industria de alimentos y la farmacéutica principalmente, están realizando investigación para la producción y utilización de numerosas proteínas recombinantes, las cuales deben cumplir con una serie de requisitos de calidad sofisticados, antes de que se puedan considerar seguros. Es importante mejorar la producción de estas proteínas a partir de sus fuentes nativas o buscar fuentes de producción nuevas junto con el desarrollo de sistemas de expresión eficientes de estas proteínas y avanzar en los protocolos de extracción de las mismas. Proteínas como las de la leche materna pueden producirse en cantidades suficientes para utilizarlas en la elaboración de alimentos especializados, incluyendo las fórmulas infantiles. La leche materna representa la principal fuente de nutrimentos para los infantes y está constituida, entre otras biomoléculas, por un conjunto de proteínas como la lactoferrina (hLF) y la α -lactoalbúmina (hA-LA) que proporcionan una variedad de ventajas fisiológicas claves para los infantes. En esta etapa del proyecto se planteó como objetivo producir proteínas recombinantes hLF y hA-LA en el sistema eucariótico de *Pichia pastoris*, El sistema de expresión se conformó por la levadura *Pichia pastoris* como hospedero eucariote y el vector de expresión pGAPZaA, y como hospedero procarote la bacteria *Escherichia coli* TOP10. La transformación de *E. coli* Top 10 se llevó a cabo por el método del CaCl₂/choque térmico, obteniéndose más de 25 transformantes/placa en medio selectivo con Zeocina™. La transformación de *P. pastoris* se llevó a cabo por electroporación, obteniéndose eficiencias de transformación entre 1.02 y 1.5 x 10⁶ UFC/ μ g de DNA para ambas proteínas recombinantes. Se evaluó la producción de las proteínas de interés considerando al menos dos cepas de las colonias transformantes obtenidas por electroporación, en medio de cultivo YPD incubado a 30°C por 48 hrs con agitación constante. Se realizó una cuantificación de proteína total por el método de Lowry, los resultados mostraron que las cepas transformadas que contienen las secuencias de nucleótidos optimizadas para hLF y hA-LA produjeron al menos 1.4 veces más proteína total que la cepa nativa de *P. pastoris*, con valores entre 7.52 y 7.87 g/L de proteína total El análisis por SDS-



PAGE demostró la producción de las proteínas recombinantes. Los estudios realizados muestran un avance significativo en la obtención de las proteínas recombinantes de interés, mismas que en la siguiente etapa serán caracterizadas fisicoquímicamente mediante la determinación de la masa molecular, modificaciones postraduccionales, punto isoeléctrico y secuenciación de aminoácidos.

Palabras clave: Proteínas recombinantes, *Pichia pastoris*, alimentación infantil.



EVALUACIÓN DE LA REGRESIÓN TUMORAL DEL TVT EN UN CANINO DOMÉSTICO TRATADO CON CASIOPEÍNA® IIGLY

Aranda-Vargas P.J.¹, Ruíz-Olvera M.², Rubio-Venegas Y.², Vera-Mendoza K. M.², Ruiz-Azuara L.³,
Mejía-Vázquez M.C.².

¹Doctorado en Ciencias en Biomedicina. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Querétaro.

²Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

³Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

El tumor venéreo transmisible (TVT) es una neoplasia mesenquimal que afecta al sistema inmune intratumoral, porque inhibe la actividad leucocitaria antitumoral permitiendo la progresión neoplásica. El sulfato de vincristina produce regresión del TVT por apoptosis pero con múltiples efectos secundarios. Las Casiopeínas® (Cas) son compuestos activos de cobre (II) que presentan selectividad tumoral, apoptosis mitocondrial y baja toxicidad, pero no se conoce su efecto sobre el sistema inmune. El objetivo de esta investigación fue evaluar en un TVT canino tratado con CasIIgly, los cambios sistémicos, del sistema inmune intratumoral, la morfología celular neoplásica y la apoptosis. Para cumplir con este objetivo, en un canino hembra con TVT se evaluaron inicialmente sangre y orina. Posteriormente se administró una dosis de 35mg/m² de CasIIgly i.v. y cada dos horas durante 24h, se realizaron dos hisopados tumorales, uno para citología y otro para detectar caspasa-3 por inmunocitoquímica. A las 72h postratamiento, nuevamente se tomó sangre y orina. Nuestros resultados mostraron que la CasIIgly no causó alteraciones sistémicas, pero sí aumento leucocitario intratumoral (6 y 12h) indicativo de activación del sistema inmune. Los hallazgos morfológicos neoplásicos (6 y 8h) y la apoptosis (2, 4, 6, 24 y 72h) postratamiento, sugieren regresión tumoral. Se sabe que los quimioterapéuticos empleados en TVT producen infiltración leucocitaria intratumoral, cambios morfológicos degenerativos y apoptosis, como lo observado con la CasIIgly. Concluimos que el tratamiento con CasIIgly no causó alteraciones sistémicas, aunque sí incrementó la actividad inmunitaria intratumoral y generó cambios morfológicos y apoptóticos, todo ello indicativo de regresión tumoral.

Palabras clave: TVT, CasIIgly, apoptosis, regresión tumoral.



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MIGRACIÓN EN CÉLULAS DE NEUROBLASTOMA TRATADAS CON CASIOPEÍNA® IIIA

Avalos-Velázquez L.K.^{1*}, Campos-Mendoza R.¹, Ruiz-Azuara L.³, Mejía-Vázquez C.², Jaime-Martínez L.A.², Ahumada-Solórzano S.M.²

¹Maestría en Ciencias del Neurometabolismo, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro. ²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ³Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

El neuroblastoma (NB) es el tumor sólido más frecuente de la infancia, tiene alta capacidad de metástasis y resistencia a los fármacos, por lo que la terapia multimodal resulta poco eficiente y con múltiples efectos secundarios (John M. Maris, 2010). En la búsqueda de nuevos fármacos que resulten más efectivos, surge la familia de compuestos de cobre(II) denominada Casiopeínas® (Cas) (Ruiz-Azuara, L. United States Patent 1992). Las Cas han mostrado efectos citostáticos y citotóxicos en diversos tumores (Trejo, et al, 2005; Mejía, et al, 2008), y en líneas de NB se han encontrado apoptosis a las 2 y 4 h (Gutiérrez AG, et al, 2013; García-Ramos JC, et al 2017), autofagia (10 h) y supervivencia a las 24 h (manuscrito en preparación). Sin embargo, se desconoce su efecto en tiempos más prolongados, donde las células de NB pueden desarrollar metástasis. Para que un tumor produzca metástasis, debe migrar e invadir tejidos lejanos. Es por esto que analizamos la capacidad de migración de las células SK-N-SH, las cuales fueron cultivadas en medio DMEM (Sigma Chemical Co, St. Louis, MO USA) con 10% de suero fetal bovino (SFB) y mantenidas en incubadora de CO₂. Posteriormente las células se trataron con $31 \pm 2.34 \mu\text{g/ml}$ de CasIIIa (García-Ramos JC, et al 2017). Para medir la migración celular, se llevó a cabo el ensayo de cierre de la “herida”, que se basa en el comportamiento de una monocapa confluyente al momento de realizar una brecha o “herida”. Las células en el borde de la brecha se moverán hacia la abertura hasta establecer contacto célula-célula, cerrando así la “herida”. Los resultados mostraron que los cultivos de células de NB tratadas con una dosis inicial de CasIIIa, disminuyen su capacidad de migración y provocan un segundo punto de muerte entre las 48 y 72h. En conclusión, la administración de CasIIIa permite identificar la disminución de la migración celular en células de neuroblastoma; sin embargo, es necesaria la evaluación de la expresión de proteínas relacionadas con la migración celular.

Palabras clave: Neuroblastoma, Casiopeína IIIa, migración celular, ensayo de la herida.



DETERMINACIÓN DE SEROPREVALENCIA DE *TOXOPLASMA GONDII* EN GATOS, PERROS CALLEJEROS Y TLACUACHES (*DIDELPHIS VIRGINIANA*) DE LA ZONA CONURBADA DE QUERÉTARO, MÉXICO

Camacho-Macías, B¹. Hernández-Camacho, N.¹ Rendón-Franco, E.² Aguilar-Tipacamú, G¹. Sierra-Corona, R.³ Luna-Soria, H¹.

¹Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma de México-Unidad Xochimilco. ³Santa Lucia Conservancy, California.

RESUMEN

La urbanización y los cambios en la composición de las comunidades de vida silvestre en áreas urbanas son importantes para la transmisión de infecciones zoonóticas, ya que algunas de estas especies sinantrópicas son reservorios de parásitos que pueden transmitir a los humanos. Además, los animales callejeros son un factor importante ya que pueden facilitar la transmisión y dispersión de parásitos por su contacto con el ser humano y su alta abundancia. Aunado a lo anterior, las variaciones meteorológicas también influyen en parásitos con un ciclo de vida complejo o que tienen una etapa de vida libre que se dispersa al medio ambiente modulando la sobrevivencia del parásito, como es el caso de *Toxoplasma gondii*, un parásito de amplia distribución causante de la toxoplasmosis, siendo los miembros de la familia Felidae los hospederos definitivos incluyendo al gato doméstico. Los hospederos intermediarios pueden ser el humano, aves y otros mamíferos, entre ellos el perro y los tlacuaches. El objetivo de este trabajo es conocer la seropositividad de *T. gondii* en gatos, perros callejeros y tlacuaches en la zona conurbada de Querétaro durante un ciclo anual, para llevar a cabo esto se obtuvieron muestras de sangre de perros y gatos callejeros proporcionadas por los servicios de control animal de los municipios de la zona conurbada de Querétaro, durante el periodo de secas y de lluvias. En el caso de tlacuaches, se llevó a cabo un trapeo por temporada en el Campus Juriquilla de la UAQ. Se obtuvo suero a partir de las muestras sanguíneas que se analizaron con pruebas de ELISA indirecta. Hasta el momento se tienen 57 muestras positivas de 276 muestras de suero de perro, dando un 20% de seropositividad para la temporada seca. Las muestras de gatos y tlacuaches continúan siendo analizadas.

Palabras clave: Toxoplasmosis, fauna sinantrópica, zona conurbada.



COMPARACIÓN Y VALIDACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TAMIZAJE NUTRICIO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL GENERAL DR. NICOLÁS SAN JUAN

Cambrón-Sánchez, M.E.^{1,2}, Lara-Pompa, N.E.³, Rangel-Peniche, D.B.¹, Vega-Puga, L.⁴, Caamaño-Pérez, M.C.⁵.

¹ Maestría en Nutrición Clínica Integral. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ² Departamento de Nutrición. Hospital General Toluca "Dr. Nicolás San Juan" ³ Departamento de Nutrición. Hospital Infantil Teletón de Oncología. ⁴ Departamento de Nutrición. Hospital del niño y la mujer, Querétaro.

RESUMEN

La desnutrición pediátrica hospitalaria es una condición de prevalencia variable de acuerdo con el tipo de población y mediciones empleadas, sin embargo, se ha asociado ampliamente con desenlaces clínicos desfavorables. Por esta razón, se ha establecido la aplicación de tamizajes nutricionales al ingreso hospitalario como parte indispensable del proceso de atención nutricia. Existen varias herramientas de tamizaje, pero aún no se cuenta con una recomendación unificada sobre la mejor opción. Se propone hacer la elección de acuerdo a las características de la población y medir su asociación como predictor de un desenlace clínico desfavorable. Por ello, el objetivo de este estudio fue validar 3 herramientas de riesgo nutricional pediátricas: Screening Tool for the Assessment of Malnutrition in Paediatrics (STAMP), Pediatric Nutrition Screening Tool (PNST) y Screening Tool Risk on Nutritional Status and Growth (STRONG kids). Se busca comparar los pacientes identificados en riesgo nutricional por cada una de ellas, analizar la concordancia con una valoración antropométrica al momento de admisión, estableciendo el diagnóstico de desnutrición utilizando el parámetro de Índice de Masa Corporal para la edad (IMC/E), y finalmente determinar las asociaciones con una estancia clínica alargada como desenlace clínico. El estudio contempla pacientes de un hospital general con edades entre 2 y 14 años, en quienes se aplican los tamizajes nutricionales mencionados, se obtienen medidas de peso y estatura, y se registran los días de estancia hospitalaria. Se midieron 52 pacientes, 63.4% de ellos de sexo masculino. La razón de admisión más frecuente fue la cirugía abdominal. Sólo el 13.4% de los pacientes fue diagnosticado con Desnutrición (z -score IMC/E < -2) al momento de admisión. El 48% de los pacientes presentaron una estancia hospitalaria mayor a la esperada al momento de admisión. Se observaron diferencias entre las herramientas de tamizaje nutricional respecto al porcentaje de pacientes identificados en cada categoría de riesgo. PNST identificó el mayor número de pacientes en alto riesgo nutricional (28.8%), seguido de STRONGkids (7.6%) y finalmente STAMP (5.7%).

Palabras clave: desnutrición, tamizaje pediátrico, estancia hospitalaria.



EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PORO DE TRANSICIÓN DE LA PERMEABILIDAD MITOCONDRIAL MEDIANTE EL SILENCIAMIENTO DE BAX Y BCL-2 EN CÉLULAS DE NEUROBLASTOMA TRATADAS CON CASIOPEÍNA® IIIA

Campos Mendoza R¹., Avalos Velázquez L¹., Ahumada-Solórzano SM²., Ruiz-Azuara L³. Mejía C².,

¹ Maestría en Ciencias en Neurometabolismo. Facultad de Medicina. UAQ. ² Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ³ Facultad de Química. UNAM.

RESUMEN

El neuroblastoma (NB) es el tumor extracraneal más frecuente de la infancia, su tratamiento incluye una terapia multimodal, la cual resulta ineficiente especialmente en tumores de alto riesgo y con metástasis. Este tumor llega a presentar regresión espontánea asociada a la apoptosis intrínseca, por lo que resulta importante potenciar esta vía mediante compuestos dirigidos a la mitocondria, haciendo prioritario explorar la acción de nuevos fármacos como las Casiopeínas® (Cas). El mecanismo de acción de las Cas incluye la apoptosis mitocondrial, donde la activación del poro de transición de la permeabilidad mitocondrial (PTPm) es el principal blanco. Para que este proceso sea exitoso, es indispensable que se lleve a cabo la translocación mitocondrial de la molécula apoptótica Bax y la salida de Bcl-2 (antiapoptótica) hacia el citoplasma. Sin embargo, aún se desconoce el efecto que la CasIIIa tiene sobre estas moléculas, por lo que nos proponemos realizar el silenciamiento génico de Bax y Bcl-2. Así, en cultivos celulares de neuroblastoma SK-N-SH, bajo condiciones estándar de cultivo, posteriormente se realizó el diseño de las secuencias gRNA para cada proteína a silenciar mediante la metodología CRISPR/Cas9, con el uso de un vector de transfección de la marca ORIGENE, adicionalmente esta metodología esta provista de un DNA donador responsable de conferir la resistencia a ampicilina, por lo cual se procedió a realizar una curva dosis respuesta para determinar la concentración letal (CL) siendo de 328mg/ml. Una vez obtenida la CL se procedió a realizar el silenciamiento de acuerdo con las especificaciones del proveedor, obteniendo un rendimiento del 70% de eficiencia en la transfección. Las células una vez transfectadas son tratadas con la Casiopeína IIIa a su concentración inhibitoria media (CI₅₀) para la determinación de especies reactivas de oxígeno, Citocromo C y la capacidad de retención de calcio (experimentos en proceso).

Palabras clave: Neuroblastoma, Poro de Transición de la Permeabilidad Mitocondrial, Casiopeínas, Silenciamiento génico.



¿QUÉ REFRESCOS CONSUMEN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS?

Campos-Ramírez CA¹, Anaya-Loyola MA¹ y Palacios-Delgado JR²

¹ Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ² Universidad del Valle de México, Campus Querétaro. Querétaro, México.

RESUMEN

La prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado de manera importante en las últimas décadas en México, se ha comprobado ampliamente que uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de esta condición es el consumo de alimentos hipercalóricos como lo son los refrescos. Sin embargo no existen suficientes estudios que describan el fenómeno de consumo de este tipo de bebidas en población mexicana. El objetivo de este trabajo fue hacer una descripción del consumo de refrescos en la población universitaria de nuevo ingreso.

200 estudiantes de la Universidad Autónoma de Querétaro completaron las medidas necesarias para la muestra. Se aplicaron cuestionarios para indagar los patrones en el consumo de refrescos.

El 72,5% de la muestra consume menos de 1 litro, el 16,5% entre 1 y 2 litros y el 10% consume más de 2 litros a la semana. 72.7% de los participantes consume una porción (355 ml) o menos, el 26.3% 2 porciones y el 1% consume 3 o más porciones cada vez que realizan consumo. Se encontró que dentro de la muestra se consume una variedad de 16 diferentes sabores siendo sabor cola el de mayor preferencia entre los consumidores, seguido por el sabor manzana y lima-limón.

Casi la totalidad de los participantes presentaron al momento del estudio consumo de refrescos en algún nivel, lo que es un factor de riesgo para el desarrollo de obesidad, diabetes y sus múltiples complicaciones. Esta población es particularmente vulnerable, ya que se enfrentan a un cambio en el estilo de vida, además de que su madurez física aún no se ha completado.

Palabras clave: refresco, universitarios, patrón de consumo.



ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y SU PERCEPCIÓN SOBRE LA CARNE DE CONEJO

Gudiño-Lozano C.J.¹, Gómez-Soto J.G.¹, Escobar-Salazar L. E.², Narváez-Briones C.I.¹, Ramos-Olvera E.R.¹, Rocha-Solache M.¹, Gallardo-Tinoco J., Baños-Figueroa M., Martínez-Cruz D.P.

¹Área Cunicola. Cuerpo Académico de Nutrición y Reproducción Animal. Laboratorio de Nutrición Animal. Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

RESUMEN

México es un país en vías de desarrollo que presenta inseguridad alimentaria y se deben buscar alternativas viables para disminuir esta situación, que se presenta en áreas urbanas y rurales. La cunicultura es una actividad pecuaria que dadas las características zootecnicas de los conejos, puede abonar a mejorar la situación de inseguridad alimentaria de los mexicanos, pero hay que considerar que la carne de conejo es consumida en cantidades inferiores respecto a carne de otras especies. El Área Cunicola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ) organizó el Primer Encuentro Nacional Universitario de Cunicultura, los días 28 y 29 de septiembre del año 2018 para fomentar esta actividad pecuaria y realizar trabajos en conjunto con los centros de educación del país. Asistieron 286 personas en su mayoría estudiantes, provenientes de 9 Universidades públicas de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y de Universidades privadas. Se levantaron 140 encuestas obteniéndose la siguiente información: 25.71% no habían consumido carne de conejo, el 32.14% consumió la carne de conejo guisada y el 27.85% asada, el 13.57% la ha consumido en embutidos; mientras que el otro 0.71% la ha consumido en otras presentaciones. Otro punto a evaluar fue qué opinaban sobre los productos de la carne de conejo, donde se obtuvieron los siguientes resultados: el 58.57% indicó que no saben de lugares donde puedan comprar o consumir la carne de conejo, el 13.57% que es muy cara, el 7.85% que no les llama la atención su consumo, el 6.42% que es una gran opción nutricional, el 1.42% que es una carne muy sabrosa y el 2.14% no le gusta la carne de conejo. Sobre los factores que influyen en la compra de la carne consumida por los encuestados, el 52.85% indicaron que el sabor-textura es el principal factor, el precio para el 31.42% es un factor para considerar, el 14.28% opina que la oferta es un factor y sólo el 1.42% se preocupa por la accesibilidad de la carne. A los asistentes se les preguntó si después del evento, seguirían consumiendo la carne de conejo; a lo que el 7.14% respondió que no y el otro 92.85% respondió que sí. A los asistentes se les cuestionó sobre su interés en el asistir al presente evento, donde el 42.14% lo respondió que lo hizo por el conocimiento, el 23.57% lo hizo para actualizarse en la cunicultura, el 20% lo hizo por



interés y el 14.28% lo hizo porque quieren emprender un negocio relacionado a la cunicultura. En la actualidad la cunicultura está siendo considerada como una alternativa en la producción pecuaria, con la que en un futuro se podría incrementar el acceso a alimentos de origen animal de excelente calidad nutrimental, por lo que es necesario brindar más información sobre esta actividad, tanto en las aulas de estudio como en los congresos que se lleven a cabo, sobre todo en los estudiantes involucrados en la producción de alimentos para consumo humano como lo son de las carreras de medicina veterinaria y zootecnia, ingenierías agroindustriales, horticultura, nutrición, etc.



PURIFICACIÓN Y MARCAJE DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (*PHASEOLUS ACUTIFOLIUS*) CON QUANTUM DOTS

Cervantes-Jiménez R1, Sánchez-Segura L2, Topete-Camacho A3, Mendiola-Olaya E2, Estrada-Martínez LE4, Figueroa-Cabañas ME1, Dena-Beltrán JL1, Kuri-García A1, López-Martínez FJ1, Díaz Sánchez E1, Lamas León RM1, González Muñoz Ledo E1, Blanco-Labra A1, García-Gasca T1

1 Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, 76230, Qro, México.

2 Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Irapuato, Gto., 36824, México.

3 Departamento de Fisiología, Centro de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. 44340, México.

4 Unidad en Neurodesarrollo, Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Qro, 76230, México.

RESUMEN

Las lectinas son proteínas bioactivas con capacidad de reconocimiento a carbohidratos. Algunas lectinas de plantas han exhibido potencial diagnóstico y terapéutico contra cáncer por medio de la inducción de muerte celular programada. Lectinas de semillas de frijol Tépari (*Phaseolus acutifolius*) fueron purificadas por cromatografía de exclusión molecular e intercambio iónico, obteniendo un grupo de lectinas con capacidad aglutinante denominado TBL-IE2; el cual posteriormente fue marcado con nanopartículas de Quantum dot (QD) por medio de la técnica de microfluídica a pH 7. Posterior al marcaje, se determinó el tamaño de partícula y potencial Z del complejo TBL-IE2-QD. Dicho complejo fue visualizado por microscopía multifotón y microscopía electrónica de transmisión. Se encontró que la lectina sin marcar presenta un tamaño de partícula de 850 nm y un potencial Z de -8.46 mV, mientras que para la TBL-IE2-QD se observó un tamaño de partícula de 380nm y un potencial Z de -18.51mV. Los resultados del presente trabajo no muestran diferencias significativas entre las medias de las réplicas del potencial Z de la TBL-IE2-QD con una $p = 0.131$ ($F_{2,6} = 2.9$), por lo que se considera que el método es reproducible. A través de microscopía de transmisión, la lectina acoplada a QD se observó con una morfología homogénea; mientras que en el análisis de multifotón se observó un pico máximo de fluorescencia de 580 nm. La técnica por microfluídica resulta un método novedoso que permite controlar el acoplamiento entre los QD y las moléculas de proteína, a la vez que es rápido y replicable; dando lugar a la mejora sustancial en este tipo de marcajes y permitiendo la trazabilidad de lectinas.

Palabras clave: Lectinas, Quantum Dots, Cáncer, Frijol Tépari



HÁBITOS DE CONSUMO DE CARNE EN GENERAL Y CARNE DE CONEJO

Narváez-Briones, C.I.¹, Gómez-Soto, J.G.¹, Escobar-Salazar, L.E.², Martínez-Cruz, D.P.¹, Rocha-Solache, M.¹, Ramos-Olvera, E.R.¹, Lugo-Rubio, M.A.¹, Gudiño-Lozano, C.J.¹.

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área Cunícola (ARCUN-UAQ), Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita y Centenaria Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

RESUMEN

México es un país que después de la presencia del virus hemorrágico del conejo, a finales de la década de los 80's, ha hecho un esfuerzo por lograr que la cunicultura sea una actividad de importancia pecuaria. La cunicultura presenta diversas bondades debido al rápido crecimiento de los conejos y a su alta prolificidad, aunado a la calidad de la carne. Desafortunadamente, existen subproductos de esta actividad que no se aprovechan como lo es la piel-pelo del conejo, por lo que surgió el interés de conocer la opinión de los asistentes a un evento del tema sobre sus hábitos alimentarios e intereses sobre el aprovechamiento de conejos. Al desarrollarse el día 27 de noviembre del 2018 el evento "Taller básico de confección de artículos con piel-pelo de conejo" se realizó una encuesta a los asistentes, con la intención de evaluar cómo son los hábitos generales de consumo de carne, y su apreciación sobre la carne de conejo. Se aplicaron 15 encuestas, cuyas preguntas se dividieron en 3 partes: opinión sobre el Taller, hábitos generales de consumo de carne y apreciación de la carne de conejo. La encuesta contó con 14 preguntas. El 100% de los encuestados respondieron que les gustaron las actividades del evento, que éste cubrió sus expectativas y les dio un panorama más amplio de la cunicultura, que recomendarían asistir a este tipo de eventos a otras personas y que desearían hubiera más cursos sobre cunicultura. La calificación general del evento fue de 9.6 sobre 10. El 60% de los asistentes eran varones y el 40% mujeres. La edad de los asistentes fue de 36 ± 14 años. El 70% de los asistentes eran cunicultores y el resto comerciantes, veterinarios y/o estudiantes. Respecto a la frecuencia de consumo de carne en general, el 50% consumen de 1-2 veces por semana y la otra mitad de 3-5 veces. El principal factor que influye para elegir la carne y consumirla fue el sabor/textura (60%), seguido de la oferta (30%), por lo que el precio no es factor a considerar. La mayor parte ha consumido carne de conejo en forma asada (60%), el resto guisada (30%) y embutida (20%). El 100% indicó que para el acceso a la carne de conejo, no hay lugares donde consumirla y/o adquirirla. Sobre los temas de interés que desearían hubiera más capacitación están: curtido de la piel (60%), transformación de la carne (20%), razas (10%) y elaboración de carnaza con despojos del conejo (10%). Con los resultados de esta encuesta, se observa que la gente interesada en la



cunicultura desea seguir capacitándose, que el consumo de proteína de origen animal es frecuente semanalmente y que las personas interesadas en esta actividad pecuaria son heterogéneas, ya que existen tanto varones como mujeres de diversas edades. Existe aún desinformación sobre la cunicultura, sin embargo, hay interés de un sector de la población de actualizarse. Hay un área de oportunidad en la cunicultura para desarrollar investigación y extensión por parte de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Palabras clave: clave: cunicultura, encuesta, piel, pelo, carne



COMPORTAMIENTO, ESTRÉS FISIOLÓGICO Y PERCEPCIÓN CULTURAL DE MONOS AULLADORES DE MANTO (*ALOUATTA PALLIATA MEXICANA*), EN SITIOS CON ECOTURISMO Y AGROECOSISTEMAS

Esper-Reyes, K.A.¹, Acevedo-Whitehouse, K.¹, Ramos-Lara, N.², Rodas-Martínez, A.³, Arellano-Carbajal, F.¹ y Garrido-Espinosa, E.¹

¹Doctorado en ciencias biológicas, Universidad Autónoma de Querétaro, ²Universidad de Arkansas campus aeropuerto, ³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

RESUMEN

El ecoturismo y los agroecosistemas son dos actividades amigables con la conservación que han crecido rápidamente en las últimas décadas. Sin embargo, existe una creciente evidencia de que el turismo puede tener efectos negativos en las poblaciones de vida silvestre, así como en los conflictos entre los agricultores y estas poblaciones en los agroecosistemas. El mono aullador de manto (*Alouatta palliata mexicana*) se distribuye en el sureste de México y está catalogado como en peligro crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Aunque se sabe que los monos aulladores que residen en selvas fragmentadas modifican su dieta y presentan altos niveles de metabolitos de glucocorticoides, poco se sabe sobre cómo los turistas y los agroecosistemas pueden afectar su fisiología y comportamiento. El objetivo de este estudio es examinar los efectos del ecoturismo y los agroecosistemas de cacao sobre el comportamiento y el estrés fisiológico de los monos aulladores de manto. El estudio se lleva a cabo en dos sitios con ecoturismo y dos sitios de agroecosistemas de cacao en Tabasco, México. Se recopilan datos sobre comportamiento, patrones de actividad, y se colectan muestras de heces para análisis de cortisol. También se realizan grabaciones de ruidos antropogénicos y aullidos de monos, así como datos sobre la percepción cultural de la población local y los turistas. Los resultados preliminares muestran una tendencia a encontrar comportamientos de agresión y mayor número de vocalizaciones en la temporada alta de turismo así como niveles de estrés más altos esta temporada. La información que generará esta tesis es importante para los planes de conservación de monos aulladores de manto y otras especies carismáticas que enfrentan preocupaciones de conservación similares.

Palabras clave Cortisol, etología, conflicto, conservación.



ESTUDIO DEL ESTADO DE FOSFORILACIÓN DE PRB DURANTE LA REGENERACIÓN DE EXTREMIDAD EN *AMBYSTOMA MEXICANUM*

Espinal-Centeno A¹, Bako L², Saldaña C¹, Cruz-Ramírez A³

¹Facultad de Ciencias Naturales, Campus Juriquilla, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias S/N, Juriquilla, Querétaro, Qro. CP 76230, México. ²Fysiologisk Botanik, UPSC Umeå Universidad, Suecia. ³Unidad de Genómica Avanzada. CINVESTAV, Irapuato, Guanajuato, México.

RESUMEN

Ambystoma mexicanum (ajolote) es un anfibio Urodele, endémico de México. Tiene una gran capacidad de regeneración, ya que puede regenerar extremidades y órganos perdidos como patas, branquias, cola, retina, médula espinal, partes del corazón y cerebro. Su regeneración es de tipo epimórfica y se produce a través de tres etapas principales: la cicatrización de la herida, la des-diferenciación y la re-diferenciación. Durante la etapa de des-diferenciación, la proliferación celular se produce para generar una estructura llamada blastema, en la cual las células madre inactivas y/o las células somáticas des-diferenciadas vuelven a ingresar al ciclo celular. Existen diferentes reguladores del ciclo celular entre los principales reguladores se encuentran las proteínas quinasas dependientes de ciclina (Cdks) responsables de la fosforilación de la proteína retinoblastoma (pRb). En el estado hiperfosforilado, pRb libera el factor de transcripción E2F, que regula positivamente la expresión de los genes implicados en la progresión del ciclo celular. Los complejos Cdk4/CycD, Cdk6/CycD fosforilan a pRb en diferentes sitios en las etapas iniciales del ciclo celular, seguido del complejo Cdk2/CycE que fosforila otros sitios haciendo que pRb cambie su conformación y pierda su afinidad a E2F. En este estudio, nuestro objetivo es desentrañar el estado de fosforilación de pRb antes y durante la regeneración de la extremidad del ajolote y su relación con los diferentes eventos de reprogramación celular que se producen durante este proceso. También analizamos los patrones de expresión de las Ciclinas y Cdks que realizan la fosforilación de pRb en el contexto de la regeneración de extremidades del ajolote.

Palabras clave: *Ambystoma mexicanum*, regeneración, ciclo celular.



EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UNA PROTEÍNA QUIMÉRICA MULTIEPITÓPICA COMO ANTÍGENO VACUNAL CONTRA *BABESIA BIGEMINA*.

Figuroa-Banegas, CA^{1,2}; Hernández-Silva, DJ^{2,3}; Hidalgo-Ruiz, M²; Carvajal-Gaméz, BI²; Aguilar-Tipacamú, G⁴; Mosqueda J^{2,4}.

¹Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ;
²Laboratorio de Inmunología y Vacunas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ; ³Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ⁴ Cuerpo Académico Salud Animal y Microbiología Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.

RESUMEN

La babesiosis bovina, es una enfermedad producida por los parásitos intraeritrocíticos del género *Babesia*, esta enfermedad es transmitida de un bovino a otro por garrapatas del género *Rhipicephalus*. La babesiosis bovina representa un importante problema de salud animal y al mismo tiempo un impacto económico debido a la disminución de la producción y la muerte de animales infectados. En la actualidad los tratamientos de prevención contra la babesiosis son a base de vacunas con parásitos vivos atenuados. Estas vacunas presentan algunas desventajas como el riesgo de venir contaminadas con otros patógenos, alto costo de producción y corta vida de anaquel. En México no existe un tratamiento eficaz para la prevención de la babesiosis bovina. Se ha demostrado que los antígenos de *Babesia bigemina* AMA1, RON2, MIC-1, HAP2, RAP-1 y SBP-4 son antígenos candidatos vacunales que inducen respuestas inmunitarias. Una vacuna quimérica a base de estos antígenos conservados y que induzcan una respuesta inmunitaria, producida de manera recombinante, que evite la infección de *Babesia bigemina*, solucionaría en gran medida los problemas producidos por la babesiosis bovina



PERFIL MICROBIOLÓGICO DEL CONTENIDO DEL COLON DE LECHONES RECIÉN DESTETADOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES CEREALES

Gallardo-Tinoco, J, Escobar-García, K., Reis de Souza, T.C.

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

RESUMEN

El destete es el periodo más crítico en la vida del cerdo ya que se enfrenta una serie de estímulos estresantes que afectarán de manera importante su fisiología digestiva provocando diarreas. El uso de antibióticos ha sido tradicionalmente el método más utilizado para enfrentar este problema. Sin embargo, debido el aumento de las resistencias bacterianas, en las últimas décadas se buscan alternativas dietéticas que suplan éste. La inclusión de carbohidratos fermentables a las dietas iniciadoras ha demostrado ser una forma de mejorar el balance de poblaciones microbianas. En el presente trabajo, se evaluó el efecto de de la inclusión de diferentes tipos de cereales en la dieta de lechones recién destetados sobre el perfil bacteriano del contenido del colon. Se analizó os contenidos intestinales de 20 lechones con 14 días post-destete que fueron alimentados cuatro dietas experimentales utilizando cuatro diferentes cereales: 1, Maíz; 2, Avena; 3, Trigo y 4, Arroz .Los animales que consumieron dietas con avena, maíz y trigo presentaron poblaciones microbianas estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) entre cada una de ellas formando grupos filiales. Así mismo, entre los animales de cada uno de los tratamientos, las poblaciones microbianas presentan similitudes muy importantes coincidiendo en los mismos grupos filiales. Por otro lado, los animales con dieta de arroz presentaron poblaciones microbianas diversas compartiendo características con los lechones con dieta de avena. C Los cereales incluidos en las dietas son capaces de influenciar el crecimiento bacteriano cambiando el perfil microbiológico en el colon, sin embargo es muy importante saber el tipo de microorganismos que proliferan.

Palabras clave: población microbiana, destete, cereales.



PALABRAS CLAVE: POBLACIÓN MICROBIANA, DESTETE, CEREALES. EVALUACIÓN DE LA TERATOGENESIS Y TOXICIDAD INDUCIDAS POR CASIOPEÍNAS® EN PEZ CEBRA (*DANIO RERIO*).

Hernández-Martínez L.G.¹, Mejía-Vázquez C², Córdoba-Rodríguez M.³, Ruiz-Azuara L.⁴

¹Licenciatura de Microbiología, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ³Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro. ⁴Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

En la búsqueda de nuevas moléculas con actividad terapéutica para tratar el cáncer surgen las Casiopeínas® (Cas), compuestos coordinados de cobre(II) (Ruiz-Azuara L, 1994), que han mostrado importante actividad antineoplásica *in vitro* e *in vivo* siendo menos toxica comparada con otros compuestos metálicos (Wang et al., 2006; Marzano et al., 2009). Su mecanismo de acción incluye daño directo al ADN mediante la formación de aductos con fracciones nitrogenadas (Marin et al., 2012); formación de especies reactivas de oxígeno e inducción temprana de apoptosis mitocondrial (García-Ramos et al., 2017). Sin embargo, se desconoce si tiene algún efecto tóxico y/o teratogéno. Por lo tanto, en esta investigación utilizaremos el modelo de pez cebra (*Danio rerio*) debido a los múltiples beneficios tales como el que sus embriones son transparentes durante las primeras semanas, lo que permite el seguimiento del desarrollo de los órganos (Gilbert-Barness, 2010; McGrath, P et al., 2008); comparte el 70% de homología con el genoma humano y 80% de homología con genes tumorales (Etchin, J., 2011) y tienen un desove que produce hasta 200 huevos. El modelo también ofrece mayor manipulación, un menor período de prueba, bajo costo y menor cantidad de compuesto. Por esto nos propusimos determinar la concentración a la cual las Casiopeínas IIgly, IIIEa y IIIia producen toxicidad o teratogénesis en nuestro modelo. Empleamos embriones de pez cebra de 48h post-fertilización (hpf) y alevines de 72 hpf, tratados con Cas en concentraciones de 0.001, 0.01, 0.025, 0.050, 0.1 y 0.2µg/ml, en el agua de uso. Los peces se observaron en microscopio estereoscópico cada 24h para evaluar la morfología. Observamos que a concentraciones mayores a 0.025µg/ml todas las Cas originan daños tóxicos en los embriones y alevines, produciendo muerte y malformaciones durante el desarrollo. Mientras que a concentraciones menores a 0.01µg/ml no se observó daño tóxico a las 24h, pero a las 48 y 72h produjeron el mismo efecto que las concentraciones altas. Concluimos que el daño depende de la concentración y el tiempo de exposición a las Casiopeínas.

Palabras clave: Pez cebra, Casiopeínas, teratogénesis, toxicidad.



DIAPAUSA EN INSECTOS DURANTE EL ESTIAJE EN UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA: *ANTHONOMUS RUFIPENNIS* LECONTE, COMO ESPECIE MODELO

Jones W. Robert¹ y Hurtado-Santiago Eliut¹

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Av. De las Ciencias S/N, campus Juriquilla. Querétaro, Querétaro. C. P. 76230.

RESUMEN

La diapausa es una estrategia fisiológica en organismos para sobrevivir condiciones adversas. Este fenómeno puede ocurrir en cualquier parte del ciclo en distintas etapas del desarrollo (inmaduros o adultos), y está marcado por una suspensión de desarrollo y actividad reproductiva. La diapausa se regula por una vía neuroendocrina y el organismo es inducido por condiciones ambientales específicas como temperatura, humedad o fotoperiodo. Aunque el estudio de diapausa en ambientes templados han sido muy estudiados y representa el base de entender y manejar especies de insectos, el papel y las características de diapausa en el trópico ha sido poco investigado. En el presente estudio, usamos la especie de coleóptera *Anthonomus rufipennis* LeConte (Coleoptera: Curculionidae) como un modelo para estudiar la posible diapausa durante la sequía en una selva tropical caducifolia. La ventaja de *A. rufipennis* como insecto modelo es que es posible encontrar grandes números de individuos en sus refugios durante la sequía que permita investigar su fisiología, ecología y comportamiento en un aparente estado de diapausa, además de tener la característica de ser herbívoro. La hipótesis de la investigación es la siguiente: La diapausa en *A. rufipennis* es un proceso fisiológico que se activa al inicio del invierno-sequía y es indispensable para sobrevivir a un ciclo con condiciones ambientales impredecibles. La diapausa de *A. rufipennis* ocurre en la selva baja caducifolia en la temporada de estiaje, el tiempo de resguardo en *Tillandsia recurvata* donde también se refugian otros insectos y artrópodos a pasar la temporada de estiaje. Los resultados Monitoreo de Supervivencia (MoSu) muestran una alta mortalidad en condiciones cautiverio pero no en el campo, la reacción redox no indica indicios de una actividad mitocondrial de la musculatura diferenciada entre el aparente estado de diapausa. *A. rufipennis* cubre varias de las características indicativas de un organismo que está en diapausa, es decir cambios en la alimentación, notoria conducta de agregación, disminución de la actividad motora y del vuelo, también se puede considerar el hecho que buscan un refugio donde resguardarse el resto temporada adversa, por lo que se sugiere usar de referencia para determinar un estado de diapausa en otros insectos de la selva baja tropical.

Palabras clave: supervivencia, sequía, agregación, insectos, diapausa



NIVEL DE DEPRESIÓN EN LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE ENFERMERÍA

López- Hurtado, B.G.¹, Cruz-Ramírez, M.C.², Mendoza-Castañeda, T.L.² y Peralta-Gómez, I.²

¹ Maestría en Nutrición Clínica, Facultad de Ciencias de la salud. Universidad Anáhuac.

² Licenciatura en Enfermería, Facultad de enfermería. UAQ

RESUMEN

La depresión afecta a más de 300 millones de personas en el mundo. Puede convertirse en un problema de salud serio debido a las complicaciones que desencadena como son: adicción a antidepresivos, drogas, aislamiento social y suicidio, especialmente cuando es de larga duración e intensidad moderada a grave. Además, puede alterar el desempeño en las actividades laborales, escolares y familiares. Representa la cuarta causa de discapacidad en el mundo en cuanto a la pérdida de años de vida saludable, en México ocupa el primer lugar de discapacidad para las mujeres y el noveno para los hombres. El estudio tiene como objetivo principal el describir el nivel de depresión en estudiantes de la facultad enfermería, para la detección oportuna de pacientes con factores de riesgo y sugerir un enfoque preventivo, a partir de la aplicación de la escala de autoevaluación de la depresión de Zung. En base a los datos obtenidos en la aplicación del instrumento denominado escala de Autoaplicación de Zung, el 79.2% de los encuestados no presentan ningún grado de depresión, el 19.5% Depresión Leve y el 1.3% Depresión Moderada. Dando como resultado una prevalencia de 20.8% de Depresión.

Palabras clave: Depresión, estudiantes, riesgo, suicidio



GANANCIA DIARIA DE PESO Y PESO VIVO EN CONEJOS EN ENGORDA CONSUMIENDO DIETAS CON MAÍZ O SORGO Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO

Rocha-Solache M.¹, Gómez-Soto J.G.¹, Ramos-Olvera E.R.¹, Gudiño-Lozano C.J.¹, Narváez-Briones C.I.¹, Flores-Gómez M.A.¹, Jáuregui-Mejía A.¹, Castillo-Heredia L.¹.

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área Cunicola (ARCUN-UAQ), Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

Dado que el principal costo de producción de los conejos es la alimentación, el Área Cunicola de la UAQ realizó una prueba de comportamiento productivo con dietas elaboradas empleando maíz y sorgo con diferentes niveles de fibra detergente neutro (FDN). El objetivo de este trabajo fue evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) y el peso vivo, de forma semanal, en conejos durante la etapa de engorda, alimentados con diferentes dietas experimentales, a los cuáles se les colocó un collar isabelino una vez a la semana, durante 15 h, para obtener las heces blandas. Se emplearon 30 conejos raza Nueva Zelanda, recién destetados con un peso vivo de 647 ± 110 g, asignados aleatoriamente a 4 dietas experimentales: dieta a base de maíz con 33% de fibra detergente neutro (FDN, Tx1), y 3 dietas a base de sorgo con 28% (Tx2), 33% (Tx3) y 38% (Tx4) de FDN. Al finalizar cada semana de la engorda, etapa que dura 6 semanas, se les colocó un collar isabelino con la intención de coleccionar las heces blandas para el desarrollo de un experimento alterno y se pesaron. El collar isabelino se colocó a las 5 pm y se retiró al día siguiente a las 8 am. Se calculó el peso vivo y la GDP semanal. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS mediante una prueba de diseño completamente aleatorizado y un arreglo de medidas repetidas en el tiempo. El peso semanal se fue incrementando conforme fueron teniendo mayor edad, pero la GDP semanal fue mayor en la semana 1 y posteriormente disminuyó. Los conejos que consumieron el Tx 4 presentaron la menor GDP. Dentro de los conejos que consumieron las dietas a base de sorgo, también los que consumieron el Tx 4, fueron los que presentaron el peso vivo más bajo al finalizar el experimento, por lo que el nivel de FDN de las dietas consumidas tiene efecto sobre los parámetros evaluados. En la semana 1, los conejos que consumieron la dieta a base de maíz, tuvieron la mayor GDP. En la semana 3, dentro de los conejos que consumieron las dietas a base de sorgo, los que consumieron mayor nivel de FDN, presentaron la menor GDP. Comparando la GDP en la semana 6, dentro de los conejos que consumieron dietas a base de sorgo, se observó que los que consumieron 38% de FDN, ganaron menos peso que los que consumieron 28%. Para la semana 2, 4 y 5, no hubo un efecto sobre la GDP dependiente



de la dieta consumida. El nivel de FDN durante la etapa de engorda en conejos puede afectar la GDP y el peso vivo. El sorgo puede reemplazar al maíz en dietas para conejos en engorda.

Palabras clave: conejos, engorda, sorgo, maíz, FDN



PURIFICACIÓN DE UNA PROTEÍNA QUIMÉRICA CONTRA *BABESIA BIGEMINA*

Mejía-López, A.S.^{1,2}, Hernández-Silva, D.J.^{1,2} y Mosqueda, J.²

¹ Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.² Laboratorio de Inmunología, Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

RESUMEN

En México, la babesiosis bovina se presenta en regiones tropicales y subtropicales, y las especies de *Babesia* que causan esta enfermedad son: *B. bigemina* y *B. bovis*. Ambas especies son endémicas de México. Como medida de protección y medida de control contra esta enfermedad se han desarrollado diferentes estrategias de vacunación. La base de la inmunoprotección contra la babesiosis es la generación de la respuesta inmune protectora. Se ha observado que los bovinos que sobreviven a la infección de manera natural se caracterizan por mostrar un aumento de producción de anticuerpos opsonizantes IgG2 y la secreción de citocinas efectoras como el INF- γ . Las vacunas hechas a partir de parásitos vivos atenuados de diferentes cepas de *Babesia* han mostrado tener la capacidad de estimular el sistema inmunitario para la generación de respuesta inmune protectora, además de ofrecer una respuesta inmune de larga duración. Sin embargo, los costos de producción de estas vacunas son elevados y tienen riesgos de contaminación serios. Con el propósito de desarrollar una vacuna comercial que no tenga los inconvenientes de las vacunas vivas atenuadas, se ha propuesto el uso de vacunas recombinantes que contengan epítomos B y T conservados e inmunogénicos de las proteínas de la membrana de *Babesia* involucradas en el proceso de invasión a los eritrocitos. Previamente, se identificaron y caracterizaron epítomos B de proteínas de *B. bigemina*, mediante predicciones bioinformáticas. Estos epítomos B fueron sintetizados en dendrímeros de ocho ramas y se ha demostrado por IFI, WB y ELISA que anticuerpos generados en conejos inmunizados reconocen proteínas de *B. bigemina* nativas. Además, los anticuerpos de conejos inmunizados con estos péptidos también demostraron tener actividad neutralizante sobre *B. bigemina* en cultivos *in vitro*. Los péptidos que generaron anticuerpos fueron usados para el desarrollo de una proteína quimérica. En este presente trabajo se desarrolló el protocolo de purificación de la proteína quimérica. En un primer paso, se realizó un pre- inóculo con 30 ml empleando una cepa (3), una vez que el cultivo llegó a 0.4 – 0.6 O.D se adicionó L-arabinosa para inducir la producción de la proteína quimérica durante dos horas. Posteriormente, se colectó sobrenadante y pellet del cultivo para analizar la expresión de la proteína quimérica por SDS-PAGE. Los resultados obtenidos indicaron que la expresión de la proteína quimérica se encuentra en el pellet o cuerpos de inclusión. El proceso de purificación se realizó empleando columnas de afinidad de níquel Ni-NTA unidas a una



matriz de agarosa. Para solubilizar los cuerpos de inclusión se usó un búfer con 8 M urea, el cual también se usó como búfer de unión. Para la elución de la proteína se utilizó un búfer base, pero se emplearon diferentes concentraciones de imidazol (250 mM, 500 mM y 1000 mM). Los resultados obtenidos mostraron que a una concentración de 250 mM de imidazol se obtiene la proteína purificada, sin embargo, también se observó que se copurifican otras proteínas. Este protocolo de purificación permitirá evaluar el efecto de esta proteína conjugada a nanopartículas como inmunógeno contra la babesiosis bovina.

Palabras clave: Babesia, Proteína quimérica, Imidazol



SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ANTICUERPOS MONOCLONALES CONTRA EL PÉPTIDO GP-45-1 DE *BABESIA BIGEMINA*

Mercado-Uriostegui, M.A.^{1,2}, Medina-Flores, Y.³, Mata-Ruiz O.³, Mosqueda J.^{1,2}

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ²Laboratorio de Inmunología y Vacunas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ³Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, Ciudad de México, México.

RESUMEN

La babesiosis bovina es una enfermedad ocasionada por los protozoarios *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* que se multiplican en los eritrocitos para completar su ciclo de vida. Esta enfermedad es transmitida por garrapatas del género *Rhipicephalus* a bovinos en zonas tropicales y subtropicales. *B. bigemina* ocasiona un deterioro en la salud de los bovinos infectados destruyendo los eritrocitos y causando anemia, pérdida de peso, hemoglobinuria y en algunos casos la muerte de los animales adultos. Se estima que más de 75% de los bovinos que viven en México se encuentran en zonas tropicales y subtropicales donde la babesiosis bovina es endémica y se encuentran en riesgo de adquirir infecciones por *B. bigemina*. La detección temprana de la babesiosis bovina es un problema nacional y mundial, debido a la falta de pruebas de diagnóstico de frontera. El uso de anticuerpos monoclonales es una de las herramientas más eficientes que existen en la actualidad para el reconocimiento de proteínas. En el presente proyecto se realizó la selección y caracterización de anticuerpos monoclonales de ratón contra el péptido GP-45-1 de *B. bigemina*. Un lote de cinco ratones Balb/C fue inmunizado con 10 µg de péptido en una emulsión de 100 µl de PSB:adyuvante (Montanide ISA 70 VG) proporción 1:1 por ratón cada 21 días. Se realizaron tres inmunizaciones y un booster antes de realizar la fusión, en la cual, las células del bazo del ratón fueron fusionadas con células de mielomas de ratón (X63Ag8.653). Después de la fusión, las células fueron colocadas en placas de cultivo de 96 pozos con medio DMEM con 10% de suero fetal bovino y medio selectivo HAT. Se realizó el cambio de medio cada tres días y posteriormente al día 12 se cambio el medio HAT por HT. Trascorridos los 15 días post-fusión se realizó una ELISA indirecta basada en péptidos y una utilizando antígenos crudos de *B. bigemina* para seleccionar los pozos que contenían hibridomas que reconocieran el péptido y el antígeno crudo. Los hibridomas que se seleccionaron fueron clonados y se repitió dos veces más el proceso de selección de las clonas. Se obtuvieron seis clonas productoras de anticuerpo monoclonales IgM contra el péptido GP-45-1 de *B. bigemina*, de las cuales se eligió la clona 5 para la obtención de sobrenadantes. Posteriormente, los anticuerpos fueron



purificados mediante una columna de afinidad con proteína A. Los anticuerpos purificados fueron dializados y cuantificados mediante Bradford. Se confirmó que los anticuerpos purificados reconocen los péptidos y el antígeno crudo mediante ELISA indirecta. Adicionalmente se realizará la confirmación de reconocimiento del antígeno mediante Inmunofluorescencia indirecta (IFI) y Western Blot (WB). Este anticuerpo monoclonal tiene potencial patentable y es buen candidato para el desarrollo de pruebas de diagnóstico como ELISA, IFI y tiras inmunocromatográficas.

Palabras Clave: *Babesia bigemina*, anticuerpos monoclonales, ELISA



ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE RABIA PARALITICA BOVINA EN LOS ESTADOS DE GUANAJUATO, QUERÉTARO Y SAN LUIS POTOSÍ CON COKRIGING ORDINARIO.

Nieves-Martínez, D.P.¹, Bárcenas-Reyes, I.¹, Cantó-Alarcón, G.J.¹, Milián- Suazo, F.¹, González-Ruiz, S.¹

¹ Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro

RESUMEN

La rabia es una enfermedad zoonótica y letal causada por un virus neurotrópico del genero Lyssavirus que afecta a cualquier especie de sangre caliente. En América Latina, el murciélago *D. rotundus* es considerado el principal transmisor del virus de la rabia. En México, el 82% de los casos de rabia en animales ocurre en el ganado bovino, rabia parálitica bovina (RPB) y cada vez afecta a más zonas geográficas, incluyendo algunas consideradas libres. Se ha reportado que las condiciones climáticas de temperatura y precipitación pluvial son factores de riesgo para la presencia de casos de RPB por ser variables importantes en la distribución del *D. rotundus*. En los estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí los casos de RPB han aumentado y se ha reportado la enfermedad en nuevas zonas geográficas. Los sistemas de Información geográfica en combinación con métodos estadísticos como CoKriging ayudan a potenciar la eficiencia de los métodos de control de la enfermedad a través de la localización de áreas de mayor riesgo, debido a que se puede estimar un valor desconocido a partir de los datos de muestreo. El objetivo de este trabajo fue estimar el riesgo de presencia de casos de RPB correlacionados a la temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial anuales en los estados de Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí con aplicación de métodos geo-estadísticos. Para realizar la estimación del riesgo espacial se usó información proporcionada por los CFPP de 1037 casos en especies ganaderas y silvestres, provenientes de los tres estados y el número de casos ocurrido en ganado bovino. Las variables climáticas de temperatura máxima, temperatura mínima y la precipitación pluvial fueron obtenidas con el software ERIC III. El conjunto de variables regionalizadas fue interpolado con el método geo-estadístico Co-kriging, usando el software ArcMap v10. El mayor riesgo de casos de rabia parálitica bovina se identificó en áreas geográficas de la Huasteca Potosina y la Sierra Gorda de Querétaro con temperaturas máximas de 29.5 °C, temperatura mínima de 16.5 °C y precipitaciones de 1200 mm, factores que influyen en el riesgo de infección por rabia por la relación con el régimen de condiciones climáticas favorables para la presencia de *D. rotundus*. Nuestros resultados coinciden con Corrêa *et al.*, 2015 y Zarza *et al.*, 2017 que reportan que el murciélago no tolera temperaturas mayores a 39°C ni inferiores a 10°C, oscilando en promedio los 20°C y



los 27°C. El uso de Co-Kriging Ordinario generó una mejor y no sobreestimada predicción del riesgo para las zonas endémicas y las regiones libres de enfermedad que son susceptibles a las condiciones climáticas apropiadas para la presencia del vector.

Palabras claves: rabia, sistemas de información geográfica, CoKriging



ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA HIPERPROLACTINEMIA INDUCIDA POR LEVOSULPIRIDA SOBRE LA PROGRESIÓN DEL EDEMA MACULAR DIABÉTICO

Núñez-Amaro CD¹, Robles-Osorio L¹, García-Franco R², Mira-Lorenzo X², Ramírez-Neria P², López-Star E², Martínez de la Escalera G³, Carmen Clapp³

¹Doctorado en Ciencias biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ²Instituto Mexicano de Oftalmología, I.A.P. ³Departamento de Neurobiología Celular y Molecular, Instituto of Neurobiología, UNAM.

RESUMEN

La retinopatía diabética (RD) y una de sus complicaciones frecuentes, el edema macular diabético (EMD), son la causa de la disminución en la visión y la ceguera en pacientes con diabetes. La RD y el EMD se caracterizan por alteraciones vasculares (vasopermeabilidad excesiva, edema, hemorragias e isquemia) en la retina que a su vez conllevan a una hipoxia local que promueve la formación de nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis) que invaden y sangran en el vítreo y que, en estados avanzados, pueden desprender la retina y ocasionar una ceguera irreversible. Este proyecto investiga un nuevo tratamiento (levosulpirida) contra la RD y el EMD que se basa en elevar los niveles sistémicos e intraoculares de la hormona prolactina (PRL) y de sus metabolitos, las vasoinhibinas. Se trata de un estudio clínico, experimental, aleatorizado y doble ciego, donde la levosulpirida y el placebo (vehículo) se administrarán diariamente vía oral a un grupo de pacientes voluntarios con EMD. Los pacientes son captados en el Instituto Mexicano de Oftalmología (IMO), I.A.P. La eficacia de la droga para inducir hiperprolactinemia se evalúa a través de medir los niveles circulantes de la PRL antes de ingresar al estudio y durante cada una de las visitas (cada 2 semanas) por un tiempo total de dos meses. El estudio consta de 4 grupos. Los grupos 1 y 2 (levosulpirida y placebo) evalúan cambios en el EMD a través de la agudeza visual (número de letras observadas en la cartilla de ETDRS) y la medición por tomografía de coherencia óptica (OCT) del grosor de la fovea. En los grupos 3 y 4 (levosulpirida y placebo) se evaluarán las propiedades adyuvantes del tratamiento con levosulpirida sobre la administración de la terapia antiangiogénica intravítrea convencional (ranibizumab, que son anticuerpos humanizados contra el factor de crecimiento endotelial vascular o VEGF). Hasta el día de hoy se han reclutado un total de 18 pacientes en los grupos 1 y 2 (16 ya concluyeron el estudio y 2 actualmente en tratamiento) y 8 pacientes en los grupos 3 y 4 (6 ya concluyeron el estudio y 2 actualmente en tratamiento). Con respecto a los grupos 1 y 2, el tratamiento con levosulpirida se asoció con un aumento en la agudeza visual, una disminución en el grosor macular (obtenido mediante OCT) y una mejoría en el índice de apreciación del EMD en relación al tratamiento con placebo. No se



detectaron efectos adversos de la levosulpirida. Los hallazgos, si bien preliminares, apoyan el valor terapéutico de la levosulpirida como un nuevo tratamiento menos invasivo contra el EMD. Proyecto apoyado por CONACYT subvención 247164 y UNAM 405-PC.

Palabras clave: Retinopatía diabética, edema macular, levosulpirida, prolactina, vasoinhibina.



CAMBIOS EN LEPTINA DESPUÉS DEL CONSUMO DE UNA BEBIDA CARBONATADA CON EDULCORANTES CALÓRICOS Y NO CALÓRICOS

Olalde-Mendoza L¹; Ramírez-Amaya V²; García-Gasca T¹; Anaya-Loyola MA¹.

¹ Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

² Instituto de Investigación Médica Mercedes y Martín Ferreyra.

RESUMEN

Algunos trabajos señalan una posible relación entre el consumo de edulcorantes no calóricos (ENC) y leptina, que es la principal hormona asociada a obesidad, inflamación y regulación homeostática, por lo que el objetivo de este trabajo fue investigar el efecto que tiene el consumo de una bebida con edulcorantes en las concentraciones de leptina en adultos mexicanos. Este estudio fue de tipo experimental, cruzado, ciego y aleatorizado. El protocolo fue aprobado por el Comité de Bioética de la FCN (26FCN2014) con financiamiento FOFI-UAQ 2014. Mediante convocatoria abierta se invitó a los sujetos a participar y se formaron 2 grupos, un grupo con preferencia de consumo de ENC y otro con preferencia de consumo de edulcorantes calóricos (EC) cada uno con 10 personas. A estas personas se les citó con un ayuno de 10 horas, en dos ocasiones diferentes para dar dos bebidas diferentes (una con EC y otra con ENC). Se les tomó una muestra basal, se dio la bebida con EC o ENC y se tomaron cinco muestras sanguíneas en los tiempos 5, 15, 30, 60 y 120 minutos. Los resultados arrojaron que las concentraciones de leptina se ven afectadas en consumidores crónicos de EC y ENC independientemente del tipo de edulcorante que se consuman.

Palabras clave: edulcorantes no calóricos, edulcorantes calóricos, leptina.



USO DE EXTRACTO ACETÓNICO DE NOPAL (*OPUNTIA FICUS* VAR. COPENA F1) COMO ADITIVO EN LA CONGELACIÓN DE SEMEN OVINO

Olvera-Bermúdez O.¹, Ferriz-Martínez R.A.¹, Montiel-Olguín L.J.^{1,2}, Jiménez-Severiano H.^{1,2}, Pérez-Trejo E.¹, Gómez-Soto J.G.¹, Vera-Ávila H.R.¹

¹Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.

RESUMEN

Los espermatozoides del carnero son muy susceptibles a daños por estrés oxidativo durante el proceso de enfriamiento y congelación para conservarlos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de adicionar un antioxidante natural, extracto acetónico de nopal, sobre la viabilidad de espermatozoides de carnero sometidos a un protocolo comercial de congelación. Se utilizaron 3 diferentes niveles de adición del extracto (0.5, 1.0 y 1.5%) y un control, con 10 réplicas. Se evaluó la motilidad progresiva al término del enfriamiento (MP-Enf) y post descongelado (MP-Des). Con respecto al control, la adición de 1.5 % de extracto de nopal al diluyente afectó la MP-Enf y la MP-Des (68.5 vs 16.0 % MP-Enf y 38.7 vs 8.2 % MP-Des en Control vs 1.5% de extracto), mientras que la de 0.5 % la mejoró (68.5 vs 72.5 % MP- Enf y 38.7 vs 44.2 % MP-Des en Control vs 0.5% de extracto). También se evaluó la integridad de membrana post descongelado mediante la prueba de expansión hiposmótica HOST (H+). La adición de 1.5 % de extracto de nopal al diluyente afectó la H+, mientras que la adición de 0.5 y 1.0 % no (67.13^a, 64.33^a, 59.93^a y 35.08^b % H+ para Control, 0.5, 1.0 y 1.5 % de adición de extracto). El extracto acetónico de nopal tiene potencial para ser utilizado como aditivo en el diluyente para congelar semen de carnero.

Palabras clave: Antioxidante natural, Espermatozoides, Viabilidad, Integridad de membrana, Carnero.



ESTRESORES Y CALIDAD DE VIDA DEL ESTUDIANTE DE ENFERMERÍA DURANTE PRÁCTICAS CLÍNICAS

Olvera-García, I. V. , M.C.E Palomé-Vega G.

RESUMEN

Los estudiantes de enfermería durante las prácticas clínicas están expuestos a factores estresores que determinan su experiencia e impactan en su calidad de vida. El objetivo de esta investigación será determinar los factores estresores presentes durante las prácticas clínicas y su relación con la calidad de vida de los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería del campus Centro Universitario de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se realizó un estudio transversal de diseño descriptivo correlacional, con una muestra conformada por 135 estudiantes Enfermería. Se utilizó el cuestionario de estresores KEZKAK y el cuestionario WHOQOL-BREF de calidad de vida. El análisis fue realizado mediante estadística descriptiva e inferencial con el coeficiente de correlación de Spearman. Los factores estresores más importantes fueron: “El enfermo busca una relación íntima” (67%) y “Falta de competencia” (65%), los factores estresores que generaron situaciones potencialmente estresantes fueron: “Hacer mal mi mal mi trabajo y perjudicar al paciente” (50.4%) y “Pincharme con una aguja infectada” (46.7%). En cuanto a la calidad de vida, el dominio mejor calificado fue “Relaciones sociales” (67.6) y el peor evaluado fue “Salud física” (57.1). El 56.3% evaluó su calidad de vida como “buena” y el 50.4% evaluaron sentirse “satisfechos” con su salud. Se encontró una correlación negativa entre el dominio de calidad de vida “Salud física” y los factores estresores “Relación con tutores y compañeros” ($\rho = -0.180$, $p = 0.037$) y “Sobrecarga” ($\rho = -0.205$, $p = 0.017$). A mayor preocupación ante las situaciones estresantes, menor es el perfil de calidad de vida. Durante las prácticas clínicas el estudiante de Enfermería se expone a experiencias potencialmente estresantes. Es indispensable identificar los factores estresores, mejorar la calidad de vida e impactar en su desempeño al generar seguridad, bienestar y hacer frente a dificultades sin importar el semestre o la situación que se viva.

Palabras clave: calidad de vida, factores estresores, prácticas clínicas



IMPACTO AMBIENTAL POR PLAGUICIDAS APLICADOS EN LA AGRICULTURA EN LA MICROCUCNA CIÉNEGA PRIETA DE YURIRIA GUANAJUATO

Ortega-García, N.¹, Domínguez-Cortazar, M.A.¹, Cantoral-Uriza, E.A.²

¹ Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ

² Facultad de ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, UNAM

RESUMEN

La contaminación por plaguicidas utilizados en la agricultura es un aspecto considerado como tema de interés prioritario en el ámbito social y de salud, en los espacios geográficos delimitados por el comportamiento y uso del agua, conocerlo implica el uso de diferentes técnicas, tanto de laboratorio o aquellas calculadas de manera indirecta, ambas proveen de conocimiento del uso alternativo de insumos agrícolas, sustituyendo a los más peligrosos y contaminantes por productos benévolos con el medio ambiente y el ser humano. La presente investigación tiene como objetivo identificar las zonas con mayor impacto ambiental causado por plaguicidas utilizados en la agricultura, y su contribución como contaminantes hacia la parte baja de la microcuenca denominada Ciénega Prieta, importante zona para la producción de alimentos dentro del municipio de Yuriria Guanajuato. Para calcularlo, se usó un método indirecto llamado Cociente de Impacto Ambiental (CIA) desarrollado por la Universidad de Cornell en Nueva York. Mediante información de instituciones con jerarquía agrícola en el Estado de Guanajuato, y dada la importancia de los cultivos en la zona, considerando terrenos de riego y de temporal, se obtuvo el paquete tecnológico oficial para maíz, sorgo, trigo y cebada. Aplicando entrevistas a proveedores de insumos y asesores, se consiguió el paquete de la parte técnica. Los parámetros utilizados para determinar el CIA en cada proceso productivo, involucrando la proveeduría de agua, giran en base al total de plaguicidas usados en los diferentes cultivos por cada zona, considerando la cantidad de ingrediente activo en su formulación, dosis y frecuencia de aplicación, obteniéndose así el CIA de Campo por Ingrediente Activo; la suma de estos cocientes por cultivo, se denomina CIA de Campo por Cultivo. Para determinar el CIA para cada proceso productivo por zona, se requiere de otro cociente que se obtiene de tablas propuestas por la Universidad de Cornell, llamado Cociente de Impacto Ambiental Teórico, conformado por el impacto a los trabajadores agrícolas, la ecología y los consumidores. El cálculo del CIA en la microcuenca considerando tipos de agricultura y cultivos establecidos por año, permitieron hacer una comparación de los paquetes tecnológicos oficial y técnico. Se encontraron valores para el primero de 998.195 en riego y 859.375 en temporal; para



el segundo se obtuvieron valores de 546.171 en riego y 477.391 en temporal. Esto demuestran que los valores de contaminación por plaguicidas más altos están al seguir los paquetes tecnológicos oficiales en los cultivos de maíz, sorgo, trigo y cebada, tanto para riego o temporal, atribuyéndose a las recomendaciones de uso de plaguicidas más tóxicos y peligrosos; en el caso del paquete recomendado por proveedores de insumos y asesores, se recomiendan moléculas menos peligrosas y actuales, lo cual repercute en llevar alternativas de control para las diferentes plagas presentes en la microcuenca; logrando con esto detectar zonas con menor riesgo de contaminación al dar el seguimiento a las recomendaciones de plaguicidas incluidos en paquetes tecnológicos menos contaminantes para las zonas involucradas.

Palabras claves: Plaguicidas, Contaminación, Agricultura, Impacto ambiental



ASOCIACIÓN ENTRE NIVELES DE GLUCOSA Y EL PERFIL DE LÍPIDOS EN ADULTOS NO DIABÉTICOS

Estrella-Ibarra P1, Torres-Arreola AK2, Campos-Maldonado F2, Aburto-Fernández M del C2, 3, Lerma-Alvarado RM2, 3, Cruz-Hernández A4, García-Solís Pablo2

¹ Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, ² Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro, ³ Hospital General de Querétaro. ⁴ Laboratorio de Biología Molecular, Universidad la Salle, Campus León.

RESUMEN

La diabetes mellitus 2 (DM2) se caracteriza por resistencia a la insulina e hiperglucemia. Alteraciones en el metabolismo de la glucosa causan alteraciones en el perfil de lípidos. La resistencia a la insulina, causa un incremento en los niveles de triglicéridos debido a la movilización de lípidos del tejido adiposo. Bajos niveles de colesterol HDL y colesterol LDL se asocian a resistencia a la insulina incluso en ausencia de hipertriglicéridemia. Cambios en el perfil de lípidos asociados a la glucemia podrían incluso estar presentes en ausencia de DM2, por lo tanto el objetivo de este estudio fue conocer la relación entre los niveles de glucosa con el perfil de lípidos en adultos no diabéticos. Es un estudio de tipo transversal, se reclutaron 60 hombres y mujeres de 18-50 años que iban a ser sometidos a colecistectomía electiva en el Hospital General de Querétaro. Se excluyeron individuos que tuvieran una pérdida de peso >10% en los últimos 3 meses, que tuvieran actividad física intensa y personas con DM2 diagnosticada. Se realizó una historia clínica, las medidas antropométricas incluyeron peso, talla, circunferencia de cintura y cadera y la composición corporal se determinó mediante bioimpedancia. Se tomó una muestra de sangre en ayuno para determinar niveles de glucosa y el perfil de lípidos. Una correlación y regresión lineal fue utilizada para conocer la asociación entre los niveles de glucosa con el perfil de lípidos, los análisis se ajustaron por sexo, edad y porcentaje de grasa corporal. La edad promedio de la población fue de 33.73 ± 10.36 , el promedio de IMC fue de 30.05 ± 5.39 , cintura 91.71 ± 21.23 , cadera 103.71 ± 22.45 , porcentaje de grasa 37.85 ± 7.36 . En relación a los parámetros bioquímicos el promedio de los niveles de glucosa fue de 87.81 ± 13.27 , colesterol total 159.76 ± 38.08 , triglicéridos 146.21 ± 86.88 , colesterol LDL 91.95 ± 29.11 , colesterol HDL 40.18 ± 11.20 y colesterol VLDL 29.24 ± 17.37 . De acuerdo a los análisis de regresión se encontró una asociación positiva entre los niveles de glucosa con colesterol total (β 0.383, IC95% 0.041-225, p 0.038) y colesterol HDL (β 0.382, IC95% 0.153-0.747, p 0.028). No se encontró asociación entre los niveles de glucosa con triglicéridos, colesterol LDL y colesterol VLDL. Los resultados del estudio indican que el metabolismo de la glucosa se asocia directamente con el metabolismo de lípidos incluso en ausencia de DM2. Proyecto financiado parcialmente por la SMNE, AC.



Palabras clave: glucosa, perfil de lípidos, diabetes mellitus 2



ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDADES FÍSICAS DE LOS JUGADORES AMATEUR DE ROLLER DERBY DEL CAMPUS DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

Pérez Aguilar M de J., Ramírez Reséndiz N, Manoatl de la Cruz EA, Aguilar Galarza BA, Vásquez González DL, Sandoval Cuellar JMA, Rodríguez García E, López Martínez FJ y Anaya Loyola M.A.

Especialidad en Nutrición, Actividad Física y Salud (ENAFyS), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

El Roller derby es un deporte de contacto físico que se juega con patines, velocidad y estrategia, en la cual las capacidades físicas son fundamentales para alcanzar el grado de desarrollo físico óptimo para la competencia, sin embargo surgen factores de riesgo asociados con lesiones por prácticas repetitivas y exhaustivas, generando estrés oxidativo lo cual disminuye su rendimiento deportivo, por otro lado es importante conocer su estado nutricional y las capacidades físicas para determinar si están aptos para realizar un ejercicio y así evitar problemas de salud causados por la práctica del ejercicio. El objetivo de este estudio transversal descriptivo fue analizar su composición corporal y capacidades físicas de los participantes amateur de roller derby de la ciudad de Querétaro. En el cual se llevó a cabo una evaluación médico- nutricional de personas activas. Participaron 15 integrantes de ambos sexos del equipo de Roller derby. La evaluación incluyó la recolección de datos por medio de una historia clínica y un cuestionario de 24 horas, posteriormente se les realizó una toma de sangre para evaluar su química sanguínea, biometría hemática y perfil de lípidos, continuando con el estudio se les pidió contestar un cuestionario de actividad física y al término del llenado del cuestionario, se les realizó una evaluación nutricional por medio de una evaluación antropométrica en la cual se utilizó el método de ISAK para evaluar variables como son pliegues cutáneos, circunferencias para determinar su composición corporal de cada participante, siguiendo con el estudio se evaluó por segunda vez su composición corporal por medio de una bioimpedancia eléctrica de la marca SECA MbcA 514, continuando con el estudio se les pidió a los participantes que tomaran un pequeño refrigerio para posteriormente a las dos horas evaluar sus capacidades físicas en la cual se evaluó la Velocidad, Fuerza, Resistencia, Agilidad y Flexibilidad de los participantes, los Resultados obtenidos fueron los siguientes de acuerdo con la evaluación antropométrica la media del IMC fue de $25.84 \pm 8.1 \text{ KG/M}^2$, %Grasa corporal fue 30.01 ± 17.54 presentando obesidad grado 1 con un acumulo de grasa en exceso, la masa libre de grasa de ambos sexos fue de $49.28 \text{ kg} \pm 7.31$, que representa el



68% del peso total, la masa muscular de ambos sexos $23.036 \text{ kg} \pm 4.75$ el promedio de masa muscular comprende de 26.7 a 17.7 kg de masa muscular de acuerdo a esto los participantes se encuentran dentro del rango normal, en las capacidades físicas se espera que los resultados sean favorables para realizar un actividad física y que no influya el % de grasa en su rendimiento deportivo como conclusión de este estudio es determinar por medio de un análisis si los jugadores de roller derby tienen las capacidades físicas y la composición corporal adecuada para realizar el ejercicio.

Palabras clave: Roller Derby, Capacidades físicas, Composición corporal.



DESARROLLO MORFOLÓGICO Y GANANCIA DIARIA DE PESO EN GAZAPOS DURANTE LA LACTANCIA SEGÚN EL ALIMENTO COMERCIAL CONSUMIDO POR LA HEMBRA LACTANTE

Pérez-González E2, Pérez-Álvarez LE2, Treviño-Leal D2, Gómez-Soto JG1, Flores-Gómez MA1, Vázquez-Flores S2

1Área Cunicola, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.
2Ingeniería en Biosistemas Agroalimentarios. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro.

RESUMEN

En México la cunicultura representa una oportunidad para lograr la seguridad alimentaria que todo país en vías de desarrollo requiere. Sin embargo, la cunicultura en nuestro país requiere de investigación que permita conocer la situación actual del potencial genético de las razas medianas que se emplean para la producción de carne de conejo, relacionando los parámetros productivos con los alimentos comerciales a los que los productores tienen acceso y considerando que de los costos totales de producción hasta el 60-70% están dados por la alimentación. Además, la información disponible sobre los parámetros productivos y morfofisiológicos en gazapos lactantes es escasa. Para evaluar el efecto que tiene el tipo de alimento comercial consumido por la hembra lactante sobre el desarrollo morfológico y ganancia diaria de peso (GDP) en gazapos durante la lactancia se desarrolló este experimento. 8 hembras de raza Nueva Zelanda se sincronizaron y al parto se asignaron de forma aleatoria 8 gazapos por hembra. Se seleccionaron 4 alimentos comerciales (Tx1, Tx2, Tx3, Tx4) disponibles en el estado de Querétaro con los cuáles se alimentaron 2 hembras con 8 gazapos durante 28 días. Semanalmente se pesaron los gazapos y se calculó la GDP semanal. En la semana 2, 3 y 4 de edad, los gazapos se midieron de la circunferencia torácica y del largo corporal desde el cuello hasta la base de la cola. Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente aleatorizado con un arreglo de medidas repetidas en el tiempo. El alimento consumido por las madres afectó el peso semanal de los gazapos, la GDP, el largo corporal y la circunferencia torácica, siendo el Tx3 el que ocasionó los valores más bajos y diferente a los otros 3 alimentos comerciales. A mayor edad, los gazapos fueron teniendo mayor peso corporal, mayor largo corporal y mayor circunferencia torácica. La GDP semanal fue menor en la semana 1 y 3, y fue mayor en la semana 4. El alimento comercial consumido por la hembra lactante afectó el desarrollo morfológico y la GDP en gazapos lactantes. Considerando que los AC deberían tener una calidad uniforme debido a que son revisados por la autoridad gubernamental mexicana, se deben continuar haciendo estudios para evaluar el comportamiento productivo y el desarrollo morfológico de los animales que consumen



los alimentos disponibles en el mercado, ya que por ejemplo el peso al destete afecta el peso al finalizar la engorda comercial. Los resultados obtenidos permitirán tener parámetros productivos en gazapos lactantes que podrán ser usados para comparar el desarrollo de futuras camadas del Área Cunícola de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Palabras clave: gazapos, lactancia, alimento comercial



CONSTRUCCIÓN DE PLÁSMIDOS REGULADOS PARA EXPRESAR UNA LECTINA BIOACTIVA DE *PHASEOLUS ACUTIFOLIUS* EN *TRICHODERMA REESEI*.

Ramírez-Baltazar S¹. Blanco-Labra A². Gasca-García T¹. Cervantes-Chávez J.A¹. Landeros-Jaime F¹.
Esquivel-Naranjo E.U.¹

**Unidad de Microbiología Básica Aplicada, Campus Aeropuerto, Facultad de Ciencias Naturales de la
Universidad Autónoma de Querétaro. CINVESTAV Irapuato, Laboratorio de Mecanismos de Defensa
de Pantas.**

RESUMEN

En plantas, las lectinas se distribuyen en varios tejidos y se han detectado en plantas de la familia *Leguminosae*. Muchas plantas contienen lectinas, como el trigo, el arroz, la soja y los frijoles. La lectina de *Phaseolus* inhibe la proliferación de diferentes células cancerosas, estas lectinas tienen un gran potencial en el tratamiento de diferentes tipos de cáncer. Las lectinas tienen efectos citotóxicos, antiproliferativo y diferencial en las células no transformadas. Por eso se han desarrollado herramientas moleculares que permiten la expresión de estas proteínas. Los hongos filamentosos *Trichoderma reesei* tienen una alta capacidad para segregar grandes cantidades de proteínas en el medio de crecimiento, tienen la capacidad de producir proteínas heterólogas. Es importante generar plásmidos, que pueden inducirse, ya que esto permite el control sobre el sistema y evita efectos adversos. Los hongos son un buen sistema para la expresión de proteínas, ya que expresan la estructura de la proteína original y la correcta modificación postraduccional. Los sistemas de expresión de proteínas heterólogas de hongos en cultivo líquido tienen una gran capacidad para producir proteínas y de generar mayores rendimientos de proteínas recombinantes a bajos costos por esto, es importante generar plásmidos regulables que permiten un mayor control sobre el sistema y evitar los posibles efectos adversos causados por la carga metabólica, también es esencial generar un sistema que no comprometa la actividad biológica y obtenga mayores porcentajes de recuperación de proteínas. Para lograr se diseñaron dos sistemas de expresión regulables uno por luz y otro por celulosa y un control optogenético. En estos plásmidos se clono la lectina fusionada a un péptido señal de la celobiohidrolasa I y una etiqueta de histida en *T. reesei*. Estos sistemas fueron generados para evaluar el potencial de los plásmidos de expresión y generación de lectina bioactiva. Después de generar los plásmidos se transformó a *Trichoderma*, las cepas transformantes se seleccionaron a través de 3 pases monospóricos y la identificación de cepas sobreexpresantes se está haciendo mediante PCR.



CONSUMO DE DIETAS CON SORGO O MAÍZ Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN CONEJOS EN ENGORDA Y SU EFECTO EN LA MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA

Ramos-Olvera ER¹; Gómez-Soto JG¹; Rocha-Solache M¹; Reis-de Souza TC¹; Mariscal-Landín G²; Escobar-García K¹; Aguilera-Barreyro A¹; Córdoba-Torres AV¹.

¹Área Cunicola (ARCUN-UAQ), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ²CENID-Fisiología Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

RESUMEN

Para evaluar el efecto de la alimentación de conejos en engorda con maíz o sorgo y diferentes niveles de fibra detergente neutro (FDN) sobre el comportamiento productivo y variables morfofisiológicas, se elaboraron 4 dietas experimentales en base a aminoácidos digestibles, las cuáles fueron isoproteicas (16% PC) e isoenergéticas (2.8 Mcal EM/kg): tratamiento (Tx) control elaborada con maíz y 33% de FDN (Tx1), y tres dietas a base de sorgo con 28, 33 y 38% de FDN (Tx2, Tx3 y Tx4, respectivamente). Se engordaron los conejos desde el destete (30d) hasta los 72 d de vida. Tuvieron libre acceso a los tratamientos experimentales y al agua. Semanalmente se pesaron y se calculó la ganancia diaria de peso semanal. Al finalizar la engorda, los conejos se mataron, se pesaron las canales y se calculó el rendimiento de canal en caliente y frío. A las canales en caliente y frío, también se les midió el pH de la carne a nivel de los perniles, brazuelos y músculo longuísimo dorsal. Se obtuvieron los órganos gastrointestinales a los que se les midió el pH de sus contenidos, se pesaron los órganos vacíos y se midieron en su longitud. El rendimiento en canal caliente y fría, el peso relativo de duodeno, yeyuno-íleon y ciego, la longitud del intestino grueso, y el pH del estómago y colon-recto, así como el pH de la canal caliente a nivel del brazuelo y pernil y pH de la canal fría a nivel del brazuelo, músculo longuísimo dorsal y pernil, no fueron afectados por los tratamientos experimentales. Los conejos que consumieron las dietas con sorgo, al tener un 38% de FDN presentaron un menor peso vivo al finalizar la engorda, que aquellos que consumieron 28 y 33%. Respecto al peso de la canal caliente, el consumo de un 38% de FDN ocasionó un menor peso que aquellos que consumieron 28% de FDN y sorgo (Tx 2) ó 33% de FDN y maíz (Tx1). Al considerar el peso de la canal fría, el haber consumido un mayor nivel de FDN (Tx4) ocasionó un menor peso. El peso del estómago fue incrementándose conforme se incrementó el nivel de FDN consumido. El hígado de los conejos que consumieron las dietas con sorgo fue menos pesado. Con un consumo de 38% de FDN, los conejos presentaron un colon-recto más pesado. La vesícula biliar de los que consumieron el Tx3 fue más pesada. El ciego de los conejos que consumieron las dietas con sorgo fue



menos pesado. El pH del ciego del Tx2 fue menor que los demás tratamientos. El cereal empleado, así como el nivel de FDN, son factores que tienen efecto sobre las variables evaluadas, se deben continuar realizando experimentos para entender el papel de las materias primas y las características químicas de las dietas para conejos en engorda a base de maíz y sorgo, sobre las características productivas y morfofisiológicas a nivel digestivo de conejos en engorda.



POTENCIAL BIOCONTROLADOR DE CEPAS DE *TRICHODERMA* SPP. NATIVAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Sánchez-Hernández, D., Landeros-Jaime, Fidel., Cervantes-Chávez, J.A., Esquivel-Naranjo, E.U.
Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. Laboratorio de biología molecular de microorganismos.

RESUMEN

Trichoderma es un hongo ascomiceto, que posee la capacidad de interactuar de manera benéfica con la mayoría de las plantas, puede establecer una relación simbiótica mediante su interacción endófito mejorando la toma de nutrientes sin causarles daño, también produce fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal y puede inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos mediante la secreción de metabolitos secundarios con efecto antibiótico, enzimas hidrolíticas y/o activando la respuesta inmune de las plantas mediante la síntesis y liberación de elicitores, de esta manera este organismo representa una valiosa alternativa de reemplazo para algunos productos agrícolas de origen químico. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto antagónico *in vitro* de 50 aislados de *Trichoderma* del estado de Querétaro contra 4 hongos fitopatógenos (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloeosporoides*). Se utilizaron dos métodos para conocer dicho efecto, el primero mediante cultivos duales *Trichoderma*-patógeno, en placa de Petri con medio de cultivo P.D.A, para analizar la actividad micoparasítica, y para conocer el antagonismo por acción de compuestos volátiles, se llevó a cabo mediante el cultivo a distancia en cámaras de cajas de Petri con mismo medio de cultivo. El micoparasitismo se evaluó a los 14 días de cultivo, y se clasificaron de acuerdo a la escala de Bell, el efecto por compuestos volátiles, se realizó midiendo el diámetro de crecimiento micelial con respecto al control y se sacó el grado de inhibición expresado en porcentaje. Los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloeosporoides* fueron en su mayoría micoparasitados por *Trichoderma* spp, mientras que la especie *Sclerotium rolfsii* lo fue en menor grado. Por otro lado, todas las cepas de *Trichoderma* ensayadas afectaron el crecimiento de *Sclerotium rolfsii* y para el caso de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloeosporoides* la mayoría de especies de *Trichoderma* inhibieron el crecimiento, pero se presentaron casos donde hubo estimulación de crecimiento micelial. Las cepas de *Trichoderma* del estado de Querétaro tienen un efecto antagónico sobre los 4 hongos fitopatógenos estudiados.

Palabras clave: control biológico, fitopatógenos, antagonismo.



CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN TELÉFONOS MÓVILES DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA DE UN HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO.

Santos-Sánchez, A.¹, Ramírez-Tomas, A.¹, Pérez-González, V.¹, Elizalde-Arteaga, M.G.¹, Peza-Cruz, G.¹ y Álvarez-Hidalgo, E.B.²

¹Licenciatura en Enfermería. Facultad de Enfermería. UAQ. ². Profesor Investigador. Facultad de Química. UAQ

RESUMEN

El incremento del uso del teléfono móvil en los servicios de salud ha contribuido a mejorar la velocidad y la calidad de comunicación en el personal médico. Sin embargo éstos pueden ser vehículo de transmisión de patógenos a los pacientes. La presencia de microorganismos en estos dispositivos es reportada mayor al 25% y representa un problema para el control de las infecciones intrahospitalarias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la contaminación microbiana presente en dispositivos móviles del personal de Enfermería de un Hospital General ubicado en San Juan del Río, Qro. 10 teléfonos móviles de enfermeras fueron investigados como parte de una prueba inicial o piloto. El método utilizado para el aislamiento e identificación fue a través de cultivo y pruebas metabólicas microbiológicas. De los 10 dispositivos analizados, el 70% contenían bacterias, de las cuales el 12% correspondían a Gram negativas y el 88% a Gram positivas, siendo el género *Staphylococcus* el más abundante; 10% contenían hongos filamentosos. Aunque el número de muestras fue bajo, nuestros resultados indican que los teléfonos móviles presentan elevada contaminación y pueden actuar como reservorios y vehículos de transmisión de microorganismos de importancia nosocomial, como es el caso de *Staphylococcus*, una bacteria que comprende especies que han sido involucradas en infecciones transmitidas a pacientes hospitalizados. Sólo el 40 % del personal realizó lavado de manos después del uso del dispositivo, por lo que resulta de gran importancia que se implementen mayores medidas de higiene tanto de los aparatos móviles como de las manos después de su uso y antes de atender a los pacientes.

Palabras clave: Teléfono móvil, personal de salud, contaminación microbiana, infecciones intrahospitalarias.



REGULACIÓN DE LA REGENERACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DE *LUMBRICULUS VARIEGATUS*.

Téllez-García, A.A. y Arellano-Carbajal, F.

Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

La regeneración es el proceso mediante el cual un organismo recupera las partes perdidas del cuerpo luego de sufrir una lesión. Entre los animales existe una gran cantidad de especies con la capacidad de regenerar varios órganos y tejidos en distinto grado; sin embargo, pocas de ellas son capaces de regenerar todos los tipos celulares que comprenden el sistema nervioso central (SNC). *Lumbriculus variegatus* (Annelida: Oligochaeta) es una lombriz que exhibe una de las mayores capacidades regenerativas registradas. Un individuo de esta especie, si es cortado en varios fragmentos, es capaz de regenerar una nueva cabeza y una nueva cola en cada uno de los fragmentos resultantes. Esto significa que un individuo regenerante puede producir un nuevo cerebro y un nuevo cordón nervioso con todos sus tipos celulares. ¿Qué genes regulan la regeneración del SNC en las lombrices? ¿Existen similitudes entre los mecanismos moleculares que regulan la regeneración del SNC entre lombrices y otros grupos de animales? Responder estas preguntas puede ayudarnos a entender cuáles son los puntos en común que tienen las especies capaces de regenerar el SNC y en qué difieren de aquellas que no tienen esta capacidad. El objetivo de este trabajo es identificar qué genes participan en la regeneración del SNC de *L. variegatus*. Como una primera aproximación, se han secuenciado los ARNs mensajeros de lombrices que se encuentran en proceso de regeneración y de lombrices que no han sufrido lesiones. A partir de estas secuencias se ha hecho un análisis de expresión diferencial y se han identificado algunos genes típicos del sistema nervioso que se encuentran subexpresados durante la regeneración, así como otros cuya expresión se encuentra elevada en esta condición. Estos primeros resultados abren la posibilidad de llevar a cabo ensayos de supresión de la expresión génica para dilucidar el papel que juegan estos genes en el proceso regenerativo.

Palabras clave: regeneración, sistema nervioso central, *Lumbriculus variegatus*, análisis de expresión diferencial



ESTILOS DE VIDA DE ESTUDIANTES DE LA LICENCIATURA EN ENFERMERÍA.

Ugalde-Otero M. C., Sanchez-Bata A.J., M.en.C. Peza Cruz G.

RESUMEN

El ser humano desde etapas tempranas va adoptando hábitos, los cuales van formando el estilo de vida siendo estos determinantes de la salud, que pueden conducir a comportamientos saludables o no saludables, llevando consigo consecuencias como las enfermedades crónico-degenerativas no transmisibles.

Con el ingreso a la universidad se genera un cambio importante en el individuo, que puede influir directa o indirectamente en su estilo de vida.

Los estudiantes de enfermería como futuros promotores de la salud deben tener un estilo de vida saludable, siendo estos un ejemplo a seguir, además de ir generando un estilo de vida saludable para afrontar las demandas profesionales.

El estudio tiene como objetivo principal determinar el estilo de vida presente de estudiantes de la licenciatura en Enfermería Campus San Juan del Río, con la finalidad de obtener antecedentes que contribuyan con la creación de programas que favorezcan los estilos de vida saludables.

La investigación es cuantitativa, básica, con diseño descriptivo de corte transversal. La muestra final fue de 133 estudiantes de la licenciatura en enfermería de ambos sexos entre 18 y 31 años. No se utilizó muestreo, por lo tanto se empleó el censo.

Se utilizó el cuestionario de estilos de vida expofeso, basado en el cuestionario de estilos de vida de Nola j. Pender, quedando un cuestionario de 55 ítems y 7 dimensiones, con una escala tipo Likert. Las dimensiones del cuestionario son; responsabilidad en salud, actividad física, nutrición, crecimiento espiritual, relaciones interpersonales, manejo del estrés y actividad laboral

El procesamiento de la información se realizó con el programa IBM SPSS 23. Los resultados obtenidos muestran que predomina el sexo femenino con un 85% (113), la residencia actual los internos con 74.4% (99), estado civil con solteros (as) con un 93.2% (124). Por otra parte los estudiantes presentan un estilo de vida saludable con un 94% (125) y en menor porcentaje los estilos de vida no saludables con 6.% (8), únicamente cuatro semestres resultan tener un estilos de vida no saludables: tercero 12.5% (2), cuarto % (1), octavo 20% (3) y decimo semestre 18.2% (2).

Con relación al IMC el 57.1%(76) corresponde a un IMC normal, sobrepeso con un 24.1% (32), bajo peso 6% (8), obesidad grado I 9.8% (13), obesidad II 2.3% (3) y obesidad II 0.8 (1).

La dimensión más afectada en los estudiantes es la de actividad física donde se tiene un 37.6 % (50) de estilo no saludable.

Por lo que se concluye que los estudiantes de Enfermería tienen un estilo de vida saludable de acuerdo al cuestionario de estilos de vida; a diferencia del IMC solo el



57.1% son saludables mientras que el porcentaje restante se encuentra afectado, esto habla que existe una alteración importante del estilo de vida, que se podría relacionar con la dimensión más afectada que es la actividad física.

Palabras clave: estilos de vida, Estudiantes de enfermería, dimensiones de los estilos de vida, universidad.



ESTUDIO FARMACOCINÉTICO DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (*PHASEOLUS ACUTIFOLIUS*) EN RATAS SPRAGUE DAWLEY

Vega-Rojas, L.J.¹, Mosqueda-Gualito J.J.², Blanco-Labra, A.³, García-Gasca, T.¹

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Santiago de Querétaro 76230, Querétaro, México. ²Laboratorio de inmunología y vacunas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n Col Juriquilla, Querétaro 76230, México. ³Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Km 9.6 Libramiento Norte, Carretera Irapuato-León, Irapuato 36824, Guanajuato, México.

RESUMEN

El uso terapéutico de compuestos de origen vegetal como tratamiento contra el cáncer representa una valiosa fuente de fitofármacos. Una vez conocido los efectos toxicológicos y la dosis del compuesto activo es importante saber cómo se absorbe, distribuye, metaboliza y excreta. El estudio de estas etapas se conoce como análisis farmacocinético o monitoreo terapéutico. Cuando la molécula de interés es de naturaleza proteica, el uso de técnicas inmunológicas es útil para determinar la concentración y la presencia de la proteína en órganos, plasma, sangre y orina. Nuestro grupo de trabajo ha estudiado el efecto de una fracción concentrada en lectinas de frijol Tépari (FCL) sobre cáncer de colon. La FCL ha mostrado baja toxicidad en ratas en una dosis de 50 mg/Kg de peso. La FCL es resistente a la digestión por 72 h sin embargo, provoca la estimulación de células hematopoyéticas, particularmente aumento de eosinófilos, lo que sugiere una activación del sistema inmune. Los efectos adversos están relacionados con pérdida de la ganancia de peso corporal y atrofia intestinal. La FCL tiene un efecto antiproliferativo diferencial en función de la concentración y el tipo de células, lo que concuerda con los patrones de glicosilación alterados en células cancerígenas. En ensayos *in vivo*, la administración de FCL presenta efecto inhibitorio de la tumorigénesis temprana de cáncer de colon y de fosas crípticas aberrantes y su efecto citotóxico está relacionado con la inducción de apoptosis. El presente trabajo tiene como objetivo realizar el estudio farmacocinético de la FCL en ratas, por lo que se propone cuantificar la concentración de las lectinas en plasma mediante una técnica de inmunodetección. Se inmunizaron conejos Nueva Zelanda con un péptido sintético específico para Lectinas de Frijol Tépari (*Phaseolus acutifolius*), se evaluaron títulos totales contra lectina hasta 1:3200. Se purificaron IgGs totales del antisuero antilectina hecho en conejo por medio de una Columna de Proteína A, del mismo modo se evaluaron títulos por medio de ELISA. A través de Western Blot se evaluó el purificado de IGgs y el antisuero contra diferentes concentraciones de fracción concentrada en lectinas (FCL) y por último se evaluaron sueros de rata de



tiempos 0 a 8 h post administración. Para concluir se observó que a pesar de que bajaron los títulos de la fracción purificada de IgGs, es mucho más sensible contra la fracción concentrada en lectinas, por último, se encontró lectina en las muestras de suero de 1 a 3h.

Palabras clave: Lectinas, parámetros farmacocinéticos, inmunodetección, frijol Tépari.



ASOCIACIÓN DE LA VARIANTE RS1805086 DEL GEN MIOSTATINA CON CAPACIDADES FÍSICAS Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS MEXICANOS.

; Curiel-Cervantes, V¹., Costa-Urrutia, P⁴., Solís-Saiz, J.C². Flores-Viveros, K.L.¹ Anaya-Loyola, M.A.³

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro. ³Investigación en Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ⁴IntegriGen de México SAPI de CV.

RESUMEN

La miostatina (MSTN) es una proteína implicada en la regulación de la masa muscular y el tejido adiposo. El gen de la MSTN tiene varios polimorfismos de importancia clínica, entre ellos destaca la variante rs1805086 localizada en región codificante del cromosoma II. Dicho SNP es muy frecuente en poblaciones Africanas (15-34%) mientras que en Caucásicos, Asiáticos y diversas etnias Latinoamericanas y Mexicanas incluidos los Mayos y Pimas su presencia es del 0-5%. Hay evidencia contradictoria respecto a su asociación con capacidades físicas. Mientras que en hombres jóvenes Caucásicos ha mostrado ser una ventaja, en mujeres Europeas y Africanas adultas mayores no lo ha sido. Hay cierta evidencia que en la etnia Han de Asia la presencia del SNP tiene relación con el peso y masa muscular antes y después de un entrenamiento de musculación. Contradictoriamente, en Asiáticos del Norte de India la variante ha mostrado estar asociada a obesidad. El objetivo de esta parte del trabajo fue evaluar la asociación del rs1805086 con capacidades físicas y composición corporal en adultos mexicanos entre 18 y 58 años sin entrenamiento físico competitivo. La frecuencia del rs1805086 en mexicanos no-indígenas fue de 5.4%. Respecto a las capacidades físicas, no hubo asociación con las capacidades físicas generales ($p > 0.05$). Respecto a composición corporal, comparados con los homocigotos, los individuos heterocigotos tuvieron mayor riesgo de obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$), central (índice cintura/estatura > 0.5) y elevado porcentaje de grasa corporal ($p < 0.05$). En conclusión, en adultos mexicanos la variante rs1805086 no tuvo relación ni con la capacidad aeróbica ni la resistencia muscular pero sí con obesidad.

Palabras clave: miostatina, rs1805086, snp K153R, obesidad, capacidades físicas.



HONGOS Y SU RELACIÓN CON LA PÉRDIDA DE ALMIDÓN EN EL ENSILAJE DE MAÍZ

Villa-Suárez, S.¹, Chávez-López, M., Sosa- Ferreira C. F., Enríquez- Vázquez A., Quintana- Erdozain A., Montiel- Olguín L.J.

¹ Maestría en salud y producción animal sustentable. Facultad de Ciencias Naturales UAQ.

RESUMEN

El almidón es muy importante para la nutrición de las vacas lecheras, especialmente para aquellas de alta producción, proporciona una gran cantidad de energía de fácil digestión, a medida que el contenido de almidón aumenta en la dieta y por ende el contenido de fibra baja en ella, el consumo de materia seca también aumenta. Pertenecen a la fracción nutricional de los alimentos conocida como Carbohidratos No Fibrosos (CNF), además de los azúcares simples, fibra soluble (pectinas) y β -glucanos. Existen algunos factores que pueden influir sobre la cantidad de almidones contenida en el ensilaje de maíz como lo son la presencia de hongos, estos no solo disminuyen la calidad del ensilaje, también están relacionados con la producción de micotoxinas que afectan tanto a animales como a humanos. El objetivo fue evaluar la concentración de hongos y su relación con la degradabilidad de almidón en el ensilaje de maíz. Se recolectó material a ensilar con el cual se llevó a cabo la elaboración de microsilos, cada uno con una cantidad de material a ensilar de 800 gr. Se tomaron muestras de cada uno de los microsilos elaborados para determinar la cantidad de hongos y almidones al inicio del proceso. Los microsilos fueron almacenados por un periodo de 60 días a temperatura ambiente dentro de un depósito con iluminación natural 12 horas luz- 12 horas oscuridad, sin radiación solar directa. Transcurrido el tiempo de fermentación de los microsilos estos fueron abiertos para tomar las muestras. Se tomaron tres muestras por cada microsililo una de la parte baja, media y alta, para tener en total una cantidad de 30 muestras estadísticamente representativas. Colectadas las muestras de cada microsililo se llevaron a cabo los análisis de cuantificación de hongos y almidones al final del proceso de ensilaje.

Palabras clave: almidón, hongos, micotoxinas, ensilaje, maíz.



SEROPOSITIVIDAD A *TRYPANOSOMA CRUZI* Y *LEISHMANIA MEXICANA* EN PERROS DE LA ZONA METROPOLITANA DE QUERÉTARO

Zamora-Ledesma, S.1, Hernández-Camacho, N.1, Sánchez-Moreno, M.2, Villagrán-Herrera, ME.3, Ruiz-Piña, H.4, Camacho-Macías, B.1

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Laboratorio de Parasitología Molecular. Universidad de Granada, España. ³Laboratorio de Tripanosomiasis americana, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro, México. ⁴Cuerpo Académico de Vigilancia Ecológica y Geográfica de la Zoonosis de la Península de Yucatán, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

RESUMEN

Trypanosoma cruzi y *Leishmania mexicana* son parásitos protozoarios de humanos y otros mamíferos, causantes de las enfermedades conocidas como mal de chagas y leishmaniasis cutánea respectivamente. Estas enfermedades son consideradas como olvidadas o desatendidas y se encuentran principalmente en países en vías de desarrollo. Los perros se consideran los principales reservorios para estos parásitos principalmente por su abundancia y su contacto directo con los humanos. En México existen pocos estudios sobre estos parásitos en perros, además de que los estudios que se han llevado a cabo son principalmente en la zona sureste del país, considerada como zona endémica para dichas enfermedades. Existen algunos estudios para el centro de México, en particular para Querétaro, sin embargo están enfocados en perros de zonas rurales del estado, por lo que para la Zona Metropolitana de Querétaro no existe ningún registro. En este estudio se evaluó la seropositividad a *T. cruzi* y *L. mexicana* en perros domésticos de la Zona Metropolitana de Querétaro. Para ello se colectaron muestras de suero sanguíneo de 303 perros en colaboración con las Unidades de Control animal de los municipios de Querétaro y El Marqués. Los sueros obtenidos se procesaron y se evaluaron mediante ELISA indirecta y Western Blot utilizando como antígeno la enzima Superóxido Dismutasa de Hierro de estos parásitos. Se obtuvo un 10.2% de seropositividad a *T. cruzi* y 2.9% a *L. mexicana*. Estos son los primeros registros de seropositividad para ambos parásitos en perros de la Zona Metropolitana de Querétaro, además de ser el primero registro de *L. mexicana* para el centro de México. Lo anterior podría indicar la presencia de los vectores para estos parásitos en la zona ya que, al menos para *L. mexicana*, la vía vectorial es la única forma de transmisión. La importancia de estos registros se debe a que anteriormente no existía ningún registro para *T. cruzi*, *L. mexicana* y sus vectores en la ZMQ, sin embargo se había registrado en humanos de la zona suburbana de la ciudad de Querétaro, por lo que no se conoce si se encuentra completo el ciclo de transmisión para estos parásitos. Se recomienda llevar a cabo la búsqueda de los vectores y su positividad a los parásitos para comprobar que se encuentre completo el ciclo de vida para *T. cruzi* y *L. mexicana*.

Palabras clave: trypanosomátidos, seropositividad, perros reservorios



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

IN EXTENSO



EVALUACIÓN DE FACTORES DEL RITMO CIRCADIANO QUE PROMUEVEN RIESGO METABÓLICO EN JÓVENES UNIVERSITARIOS

Aguilar-Galarza BA¹, Flores-Viveros KL¹, García-Gasca T², Moreno-Celis U², Mejía-Vázquez C², Díaz-Muñoz M³, Pérez-Mendoza M² y Anaya-Loyola MA².

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, ²Universidad Autónoma de Querétaro, ³Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCTION

El ritmo circadiano es un sistema endógeno de medición de tiempo en términos fisiológicos y conductuales, el cual se ajusta de acuerdo con las señales geofísicas de la tierra, como por ejemplo el ciclo luz y oscuridad (Merrow *et al.*, 2005). Está compuesto por un asa de retroalimentación de un conjunto de genes y proteínas reloj los cuales generan oscilaciones a lo largo de 24 horas regulando numerosos procesos moleculares y celulares (Lowrey y Takahashi, 2011). Este mecanismo es orquestado en el cerebro por el núcleo supraquiasmático (NSQ), el cual actúa a través de vías neuro-humorales para dirigir a los diferentes relojes periféricos controlando procesos fisiológicos a nivel tisular (Albrecht, 2012). El NSQ y el resto de los relojes periféricos se ajustan a través de estímulos tanto externos, por ejemplo la exposición a luz solar y artificial, como internos como son los horarios de alimentación. Los relojes circadianos ejercen un control sobre varios procesos fisiológicos a través de la regulación de los genes controlados por el reloj (CCG), que son genes regulados de manera circadiana por algunas de las proteínas del asa de regulación del reloj

circadiano (Gerber *et al.*, 2015). Un ejemplo es el control sobre procesos metabólicos como la regulación de la glucosa y la lipogénesis, donde los genes reloj actúan como factores de transcripción de familias de genes metabólicos, los cuales poseen su propia fase para funciones y tejidos específicos (Green *et al.*, 2008). Dado el vínculo entre el metabolismo y el ritmo circadiano, estudios de desincronización de los ritmos circadianos provocada por factores externos sociales, laborales y nutricionales ha tomado un papel importante en la salud pública (Gerber *et al.*, 2015). Estudios han demostrado que un desfase en estos sistemas circadianos se ha asociado a una mayor incidencia y severidad de un amplio rango de condiciones patológicas y clínicas, incluyendo desórdenes de sueño, cáncer, depresión, inflamación, diabetes y síndrome metabólicas o en el desarrollo de ciertas enfermedades (Depner *et al.*, 2014). La desincronización circadiana impacta en hormonas como la melatonina, la hormona del crecimiento, la sensibilidad de la insulina, la elevación del cortisol y la leptina, promoviendo una ganancia de peso y la regulación



neuroendocrina del metabolismo de la glucosa (Kim *et al.*, 2015). Estudios en pacientes con diabetes, la desalineación circadiana provocó que perdieran ritmicidad en la tolerancia a glucosa y la secreción de insulina, lo cual sugiere que la comunicación entre la ritmicidad circadiana y las enfermedades metabólicas es bidireccional, contribuyendo a un ciclo vicioso, aumentando así la desincronización circadiana y la progresión de enfermedades no transmisibles (ENT) (Maury *et al.*, 2010). Las ENT son un grupo de padecimientos de larga duración y con una progresión generalmente lenta, entre las que se encuentran; enfermedades cardiovasculares, cáncer, respiratorias y la diabetes. Las ENT son la principal causa de muertes en el mundo, más de 36 millones de personas mueren cada año por ENT de éstas, 9 millones son muertes prematuras, ya que se presentan en personas menores de 60 años y son causa del 58% de los años perdidos por muerte prematura en México (OMS, 2011). La evolución se debe tanto a factores genéticos (DeMenna *et al.*, 2014), como ambientales por ejemplo; el consumo de tabaco y/o alcohol, inactividad física y mala alimentación, factores de riesgo metabólicos tales como la obesidad, la HTA, elevadas concentraciones de colesterol sérico, disminución del colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), hiperglucemia y resistencia a la insulina (RI) (Srikanthan *et al.*, 2016). En nuestro grupo de trabajo hemos realizado estudios con más de 6,000 adultos jóvenes, en donde se

observa una alta prevalencia de factores de riesgo metabólico asociados con ENT como hipertrigliceridemia y HDL bajo en un 15% y 35% respectivamente, además de resistencia a la insulina en el 25% a pesar de presentar concentraciones normales de glucosa en ayuno. Estas alteraciones metabólicas se encontraron en mayor proporción en jóvenes con un peso dentro de los rangos normales de acuerdo al índice de masa corporal (datos no publicados). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación del ritmo circadiano con los factores de riesgo metabólico en adultos jóvenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y población de estudio. Este es un estudio tipo transversal comparativo, en el cual participaron 1300 jóvenes de ambos sexos de nuevo ingreso a la Universidad Autónoma de Querétaro. Se excluyó a quienes presentaron alguna enfermedad previamente diagnosticada y/o en tratamiento médico, embarazadas o en período de lactancia, así como a todos aquellos que no estuvieron de acuerdo en participar y no dieron su consentimiento informado para ello.

Evaluación del riesgo metabólico. El riesgo metabólico se determinó según los criterios de la Federación Internacional de Diabetes (2006); los valores de obesidad central se definieron como la circunferencia de cintura de acuerdo la etnia y el sexo (90 cm para los hombres y 80 cm para las mujeres); sobrepeso/obesidad según el porcentaje de grasa corporal ≥ 20 para hombres y ≥ 33 para mujeres; obesidad $\geq 25\%$ para



hombres y $\geq 39\%$ para mujeres, sobrepeso/obesidad según el $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$, presión arterial sistólica $\geq 130 \text{ mmHg}$, presión arterial diastólica $\geq 85 \text{ mmHg}$, glucosa en ayunas $\geq 100 \text{ mg/dL}$, triglicéridos $\geq 150 \text{ mg/dL}$, colesterol HDL $< 40 \text{ mg/dL}$ para hombres, $< 50 \text{ mg/dL}$ para mujeres colesterol LDL $\geq 130 \text{ mg/dL}$ y VLDL $\geq 30 \text{ mg/dL}$.

Determinación del fenotipo del ritmo circadiano. Días previos a la evaluación se les solicitó que realizaran el registro en página del Sistema Universitario de Salud UAQ (susaluduaq.com) en la cual se cargo el cuestionario *Morningness-Eveningness Questionnaire* MEQ, así como preguntas relacionadas a sus hábitos de sueño-vigilia y estilo de vida. Para tener una clasificaron práctica los cronotipos de acuerdo a la mediana del MEQ score propuesto por Vera y cols 2017. Los cronotipos se clasificaron en Búhos (MEQscore < 52) y 419 (54%) Alondras (MEQscore ≥ 52).

Análisis estadísticos. Los datos obtenidos se capturaron en una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel y se analizaron con el paquete estadístico SPSS versión 24. Para el análisis descriptivo: se expresaron en medidas \pm desviaciones estándar cuando las variables sean continuas y en porcentajes para las variables categóricas. Se probó la normalidad de las variables a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors), en este caso ninguna de las variables de interés mostró una distribución normal, por lo que se aplicaron pruebas no paramétricas Kruskal Wallis. Para el análisis bivariado: Se realizaron pruebas de U de

Mann Whitney para variables continuas y chi cuadrada (X^2) para las categóricas, entre los diferentes cronotipos y los factores de estilo de vida analizados. Se evaluó la asociación entre los cronotipos y los distintos fenotipos clínicos, antropométricos y de composición corporal a través de modelos de regresión logística. Análisis multivariado: Se realizó un análisis de regresión logística para el análisis de rasgos categóricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se incluyó a 1,300 adultos jóvenes de nuevo ingreso la Universidad Autónoma de Querétaro del periodo enero 2017 a diciembre del 2018. Se excluyeron del estudio a quienes reportaron tener diagnóstico de enfermedad crónica ($n = 26$), a los jóvenes menores de 17 años o mayores de 30 años ($n = 24$), embarazadas ($n = 1$), quienes reportaron ser trabajadores por turnos en los últimos 3 meses ($n = 308$) y los participantes que no contaron con datos completos ($n = 161$). Este estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, México (N° 23FCN2014) bajo las directrices de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito para participar en el estudio.

Los cronotipos se clasificaron de acuerdo a la mediana del MEQscore en 353 (46%) Búhos (< 52) y 419 (54%) Alondras (≥ 52). Las características metabólicas de acuerdo al cronotipo y por sexo se observan en el cuadro 1. El cronotipo búho presentó mayores valores



promedio de grasa visceral, presión sistólica y diastólica comparado con el cronotipo alondra, además de mayores concentraciones de glucosa ($p > 0.001$). En general, los hombres presentan mayores valores promedio en las características metabólicas comparado con las mujeres, sin embargo, no existen diferencias significativas de acuerdo al cronotipo. De acuerdo a los factores de riesgo metabólico, los participantes búhos presentan mayores prevalencias

de sobrepeso y obesidad de acuerdo al porcentaje de grasa corporal (50%) y obesidad (7.4%) de acuerdo al índice de masa corporal (Cuadro 3).

Respecto a las características de los hábitos sueño y vigilia, se observó que en los días de trabajo/estudio el cronotipo búho inicia su sueño en promedio 11 min más tarde que el cronotipo alondra ($p > 0.05$), y despiertan 24 min promedio más tarde ($p > 0.001$).

Cuadro 1. Características antropométricas, de composición corporal y clínicas de acuerdo al cronotipo y sexo de los participantes.

| | Total | Cronotipo | | P* | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|-------|------|--------------|
| | | Alondras | Búhos | | | |
| | 778 (100.0) | 146 (19.0) | 577 (74.0) | | | |
| Hombres | | | | | | |
| Peso, kg | 71.9 ± 13.8 | 71.4 | 13.5 | 72.5 | 14.1 | 0.843 |
| Estatura, cm | 172.4 ± 5.9 | 172.1 | 5.6 | 172.7 | 6.3 | 0.991 |
| IMC, kg/m ² | 24.1 ± 4 | 24 | 4.1 | 24.2 | 3.9 | 0.853 |
| Cintura, cm | 85.2 ± 11 | 84.8 | 11.00 | 85.9 | 11 | 0.890 |
| Grasa corporal, % | 21.5 ± 7.7 | 21.3 | 8.2 | 21.9 | 7.2 | 0.805 |
| Grasa visceral, kg | 2.3 ± 1.2 | 2.20 | 1.20 | 2.30 | 1.20 | 0.919 |
| Colesterol, mg/dL | 162.4 ± 27.15 | 161.9 | 25.9 | 162.7 | 28.3 | 0.569 |
| Triglicéridos, mg/dL | 117.4 ± 55.9 | 117.7 | 56.1 | 117.2 | 55.4 | 0.716 |
| HDL, mg/dL | 48.7 ± 9.3 | 48.1 | 9.20 | 49.1 | 9.1 | 0.143 |
| LDL, mg/dL | 90 ± 21.2 | 90 | 20.4 | 89.8 | 22.1 | 0.583 |
| VLDL, mg/dL | 23.6 ± 11.4 | 23.5 | 11.2 | 23.6 | 11.5 | 0.679 |
| Glucosa, mg/dL | 84.4 ± 9.4 | 83.2 | 8.9 | 85.7 | 9.6 | 0.002 |
| Presión sistólica, mmHg | 111.9 ± 8.4 | 111.3 | 8.6 | 112.6 | 8.1 | 0.870 |
| Presión diastólica, mmHg | 71.4 ± 6 | 71.0 | 6.1 | 71.8 | 5.9 | 0.587 |



Mujeres

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------|-------|------|-------|------|--------------|
| Peso, kg | 58.6 ± 9.7 | 58.1 | 9.7 | 59.1 | 9.7 | 0.823 |
| Estatura, cm | 159.7 ± 5.7 | 159.3 | 5.6 | 160.3 | 5.9 | 0.264 |
| IMC, kg/m ² | 22.9 ± 3.4 | 22.8 | 3.4 | 23 | 3.5 | 0.708 |
| Cintura, cm | 77.7 ± 8.6 | 77.4 | 8.8 | 77.9 | 8.3 | 0.861 |
| Grasa corporal, % | 31.2 ± 6.5 | 31.1 | 6.5 | 31.3 | 6.4 | 0.391 |
| Grasa visceral, kg | 1.5 ± 0.53 | 1.50 | 0.5 | 1.55 | 0.6 | 0.497 |
| Colesterol, mg/dL | 161.2 ± 25.8 | 161.7 | 26.3 | 160.6 | 25.3 | 0.241 |
| Triglicéridos, mg/dL | 94.9 ± 40.5 | 95.7 | 38.8 | 94.0 | 43.1 | 0.214 |
| HDL, mg/dL | 54.4 ± 10.9 | 54.2 | 11.0 | 54.6 | 10.9 | 0.594 |
| LDL, mg/dL | 88.3 ± 19.8 | 88.6 | 20.7 | 87.7 | 18.7 | 0.305 |
| VLDL, mg/dL | 18.9 ± 8.1 | 19.1 | 7.8 | 18.8 | 8.5 | 0.279 |
| Glucosa, mg/dL | 84.4 ± 9.4 | 79.7 | 9.5 | 80.9 | 6.9 | 0.020 |
| Presión sistólica, mmHg | 111.9 ± 8.4 | 106.2 | 8.5 | 108.4 | 7.1 | 0.014 |
| Presión diastólica, mmHg | 71.4 ± 6 | 68.1 | 5.1 | 69.3 | 5.7 | 0.060 |

IMC: Índice de masa corporal, HDL: Colesterol de alta densidad, LDL: Colesterol de baja densidad; VLDL: Colesterol de muy baja densidad. DE: Desviación estándar. Prueba no paramétrica U Mann Whitney p<0.05

Cuadro 2. Factores de riesgo metabólicos de acuerdo al cronotipo de los participantes.

| | Cronotipo, n % | | | | | |
|-------------------------|----------------|--------|----------|------|-------|------|
| | Total | | Alondras | | Búhos | |
| Obesidad abdominal † | 267 | (34.6) | 146 | 34.8 | 121 | 34.3 |
| Grasa baja ** | 20 | 2.6 | 13 | 3.1 | 7 | 2.0 |
| Sobrepeso ‡ | 162 | 21 | 81 | 19.3 | 81 | 22.9 |
| Obesidad * | 204 | 26.4 | 108 | 25.8 | 96 | 27.2 |
| Sobrepeso/obesidad | 366 | 47.4 | 189 | 45.1 | 177 | 50.1 |
| Desnutrición (IMC<18.5) | 43 | 5.6 | 27 | 6.4 | 16 | 4.5 |
| Sobrepeso (IMC25) | 199 | 25.8 | 115 | 27.4 | 84 | 23.8 |



| | | | | | | |
|----------------------------|-------|------|-----|------|-------|------|
| Obesidad (IMC>30) | 52 | 6.7 | 26 | 6.2 | 26 | 7.4 |
| Sobrepeso/obesidad IMC>25 | 251 | 32.5 | 141 | 33.7 | 110 | 31.2 |
| Glucosa >100 mg/dL | 24 | 3.1 | 13 | 3.1 | 11 | 3.1 |
| Triglicéridos >150 mg/dL | 118 | 15.3 | 69 | 16.5 | 49 | 13.9 |
| Colesterol >200 mg/dL | 66 | 8.5 | 35 | 8.4 | 31 | 8.8 |
| HDL Bajo | 210 | 27.2 | 126 | 30.1 | 84 | 23.8 |
| VLDL >30 mg/dL | 114 | 14.8 | 65 | 15.5 | 49 | 13.9 |
| LDL >130 mg/dL | 34 | 4.4 | 19 | 4.5 | 15 | 4.2 |
| Estilo de vida | | | | | | |
| Fumadores | 150 | 50.5 | 75 | 47.8 | 75.0 | 53.6 |
| Consumo regular de alcohol | 416 | 77.8 | 220 | 75.3 | 196.0 | 80.7 |
| Consumo de café | 319 | 41.6 | 169 | 40.6 | 150.0 | 42.9 |
| Consumo de refresco | 290 | 37.6 | 145 | 34.7 | 145.0 | 41.1 |
| Sedentarios | 196.0 | 30.0 | 108 | 30.8 | 88.0 | 29.1 |
| Actividad física leve | 355.0 | 63.4 | 183 | 61.8 | 172.0 | 65.2 |
| Actividad física moderada | 167.0 | 29.8 | 88 | 29.7 | 79.0 | 29.9 |
| Actividad física alta | 38.0 | 6.8 | 25 | 8.4 | 13.0 | 4.9 |

† Circunferencia abdominal ≥ 90 para hombres ≥ 80 para mujeres. † Sobrepeso: grasa corporal $\geq 20\%$ para hombres y $\geq 33\%$ para mujeres. *Obesidad: grasa corporal $\geq 25\%$ para hombres y $\geq 39\%$ para mujeres.

En general la población duerme 2 hrs menos en días de trabajo o estudio que en días de descanso (Cuadro 3). Se observó que el 85% de los participantes presentan una deuda de sueño de al menos 30 min (13%) y de más de 60 min (87%). Y de acuerdo al jetlag, se observó que 7 de cada 10 jóvenes presentan un jetlag >1 hr, siendo característico del cronotipo

búho, sin embargo, en relación a la duración del sueño promedio de la semana (7 días) la prevalencia de búhos que duermen de 7 a 8 hrs es mayor que las alondras ($p=0.014$), por el contrario, la prevalencia de alondras que duermen >7 hrs es mayor en comparación con los búhos (Cuadro 3).



Cuadro 3. Características de hábitos de sueño y vigilia de los participantes de acuerdo al cronotipo de los participantes.

| | Cronotipo | | | | | | P* |
|----------------------------------|-----------|--------|----------|--------|-------|--------|--------------|
| | Todos | | Alondras | | Búhos | | |
| <i>Días de trabajo y estudio</i> | Media | DE | Media | DE | Media | DE | |
| Inicio de sueño, hr | 23:55 | ± 1:10 | 23:50 | ± 1:11 | 0:01 | ± 1:09 | 0.018 |
| Fin del sueño, hr | 6:35 | ± 1:19 | 6:24 | ± 1:15 | 6:48 | ± 1:22 | 0.001 |
| Duración del sueño, hr | 6:32 | ± 1:27 | 6:26 | ± 1:26 | 6:38 | ± 1:27 | 0.189 |
| <i>Días de descanso</i> | | | | | | | |
| Inicio de sueño, hr | 0:20 | ± 1:31 | 0:13 | ± 1:30 | 0:28 | ± 1:30 | 0.040 |
| Fin del sueño, hr | 8:59 | ± 2:04 | 8:46 | ± 2:06 | 9:16 | ± 1:59 | 0.001 |
| Duración del sueño, hr | 8:43 | ± 1:47 | 8:43 | ± 1:46 | 8:44 | ± 1:49 | 0.967 |
| Deuda de sueño, n %* | 638 | ± 85.5 | 351 | ± 86.2 | 287 | ± 84.7 | 0.571 |
| Jetlag, hr | 1:54 | ± 1:23 | 1:52 | ± 1:20 | 1:56 | ± 1:27 | 0.759 |
| ≤ 1hrs, n % | 141 | ± 22.1 | 87 | ± 25.0 | 54 | ± 18.8 | 0.071 |
| > 1 hrs, n % | 233 | ± 77.9 | 264 | ± 75 | 233 | ± 81.2 | 0.071 |
| Duración de sueño/semana, hr | 6:59 | ± 1:28 | 6:54 | ± 1:27 | 7:05 | ± 1:29 | 0.114 |
| < 7 hrs de sueño, n % | 358 | ± 48.0 | 212 | ± 52.1 | 146 | ± 43.1 | 0.014 |
| 7 a 8 hrs de sueño, n % | 213 | ± 28.6 | 102 | ± 25.1 | 111 | ± 32.7 | 0.021 |
| > 8 hrs de sueño, n % | 175 | ± 23.5 | 93 | ± 22.9 | 82 | ± 24.2 | 0.667 |

DE: Desviación estándar. Prueba no paramétrica U Mann Whitney p<0.05

CONCLUSIONES

En este estudio se demostró la asociación entre el cronotipo búho y las concentraciones de glucosa. Las alteraciones del sueño se asociaron a concentraciones elevadas de glucosa en ayuno y a la presencia de síndrome metabólico. Además, se identificaron factores de riesgo modificables que

predisponen a futuras enfermedades no transmisibles.

LITERATURA CITADA

Albrecht, U. (2012). Timing to perfection: the biology of central and peripheral circadian clocks. *Neuron*, 74(2), 246–260. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.04.006>



- Barclay, J. L., Husse, J., Bode, B., Naujokat, N., Meyer-Kovac, J., Schmid, S. M., ... Oster, H. (2012). Circadian Desynchrony Promotes Metabolic Disruption in a Mouse Model of Shiftwork. *PLoS ONE*, 7(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037150>
- Barrera-Cruz, A., Rodríguez-González, A., & Molina-Ayala, M. A. (2013). Escenario actual de la obesidad en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(3), 292–299.
- DeMenna, J., Puppala, S., Chittoor, G., Schneider, J., Kim, J. Y., Shaibi, G. Q., ... Coletta, D. K. (2014). Association of common genetic variants with diabetes and metabolic syndrome related traits in the Arizona Insulin Resistance registry: a focus on Mexican American families in the Southwest. *Human Heredity*, 78(1), 47–58. <https://doi.org/10.1159/000363411>
- Depner, C. M., Stothard, E. R., & Wright, K. P. (2014). Metabolic Consequences of Sleep and Circadian Disorders. *Current Diabetes Reports*, 14(7), 507. <https://doi.org/10.1007/s11892-014-0507-z>
- Dominguez-Rodriguez, A., Abreu-Gonzalez, P., Sanchez-Sanchez, J. J., Kaski, J. C., & Reiter, R. J. (2010). Melatonin and circadian biology in human cardiovascular disease. *Journal of Pineal Research*, 49(1), 14–22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2010.00773.x>
- Gerber, A., Saini, C., Curie, T., Emmenegger, Y., Rando, G., Gosselin, P., ... Schibler, U. (2015). The systemic control of circadian gene expression. *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 17 Suppl 1, 23–32. <https://doi.org/10.1111/dom.12512>
- Green, C. B., Takahashi, J. S., & Bass, J. (2008). The Meter of Metabolism. *Cell*, 134(5), 728–742. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.08.022>
- Kim, T. W., Jeong, J.-H., & Hong, S.-C. (2015). The Impact of Sleep and Circadian Disturbance on Hormones and Metabolism. *International Journal of Endocrinology*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/591729>
- Koren, D., O'Sullivan, K. L., & Mokhlesi, B. (2015). Metabolic and Glycemic Sequelae of Sleep Disturbances in Children and Adults. *Current Diabetes Reports*, 15(1), 562. <https://doi.org/10.1007/s11892-014-0562-5>
- Lowrey, P. L., & Takahashi, J. S. (2011). Genetics of Circadian Rhythms in Mammalian Model Organisms. *Advances in Genetics*, 74, 175–230. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387690-4.00006-4>
- Mauray, E., Ramsey, K. M., & Bass, J. (2010). Circadian Rhythms and Metabolic Syndrome. *Circulation Research*, 106(3), 447–462. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400541>
- OMS. (2011). *Global status report on noncommunicable diseases*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Prunet-Marcassus, B., Desbazeille, M., Bros, A., Louche, K., Delagrangé, P., Renard, P., ... Pénicaud, L. (2003). Melatonin Reduces Body Weight Gain in Sprague Dawley Rats with Diet-Induced Obesity. *Endocrinology*, 144(12), 5347–5352. <https://doi.org/10.1210/en.2003-0693>
- Reutrakul, S., Hood, M. M., Crowley, S. J., Morgan, M. K., Teodori, M., Knutson, K. L., & Van Cauter, E. (2013). Chronotype Is Independently Associated With Glycemic Control in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 36(9), 2523–2529. <https://doi.org/10.2337/dc12-269>



IDENTIFICACIÓN DE UN PANEL DE BIOMARCADORES TEMPRANOS DE PIE DIABÉTICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2.

Álvarez Rodríguez, II1; Elton Puente, JE1; Reynoso Camacho, R2; Castaño Tostado, E2; Augusto Ferriz RA1; Barajas Pozos, A3; Pérez Ramírez, IF2.

1Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Avenida de las Ciencias S/N Juriquilla, Delegación Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México. CP. 76230. **2**Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las campanas S/N, Las Campanas, Santiago de Querétaro, Querétaro, México. CP. 76010. **3**Clínica de heridas, Hospital General de Querétaro, Avenida 5 de febrero 101, Los Virreyes, Santiago de Querétaro, Querétaro México. CP. 76170.

INTRODUCCIÓN

Cada 6 segundos muere una persona por Diabetes Mellitus (DM) y cada 30 segundos se realiza una amputación total o parcial en el mundo debido al Pie Diabético (PD) (Mora-Morales, E., 2014). El PD implica una limitación para realizar actividades y es resultado de un estado hiperglucémico prolongado (Prieto-Gómez, B. et al, 2017); se define como PD al área anatómica por debajo del maléolo en una persona con DM tipo (Zimmet, P. et el, 2005). En PD hay que tomar en cuenta dos condiciones que suceden en el siguiente orden y que generan las úlceras de PD:

Neuropatía diabética (ND): Es un grupo heterogéneo de desórdenes con diversas manifestaciones clínicas (ADA, 2018). Es el indicador más fuerte para úlcera de PD y se ha reportado que 63% de las úlceras de PD se deben a la ND sensitiva periférica (Reiber, G. E., et al, 1999).

Enfermedad vascular periférica: Aunque no se sugiere como causa de ulceración por sí sola, generalmente se encuentra en

conjunto con la ND (Boulton, A. J. M, 1996).

Las úlceras en las extremidades inferiores son los rasgos característicos del PD (Mesa, M. G., 2011) y son causa frecuente de mortalidad (ADA, 2018), morbilidad, hospitalización y amputaciones en pacientes con DM (Lipsky, B. A., 2004), ya que el PD es la segunda causa de amputaciones después de eventos traumáticos (Mora-Morales, E., 2014); y más del 70% de los pacientes con complicaciones de DM sufren algún tipo de amputación en alguna extremidad inferior (Prieto-Gómez, B. et al, 2017).

El proceso de la ND en PD tiene que ver con una elevación de glucosa en sangre por periodos prolongados, esta elevación de glucosa forma sorbitol que se acumula en el nodo de Ranvier, disminuyendo la conducción (Prieto-Gómez, B. et al, 2017) y sensibilidad neuronal; la cual es un factor clave en el desarrollo de esta patología, ya que al perder la percepción de estímulos en el miembro y hay una lesión, se pierde la sensibilidad (Prieto-Gómez, B. et al, 2017; (Martínez-De Jesús, F. R., 2012).



A pesar de que la ND es la complicación más frecuente y precoz de la DM, suele ser diagnosticada de manera tardía, esto por la ausencia de criterios de diagnóstico unificados, por la multiplicidad de métodos de diagnóstico, y por la heterogeneidad de formas clínicas (Muñoz, M., Albarrán Juan, M. E., & Lumbreras Marín, E. M., 2004).

Los sistemas de clasificación de PD más conocidos y usados son el sistema de clasificación de heridas de Wagner y el de la Universidad de Texas (Oyibo, S. O., 2001). El sistema de clasificación de heridas de Wagner evalúa la profundidad de la herida, presencia de osteomielitis y presencia de gangrena clasificando la herida en 6 grados (0-6); por su parte, el sistema de clasificación de heridas de la Universidad de Texas evalúa en grados (0-3) y estos a su vez en estadios (A-D) (Lavery, L. A., Armstrong, D. G., & Harkless, L. B., 1996).

En cuanto a herramientas de pronóstico, la clasificación de San Elián es una herramienta validada para el pronóstico de heridas en PD a través de evaluaciones en la herida que resultan útiles para su seguimiento (Martínez-De Jesús, F. R., 2012). Consta de la calificación de 10 variables propias de una lesión a las que se les agregará un valor (1-3) siendo respectivamente leve, moderado o grave. Ya que son 10 variables, el puntaje máximo es de 30 puntos, y de ahí corresponde el grado de la lesión: grado I (10 o menos puntos), grado II (11-20 puntos) y grado III (21-30 puntos) (Martínez-De Jesús, F. R., 2012).

A pesar de las herramientas mencionadas, no hay una herramienta de diagnóstico temprano preventiva para PD, por lo que se hace la propuesta de hacer uso de las ciencias ómicas como alternativa para la identificación de biomarcadores tempranos para esta enfermedad.

Las ciencias ómicas aportan avances en el conocimiento de temas biológicos, las principales desarrolladas son: genómica, transcriptómica, proteómica, epigenética y metabolómica. La metabolómica se relaciona con el metabolismo (Jagrapudi, S. A., Kishan, K. R., 2009) y tiene como objetivo caracterizar el complemento de moléculas pequeñas de una muestra determinada e interrogar a las redes metabolómicas en condiciones normales y patológicas de manera cuantitativa y cualitativa (Barallobre-Barreiro, J., 2013). Estudia y cataloga metabolitos de fluidos corporales (Gupta, A., 2012); esto es porque los metabolitos son los productos finales de todos los procesos que se producen en las células y reflejan la adaptación de los sistemas biológicos y de los estados patológicos (Barallobre-Barreiro, J., 2013).

“Biomarcadores” es un acrónimo de “marcadores biológicos” y son características objetivas y cuantificables de los procesos biológicos (Downing, G., 2001); representan salud y bienestar de un paciente en estudio e indican el estado médico observado que puede medirse de forma precisa y reproducible (Strimbu, K., & Tavel, J. A., 2010).



A pesar de los diferentes métodos de clasificación y pronóstico, no hay una herramienta de pronóstico temprano o de progresión para PD, por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar un panel de múltiples biomarcadores para el diagnóstico temprano y de progresión del Pie Diabético.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, transversal y comparativo con voluntarios de la Clínica de Heridas del Hospital General de Querétaro. Se incluyeron en el estudio hombre y mujeres de manera voluntaria de 40-64 años con PD (GPD), con DM con control metabólico (GDM), y voluntarios sin ninguna enfermedad (GMR).

Toma de datos

Después de aceptar participar, se elaboró un expediente individual con área de datos personales, datos antropométricos, historial clínico, antecedentes gineco-obstétricos (mujeres), área de interconsultas, frecuencia de consumo de alimentos, recordatorio de 24 horas, exploración física de pies, evaluación sensorial de pies y clasificación en las escalas de Wagner y Universidad de Texas. Finalmente, se realizó una toma de muestra de sangre de 10 ml que después de ser centrifugada a 3000 rpm, se recolectó suero en tubos eppendorf de 200 μ l, se almacenaron de manera individual por voluntario a -20 °C hasta el momento de la elaboración del análisis.

Análisis metabólico

Por cada voluntario, en un tubo eppendorf de 2 ml se colocaron 80 μ l de suero de sangre, 200 μ l de cloroformo y 360 μ l de etanol. Posteriormente se colocaron en agitador tipo vórtex durante 60 segundos. Una vez agitado el tubo, se colocaron 200 μ l de cloroformo y 200 μ l de agua grado HPLC. Una vez añadidos, se volvió a agitar durante 60 segundos. Después de agitar los tubos, se colocaron en centrifugadora Hermle-Z323K a 4000 rpm durante 60 minutos con un control de temperatura de 4°C. Una vez terminada la centrifugación, se retiraron 150 μ l de la fase polar (parte superior) y 150 μ l de la fase apolar (parte inferior). Se colocaron en tubos eppendorf por separado y el resto se desechó.

Los sobrenadantes fueron concentrados a 43°C durante toda una noche mediante un SpeedBack de ThermoScientific®.

Una vez concentrada la muestra, se almacenó a -20°C. Se hizo una re-suspensión únicamente de las fases polares agregando 300 ml de metanol, se sonicaron por 10 minutos y luego se centrifugó por 10 minutos a 4000 rpm. Se tomaron 250 μ l y se colocaron en otro tubo eppendorf para posteriormente ser centrifugado a 12000 rpm por 10 minutos. Después, se tomaron 200 μ l para agregar al inserto y éste a los viales para el posterior estudio en el UPLC.

Las muestras se analizaron en un equipo de cromatografía líquida de ultra resolución (UPLC) acoplado a ionización por electrospray a presión atmosférica (ESI) y a un espectrometría de masas de cuadrupolo-tiempo de vuelo-cuadrupolo (qTOF MS/MS) de Vion y Waters. Se usó una columna BEH C18



(2.1x100mm, 1.7µl partícula). La temperatura de la columna fue de 35°C y la temperatura de la muestra de 10°C. Las condiciones de separación fueron: fase A: agua con 0.2% de ácido fórmico y 20 mM de formato de amonio y fase B: isopropanol: acetronilo (3:1 v/v) con 0.2% de ácido fórmico con 20 mM de formato de amonio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reclutó un total de 99 personas para la realización de este estudio, los datos antropométricos por grupo se mencionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características antropométricas separados por grupos (N=99)

| Variable antropométrica | GNR (N=30) | | GDM (N=11) | | GPD (N=58) | |
|-------------------------|----------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|
| | MEDIA | DESV STD | MEDIA | DESV STD | MEDIA | DESV STD |
| Edad (años) | 51.27 ± 5.12 | | 51.33 ± 6.95 | | 54.29 ± 5.14 | |
| Estatura (cm) | 159.67 ± 12.25 | | 162.86 ± 9.76 | | 160.52 ± 16.73 | |
| Peso (kg) | 73.73 ± 12.61 | | 73.74 ± 17.42 | | 74.87 ± 17.52 | |

La edad de los sujetos de estudio en esta investigación fue de 45 a 64 años de edad, rango de edad en la que según datos obtenidos del INEGI, es el rango de edad en donde la DM es la primer causa de muerte; además la ADA recomienda que para todas las personas, las primeras pruebas para diagnosticar DM comienzan a 45 años (ADA, 2018); finalmente literatura consultada mencionan que el PD es más frecuente en personas mayores de 45 años (Prieto-Gómez, B. et al, 2017).

Los análisis bioquímicos por grupo de estudio se muestran en la Tabla 2, información que continúa en la tabla 3, donde muestra la distribución de PD de acuerdo a la clasificación de Wagner. En esta tabla se juntan los grupos de estudio GDM y GPD, ya que el primero corresponde a la clasificación “0” y el segundo corresponde de “1-5” de dicha escala.

Tabla 2. Características de parámetros bioquímicos por grupos (N=99)

| Indicador bioquímico | GNR (N=30) | | GDM (N=11) | | GPD (N=58) | |
|-----------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| | MEDIA | DESV STD | MEDIA | DESV STD | MEDIA | DESV STD |
| H ₁ Ac (%) | 5.08 ± 0.53 | | 8.84 ± 1.77 | | 8.34 ± 2.38 | |
| Glucosa (mg/dl) | 92.13 ± 11.26 | | 216.45 ± 94.10 | | 163.45 ± 79.61 | |
| Urea (mg/dl) | 31.60 ± 7.03 | | 33.64 ± 8.86 | | 44.09 ± 19.42 | |
| Creatinina (mg/dl) | 0.97 ± 0.18 | | 0.95 ± 0.16 | | 1.33 ± 0.77 | |
| Ácido úrico (mg/dl) | 5.16 ± 1.64 | | 4.95 ± 1.41 | | 7.32 ± 2.15 | |
| Coolesterol (mg/dl) | 188.00 ± 36.57 | | 180.36 ± 36.09 | | 157.64 ± 45.11 | |
| Triglicéridos (mg/dl) | 122.83 ± 73.18 | | 141.45 ± 61.65 | | 162.60 ± 89.98 | |

Tabla 3. Distribución de personas con PD de acuerdo a la clasificación de Wagner (N=69)

| Escala | HOMBRES | MUJERES | TOTAL |
|----------|---------|---------|-------|
| Wagner 0 | 7 | 4 | 11 |
| Wagner 1 | 10 | 4 | 14 |
| Wagner 2 | 9 | 7 | 16 |
| Wagner 3 | 11 | 2 | 13 |
| Wagner 4 | 3 | 6 | 9 |
| Wagner 5 | 6 | 0 | 6 |
| TOTAL | | | 69 |

En este estudio se observó una prevalencia mayor de PD en los estadios de Wagner 2 y 3 a comparación de los demás, un estudio previo sugiere que el PD es más frecuente en el sexo masculino, esto puede estar relacionado a sus actividades diarias, en donde la fuerza y el roce ejercen presión para



provocar una lesión (Meng W. et al, 2017).

En la Tabla 4. Se muestran los diferentes parámetros bioquímicos de acuerdo a la clasificación de Wagner

Tabla 4. Características de los parámetros bioquímicos (de GEM y GPO) de acuerdo a los estadios de clasificación de Wagner (W=0-5)

| Indicador bioquímico | Wagner 0 (W=0) | | Wagner 1 (W=1) | | Wagner 2 (W=2) | | Wagner 3 (W=3) | | Wagner 4 (W=4) | | Wagner 5 (W=5) | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | MEQA | DEB/SO | MEQA | DEB/SO | MEQA | DEB/SO | MEQA | DEB/SO | MEQA | DEB/SO | MEQA | DEB/SO |
| HbA1c (%) | 5.8 ± 1.7 | 7.3 ± 1.5 | 6.5 ± 1.6 | 8.4 ± 1.6 | 7.4 ± 1.6 | 10.0 ± 1.3 | | | | | | |
| Glucosa (mg/dl) | 76.45 ± 34.0 | 173.4 ± 92.6 | 130.38 ± 68.9 | 170.65 ± 105.6 | 104.4 ± 55.7 | 144.7 ± 58.6 | | | | | | |
| Urea (mg/dl) | 11.4 ± 3.6 | 40.3 ± 24.2 | 40.7 ± 15.3 | 44.0 ± 22.0 | 40.2 ± 26.7 | 61 ± 30.6 | | | | | | |
| Creatinina (mg/dl) | 0.8 ± 0.5 | 1.1 ± 0.5 | 1.3 ± 0.2 | 1.4 ± 0.7 | 1.5 ± 0.5 | 1.8 ± 0.2 | | | | | | |
| Hemoglobina (mg/dl) | 4.9 ± 1.4 | 7.1 ± 3.1 | 6.0 ± 2.3 | 6.3 ± 3.0 | 7.3 ± 3.3 | 6.3 ± 1.9 | | | | | | |
| Cholesterol (mg/dl) | 108.36 ± 30.8 | 167.0 ± 52.0 | 154.4 ± 46.7 | 151.7 ± 110.2 | 153.3 ± 30.7 | 171.7 ± 30.6 | | | | | | |
| Triglicéridos (mg/dl) | 141.45 ± 61.6 | 194.6 ± 71.7 | 193.8 ± 136.7 | 170.7 ± 100.4 | 151.1 ± 40.4 | 153 ± 35.6 | | | | | | |

CONCLUSIONES

La prevalencia de PD es alta, principalmente en hombres, se sugiere que las concentraciones altas de triglicéridos están relacionadas con los diferentes estadios de PD.

LITERATURA CITADA

Barallobre-Barreiro, J., Chung, Y. L., & Mayr, M. (2013). La proteómica y la metabolómica: los mecanismos de la enfermedad cardiovascular y el descubrimiento de biomarcadores. *Revista Española de Cardiología*, 66(8), 657-661.

Boulton, A. J. M. (1996). The pathogenesis of diabetic foot problems: an overview. *Diabetic Medicine*, 13, S12-S16.

Downing, G. (2001). Biomarkers Definitions Working Group. Biomarkers and Surrogate Endpoints. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 69, 89-95.

Gupta, A., Dwivedi, M., Mahdi, A. A., Khetrpal, C. L., & Bhandari, M. (2012). Broad identification of bacterial type in urinary tract infection using 1H NMR spectroscopy. *Journal of proteome research*, 11(3), 1844-1854.

Jagarlapudi, S. A., & Kishan, K. R. (2009). Database systems for knowledge-based discovery. In *Chemogenomics* (pp. 159-172).

Lavery, L. A., Armstrong, D. G., & Harkless, L. B. (1996). Classification of diabetic foot wounds. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 35(6), 528-531.

Lipsky, B. A. (2004). Medical treatment of diabetic foot infections. *Clinical infectious diseases*, 39(Supplement_2), S104-S114.

Martínez-De Jesús, F. R. (2010). A checklist system to score healing progress of diabetic foot ulcers. *The international journal of lower extremity wounds*, 9(2), 74-83.

Martínez-De Jesús, F. R., González-Medina, M. F., Martínez-Mendiola, F. N., Jiménez Godínez, R., & Gutiérrez-Aguilar, P. (2012). Clasificación de San Elian para el seguimiento de las úlceras de pie diabético y su relevancia terapéutica. *Rev Latinoam Cir*, 2(1), 31-7.

Meng, W., Veluchamy, A., Hébert, H. L., Campbell, A., Colhoun, H. M., & Palmer, C. N. A. (2017). A genome-wide association study suggests that MAPK 14 is associated with diabetic foot ulcers. *British Journal of Dermatology*, 177(6), 1664-1670.

Mesa, M. G., Duarte, H. Á., Carretero, J. H., López, M. M. F., & Vilas, M. M. (2011). De Marco Formula effectiveness as an adjunctive therapy to prevent infected ischemic diabetic foot amputation and reduce plasma fibrinogen. *Journal of tissue viability*, 20(2), 67-72.



- Mora-Morales, E. (2014). Estado actual de la diabetes mellitus en el mundo. *Acta Médica Costarricense*, 56(2), 44-46.
- Muñoz, M., Albarrán Juan, M. E., & Lumbreras Marín, E. M. (2004). Revisión sobre el dolor neuropático en el síndrome del pie diabético. In *Anales de Medicina Interna* (Vol. 21, No. 9, pp. 50-55). Arán Ediciones, SL.
- Oyibo, S. O., Jude, E. B., Tarawneh, I., Nguyen, H. C., Harkless, L. B., & Boulton, A. J. (2001). A comparison of two diabetic foot ulcer classification systems: the Wagner and the University of Texas wound classification systems. *Diabetes care*, 24(1), 84-88.
- Prieto-Gómez, B., Aguirre-Castañeda, A., Saldaña-Lorenzo, J. A., del Ángel, L., Francisco, J., & Moya-Simarro, A. (2017). Síndrome metabólico y sus complicaciones: el pie diabético. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 60(4), 7-18.
- Reiber, G. E., Vileikyte A., Boyko, E. D., Del Aguila, M., Smith, D. G., Lavery, L. A., & Boulton, A. J. (1999). Causal pathways for incident lower-extremity ulcers in patients with diabetes from two settings. *Diabetes care*, 22(1), 157-162.
- Strimbu, K., & Tavel, J. A. (2010). What are biomarkers?. *Current Opinion in HIV and AIDS*, 5(6), 463.
- Song, X., Wang, J., Wang, P., Tian, N., Yang, M., & Kong, L. (2013). ¹H NMR-based metabolomics approach to evaluate the effect of Xue-Fu-Zhu-Yu decoction on hyperlipidemia rats induced by high-fat diet. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 78, 202-210.
- Zimmet, P., Alberti, M. M., George, K., & Serrano Ríos, M. (2005). Una nueva definición mundial del síndrome metabólico propuesta por la Federación Internacional de Diabetes: fundamento y resultados. *Revista española de cardiología*, 58(12), 1371-1376.



ESTUDIO PILOTO DE LA ASOCIACIÓN DE DENSIDAD MINERAL ÓSEA CON GLUCOSA Y HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN MUJERES DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO

Alvarez, N¹; Martínez-Peña, MG; Martínez-González, O; Ojeda-Navarro, LR; Caamaño-Pérez, MC; Aldrete-Tapia, JA².

¹Maestría en Nutrición Clínica Integral, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ ²Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de Prediabetes está aumentando a nivel mundial y los expertos han proyectado que más de 470 millones de personas tendrán Prediabetes para el 2030. Del 5-10% de personas al año con Prediabetes progresarán a Diabetes, con la misma proporción regresando a normogluemia (Tabak, 2012).

Los niveles elevados de glucemia en rangos de prediabetes, medidos por glucosa en ayuno, prueba de tolerancia a la glucosa o HbA1C pueden servir como predictores precisos y razonables de riesgo subsecuente de diabetes mellitus tipo 2 (James, 2011).

Para minimizar el riesgo de complicaciones asociadas con costos en cuidados de la salud, la detección temprana y el manejo de diabetes y prediabetes es imperativo. La diabetes tiene una fase pre-clínica asintomática que puede durar más de una década (Rosella, 2015).

El tratamiento de la Prediabetes está asociado con el retraso de la aparición de diabetes. La detección y tratamiento de la Prediabetes es la estrategia fundamental

para prevenir la diabetes (Mainous, 2016).

Los criterios para definir a la prediabetes son: Glucosa en plasma en ayuno (FPG) 100 mg/dL (5.6 mmol/L) a 125 mg/dL (6.9 mmol/L) (IFG) o 2-h Glucosa en plasma durante Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa 75-g (OGTT) 140 mg/dL (7.8 mmol/L) a 199 mg/dL (11.0 mmol/L) (IGT) o HbA1C 5.7–6.4% (39–47 mmol/mol)(ADA,2019).

La prevalencia de diabetes, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2012 se presentaron más de 347 millones de personas alrededor del mundo y ha aumentado a 422 millones de personas en el mundo para el 2016, 1.5 millones de las muertes son causadas por diabetes (OMS, 2016).

En México, la mortalidad por diabetes mellitus se ha incrementado constantemente desde 1998 hasta 2014, llegando hasta las 94,029 defunciones, y se posicionó como la causa número uno de mortalidad a nivel nacional, según datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Historia (INEGI) desde 2013 (INEGI, 2013).

La estructura ósea tiene que ser remodelada todo el tiempo, este proceso es controlado por la carga mecánica



diaria y por factores hormonales. Si existe pérdida pronunciada de masa ósea o una disminución en su remodelación, puede presentarse la osteoporosis (Zanchetta, 2001).

La densidad mineral ósea (DMO) es el contenido mineral óseo (CMO)/ área ósea (A) en g/cm. Los resultados de su medición se dan en 3 variables: CMO, A, DMO y nos muestra la medición de hueso, médula ósea y otros tejidos (Jauregui, 2014).

El 10% de pérdida de masa ósea en las vértebras puede duplicar el riesgo de fractura vertebral y el 10% de pérdida de masa ósea en la cadera puede resultar en un 2.5 veces más de riesgo de fractura de cadera (Klotzbuecher, 2000).

La hiperglucemia tiene efectos directos sobre las células óseas, particularmente en el osteoblasto y efectos indirectos al formar productos finales de la glicación avanzada (AGEs), también altera la formación de las fibras de colágeno lo cual reduce a su vez la formación de matriz extracelular proteica y la mineralización. “In vitro, los niveles elevados de glucemia estimulan o inhiben la proliferación osteoblástica en función de la fase del ciclo celular. La diferenciación de estas células se suprime especialmente, lo que se pone de manifiesto con el descenso en la producción de osteocalcina, del depósito de calcio y de la mineralización ósea” (García, 2012).

El colágeno tipo I se considera un factor determinante en la fuerza del hueso por ser un componente esencial de la matriz ósea. Los AGEs interfieren en la fuerza del hueso causada por el exceso de

entrecruzamiento de colágeno (Yamamoto, 2016).

Los efectos físicos de los AGEs en cuanto a fragilidad de hueso se encuentran más evidentes en pacientes con diabetes que en los pacientes sin diabetes (Saito, 2006).

Llevar a la práctica el estudio nos permitió evaluar la asociación de la densidad mineral ósea con la glucosa y la hemoglobina glucosilada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra se obtuvo de las mujeres que decidieron participar en el estudio, asistiendo a la Clínica Universitaria de Nutrición “Carlos Alcocer Cuarón” de mayo del 2018 a abril del 2019. Se incluyó a las mujeres que cumplían con los criterios de inclusión, aceptaron participar en el estudio y firmaron el consentimiento, el cual debía ser firmado voluntariamente.

Criterios de inclusión: Mujeres, edad de 35 años en adelante sin menopausia y vivir en el municipio de Querétaro.

Criterios de exclusión: Uso de insulina, uso de hipoglucemiantes orales, Diabetes Mellitus, Enfermedad renal, hipotiroidismo, hipertiroidismo, cáncer, enfermedad autoinmune (lupus, púrpura, esclerosis múltiple, artritis reumatoide, polimiositis, etc.), prótesis metálica en el cuerpo, marcapasos, consumo de suplementos vitamínicos, histerectomía total o parcial, Índice de masa corporal (IMC) $>40 \text{ kg/cm}^2$, menopausia, residencia fuera del municipio de Querétaro.



Criterios de eliminación: Que no concluya con las evaluaciones dentro del proyecto.

Se realizó la aplicación de instrumentos para indagar sobre datos personales, antecedentes heredofamiliares, antecedentes patológicos y no patológicos y de estilo de vida.

Se realizaron mediciones antropométricas como:

peso corporal por medio de báscula de brazo marca SECA.

Estatura con un estadímetro marca SECA.

Circunferencia de cintura con una cinta métrica metálica marca ROSSCRAFT.

Circunferencia de cadera con una cinta métrica metálica marca ROSSCRAFT.

Se realizaron mediciones de densidad mineral ósea y composición corporal:

Estudio de densitometría ósea (DXA) de columna lumbar y cadera izquierda, para determinar la DMO, con un equipo marca HOLOGIC, modelo Discovery Wi.

Estudio de composición corporal por medio de absorciometría dual de rayos-X (DXA) para obtener % grasa y masa muscular, con un equipo marca HOLOGIC, modelo Discovery Wi.

Se realizaron mediciones bioquímicas: Toma de muestra de sangre en ayuno de 8-10 horas.

Se realizó una química sanguínea de 4 elementos

Hemoglobina glucosilada (HbA1c)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente estudio se incluyen 30 pacientes, mujeres mayores de 35 años y

sin presentar menopausia, se invitó a participar en la radio, hospitales, escuelas y redes sociales, pero se tuvo poca respuesta ya que se pedía una cuota de recuperación de \$300.00 pesos.

La edad media de las mujeres participantes fue de 44.3 años. El 80% de las mujeres presentaron una glucosa normal mientras que el 20% la tuvieron alterada. Entre el 6.7-13.3% de las mujeres presentaron DMO baja en por lo menos un lugar medido (columna o cadera) y fue más frecuente en columna total con un 13.3%.

El IMC promedio en las mujeres fue de 26.7 kg/m², esto nos indica que la población presenta una tendencia al sobrepeso, el IMC elevado un factor de riesgo para presentar glucosa alterada (Molist, 2006).

La circunferencia de cintura promedio de 87.7 cm nos indica acumulación anormal de grasa abdominal y visceral que incrementa la resistencia a la insulina, representa un riesgo metabólico y cardiovascular elevado (Díaz, 2017).

El 40% de las mujeres presenta peso normal por categoría de IMC, mientras que el 36.6% presenta sobrepeso y el 23.4% presenta obesidad.

Cabe destacar que el % de grasa corporal por IMC en la categoría de Obesidad presenta 42.5% de grasa, la categoría de sobrepeso se encuentra elevado, en rango de obesidad ($\geq 38\%$) con 39.3%, de acuerdo a los criterios de Baumgartner, 1998.

Al dividir por categoría de DMO, se observa que la glucosa promedio de 93.7 mg/dL es más elevada en el grupo con



DMO normal que la glucosa promedio de 81.5 del grupo con DMO baja.

La cintura promedio de los resultados descriptivos por categoría de glucosa, muestra que la circunferencia de cintura en el grupo con glucosa normal es de 85.2 cm, y esta es menor que la encontrada en el grupo con prediabetes con una cintura promedio de 95.1 cm. La circunferencia de cintura está relacionada positivamente con la glucosa (Tao, 2017)

El IMC se encontró en rango de Obesidad grado I con 31.0 kg/m^2 en el grupo de mujeres con prediabetes y en rango de sobrepeso con 26.6 kg/m^2 en el grupo de mujeres con glucosa normal.

Se encontraron asociaciones significativas positivas entre Glucosa con DMO de cuello femoral (0.427) y cadera total (0.444), también se encontró asociación positiva entre masa muscular y DMO de cuello femoral (0.474) y el IMC se asoció positivamente con las 3 mediciones de DMO: cuello femoral, cadera total y columna total, con una significancia $p < 0.05$.

CONCLUSIONES

Hace falta hacer más pruebas estadísticas para determinar asociaciones que no pudieron calcularse por el tamaño reducido de la muestra.

Contrario a lo encontrado por otros autores, en la población de estudio se encontró una asociación positiva de glucosa con DMO (García, 2012; Yamamoto, 2016).

Está demostrado que la hiperglucemia afecta negativamente la formación ósea y

por lo tanto la DMO por acúmulo de AGEs (García, 2012).

Los resultados encontrados con asociación positiva entre glucosa en mujeres con prediabetes y DMO, pueden deberse a que se tiene poco tiempo con hiperglucemia y aun no se ve afectada la remodelación ósea.

LITERATURA CITADA

American Diabetes Association (2019) 2. Classification and diagnosis of diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes—2019*. Diabetes Care. 42(Suppl. 1):S13–S28.

Díaz, O., Hernández, J., Domínguez, E. et al. (2017) Valor de la circunferencia de la cintura como predictor de disglucemia. *Revista Cubana de Endocrinología*. 28:1.

García, A., Muñoz, M. (2012). Diabetes mellitus tipo 2 y Osteoporosis. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 4 (1); 5-6.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>

James, C., McKeever, K., Rolka, DB. et al. (2011) Implications of alternative definitions of Prediabetes for Prevalence in U.S. Adults. *Diabetes Care*. 34:387-391.

Jauregui, E. (2014) Valores de referencia de la densidad mineral ósea por densitometría tipo DXA en una población adulta sana de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.

Klotzbuecher, C., Ross, P., Landsman, P., Abbott, T., Berger, M. (2000). Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *Journal of bone and mineral research*, 721.

Mainous, AG., Tanner, RJ., Jo, A. et al. (2016) Prevalence of Prediabetes and abdominal Obesity among healthy-weight adults: 18 year



thread. *Annals of family medicine*, 14(4), 304-310.

Molist, N., Jimeno, J., Franch, J. et al. Correlation between the various measurements of obesity and the degree or resistance of insulin (2006) *Atención Primaria*.37:30-36.

OMS. (2016). *Infographic Diabetes*. Obtenido de www.who.int/diabetes/global-report

Rosella, LC., Lebenbaum, M., Fitzpatrick, T. et al. (2015) Prevalence of Prediabetes and Undiagnosed Diabetes in Canada (2007-2011) According to fasting plasma glucose and HgA1C Screening criteria. *Diabetes Care*. 38:1299-1305. Saito, M., Fujii, K., Mori, Y., Marumo, K.

(2006). Role of Collagen enzymatic and glycation induced cross-links as a determinant of bone quality in spontaneously diabetic WBN/Kob rats. *Osteoporosis International*;17(10) 14-23.

Tabak, AG., Herder, C., Rathmann, W. et al. (2012) Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *The Lancet*. 379(9833) 2279-2290. Yamamoto, M, Sugimoto, T. (2016). Advanced Glycation End Products, Diabetes, and Bone Strength. *Current Osteoporosis Report*, 14(16) 320-326.

Zanchetta, J., Talbot, J. (2001). *Osteoporosis. Fisiopatología, Diagnóstico, Prevención y Tratamiento*. Buenos Aires: Panamericana.



DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE OBESIDAD DIRIGIDA A ADOLESCENTES.

Arriaga Flores A., Ronquillo González D, Moreno Celis U, Terán Gómez OA, Anaya Loyola MA.

Especialidad en Nutrición Activación Física y Salud, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias S/N. Juriquilla, Querétaro, Qro, 76230.

INTRODUCCIÓN

La obesidad se define como un estado patológico que se caracteriza por un exceso o acumulación excesiva de grasa. Las cifras de obesidad en México son alarmantes y cada vez tenemos a una población más joven con obesidad. La prevalencia de Sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes, de 5 a 19 años, a nivel mundial ha aumentado, del 4% en 1975 a más del 18% en 2016. Este aumento ha sido similar en ambos sexos: un 18% de niñas y un 19% de niños con sobrepeso en 2016 (OMS, 2016). Se ha observado un aumento acelerado de los niveles de Obesidad en la población infantil y adolescente en países de ingresos medianos y bajos, en cambio en países de altos ingresos se ha ralentizado o estancado el aumento de las tasas (OMS, 2016).

En el 2016 se reportó que en México el 36.3% de los niños de 12 a 19 años tiene sobrepeso u obesidad, en el 2012 la cifra era de 34.9%. En mujeres adolescentes, se observó un aumento del 2.7 puntos porcentuales en sobrepeso, alcanzando un nivel de 26.4%. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en mujeres adolescentes fue de 39.2. En hombres adolescentes se presenta una reducción, de 34.1% a 33.5% en

prevalencia combinada. (Hernández, 2016) Para la pérdida de kilogramos de grasa se recomienda realizar actividad física y una correcta alimentación, antes que optar por otras opciones como cirugías o medicamentos, ya que de esta forma la grasa corporal será utilizada por medio de vías metabólicas para producción de energía y aportando beneficios a la salud.

El Sistema Nacional de Salud a través de estrategias como programas de salud, buscan aumentar la actividad física en la población, ya que esta tiene diversos beneficios a la salud como el control de peso, prevención de enfermedades. La OMS define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, lo que incluye actividades realizadas al trabajar, jugar, realizar labores del hogar, traslados en movimiento, actividades recreativas y más.

Parte de las estrategias para combatir la Obesidad son los mejores hábitos alimenticios y el aumento en la actividad física. La actividad física adecuada tendrá además otros beneficios en los jóvenes además de mantener un peso saludable, como el desarrollo de un aparato locomotor y cardiovascular más



sano, control del sistema neuromuscular, y efectos psicológicos como el control de la ansiedad y la depresión (OMS, 2019).

Para los niños de 5 a 17 años las actividades recomendadas por la OMS consisten en juegos, deportes, desplazamientos, actividades recreativas, educación física o ejercicios programados, en el contexto de la familia, la escuela o actividades comunitarias. Las recomendaciones son las siguientes (OMS, 2019):

Mínimo 60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa

La actividad física por un tiempo superior a 60 minutos diarios reportara un beneficio aún mayor para a salud.

La actividad física diaria debería ser, en su mayor parte, aeróbica. Convendría incorporar, como mínimo 3 veces por semana, actividades vigorosas que refuercen, en particular, los músculos y huesos.

Recomendaciones a reserva de alguna indicación médica que aconseje lo contrario.

Siempre que sea posible los jóvenes con discapacidad deberán seguir también dichas recomendaciones.

En caso de niños inactivos se recomienda aumento progresivo de la actividad para alcanzar finalmente el objetivo indicado. La etapa de la adolescencia implica un periodo importante de crecimiento y cambios corporales, para el adolescente es motivante conocer que una mejor composición corporal (menor grasa) y una mejor alimentación le permitirán

crecer y gozar de una buena salud para realizar sus actividades.

Las nuevas tecnologías están transformando la sociedad actual, las tecnologías de la información y la comunicación están en todas partes (Coronado y col., 2009) por ello permiten un nuevo tipo de abordaje para la educación en temas de salud, ya que permite que más personas tengan acceso a conocimientos que le ayuden a mejorar o preservar la salud, por tal motivo el presente trabajo se centra en el desarrollo de una herramienta informática para promover la actividad física y la prevención de la obesidad en adolescentes. Este trabajo es uno de los módulos que formaran parte de una aplicación donde se busca ayudar a prevenir y tratar la Obesidad en la población de nivel socioeconómico bajo-medio.

Los adolescentes usan el celular fácilmente, y se comunican por medio de redes sociales, la idea es que esta aplicación permita que compartan información y que lleguen a profesionales de la salud capacitados para brindar información más personalizada.

Las aplicaciones que tratan de ejercicio o hábitos, marcan comúnmente rutinas y recomendaciones muy generalizadas, algunas rutinas de ejercicio son de alto impacto, elevada intensidad, y no toman en cuenta a los usuarios principiantes, lo cual puede ocasionar un daño a la salud, pues cada individuo que tenga acceso a esta información tiene diferentes capacidades y nivel de salud. Lo que se busca con esta aplicación es dar



información y crear una guía que oriente hacia que sería mejor hacer, y como cambiar y mejorar algunos hábitos presentes, guiar a los usuarios a tener conocimiento de términos generales y recomendaciones generales que los motiven a buscar ayuda profesional y hacer cambios personales apoyados de su comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó bibliografía acerca del tema usando las palabras clave (ingles/español) actividad física, ejercicio, obesidad, adolescentes, sobrepeso, salud, en las bases de datos PUBMED y Scielo.

Para la creación de la propuesta de material se utilizaron los programas computacionales Microsoft Office (Power point, Publisher), Canva online y Powtoon.

Criterios para el diseño de la herramienta: se tomó en cuenta un lenguaje dirigido a adolescentes, e información sencilla y fácil de entender. Todas las actividades presentes son inclusivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Módulo: Actividad física y Nutrición en Niños: Guía para el desarrollo de la aplicación para prevención de obesidad enfocada en la promoción de la actividad física y la nutrición en Adolescentes de 12 a 18 años. Objetivo: Promover la actividad física y los buenos hábitos de alimentación en adolescentes.

Las siguientes actividades están basadas en la literatura citada acerca de los temas a tratar.

Actividad 1. ¿Qué es la obesidad?



Objetivo: Que se dé a conocer que es la obesidad y su diagnóstico. Desarrollo: Video animado (duración de 1 minuto) que muestre la siguiente información. Dos adolescentes que se pregunten que es la obesidad y porque se habla tanto de ella. Luego una imágenes y texto que digan el significado. Los dos adolescentes se preguntan ahora ¿Cómo saber si tienen obesidad? Imagen de lo que es el IMC y como se diagnostica obesidad según la OMS (2017) para los adolescentes. Actividad 2. Conociendo como esta mi peso.

Figura 2. Actividad 2 Conociendo como esta mi peso



Conociendo si tengo Obesidad.

1. Introduce tus datos

| | |
|--|---|
| Fecha de nacimiento ____ / ____ / ____ Día / mes / año | <p style="text-align: center;">RESULTADO:</p> <p>Tu peso es <u>elevado</u> para tu edad y estatura. Considera que en esta etapa tu estatura aún aumentara. Mejora tus hábitos de ejercicio y alimentación.</p> |
| Peso: kg | |
| Estatura: cm | |

Objetivo: Que el adolescente identifique como se encuentra su peso: bajo, adecuado o elevado. **Desarrollo:** Aplicación con formula de IMC, que se introduzca Edad, Peso y estatura. Se considerará la tabla de IMC de la OMS (2017). *Nota:* si se desconocen dichos datos tomarlos con algún estadímetro y bascula al alcance o acudir a un centro de salud o consultorio médico.

Actividad 3. Ejercicio/deporte

EJERCICIO O DEPORTE

Coloca las actividades en donde creas que correspondan.

Andar en bici

Entrenar ciclismo

Ganar/correr con el perro

Ir comprando a algún lugar

Clases de natación

Jugar futbol con mis amigos

Entrenar en un equipo de futbol

Clase de educación física

Entrenar algún otro

BERIDO

DEPORTE

Objetivo: Identificar cuáles son actividades que se consideran como ejercicio o y cuales como deporte. **Desarrollo:** Colocar en cada cuadro que actividad pertenece a ejercicio y cual a un deporte. Las opciones serán: andar en bicicleta, jugar futbol con mis amigos, clase de educación física, entrenar básquet bol, entrenar futbol, correr con mi perro, entrenar ciclismo, entrenar algún otro deporte, caminar, ir al gimnasio.

Actividad 4. ¿Cuál es tu nivel de Actividad física? (IPAQ)

Objetivo: Conocer el nivel de actividad física de acuerdo al IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física). **Desarrollo:** se realizará el cuestionario IPAQ con cada una de las preguntas que éste lleva, y al finalizar se dará el resultado de nivel de actividad física con una recomendación: Bajo – tu actividad física no es suficiente, aumenta tus actividades en movimiento para obtener los beneficios del ejercicio. Moderado – lo estás haciendo bien, prueba con algún deporte o actividad diaria para continuar así. Alto – excelente, recuerda los beneficios de estar en movimiento y no lo dejes.





Actividad 5. Video: realiza actividad con tu familia y amigos

Objetivo: Motivar a realizar actividades ya sea con familia o amigos. Desarrollo: Video con duración de 1 minuto. Tratará de realizar actividades en compañía de otros para que la actividad no resulte aburrida, y fomentar que los otros compartan también ese tiempo de moverse.

Actividad 6. Mitos y realidades ¿qué puedo hacer con mi alimentación?

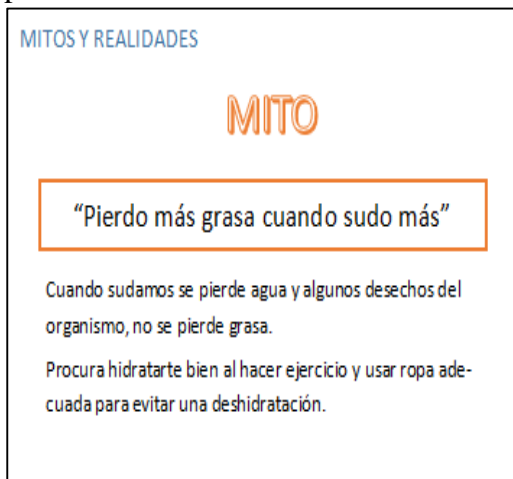


Figura 5. Actividad 6: Mitos y realidades.

Objetivo: Dar a conocer en forma de mitos y realidades que pueden hacer con su alimentación para prevenir y tratar la obesidad. Desarrollo: Video con los siguientes mitos: pierdo más grasa cuando sudo más, si estoy a dieta no es importante hacer ejercicio para la pérdida de peso, una persona con diabetes no debe hacer ejercicio, es mejor comer alimentos que dicen ser

“light”, si dejo de cenar o desayunar voy a bajar de peso, comer mejor es más caro, el refresco light es mejor; realidades: hacer ejercicio mantiene mi masa muscular en buen estado, debo tomar una cantidad de agua extra al hacer ejercicio, hacer cosas como caminar, cargar cosas, subir escaleras son actividad física, debe haber un equilibrio entre lo que comemos y cuanta energía ocupamos en las actividades que realizamos. Y al final poner la siguiente Nota: consultar a un nutriólogo para más información.

Actividad 7. Recordatorios de la aplicación

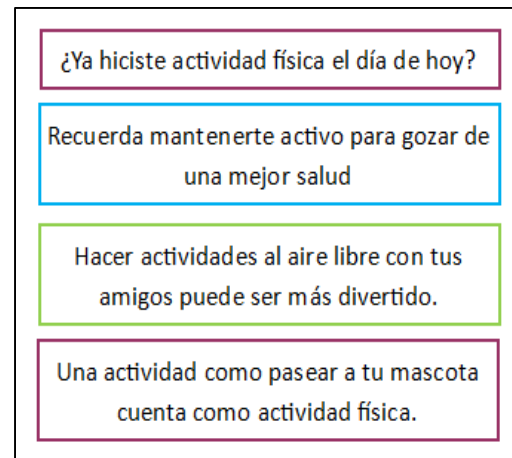


Figura 6. Actividad 7: Recordatorios en la aplicación.

Objetivo: Recordar y motivar a realizar una actividad física diariamente. Desarrollo: notificaciones en la aplicación que le pregunten al usuario si ya realizo actividad física o ejercicio ese día. Y Notificaciones con frases que lo motiven a realizarla.

Las actividades propuestas pretenden impulsar a que los usuarios mejoren sus hábitos. Es necesario crear un piloto con el conjunto de las actividades e



información para evaluar que se debe cambiar en la herramienta o que mejorar para su efectividad.

CONCLUSIONES

El presente trabajo logro el desarrollo de una guía educativa para el control de peso en adolescentes por medio del desarrollo de material didáctico que podrá incorporarse a una aplicación móvil que fomente la actividad física como estrategia para prevenir la obesidad en este grupo etario.

LITERATURA CITADA

OMS. (2017). Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva. 2017, de OMS Sitio web: <http://apps.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>

OMS. (2017). La obesidad entre los niños y los adolescentes se ha multiplicado por 10 en los cuatro últimos decenios. 2017, de OMS Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/detail/11-10-2017-tenfold-increase-in->

[childhood-and-adolescent-obesity-in-four-decades-new-study-by-imperial-college-london-and-who](#)

Hernández M. (2016) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016: Resultados ponderados. [Presentación] Instituto Nacional de Salud Pública.

Instituto Nacional de Salud Pública (2016) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 Informe Final de Resultados. Disponible desde: http://oment.uanl.mx/wp-content/uploads/2016/12/ensanut_mc_2016-310oct.pdf

Shamah-Levy y col. (2018). Sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en México, actualización de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. Salud Pública de México (60) 244-253.

Fernández y col. (2011) Sobrepeso y obesidad en menores de 20 años de edad en México. Boletín Médico del Hospital Infantil de México.

Coronado y col. (2009) Nuevas tecnologías y su uso en educación, Linguagem, educação e virtualidade, (4) 69-91

Carrera Y. (2017) Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Revista de Enfermería del trab



INFLUENCIA DEL CRONOTIPO SOBRE MARCADORES DE ESFUERZO FÍSICO Y CIRCADIANOS EN TEST DE BRUCE EN JÓVENES UNIVERSITARIOS

Avalos-Pichardo, H. E.¹, Martínez-Matehuala, F.³, Sarabia-Orozco, J. R.⁴, Pérez-Mendoza, M.²

¹ Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ² Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. De las Ciencias s/n; Juriquilla Querétaro, México, C.P. 76230, Tels: (442) 192-1200, Ext. 5301.

³ Unidad de Biomecánica, del Instituto de Neurobiología de la UNAM, Campus Juriquilla, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla Querétaro, México, C. P. 76230, Tel: (442) 192-6120. ⁴ Instituto del Corazón de Querétaro, Hospital H+, Prolongación Priv. Ignacio Zaragoza 16-B2 Col. Centro, Querétaro, México, C. P. 76000, Tel: (442) 216-2745.

INTRODUCCIÓN

Los ritmos circadianos son un patrón regular de fluctuación presente en procesos fisiológicos y conductuales como el ciclo de actividad-descanso, la alimentación, la reproducción; con un periodo cercano a las 24 hrs. Se ha descrito que esta ritmicidad se debe a un reloj interno, que se le conoce como marcapasos central o reloj circadiano, el cual se encuentra en el hipotálamo, específicamente en el núcleo supraquiasmático (NSQ) (Czeisler, 1986). Dicho reloj circadiano está dividido en dos secciones: el reloj maestro ubicado en el NSQ y los relojes periféricos en los tejidos, como el hígado, musculo esquelético, etc. El reloj maestro tiene la función de un cronometro en todo el cuerpo, de esta manera íntegra y sincroniza los relojes periféricos mediante la regularización de vías neuronales y endocrinas, como el sistema nervioso simpático y la

señalización de glucocorticoides; siendo la luz el principal factor de sincronización para el NSQ (Schibler, 2003; Shibata, 2004).

El reloj circadiano humano se compone de fotorreceptores y vías de entrada que reciben y transmiten información del periodo luz-oscuridad, convirtiéndose en potenciales de acción resultando en la síntesis y secreción de la melatonina en ausencia de luz, y en la inhibición de la liberación de la misma en presencia de luz (Vela-Bueno, 2007; Irina, 2003, Arendt, 1998). La melatonina es una hormona que participa activamente en la regulación del reloj circadiano transmitiendo la información del ciclo luz-oscuridad diario a todos los tejidos del cuerpo, y su ritmo endógeno puede indicar la fase o la hora del reloj biológico (Irina & Tucci, 2003; Cardinali & Pévet, 1998). En dicho sistema interviene otra hormona con ritmicidad circadiana. La melatonina y el cortisol tienen fases opuestas, es decir, el pico nocturno de melatonina coincide con el



valle del ritmo de cortisol y viceversa. El cortisol es el glucocorticoide más importante en los seres humanos, y es producido en el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. El eje HHA se activa por la hormona adrenocorticotrofina (ACTH) secretada a nivel hipofisario al ser estimulada por la hormona liberadora de la corticotrofina (CRH) y de la arginina vasopresina (AVP) a nivel central (hipotálamo), para finalizar con la secreción de cortisol en la glándula suprarrenal (Maidana, 2013). Los niveles de cortisol aumentan rápidamente en las primeras horas antes del despertar, preparando al cuerpo para estar plenamente activo al levantarse (Natale, 2008).

Debido a la maquinaria del ritmo circadiano, los individuos tienen una preferencia circadiana para realizar diferentes actividades, como la hora de dormir, hora de levantarse, la hora para hacer ejercicio; también llamado cronotipo. De los cuales se conocen tres clasificaciones: los que duermen temprano y se levantan temprano, llamados madrugadores (matutinos; alondras), los que se duermen tarde y se levantan tarde, llamados tranochadores (nocturnos; búhos) y los llamados intermedios, que son más flexibles entre sus horarios para dormir y levantarse (Pérez, 2006; Natale, 2008).

El ejercicio físico es un factor estresante que activa los sistemas hormonales y puede inducir cambios agudos en las concentraciones de hormonas anabólicas como la testosterona y hormonas catabólicas como el cortisol, dependiendo de la duración total de

ejercicio (Gatti and De Palo, 2011; Filaire, 2001). La testosterona es una hormona esteroide androgénica secretada por los testículos en los hombres y los ovarios en las mujeres y, en cantidades adicionales son contribuidas por la corteza suprarrenal y por la conversión periférica de hormonas precursoras adrenocorticales. Y el cortisol, como se mencionó anteriormente, es una hormona glucocorticoide secretada por la corteza suprarrenal en respuesta al estrés físico y psicológico; ambas han sido utilizadas como marcadores de esfuerzo físico en sesiones de actividad física ya que mostró marcadas variaciones en relación con el tipo de ejercicio realizado, el género, la aptitud física de los sujetos y algunas diferencias también pueden observarse entre el entrenamiento y la competencia (Gatti, 2011; Elloumi, 2003).

La capacidad cardíaca se evalúa por medio de pruebas de ejercicio graduadas que determinan la cantidad máxima de trabajo físico sostenido que un individuo puede realizar. Una prueba de esfuerzo gradual es útil para crear prescripciones de ejercicio individualizadas y poder así mejorar la salud y la aptitud cardíaca (Fletcher, 2013; Guazzi, 2012). Debido a necesidades personales y académicas, el tiempo para hacer ejercicio es a menudo corto, y se programa temprano en la mañana o a última hora por la tarde. Se debe tomar en cuenta los intervalos de alta intensidad y el patrón distinto entre la resistencia y el ejercicio intermitente. Estos factores conspiran para provocar perturbaciones psicológicas y



fisiológicas en la homeostasis relativas, pero no limitadas, a los sistemas muscular, endocrino e inmune. Por lo tanto el propósito de esta investigación fue evaluar la influencia de la preferencia circadiana sobre marcadores de esfuerzo físico y circadianos en test de Bruce en periodos matutino/vespertino en jóvenes universitarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los participantes fueron 30 estudiantes hombres de la Universidad Autónoma de Querétaro entre 18 y 30 años de edad, sin tabaquismo, físicamente activos y con un porcentaje de grasa adecuado según *American College of Sport Medicine* (2005). Se les invito a participar entregándoles por escrito el consentimiento informado con la finalidad de que estén enterados de los procesos e intervenciones que se realizaran a lo largo de este proyecto. Una vez que aceptaron participar, se determinó el cronotipo utilizando el cuestionario de *Horne y Östberg* (1979), clasificándolos en: madrugadores (alondra) con una puntuación > 59 ; trasnochadores (búho) con una puntuación < 41 e intermedio con puntuación entre 42 – 58. Se eligieron 10 participantes por cada cronotipo. Se obtuvieron los datos antropométricos de estatura, circunferencia de cadera, circunferencia de cintura; siguiendo los estándares de la OMS. Para el análisis de composición corporal se utilizó la técnica de impedancia bioeléctrica con el SECA® mBCA 525 (Alemania). Obtención de muestras salivares

Se obtuvo la muestra salival en un periodo de descanso, a las 3 horas GMT; indicándole al participante depositar la muestra de manera directa en un tubo Vacutainer (6ml) y utilizando Parafilm como goma de mascar estimulando la secreción de saliva. Posteriormente, a cada participante se le realizó una prueba de esfuerzo en banda con el protocolo de Bruce en dos periodos del día, por la mañana (7 horas GMT) y por la tarde (16 horas GMT), en días diferentes; y se obtuvo una muestra salival antes y al término de la prueba, indicándole al participante depositar la muestra de saliva directamente en un tubo Vacutainer (6ml) y utilizando Parafilm como goma de mascar estimulando la secreción de saliva.

Prueba de esfuerzo (test de Bruce)

Se realizó una prueba de esfuerzo en banda bajo el protocolo de Bruce, en etapas de tres minutos, con un incremento de carga tanto en velocidad como en la pendiente de la banda. El participante estuvo monitorizado en todo momento mediante un electrocardiograma y utilizando el 85% de su frecuencia cardiaca como indicador de esfuerzo máximo. Se analizaron los METS y la carga final como resultado de la prueba de esfuerzo.

Determinación cuantitativa de testosterona, cortisol y melatonina

Se determinó mediante un inmunoensayo enzimático sobre fase sólida, utilizando un Kit de ELISA (saliva) con número de catálogo AB154996 para la determinación de cortisol, Kit de ELISA (saliva) con número de catálogo AB178655 para la



determinación de testosterona y Kit de ELISA (saliva) con número de catálogo AB213978 para la determinación de melatonina.

Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA de una vía para analizar las medias de los METS y la carga final en relación con el cronotipo. Se realizó un ANOVA de dos vías para comparar las medias de testosterona, cortisol y melatonina con el test de Bruce matutino y vespertino, y la preferencia circadiana. Se evaluó mediante una correlación la asociación de las posibles co-variables con la concentración de testosterona, cortisol y melatonina. Posteriormente, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) entre las mismas variables para comparar las diferencias

entre grupos después de ajustar por covariables. Se consideró una significancia estadística de $p < .05$ utilizando el programa estadístico GraphPad Prism 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los resultados preliminares del proyecto, se encontró que en la prueba de esfuerzo vespertina, los participantes con cronotipo trasnochador alcanzaron el 85% de su frecuencia cardiaca máxima antes que los participantes con cronotipo madrugador e intermedio, presentando un menor tiempo de carga final (Figura 1). Sin embargo no presenta una diferencia estadísticamente significativa.

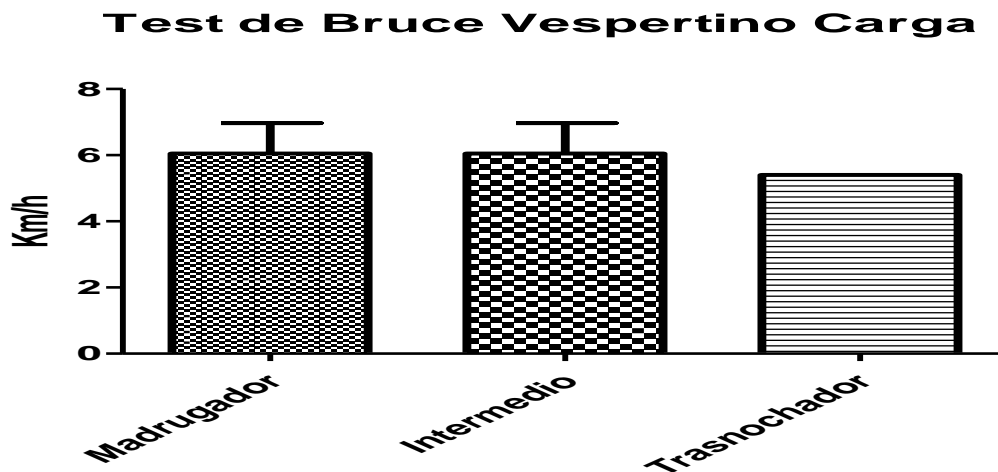


Figura 1. Relación del cronotipo con la carga final (km/h) en la prueba de esfuerzo.

Por otro lado, los METS finales utilizados durante la prueba de esfuerzo de los participantes de las tres clasificaciones de cronotipo no

mostraron variaciones significativas, pese a que los trasnochadores resistieron menor carga durante la prueba.

Test de Bruce vespertino METS

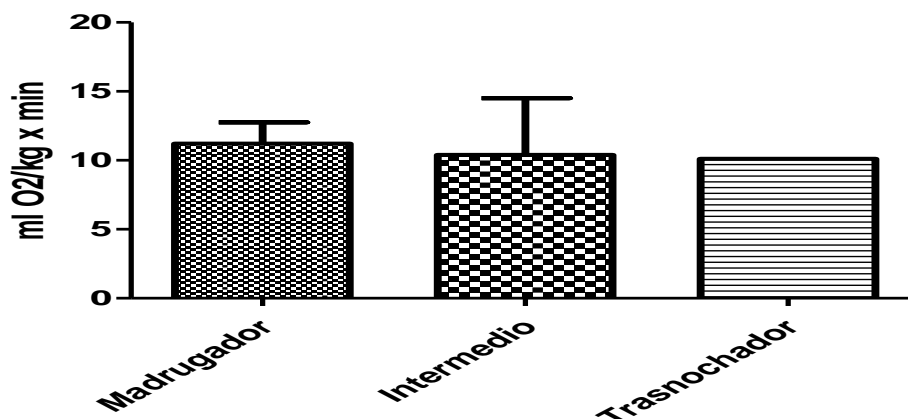


Figura 2. Relación del cronotipo con los METS finales (ml O₂/kg x min) en la prueba de esfuerzo.

CONCLUSIONES

No se observaron diferencias significativas en los resultados de la relación de la carga final y METS con los cronotipos en la prueba de esfuerzo vespertina, pero si una tendencia en un menor tiempo de carga final por parte del cronotipo trasnochador. Se necesita complementar los resultados con la prueba de esfuerzo matutina y la cuantificación de las hormonas testosterona, cortisol y melatonina para tener un panorama más claro acerca de la influencia del cronotipo en el esfuerzo físico.

LITERATURA CITADA

Aguilar Cordero, M. J., A. M. Sánchez López, N. Mur Villar, I. García García, M. A. Rodríguez López, A. Ortegón Piñero, and E. Cortes Castell. 2014. Cortisol salival como indicador de estrés fisiológico en niños y adultos; revisión sistemática. *Nutr. Hosp.* 29:960–968. doi:10.3305/nh.2014.29.5.7273.

Arendt, J. 1998. Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Rev. Reprod.* 3:13–22. doi:10.1530/ror.0.0030013. Available from: <http://www.reproduction-online.org/lookup/doi/10.1530/ror.0.0030013>

Bonato, M., A. La Torre, M. Saresella, I. Marventano, G. Merati, and J. A. Vitale. 2017. Salivary cortisol concentration after high-intensity interval exercise: Time of day and chronotype effect. *Chronobiol. Int.* 34:698–707. doi:10.1080/07420528.2017.1311336. Available from: <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1311336>

Brainard, G. C., A. J. Lewy, M. Menaker, R. H. Fredrickson, L. S. Miller, R. G. Weleber, V. Cassone, and D. Hudson. 1988. Dose-response relationship between light irradiance and the suppression of plasma melatonin in human volunteers. *Brain Res.* 454:212–218. doi:10.1016/0006-8993(88)90820-7.

Cardinali, D. P., and P. Pévet. 1998. Basic aspects of melatonin action. *Sleep Med. Rev.* 2:175–190. doi:10.1016/S1087-0792(98)90020-X.

Cermakian, N., and P. Sassone-Corsi. 2002. Environmental stimulus perception and control



- of circadian clocks. *Curr. Opin. Neurobiol.* 12:359–365. doi:10.1016/S0959-4388(02)00347-1.
- Czeisler, C., J. Allan, S. Strogatz, J. Ronda, R. Sanchez, C. Rios, W. Freitag, G. Richardson, and R. Kronauer. 1986. Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. *Science* (80-.). 233:667–671. doi:10.1126/science.3726555. Available from: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.3726555>
- Elloumi, M., F. Maso, O. Michaux, A. Robert, and G. Lac. 2003. Behaviour of saliva cortisol [C], testosterone [T] and the T/C ratio during a rugby match and during the post-competition recovery days. *Eur. J. Appl. Physiol.* 90:23–28. doi:10.1007/s00421-003-0868-5.
- Filaire, E., X. Bernain, M. Sagnol, and G. Lac. 2001. Preliminary results on mood state, salivary testosterone: Cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur. J. Appl. Physiol.* 86:179–184. doi:10.1007/s004210100512.
- Garde, A. H., and Å. M. Hansen. 2005. Long-term stability of salivary cortisol. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 65:433–436. doi:10.1080/00365510510025773. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00365510510025773>
- Gatti, R., and E. F. De Palo. 2011. An update: Salivary hormones and physical exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 21:157–169. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01252.x.
- Gro, M. 2008. Current Status of Salivary Hormone Analysis *CONTENT* : 1769:1759–1769. doi:10.1373/clinchem.2008.108910.
- Irina V. Zhdanova MD, P., and V. Tucci. 2003. Melatonin, circadian rhythms, and sleep. *Curr. Treat. Options Neurol.* 5:225–229. doi:10.1056/NEJM200010123431510.
- Maidana, P., O. D. Bruno, and V. Mesch. 2013. [A critical analysis of cortisol measurements: an update]. *Medicina (B. Aires).* 73:579–84. Available from:
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24356273>
- Moreira, A., F. Arsati, Y. B. de Oliveira Lima Arsati, D. A. da Silva, and V. C. de Araújo. 2009. Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.* 106:25–30. doi:10.1007/s00421-009-0984-y.
- Morineau, G., A. Boudi, A. Barka, M. Gourmelen, F. Degeilh, N. Hardy, A. Al-Halnak, H. Soliman, J. P. Gosling, R. Julien, J. Brerault, P. Boudou, P. Aubert, J. Villette, A. Pruna, H. Galons, and J. Fiet. 1997. Radioimmunoassay of cortisone in serum, urine, and saliva to, assess the status of the cortisol-cortisone shuttle. *Clin. Chem.* 43:1397–1407.
- Natale, V., D. Ballardini, R. Schumann, C. Mencarelli, and V. Magelli. 2008. Morningness-eveningness preference and eating disorders. *Pers. Individ. Dif.* 45:549–553. doi:10.1016/j.paid.2008.06.014.
- Pérez, I., C. Talero, R. González, and M. C. 2006. Ritmos circadianos de sueño y rendimiento académico en estudiantes de medicina. *Rev. ciencias la salud.* 4:147–157. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56209916>
- Rimmele, U., B. C. Zellweger, B. Marti, R. Seiler, C. Mohiyeddini, U. Ehlert, and M. Heinrichs. 2007. Trained men show lower cortisol, heart rate and psychological responses to psychosocial stress compared with untrained men. *Psychoneuroendocrinology.* 32:627–635. doi:10.1016/j.psyneuen.2007.04.005.
- Tsai, M. L., M. H. Ko, C. K. Chang, K. M. Chou, and S. H. Fang. 2011. Impact of intense training and rapid weight changes on salivary parameters in elite female Taekwondo athletes. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 21:758–764. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01099.x.
- V, D. S., D. A. Jha, and D. M. . B. 2016. The Diagnostic Applications Of Saliva- A Review Diagnostic Applications Of Saliva. *IOSR J. Dent. Med. Sci.* 15:96–101. doi:10.9790/0853-15090996101. Available from: <http://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol15-Issue9/Version-9/Q15090996101.pdf>



- Valladares, M., B. Campos, C. Zapata, S. Durán Agüero, A. María Obregón, and C. Obesidad Jóvenes. 2016. Trabajo Original Obesidad y síndrome metabólico Asociación entre cronotipo y obesidad en jóvenes Association between chronotype and obesity in young people. *Nutr Hosp.* 3333:1336–1339. doi:10.20960/nh.792. Available from: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.792>
- Vela-Bueno, A., S. Olavarrieta-Bernardino, J. Fernández-Mendoza, and A. Aguirre-Berrocal. 2007. Melatonin, Sleep, and Sleep Disorders. *Sleep Med. Clin.* 2:303–312. doi:10.1016/j.jsmc.2007.03.007.
- Walsh, N. P., J. C. Montague, N. Callow, and A. V. Rowlands. 2004. Saliva flow rate, total protein concentration and osmolality as potential markers of whole body hydration status during progressive acute dehydration in humans. *Arch. Oral Biol.* 49:149–154. doi:10.1016/j.archoralbio.2003.08.001.
- Wood, P. 2009. Salivary steroid assays - research or routine? *Ann. Clin. Biochem.* 46:183–196. doi:10.1258/acb.2008.008208.
- Wright, H. R., and L. C. Lack. 2001. Effect of light wavelength on suppression and phase delay of the melatonin rhythm. *Chronobiol. Int.* 18:801–808. doi:10.1081/CBI-100107515.
- Yu, J. H., C. H. Yun, J. H. Ahn, S. Suh, H. J. Cho, S. K. Lee, H. J. Yoo, J. A. Seo, S. G. Kim, K. M. Choi, S. H. Baik, D. S. Choi, C. Shin, and N. H. Kim. 2015. Evening chronotype is associated with metabolic disorders and body composition in middle-aged adults. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 100:1494–1502. doi:10.1210/jc.2014-3754.



SUBPRODUCTO DE JUGO DE BETABEL COMO FUENTE DE ANTIOXIDANTES Y FIBRA

Ayala Tirado, RA¹; Pérez Ramírez, IF²; Gaytán Martínez, M²; Curiel Cervantes, V¹; Anaya Loyola, MA¹

¹Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias S/N. Juriquilla, Querétaro 76230, México. ²Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, C.U., Cerro de las campanas S/N, Querétaro 76010, México.

INTRODUCCIÓN

Recientemente, un vegetal que ha despertado el interés científico debido a su actividad biológica y usos vastos como alimento funcional es el batebel (*beta vulgaris rubra*). El cual contiene compuestos bioactivos de interés como: betalaínas, nitratos, flavonoides y polifenoles. Como fuente de betalaínas, diversos estudios demuestran que estas sustancias fitoquímicas tienen una alta capacidad antioxidante y antiinflamatoria. De esta manera, el betabel se está contemplando como un tratamiento terapéutico adjunto a patologías relacionadas con el estrés oxidativo y la inflamación crónica. Así como, para mejorar la salud y el rendimiento físico en actividades deportivas (Clements *et al.*, 2014; Clifford *et al.*, 2015; Rahimi *et al.*, 2018).

A nivel industrial se generan una gran cantidad de residuos orgánicos, provenientes principalmente del procesamiento de las frutas y vegetales; estos subproductos (15-30%) incluyen la pulpa y cáscara, siendo principalmente desechados. Sin embargo, este residuo inicialmente considerado como un problema ambiental es una fuente de

compuestos bioactivos y de fibra que podrían tener un beneficio potencial para la salud humana (Vulić *et al.*, 2014).

En cuanto al subproducto generado de la elaboración de jugo de betabel, el cual incluye la pulpa y cáscara. Costa *et al.*, en 2017 reportan que contiene compuestos nutricionales como fibra soluble e insoluble y además lo postulan como fuente de compuestos bioactivos: betalaínas y polifenoles. Asimismo, Shyamala y Jamuna (2010) identificaron que este remanente aporta algunos minerales como hierro, calcio, fósforo y vitamina C. Bajo este contexto, los desechos del procesamiento de betabel pueden utilizarse como una alternativa para general suplementos, ingredientes funcionales y nutraceúticos, con un alto valor nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima y preparación del polvo de subproducto de betabel. Los betabeles fueron lavados, pelados y sometidos al proceso de extracción del jugo. Posteriormente, se recolectaron los remanentes de la pulpa y las cáscaras del vegetal. Este subproducto permaneció en congelación a -20 °C durante tres meses hasta su secado por aire forzado en un deshidratador de alimentos a 50 °C



durante 24 h. El subproducto se pulverizó utilizando un molino de café y se homogenizó a través de un tamiz con un tamaño de partícula de 425 micras. Las muestras secas y pulverizadas fueron almacenadas en recipientes herméticos a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, protegiéndolos de la luz y el oxígeno para minimizar su oxidación.

Caracterización del subproducto de betabel en polvo. La caracterización química del subproducto de betabel se realizó por triplicado e incluyó: humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra soluble e insoluble de acuerdo a la AOAC (2000). La humedad se determinó mediante secado en estufa a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 h. El contenido de cenizas se realizó en una mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h. La proteína total fue determinada por el método de Kjeldahl utilizando un factor de conversión de 6.25. El contenido de grasa se evaluó en un extractor Soxhlet. Las fibras solubles e insolubles fueron determinadas mediante el método enzimático gravimétrico y el contenido de carbohidratos se calculó por diferencia.

Capacidad de absorción de agua (CAA) y aceite (CAa) del subproducto de betabel en polvo. Se utilizó la metodología descrita por Sathe y Salunke (1981) aplicando la siguiente fórmula: $CAA, CAa = \frac{(\text{peso del tubo} + \text{sedimento}) - (\text{peso del tubo} + \text{peso de muestra})}{\text{peso de muestra}}$

Contenido de betalainas. Se realizó una extracción acuosa mediante la metodología descrita por Costa *et al.*, 2017 y el contenido de betacianinas y betaxantinas usando la metodología

descrita por Castellanos-Santiago y Yahia (2008), mediante la absorbancia de los extractos de betalaínas a 538 y 483 nm en un espectrofotómetro.

Contenido de polifenoles. Se utilizó el procedimiento descrito por Hassan *et al.*, (2011). Este extracto se usó también para la cuantificación de flavonoides totales. La cantidad de polifenoles totales en los extractos se determinó espectrofotométricamente de acuerdo con el método de Folin-Ciocalteu modificado (Singleton *et al.*, 1998).

Contenido de flavonoides. Se determinaron usando la metodología descrita por Zhishen *et al.* (1999). El contenido total de flavonoides se expresa como mg de equivalentes de rutina (RE) por g de extracto de subproducto seco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal del subproducto de betabel. Respecto al análisis proximal del subproducto de betabel en polvo, mediante el proceso de deshidratación aplicado se logró disminuir la humedad a un porcentaje de 4%, lo cual es importante debido a que se reduce la actividad microbiana, se extiende la vida útil del subproducto y está reportado que los compuestos de betalaínas son estables cuando el contenido de agua se reduce, por lo que se mitiga su degradación (Azeredo, 2009). Además, se concentra la cantidad de nutrientes y permite una mayor cantidad de subproducto almacenado en un espacio reducido. También se encontró que exhibe una baja cantidad de lípidos (0.30 %), lo cual lo hace menos propenso a



sufrir el proceso de oxidación (Costa *et al.*, 2017). En cuanto a la cantidad de proteína cuantificada (12.15%), encontramos que esta es mayor en comparación con lo reportado para subproductos de zanahoria (6.21%), manzana (3.12%) y naranja (8.42%) (Sudha *et al.*, 2007; Figuerola *et al.*, 2005). Para el contenido de cenizas se obtuvo un porcentaje de 4.7%, mayor contenido que subproductos de manzana (0.56%-3.9%), naranja (2.6%-3.1%), mango (4.2%), piña (4.5%) y guayaba (2.5%) (Figuerola *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2012).

Referente al contenido de fibra total, se obtuvo un 64.44%, dicho valor está dentro de lo reportado por Shyamala y Jamuna en 2010 (60.86%) y Costa *et al.*,

en 2017 (65.22%) para subproducto de betabel. Este resultado es debido a las partes del vegetal que contenía el subproducto, es decir, restos de la pulpa y cascara; componentes destacados por su contenido en fibra (Costa *et al.*, 2017). La cantidad de fibra insoluble fue dos veces mayor a la de fibra soluble, siendo de suma relevancia debido a los diversos efectos asociados a su consumo como: mejorar el perfil de lípidos (reduciendo los niveles de triglicéridos y colesterol total y aumentando la concentración de colesterol HDL), reducción de la respuesta glucémica e insulinémica, mejora del tránsito intestinal y un efecto de saciedad tras su ingesta (Jie *et al.*, 2000; Hsu *et al.*, 2006; Rebolledo *et al.*, 2016).

Tabla 1. Composición proximal del subproducto de betabel en polvo

| Constituyente | Contenido (g/100g) |
|--|---------------------------|
| Humedad | 4.00±0.55 |
| Carbohidratos | 14.41±0.17 |
| Proteína | 12.15±0.02 |
| Grasa | 0.30±0.05 |
| Cenizas | 4.7 ± 0.18 |
| Fibra dietética total (FDT) | 64.44± 0.40 |
| Fibra dietética insoluble (FDI) | 42.34± 0.11 |
| Fibra dietética soluble (FDS) | 22.10± 0.07 |

Determinación de betalainas, polifenoles y flavonoides. En cuanto a las

determinaciones de antioxidantes en los extractos obtenidos a partir del



subproducto de betabel, en la Tabla 2 podemos observar que el compuesto bioactivo encontrado en mayor cantidad corresponde a polifenoles, seguido de betalaínas y flavonoides. Comparando estos resultados con los encontrados por Vulic *et al.*, (2012), en donde determinaron el contenido de betalaínas (0.75-3.75 mg/g) en extractos obtenidos de diferentes variedades de subproducto de betabel, los obtenidos en este trabajo (0.77 mg/g) se encuentran dentro del rango reportado por dichos autores. En

otro estudio realizado por Costa *et al.*, (2017) obtienen una concentración mayor de betalaínas (80 mg/g), al optimizar las condiciones de secado del subproducto. Es importante mencionar que el contenido de betalaínas cambia de acuerdo a la variedad utilizada de la hortaliza (Azeredo, 2009). Además, estos resultados son afectados por la temperatura a la cual fue secado el subproducto, ya que las altas temperaturas degradan los compuestos (Gokhale y Lele, 2014).

Tabla 2. Contenido de betalaínas totales, polifenoles y flavonoides en los extractos de subproducto de betabel en polvo.

| Antioxidante (mg/g) | En este trabajo | Vulić <i>et al.</i>, (2012) | Costa <i>et al.</i>, (2017) |
|--------------------------------|----------------------------|--|--|
| Betalaínas totales | 0.77 | 0.75-3.75 | 80 |
| <i>Betacianinas</i> | 0.54 | 0.46-1.99 | |
| <i>Betaxantinas</i> | 0.23 | 0.29-1.76 | |
| Polifenoles | 2.84 | 1.87-11.98 | *N/D |
| Flavonoides | 0.37 | *N/D | *N/D |

*N/D: no determinado

Determinación de capacidad de absorción de agua (CAA) y capacidad de absorción de aceite (CAa). El polvo de subproducto de betabel presento una CAA (9.7 g de agua/ g de polvo) similar con lo reportado por Costa *et al.*, (2017) de 10.17 g de agua/g de polvo de betabel. Fue semejante con lo encontrado en polvos obtenidos a partir de otros subproductos, como el de manzana (8.39

g de agua/ g de polvo) (Sudha *et al.*, 2007) y naranja (8.71 g de agua/ g de polvo) (Crizel *et al.*, 2014). La CAA nos indica que este polvo puede ser utilizado como emulsionante, texturizante y para evitar la sinéresis en productos alimenticios. Referente a la CAa se obtuvo un resultado similar a lo informado por Costa *et al.*, (2017) con valores de 3.35 g de aceite/ g de polvo de



subproducto de betabel. En comparación con lo reportado por Martínez *et al.*, (2012) para residuos de mango (1.6 g de aceite/ g de polvo), fruta de la pasión (0.9

g de aceite/ g de polvo), piña y guayaba (0.7 g de aceite/ g de polvo), los hallados en este trabajo fueron mayores (2.9 g de aceite/ g de polvo) (Tabla 3).

Tabla 3. Capacidad de absorción de agua (CAA) y aceite (CAa)

| | CAA | CAa |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| Polvo de subproducto de betabel | 9.7 g de agua/ g de polvo | 2.9 g de aceite/ g de polvo |
| Costa et al., (2017) | 10.17 g de agua/ g de polvo | 3.35 g de aceite/ g de polvo |

CONCLUSIONES

Mediante un proceso simple de secado y molido es posible obtener un polvo de subproducto de jugo de betabel con un bajo porcentaje de humedad, características nutricionales de valor: proteínas, minerales y fibra dietética, cantidades apreciables de antioxidantes y propiedades funcionales de retención de agua y aceite. Con base en los resultados obtenidos, esta materia tiene aplicaciones potenciales como un ingrediente funcional y sustentable que puede ser incorporado en la formulación de alimentos como sustituto de grasas o en el desarrollo de productos alimenticios con baja densidad calórica como: geles, bebidas y yogures.

LITERATURA CITADA

Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Agriculture Chemists (2000).
 Azeredo, H. M. (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability—a review.

International journal of food science and technology, 44(12), 2365-2376.

Castellanos-Santiago, E., y Yahia, E. M. (2008). Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5758-5764.

Clifford, T., Howatson, G., West, D., y Stevenson, E. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), 2801-2822.

Crizel, T. D. M., Araujo, R. R. D., Rios, A. D. O., Rech, R., y Flôres, S. H. (2014). Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Science and Technology*, 34(2), 332-340.

Dalla Costa, A. P., Hermes, V. S., de Oliveira Rios, A., y Flôres, S. H. (2017). Minimally processed beetroot waste as an alternative source to obtain functional ingredients. *Journal of food science and technology*, 54(7), 2050-2058.

Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., y Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3), 395-401.

Hsu, P. K., Chien, P. J., Chen, C. H., y Chau, C. F. (2006). Carrot insoluble fiber-rich fraction



- lowers lipid and cholesterol absorption in hamsters. *LWT-Food Science and Technology*, 39(4), 338-343.
- Jie, Z., Bang-yao, L., Ming-Jie, X., Hai-wei, L., Zu-kang, Z., Ting-song, W., y Craig, S. A. (2000). Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *The American journal of clinical nutrition*, 72(6), 1503-1509.
- Kumar, S., Sharma, S., y Vasudeva, N. (2017). Review on antioxidants and evaluation procedures. *Chinese journal of integrative medicine*, 1-12.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., y Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food chemistry*, 135(3), 1520-1526.
- Ninfali, P., y Angelino, D. (2013). Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and rubra. *Fitoterapia*, 89, 188-199.
- Rahimi, P., Abedimanesh, S., Mesbah-Namin, S. A., y Ostadrahimi, A. (2018). Betalains, the nature-inspired pigments, in health and diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1-30.
- Rebello, C. J., O'neil, C. E., y Greenway, F. L. (2015). Dietary fiber and satiety: the effects of oats on satiety. *Nutrition reviews*, 74(2), 131-147.
- Shyamala, B. N., y Jamuna, P. (2010). Nutritional Content and Antioxidant Properties of Pulp Waste from *Daucus carota* and *Beta vulgaris*. *Malaysian journal of nutrition*, 16(3).
- Singleton, V. L., Orthofer, R., y Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.
- Sudha, M. L., Baskaran, V., y Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food chemistry*, 104(2), 686-692.
- Vulić, J. J., Čebović, T. N., Čanadanović-Brunet, J. M., Četković, G. S., Čanadanović, V. M., Djilas, S. M., y Šaponjac, V. T. T. (2014). In vivo and in vitro antioxidant effects of beetroot pomace extracts. *Journal of Functional Foods*, 6, 168-175.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., y Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.



SOBREPESO, OBESIDAD Y CONDUCTAS ALIMENTARIAS DE RIESGO EN ADOLESCENTES DE SANTIAGO DE QUERÉTARO, MÉXICO.

¹Bajeca Serrano, RF; ¹Reyes Rocha, BL; ²Dávila Esquivel, FJ; ¹Elton Puente, JE; ¹Rangel Peniche, DB; ¹Ojeda Navarro, LR.

Maestría en Nutrición Clínica Integral; ¹Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales; ²Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Medicina.

INTRODUCCIÓN

En México, la problemática de sobrepeso, obesidad y conductas alimentarias de riesgo (CAR) en jóvenes ha ido en aumento, de acuerdo con las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición (ENSANUT). La última prevalencia nacional reportada de sobrepeso y obesidad es de 22.4% (18.5% hombres; 26.4% mujeres) y 13.9% (15.0% hombres; 12.8% mujeres), respectivamente (Shamah-Levy et al., 2016). Tal incremento se ha relacionado con el balance positivo de energía a raíz del estilo de vida de los adolescentes, enfatizado hacia la alimentación y actividad física, caracterizado por un consumo y disponibilidad de alimentos con alto valor calórico y bebidas azucaradas, así como la presencia de sedentarismo (Rivera et al, 2013).

Actualmente los trastornos alimentarios y de la ingestión de alimentos son considerados un serio problema de salud pública en la población de jóvenes. Durante la etapa de la adolescencia y adultez temprana es común que los jóvenes adopten CAR, en especial las mujeres. Las CAR son manifestaciones, conductas y actitudes, de menor

frecuencia e intensidad a las presentadas en la anorexia, bulimia o trastorno de atracones (Unikel-Santoncini et al., 2017; Altamirano et al., 2011). Su frecuencia en adolescentes a nivel nacional ha ido en aumento, desde un 0.8% en 2006 hasta 1.3% en 2012 (Barriguete-Meléndez et al., 2009; Gutiérrez et al., 2012).

Si bien, este tipo de situaciones de salud eran considerados propios de países desarrollados y se presentaban mayormente en mujeres jóvenes de clase alta (Unikel & Caballero, 2010), hoy en día tras múltiples investigaciones, se han encontrado casos y porcentajes considerables de actitudes y conductas alimentarias de riesgo en diversas partes del mundo, así como en países de América Latina (Mancilla-Díaz et al., 2010).

Las críticas y acoso por parte de los adolescentes sin sobrepeso u obesidad hacia los adolescentes que sí lo presentan, son propiciadas por la connotación que en la actualidad se le da a la figura corporal (Hernangómez, 2018). Por ello, se ha tornado bien visto ante los ojos de la sociedad el llevar acabo CAR como restricción de alimentos o realizar ejercicio en exceso, ambas situaciones con el fin de disminuir



el peso corporal, normalizando hasta cierto grado este tipo de conductas dañinas, sin tener claro hasta qué punto deben considerarse saludables (Unikel & Caballero, 2010).

Lumbreras et al (2009) y Unikel-Santocini et al (2017) han encontrado una correlación entre sobrepeso, obesidad y conductas alimentarias de riesgo, a mayor índice de masa corporal mayor riesgo de adoptar prácticas alimentarias no saludables para el control de peso corporal, en el caso de sobrepeso el riesgo aumenta 1.5% y obesidad 3.3%. Por ello, es importante describir la presencia de sobrepeso, obesidad y CAR en adolescentes de preparatorias privadas y públicas del municipio de Santiago de Querétaro, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo y transversal, no probabilístico. Se incluyó a adolescentes de sexo indistinto, de 14 a 19 años, de escuelas preparatorias privadas y públicas que aceptaron participar en el estudio. Se tomaron datos de peso, talla, y se calculó el Puntaje Z para clasificar el Índice de Masa Corporal para la Edad de acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud. Para la medición de las CAR se aplicó el Cuestionario Breve de Conductas Alimentarias de Riesgo validado para la población de estudio, el cual consta de 10 preguntas con respuestas tipo Linkert, cuya sumatoria categoriza a los adolescentes en: sin riesgo, con riesgo moderado o con riesgo severo. El estudio se apegó al reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación. El

análisis de datos se llevó a cabo en el paquete estadístico SPSS v23.0.1.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Participaron 140 (37.1% hombres; 62.9% mujeres) y 133 (65.4% hombres; 34.6% mujeres) adolescentes de escuelas privadas y públicas respectivamente. El 19.9% (12.2% hombres; 24.1% mujeres) y 11.9% (18.4% hombres; 8.0% mujeres) de los adolescentes de escuelas privadas presentaron sobrepeso y obesidad respectivamente; en el caso de las escuelas públicas el 26.3% (29.9% hombres; 19.6% mujeres) presentó sobrepeso y el 7.5% (8.0% hombres; 6.5% mujeres) obesidad. Aunado a esto la proporción de delgadez en las escuelas privadas fue de 1.5% (2.0% hombres; 1.1% mujeres) y en las públicas de 3.8% (4.6% hombres; 2.2% mujeres). Los datos encontrados respecto a sobrepeso y obesidad tanto en escuelas privadas como públicas de la presente investigación difieren a los reportados por las ENSANUT MC 2016, ya que la prevalencia nacional para sobrepeso fue de 22.4% (18.5% hombres; 26.4% mujeres) y obesidad 13.9% (15.0% hombres; 12.8% mujeres) (Barriguete-Meléndez et al., 2009), siendo estas cifras mayores a las encontradas en la población de estudio.

En los adolescentes de escuelas privadas la frecuencia de conductas alimentarias de riesgo de tipo moderado fue de 24.3% (19.2% hombres; 27.3% mujeres) y de tipo severo 15.0% (13.5% hombres; 15.9% mujeres). En ambas categorías las frecuencias fueron inferiores en los adolescentes de escuelas públicas ya que



las conductas alimentarias de tipo moderado y severo fueron de 18.8% (21.8% hombres; 13.0% mujeres) y 12.8% (13.0% hombres; 13.0% mujeres) respectivamente. En contraste por lo reportado por Aguilera & Millán (2006), donde hubo una menor proporción de CAR de tipo moderada con un 4% (2.0% hombres; 6.0% mujeres) y severa 0.3% (0.0% hombres; 0.5% mujeres), así como una mayor frecuencia en adolescentes de escuelas públicas (Aguilera & Millán, 2006). El resultado de CAR en mujeres de escuelas privadas en la población de estudio (43.2%) es mayor a lo reportado por Cristancho et al (2015), en donde se encontró que el 13% de mujeres de 10-16 años presentaban CAR.

CONCLUSIÓN

Tanto el sobrepeso, obesidad como la presencia de conductas alimentarias de riesgo, son problemas que conforme han pasado los años han ido en aumento en la población de adolescentes. Por ello es importante el llevar a cabo estrategias de promoción y prevención de salud en este grupo de población enfocados en la adopción de un estilo de vida saludable, ya que se conoce que las conductas adoptadas durante la adolescencia tienden a perdurar durante la vida adulta, logrando así un bienestar físico y mental en los jóvenes y futuros adultos.

LITERATURA CITADA

Aguilera, M. & Millán, F. (2006). Mapa nutricio y riesgo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes de la ciudad de Querétaro, Qro., México. *Rev Salud Publica Nutr*, 7(1).

Altamirano, M., Vizmano, B. & Unikel C. (2011). Continuo de conductas alimentarias de riesgo en adolescentes de México. *Rev Panam Salud Publica*, 30(5); pp. 401-7.

Barriguete-Meléndez J, Unikel-Santoncini C, Aguilar-Salinas C, Córdoba-Villalobos JA, Shamah T, Barquera SD, Rivera JA, Hernández-Ávila M. (2009). Prevalencia de conductas alimentarias anormales de adolescentes en México (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT 2006). *Salud Publica Mex*, 51(4).

Cristancho, P; López, S. & Liévano, M. (2015). Conductas alimentarias de riesgo en estudiantes de 10-16 años de un colegio privado, Chia, Colombia. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 8(1), pp. 17-26.

Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, I. Romero-Martínez, M., Hernández-Ávila, M., (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX).

Hernangómez Criado, L. (2018). Apego y Trastornos Alimentarios: Implicaciones para la Intervención Psicoterapéutica. *Revista de Psicoterapia*, 29(111), 69-92.

Lumbreras, I., Moctezuma, M., Dosamantes, L.; Medina, M., Cervantes, M., López, M., & Mendez, P. (2009). Estilo de vida y riesgos para la salud en estudiantes universitarios: hallazgos para la prevención. *Revista digital universitaria UNAM*, 10(2).

Mancilla-Díaz, Juan M., Lameiras-Fernández, María, Vázquez-Arévalo, Rosalía, Álvarez-Rayón, Georgina, Franco-Paredes, Karina, López-Aguilar, Xochitl, & Ocampo Téllez-Girón, María T. (2010). Influencias socioculturales y conductas alimentarias no saludables en hombres y mujeres de España y México. *Revista mexicana de trastornos alimentarios*, 1(1), pp. 36-47.

Rivera, D., Hernández, M., Aguilar, C., Vadillo, F. & Murayama, C. (2013). Obesidad en México: recomendaciones para una política de estado. México: Universidad Nacional Autónoma de México.



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Shamah-Levy, T., Cuevas-Nasu, L., Gaona-Pineda, E., Gómez-Acosta, L., Morales-Ruán, M., Hernández-Ávila, M. & Rivera-Dommarco, J. (2018). Sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en México actualización de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Salud Publica Mex*, 60, pp. 244-253.

Unikel, C. & Caballero, A., (2010). *Guía de Práctica Clínica para Trastornos de la Conducta*

Alimentaria. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz. México.

Unikel, C., Díaz de León C. & Rivera, J. (2017) *Conductas alimentarias de riesgo y factores de riesgo asociados: desarrollo y validación de instrumentos de medición*. Primera edición. México: Universidad Autónoma Metropolitana, pp: 11-15.



SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO COMERCIAL POR DOS ESPECIES VEGETALES EN CONEJOS EN ENGORDA Y EL EFECTO EN LA MORFOLOGÍA INTESTINAL

Baños Figueroa M¹, Delis Hechavarría EA², Gómez Soto JG¹, Torres Pacheco I², Castillo Heredia L¹, Reis de Souza TC¹, Aguilera Barreyro A¹, Escobar García K¹, Aranda Vargas PJ¹.

¹Área Cunicola (ARCUN-UAQ), Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ²Doctorado en Ingeniería en Biosistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Los conejos son los animales con excelente capacidad de producción de carne en relación a su peso ya que pueden transformar en carne el 20% de las proteínas que consumen, y presentan interés zootécnico ya que son prolíficos y presentan períodos de gestación y lactancia cortos (Lleonart et al., 1980), por lo que es una especie pecuaria que puede abonar a la seguridad alimentaria de nuestro país, pero se debe considerar que el costo de la alimentación en conejos corresponde de un 65% (Méndez, 2006) a un 70-80% (Mateos et al., 1993 a, b) de los costos totales de producción, por lo que es necesario diseñar estrategias que permitan reducir estos costos sin afectar las características morfológicas y productivas. Las prácticas de alimentación en cunicultura en México son muy variadas, y frecuentemente empíricas, sobre todo a nivel de producción familiar o de traspatio. El conejo es un herbívoro que debe consumir elevadas cantidades de forraje, siendo esta otra característica que para productores de recursos limitados es atractiva, ya que se puede hacer uso de

ingredientes alternativos (forrajes cultivados y silvestres, esquilmos agrícolas, subproductos industriales, etc.) (SAGARPA, 2015). Dihigo et al. (2001) menciona que el sistema de alimentación y los ingredientes (en especial el contenido de fibra, celulosa, pectina y lignina) pueden afectar la morfología y fisiología del tracto gastrointestinal (TGI). La altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas intestinales son representaciones directas del entorno intestinal y pueden utilizarse como indicadores de la salud intestinal. En mamíferos, una disminución de éstas puede asociarse a una reducción en la absorción de nutrientes, predisponiendo el intestino a trastornos funcionales y afectando los parámetros productivos (Buddle y Bolton, 1992; Jia et al., 2010). Considerando que en México el 80% de las unidades de producción cunicolas son de traspatio (SPC, 2012), es necesario evaluar qué sucede a nivel de la morfología intestinal cuando se hacen sustituciones de alimento comercial por forrajes que pueden ser producidos por los productores, como lo es la acelga y el forraje verde hidropónico de cebada



(FVH), ya que es una práctica común en nuestro país el alimentar conejos con AC y otros vegetales al mismo tiempo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la morfología intestinal al finalizar la etapa de engorda en conejos alimentados con AC y la sustitución de éste por acelga y FVH en diferentes porcentajes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la granja IDGREEN localizada en el municipio de Corregidora, Querétaro. Se emplearon 28 conejos recién destetados (31 días de edad) de la raza Nueva Zelanda y se asignaron 4 de estos gazapos a cada uno de los tratamientos experimentales (Tx) durante la etapa de engorda (6 semanas) que consistieron en: alimentación basada exclusivamente en alimento comercial (TxAC) y sustitución del alimento comercial estimado (en base a parámetros de la unidad de producción) que consumirían semanalmente en un 30% por acelga (Tx30A) cortada a los 30 días de sembrada y por forraje verde hidropónico de cebada (FVH, Tx30F) cortado a los 11 días de cultivado, sustitución del alimento comercial en un 50% por acelga (Tx50A) y por FVH (Tx50F) y alimentación exclusiva con acelga (Tx100A) y exclusiva con FVH (Tx100F). Durante el período experimental los conejos tuvieron libre acceso al agua y a la acelga y FVH que sustituiría al alimento comercial.

Al día 42 de engorda, los conejos se transportaron en las condiciones indicadas en la NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los

animales de laboratorio (DOF, 2001), teniendo un tiempo de recorrido de 50 minutos hasta el taller de matanza del Área Cunicola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ) que se encuentra en Amazcala, El Marqués.

La insensibilización de los conejos se hizo mediante el método físico de dislocación cervical (NOM-062-ZOO-1999; DOF, 2001) y posteriormente se realizó el desangrado cortando las yugulares y carótidas como lo indica la NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte de los animales domésticos y silvestres (DOF, 2015).

Se cortaron porciones de 10 cm de largo de duodeno, yeyuno y ciego, las cuáles fueron incididas longitudinalmente sobre la unión mesentérica y fueron enjuagadas con solución salina para posteriormente conservarse en formol 10% neutralizado (Nabuurs et al., 1993). 48 horas posteriores a la colecta de las porciones intestinales, se hicieron cortes histológicos de 5 micrómetros de espesor y se realizó la inclusión en parafina. Los cortes histológicos se tiñeron con hematoxilina-eosina para ser observados en un microscopio óptico a 10X, realizando 10 mediciones por laminilla (Nabuurs et al., 1993) con el programa ISC Capture, determinando el promedio de altura y anchura de las vellosidades (del ápice hasta la base de las vellosidades) de duodeno (ALVD y AnVD, respectivamente) y yeyuno (ALVY y AnVY, respectivamente), y el promedio de la profundidad de criptas (de la base de la vellosidad hasta el fondo



de la cripta) de duodeno (PCD), yeyuno (PCY) y ciego (PCCi) (Reis et al., 2005). Los datos obtenidos se analizaron según un modelo completamente aleatorizado con el software estadístico SAS (2008), realizando la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980) con un nivel de significancia (P) de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ancho de vellosidades de duodeno y yeyuno, así como la PCCi no se afectaron por el nivel de sustitución del AC por acelga y FVH en sus diferentes porcentajes. En los conejos la dieta consumida afectó la altura de vellosidades y la profundidad de criptas en duodeno y yeyuno. La ALVD de los conejos que consumieron las dietas sustituidas con acelga fue igual a los que consumieron el AC, mientras que los que consumieron las dietas sustituidas con FVH, sólo mostraron menor altura con el consumo de AC cuando la sustitución fue del 100% por FVH. La ALVY de los conejos alimentados con sustituciones de AC por FVH fue menor a los que consumieron el AC, mientras que sólo los que consumieron 30 y 100 % de acelga tuvieron menores ALVY. La PCD fue menor en los conejos alimentados con acelga respecto a los que consumieron el AC, mientras que los que consumieron FVH tuvieron una profundidad igual a los que consumieron el AC. Respecto a la PCY, el consumo de AC y el consumo del 100% de acelga o FVH tuvieron el mismo efecto, siendo menor que cuando se consumen el AC y

30 ó 50% de sustitución por acelga o FVH (Tabla 1).

El conejo es un hervíboro que puede consumir alimentos de bajo valor nutritivo y que pueden presentar concentración energética o nutritiva disminuida (Ramos, 1995). En México, los productores suelen alimentar los conejos con forrajes a los que tienen acceso localmente, y generalmente, se realiza una engorda sin considerar los requerimientos nutricionales de esta especie para que sea rentable. El análisis morfométrico se puede emplear para evaluar la respuesta del aparato digestivo ante las características de la alimentación que pueden comprometer la integridad de este aparato y afectar los procesos digestivos (Almeida et al., 2013). La altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas son representaciones directas del entorno intestinal y pueden utilizarse como indicadores de la salud intestinal (Dihigo et al., 2001). Una disminución en la altura de las vellosidades o en la profundidad de las criptas puede ocasionar una reducción en la absorción de nutrientes de la membrana de la mucosa (Buddle y Bolton, 1992; Jia et al., 2010). Según Yu y Chiou (1997), las vellosidades largas en el intestino delgado de los conejos son diferentes de las de los otros animales como el cerdo, que tienden a ser uniformes (atribuido a la dieta); un incremento de la fibra dietaria en conejos después del destete aumenta significativamente el consumo de alimento y cambia la morfología después de que el conejo ha llegado a la madurez y tiene una ingesta de alimento



más estable que en animales en crecimiento, por lo que sería importante realizar este tipo de pruebas evaluando la morfología intestinal a diferentes edades según la dieta consumida. Yu y Chiou (1996) sugirieron que la estructura de la mucosa y la morfología en el intestino delgado están significativamente influenciadas por el sistema de alimentación, por los ingredientes y particularmente por la fibra dietética, es decir, celulosa, pectina y lignina. En este experimento se observa que la composición de la dieta consumida tiene un efecto en la morfología intestinal y que se debe capacitar a los productores para que indicarle que no sólo se trata de abaratar costos sustituyendo el AC por

vegetales, sino que se debe considerar el nivel de sustitución. A parte del análisis morfométrico intestinal, se debe relacionar el consumo de dietas comerciales sustituidas por vegetales con el comportamiento productivo, para llegar a conclusiones más certeras. Estos resultados forman parte de un trabajo más completo que involucra morfofisiología digestiva y prueba de comportamiento, por lo que sería importante al finalizar todas las pruebas con las muestras obtenidas, relacionar todas las variables evaluadas y dilucidar conclusiones sobre la sustitución en la alimentación de conejos en engorda por cebada y FVH.

Tabla 1: Morfología intestinal

| | TxAC | Tx30A | Tx30F | Tx50A | Tx50F | Tx100A | Tx100F | P | EEM |
|---|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------|------|
| <u>Altura de vellosidades (µm)</u> | | | | | | | | | |
| ALVD | 838 ^a | 748 ^{ab} | 843 ^a | 832 ^a | 821 ^a | 726 ^{ab} | 523 ^b | 0.1289 | 21.7 |
| ALVY | 929 ^a | 709 ^{bc} | 739 ^{bc} | 798 ^{ab} | 720 ^{bc} | 619 ^c | 691 ^{bc} | 0.0106 | 16.1 |
| <u>Ancho de vellosidades (µm)</u> | | | | | | | | | |
| AnVD | 145 | 128 | 122 | 162 | 139 | 145 | 144 | 0.1023 | 3.3 |
| AnVY | 161 | 157 | 150 | 166 | 148 | 149 | 141 | 0.0813 | 1.9 |
| <u>Profundidad de criptas (µm)</u> | | | | | | | | | |
| PCD | 131 ^a | 104 ^{bc} | 116 ^{ab} | 107 ^{bc} | 124 ^a | 98 ^c | 115 ^{abc} | 0.0154 | 2.1 |
| PCY | 93 ^b | 124 ^a | 127 ^a | 133 ^a | 127 ^a | 90 ^b | 92 ^b | 0.0067 | 3.4 |
| PCCi | 171 | 169 | 176 | 168 | 170 | 172 | 183 | 0.9950 | 5.4 |

ALVD: Altura de vellosidades de duodeno. ALVY: Altura de vellosidades de yeyuno. AnVD: Ancho de vellosidades de duodeno. AnVY: Ancho de vellosidades de yeyuno. PCD: Profundidad de criptas de duodeno. PCY: Profundidad de criptas de yeyuno. PCCi: Profundidad de criptas de ciego.



Al comparar los valores de ALVD y ALVY con Yan et al. (2017), nuestros resultados son mayores, ya que ellos reportan alturas de $681 \pm 24 \mu\text{m}$ y $536 \pm 2 \mu\text{m}$ para duodeno y yeyuno, respectivamente, mientras que Yu y Chiou (1996) publicaron ALVD de $600 \pm 71 \mu\text{m}$ y ALVY de $630 \pm 100 \mu\text{m}$. Respecto a la PCD y PCY, Yan et al. (2017) reportaron profundidades de $141 \pm 8 \mu\text{m}$ y $113 \pm 13 \mu\text{m}$, respectivamente, y Yu y Chiou (1996) reportaron PCD de $221 \pm 59 \mu\text{m}$ y PCY de $147 \pm 38 \mu\text{m}$, por lo que el consumo de diferentes dietas afecta la morfología intestinal. Cambios morfológicos en el intestino delgado, como vellosidades más cortas y criptas más profundas, han sido relacionados con la presencia de toxinas generadas por patógenos, que están primariamente relacionadas a la reducción de ingesta de alimento (Pluske et al., 1997). Yu y Chiou (1997) asociaron criptas más profundas con un incremento en la proliferación y grado de migración ascendente de las células epiteliales. Yu y Chiou (1996) mencionaron que vellosidades angostas y largas indican una rápida multiplicación de la base de la cripta que migró más rápidamente a la punta de las vellosidades y el recambio de las células epiteliales sería, por lo tanto, más corto. Este rápido recambio provoca una síntesis incompleta de ADN en las células, que en consecuencia muestra formas irregulares y células epiteliales inmaduras. Las vellosidades más anchas, por otro lado, proporcionan una mayor

área de superficie y, por lo tanto, más borde de cepillo que permitirían mayor absorción de nutrientes.

Yu y Chiou (1996) describieron que la estructura de la mucosa y la morfología en el intestino delgado están significativamente influenciadas por el sistema de alimentación, por los ingredientes y particularmente por la fibra dietética, es decir, celulosa, pectina y lignina. La fibra del alimento, además de ser el principal sustrato energético para la microbiota, tiene una función esencial en la regulación de la velocidad de tránsito del alimento en el aparato digestivo y en la integridad de la mucosa intestinal de los conejos (De Blas et al., 1999; De Blas et al., 2002; Fortun-Lamothe y Boullier, 2007; Pinheiro et al., 2009).

En cada tratamiento del presente experimento, el nivel de fibra varió porque el porcentaje de inclusión de acelga y FVH se iba incrementando a medida que se les proporcionaba menor cantidad de alimento concentrado. Yu y Chiou (1996) describieron vellosidades dañadas en conejos alimentados con niveles de fibra dietaria elevada. En animales monogástrico los niveles y fuentes de fibra dietarios afectan la morfología de la mucosa intestinal, por ejemplo, altura vellosidad, profundidad de cripta, y número de células caliciformes. Se debe realizar un análisis químico de la acelga y el FVH para discernir de mejor manera cómo esta composición química afecta las variables evaluadas en el presente experimento.



CONCLUSIONES

Alimentar a los conejos con AC o sustituyendo éste con diferentes niveles por acelga o FVH ocasiona un cambio en la morfología de las alturas de las vellosidades y profundidad de criptas en duodeno y yeyuno de conejos al finalizar la engorda. Lo anterior no afecta el ancho de las vellosidades de duodeno y yeyuno, así como tampoco la PCCi. Se deben realizar más experimentos, analizando químicamente la acelga y el FVH, previamente. Es importante relacionar los resultados obtenidos en el presente experimento con una prueba de comportamiento productivo y calidad de carne, y poder difundir a los productores hasta qué punto pueden sustituir el AC por vegetales como acelga y FVH, disminuyendo de esta manera sus costos de producción y manteniendo la calidad de la carne producida.

LITERATURA CITADA

- Almeida N, Lucca AM, Franzói MS, Chimin P, Natali AK, Peralta M, Mar N. 2013. Obese adult phenotype: Adaptations of small intestine to cafeteria diet and aerobic physical training after weaning. *Science and Sports*. 29: 20-26.
- Buddle JR, Bolton JR. 1992. The pathophysiology of diarrhoea in pigs. *Pig News Inform*.13: 41-45.
- De Blas C, García J, Carabaño R. 1999. Role of fibre in rabbit diets: a review. *Ann Zootech*. 48: 3-13.
- De Blas C, García J, Gómez-Conde C, Carabaño R. 2002. Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España.
- Dihigo LE, Savón L, Sierra F. 2001. Estudios morfométricos del tracto gastrointestinal y órganos internos de conejos alimentados con piensos que contienen harina de caña de azúcar. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 35 (4): 361-365.
- (DOF) Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana, NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
- (DOF) Diario Oficial de la Federación. 2015. Norma Oficial Mexicana, NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.
- Fortun-Lamothe L, Boullier S. 2007. A review on the interactions between gut microflora and digestive mucosal immunity. Possible ways to improve the health of rabbits. *Livest Prod Sci*. 107: 1-18.
- Jia G, Yan JY, Cai JY, Wang KN. 2010. Effects of encapsulated and non-encapsulated compound acidifiers on gastrointestinal pH and intestinal morphology and function in weaning piglets. *J Anim Feed Sci*. 19: 81-92.
- Leonart F, Valls R, Campo JM, Pontes M, Castelló JA, Camps J, Roca T, Costa P.1980. Tratado de cunicultura 1: principios básicos, mejora, selección y alimentación. En: Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. 1 ed. Barcelona, España.
- Mateos GG, Grobas S, Tabeada E, Mendez J. b. 1993. Valoración de la calidad del pienso en cunicultura. *Boletín de Cunicultura*. No. 68. Jul-Ago.
- Mateos GG, Grobas S. a. 1993. El proceso de granulación: bases científicas y efectos nutricionales. IX Curso de Especialización FEDNA. Noviembre. Barcelona, España.
- Méndez ESA. 2006. Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda. Trabajo de grado. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de la Salle. Bogotá.
- Nabuurs MJA, Hoogendoorn A, Van-Der-Molen EJ, Van-Osta LM. 1993. Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. *Res Vet Sci*. 55:78-84.
- Pinheiro V, Guedes CM, Outor-Monteiro D. 2009. Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal



- volatile fatty acids and performances of growing rabbits. *Anim Feed Sci and Tech.* 148: 288–300.
- Pluske JR, Hampson DJ, Williams IH. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest Prod Sci.* 51: 215-236.
- Ramos TMA. 1995. Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión in vitro a la valoración nutritiva de piensos en conejos. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Reis STC, Mariscal LG, Aguilera BA. 2005. Efecto de diferentes cereales en dietas de iniciación para lechones sobre la digestibilidad de los nutrimentos y la preferencia alimentaria. *Vet Méx.* 36:11-24.
- (SAGARPA) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2015. Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo. 1 ed.
- (SAS) SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT®n9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS.
- (SPC) Sistema Producto Cunicola. Comité Sistema Producto Cunicola del Distrito Federal, Plan rector Sistema Producto Cunicola del Distrito Federal actualizado. Es un eslabón de los comités estatales pertenecientes al Comité Nacional Sistema Producto Cunicola. 2012. Disponible en: <http://sistemaproductocunicola.org.mx/cunicola.html>.
- Yan JY, Zhang GW, Zhang C, Tang L, Kuangs SY. 2017. Effect of dietary organic zinc sources on growth performance, incidence of diarrhoea, serum and tissue zinc concentrations, and intestinal morphology in growing rabbits. *World Rabbit Sci.* 25: 43-49
- Yu B, Chiou PWS. 1996. Effects of crude fibre level in the diet on the intestinal morphology of growing rabbits. *Lab Anim.*30: 143-148.
- Yu B, Chiou WS. 1997. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. *Lab Anim.* 31 (3): 254-263.



EFECTO DE LA ADICIÓN DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* Y *SACCHAROMYCES BOULARDII* EN LA DIETA INICIADORA DE LECHONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y LA MORFOFISIOLOGÍA INTESTINAL

Bautista Marín, SE¹; Reis de Souza, TC¹; Martínez Olivo, M²; Mariscal Landín, G³; Escobar García, K¹;

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro ²Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ³CENID- Fisiología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

INTRODUCCIÓN

El destete es la etapa más crítica para los lechones puesto que sufren cambios importantes que afectan su desarrollo. El que tiene más impacto, es el cambio de alimento, ya que el lechón al destete posee un tracto gastrointestinal inmaduro y el cambio de dieta de leche materna a alimento sólido con proteína de origen vegetal produce disturbios gastrointestinales que se ven reflejados en el desarrollo del “síndrome diarreico posdestete” (Lallès et al., 2007). Lo anterior se controla con el uso de antibióticos en la dieta, lo que ha generado resistencia bacteriana y la prohibición de su uso en varias partes del mundo, por lo que se han buscado alternativas que permitan hacer frente a esta prohibición (Opapeju et al., 2009). Algunas de estas alternativas se basan en la inclusión de aditivos con la finalidad de modificar el medio ambiente intestinal y permitir un mayor acceso a los nutrientes para mantener el epitelio intestinal lo

más sano posible y permitir una buena digestión y absorción (Owusu-Asiedu et al., 2002). Se ha propuesto la adición de levaduras probióticas (*Saccharomyces* spp.), los cuales compiten por los sustratos y sitios de adhesión en la mucosa intestinal, evitando la proliferación de bacterias patógenas y modulando la respuesta inmune, reduciendo los efectos nocivos sobre la mucosa gastrointestinal, controlando las diarreas y mejorando el desempeño productivo (Lallès et al., 2007). La mayoría de las investigaciones en cerdos se han llevado a cabo con *Saccharomyces cerevisiae* con buenos resultados, no obstante, los efectos que ha mostrado *Saccharomyces boulardii* al contrarrestar los efectos detrimentales a nivel gastrointestinal en estudios realizados en humanos y roedores indican que es un probiótico muy efectivo, sin embargo, no está muy bien estudiado en cerdos. Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio es



evaluar el efecto de la adición de probióticos sobre los principales indicadores de la salud intestinal (ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, eficiencia alimenticia y morfología de las vellosidades intestinales).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la granja experimental del INIFAP CENID- Fisiología en Ajuchitlán, Colón, Querétaro. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (43FCN2016). En todo momento se respetaron los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (DOF, 2001), así como los lineamientos de la International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals (CIOMS, 2012).

Animales y dietas

Se utilizaron 80 animales destetados a los 20 ± 1.6 días y pesaron 6.1 ± 0.8 kg, distribuidos entre cuatro tratamientos experimentales: 1) C+: dieta con antibiótico; 2) Sc: dieta adicionada con probiótico vivo de *Saccharomyces cerevisiae*; 3) Sb: dieta adicionada con probiótico vivo de *Saccharomyces boulardii*; 4) C-: dieta sin antibiótico y sin probiótico. Fueron 20 animales por tratamiento, teniendo cinco lechones por corral, para un total de cuatro corrales por tratamiento. Se sacrificaron 5 animales por tratamiento a los días 7 y 14

posdestete. En el Cuadro 1 se muestra la composición de las dietas.

Manejo general de los animales

Los lechones se alojaron en una sala de destete con ambiente controlado (30 y $28 \pm 2^\circ\text{C}$ durante la primera y segunda semana posdestete, respectivamente). La sala de destete estuvo equipada con corrales de destete elevados a 38 cm de altura, con piso de rejilla, con 115 cm de ancho y 150 cm de largo, para una superficie efectiva de 1.7 m², equipados con un bebedero de chupón y un comedero tipo tolva (con 6 bocas). Los lechones tuvieron libre acceso al agua durante todo el periodo experimental.

Comportamiento productivo como indicador de salud intestinal

El alimento se ofrecerá en tres horarios: 8:00, 12:00 y 16:00 horas y se registrará diariamente. Al final de la semana se medirá el rechazo y se calculará el consumo diario de alimento (CDA). La cantidad de alimento que se ofrezca se irá ajustando de acuerdo con el CDA. Los animales se pesarán al final de cada semana con la finalidad de calcular la ganancia diaria de peso (GDP) y la eficiencia alimenticia (EA).

Morfología de las vellosidades intestinales

Se obtuvo una muestra de cada sección intestinal de 10 cm de largo que fue incidida longitudinalmente sobre la unión mesentérica, se lavaron con solución salina, se extendieron y sujetaron sobre una lámina de corcho y se sumergieron en formol neutralizado al 10 %. Posteriormente, se procesaron las diversas porciones intestinales y se incluyeron en parafina, se hicieron cortes



de 5 micras de espesor, se tiñeron con hematoxilina-eosina (Willing y Van Kessel, 2007) y se observaron en un microscopio óptico modelo Primo

Star (Zeiss, Alemania), empleando el software Zen (Zeiss, Alemania) para medir la altura de las vellosidades y profundidad de criptas.

Cuadro 1. Composición centesimal de las dietas experimentales.

| | Dietas | | | |
|--|-----------|-------|-------|-----------|
| | Control + | Sb | Sc | Control - |
| Ingredientes (%) | | | | |
| Maíz amarillo | 46.76 | 46.71 | 46.73 | 46.81 |
| Pasta de soya | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Harina de pescado Menhaden | 9.23 | 9.23 | 9.23 | 9.23 |
| Suero de Leche | 24.69 | 24.69 | 24.69 | 24.69 |
| Aceite de maíz | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.49 |
| LincoSpectin | 0.05 | — | — | — |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | — | — | 0.08 | — |
| <i>Saccharomyces boulardii</i> | — | 0.10 | — | — |
| Lisina | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Aminogut* | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Treonina | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Triptófano | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Fosfato dicálcico | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Premezcla vitaminas-minerales [‡] | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| Gustor*** | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

C+: dieta con antibiótico; Sc: dieta con *Saccharomyces cerevisiae*; Sb: dieta con *Saccharomyces boulardii*; C-: dieta sin antibiótico y sin probiótico; *Aminogut, L-glutamina y L- ácido glutámico (1:1), (Ajinomoto, Japón); *** Gustor: butirato de sodio (Norel, España); [‡]Premezcla vitaminas y minerales (vitaminas por kilogramo de dieta: vitamina A 10,200 UI; vitamina D 1980 UI; vitamina E 60 UI; Vitamina K 1.20 mg; colina 967 mg; niacina 36 mg; pantotenato 17 mg; riboflavina 7.2 mg; vitamina B12 38 µg; tiamina 0.3 mg; piridoxina 0.31 mg; biotina 0.08 mg; folato 0.75 mg; cobre 14.4 mg; yodo 800 mg; hierro 105 mg; manganeso 36 mg; selenio 0.3 mg; zinc 144 mg).



Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico del comportamiento productivo y la morfología de la mucosa intestinal se utilizó un diseño completamente al azar. Para el comportamiento productivo la unidad experimental fue el corral, mientras que para la morfología de las vellosidades intestinales la unidad experimental fue el lechón. En todos los casos las diferencias estadísticas se aceptaron con un valor de $P < 0.05$ y las medias se compararon mediante la prueba de SNK empleando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Steel y Torrie, 1997; SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los lechones no mostraron diferencias significativas en ninguna de las variables productivas (CDA, GDP y EA) cuantificadas debido a los tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 2). Lo anterior ocurrió muy probablemente debido a la variación observada en los resultados. van Heugten

et al. (2003) y Yang *et al.* (2016) indican que la adición de levaduras a las dietas, no generan ningún cambio durante los primeros 14 días posteriores al destete en el desempeño productivo. Contrario a esto, varios autores han demostrado que la suplementación con levaduras probióticas afectan de manera positiva el desempeño productivo, mejorando el crecimiento y la salud de los lechones recién destetados (Czerucka *et al.*, 2007; Kiarie *et al.*, 2012; Trckova *et al.*, 2014). En cuanto a la morfología intestinal, se pueden observar diferencias en la altura de las vellosidades debido a los tratamientos ($P < 0.001$), donde aquellos lechones que consumieron las dietas con antibiótico (C+) y con *Saccharomyces boulardii* (Sb) presentaron las vellosidades más altas tanto al día 7 como 14 posdestete, seguidas de los lechones que consumieron la dieta con *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) y por último los animales que consumieron la dieta C- sin antibiótico y sin probiótico, presentaron las vellosidades más atrofiadas (Cuadro 3).

Cuadro 2. Efecto de las diferentes dietas experimentales sobre el comportamiento productivo en lechones recién destetados.

| | Dietas | | | | P | EEM |
|------|--------|-------|-------|-------|----|-------|
| | C+ | Sc | Sb | C- | | |
| CDA1 | 129.5 | 112.3 | 98.0 | 117.8 | NS | 6.98 |
| CDA2 | 307.7 | 203 | 212.9 | 247.6 | NS | 16.69 |
| CDAT | 218.6 | 157.6 | 155.4 | 182.7 | NS | 11.33 |
| GDP1 | 21.4 | -12.9 | -38.6 | -7.9 | NS | 11.41 |
| GDP2 | 224.7 | 137.5 | 141.7 | 158.9 | NS | 15.72 |
| GDPT | 123.0 | 62.3 | 51.6 | 75.5 | NS | 12.22 |
| EA1 | 0.08 | -0.13 | -0.45 | -0.14 | NS | 0.09 |
| EA2 | 0.73 | 0.68 | 0.66 | 0.62 | NS | 0.03 |
| EAT | 0.54 | 0.38 | 0.33 | 0.37 | NS | 0.04 |



C+: dieta con antibiótico; Sc: dieta con *Saccharomyces cerevisiae*; Sb: dieta con *Saccharomyces boulardii*; C-: dieta sin antibiótico y sin probiótico; CDA: consumo diario de alimento; GDP: ganancia diaria de peso; EA: eficiencia alimenticia; 1: semana 1; 2: semana 2; T: total de ambas semanas; P: significancia estadística; NS: no significativo; EEM: error estándar de la media.

Esto muy probablemente debido a que tanto el antibiótico como *Saccharomyces boulardii* ejercieron un efecto positivo sobre la mucosa intestinal. La primera inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, evitando el daño a la mucosa y por ende una mayor altura de las vellosidades. En el caso de *Saccharomyces boulardii*, Buts (2009) menciona que esta levadura produce poliaminas, las cuales benefician la división, maduración y migración celular a nivel intestinal, regenerando de manera constante la mucosa intestinal, lo que puede explicar la altura de las vellosidades de los lechones que consumieron la dieta Sb.

Por otro lado, *Saccharomyces cerevisiae* también posee efectos positivos sobre la mucosa intestinal, tal como lo mencionan Kiarie *et al.* (2012) pues promueve la

exclusión competitiva, producción de ácidos grasos de cadena corta y síntesis de factores de crecimiento que llevan a condiciones ambientales menos agresivas para la mucosa intestinal, evitando la pérdida de células y favoreciendo la integridad de las vellosidades y la mucosa.

No obstante, Jiang *et al.* (2015) indican que los lechones recién destetados con una dieta sin antibiótico y sin probiótico genera un ambiente intestinal inestable generando una respuesta inflamatoria que causa muerte celular produciendo atrofia de las vellosidades, debido al incremento en la apoptosis y a la disminución en el reemplazo de enterocitos a través de las criptas, tal como lo observamos en los lechones alimentados con la dieta C-.

Cuadro 3. Efecto de las diferentes dietas experimentales sobre la morfología de las vellosidades intestinales en lechones recién destetados.

| | Dietas | | | | P | EEM |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------|
| | C+ | Sc | Sb | C- | | |
| AV | | | | | | |
| Día 7 | 436 ^a | 378 ^b | 465 ^a | 236 ^c | *** | 8.08 |
| Día 14 | 481 ^a | 373 ^b | 478 ^a | 253 ^c | *** | 5.25 |
| PC | | | | | | |
| Día 7 | 97 | 107 | 122 | 109 | NS | 3.18 |
| Día 14 | 127 | 124 | 134 | 143 | NS | 3.54 |

C+: dieta con antibiótico; Sc: dieta con *Saccharomyces cerevisiae*; Sb: dieta con *Saccharomyces boulardii*; C-: dieta sin antibiótico y sin probiótico; AV: altura de vellosidades; PC: profundidad de criptas; P: significancia estadística; ***: P<0.001; NS: no significativo; EEM: error estándar de la media.



Con respecto a la profundidad de las criptas, tanto al día 7 como 14 posdestete, no se observaron diferencias significativas debido a las dietas experimentales ($P < 0.05$). Esto coincide con lo mencionado por van Heugten *et al.* (2003), quienes no encontraron una mejoría en la morfología intestinal en lechones suplementados con levaduras probióticas, e indican que muy probablemente sea debido a la composición de las diferentes levaduras adicionadas a la dieta, al ambiente y a la edad posdestete de los lechones.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la adición de probióticos en las dietas para lechones recién destetados no generan efectos positivos adicionales en el desarrollo de los mismos, sin embargo, en cuanto a la altura de las vellosidades se observa una mejora en los animales que consumieron *Saccharomyces boulardii*. Se necesitan más estudios para poder dilucidar el mecanismo de acción de las levaduras probióticas y los beneficios que conlleva el suplementarlas para mejorar el desempeño productivo y en general la salud de los lechones durante esta etapa tan crítica.

LITERATURA CITADA

- 1.- Buts, J.P. 2009. Twenty-five years of research on *Saccharomyces boulardii* trophic effects: updates and perspectives. *Dig Dis Sci* 54: 15-18.
- 2.- Czerucka, D.; Piche, T.; Rampal, P. 2007. Review article: yeast as probiotics-*Saccharomyces boulardii*. *Aliment Pharmacol Ther* 26: 767-778.
- 3.- CIOMS. 2012. International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals. Council for International Organization of Medical Sciences and The International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS). http://grants.nih.gov/grants/olaw/Guiding_Principles_2012.pdf. Consultado el 13 mayo 2017.
- 4.- Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. México, D.F.
- 5.- Jiang, Z.; Wei, S.; Wang, Z.; Zhu, C.; Hu, S.; Zheng, C.; Chen, Z.; Hu, Y.; Wang, L.; Ma, X.; Yang, X. 2015. Effects of different forms of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, intestinal development, and systemic immunity in early weaned pigs. *J Anim Sci Biotechnol* 6: 47-55.
- 6.- Kiarie, E.; Scott, M.; Krause, D.O.; Khazanehei, H.; Khafipour, E.; Nyachoti, C.M. 2012. Interactions of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product and in-feed antibiotic on gastrointestinal and immunological responses in piglets challenged with *Escherichia coli* K88+. *J Anim Sci* 90: 1-3.
- 7.- Lallès, J.P.; Bosi, P.; Smidt, H., Stokes, C.R. 2007. Weaning, a challenge to gut physiologists. *Livest Sci* 108:82-93.
- 8.- Opapeju, F.O.; Krause, D.O.; Payne, R.L.; Rademacher, M.; Nyachoti, C.M. 2009. Effect of dietary protein level on growth performance, indicators of enteric health, and gastrointestinal microbial ecology of weaned pigs induced with postweaning colibacillosis. *J Anim Sci* 87: 2635-2643.
- 9.- Owusu-Asiedu, A.; Baidoo, S.K.; Nyachoti, C.M.; Marquardt, R.R. 2002. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets supplemented with egg-yolk antibodies against enterotoxigenic *Escherichia coli*. *J Anim Sci* 80:2895-2903.
- 10.- Steel, R.G.D.; Torrie J.H. 1997. Principles and procedures of statistics. A Biometrical approach. 6th. Edition. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. Steel y Torrie



- 11.- Trckova, M.; Faldyna, M.; Alexa, P.; Sramkova Zajakova, Z.; Gopfert, E.; Kumprechtova, D.; Auclair, E.; D'Inca, R. 2014. The effects of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on postweaning diarrhea, immune response, and growth performance in weaned piglets. *J Anim Sci* 92: 767-774.
- 12.- van Heugten, E., Funderburke D. W., Dorton K. L. 2003. Growth performance, nutrient digestibility and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J Anim Sci* 81:1004-1012.
- 13.- Willing, B.P.; Van Kessel, A.G. 2007. Enterocyte proliferation and apoptosis in the caudal small intestine is influenced by the composition of colonizing commensal bacteria in the neonatal gnotobiotic pig. *J Anim Sci* 85: 3256-3266.
- 14.- Yang, H.; Wu, F.; Long, L.; Li, T.; Kiong, K.; Liao, P.; Liu, H.; Yin, Y. 2016. Effects of yeast products on the intestinal morphology, barrier function, cytokine expression, and antioxidant system of weaned piglets. *J Zhejiang Univ-Sci B* 17: 752-762.



DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO TAMIZ PARA DETECTAR RASGOS DE ANSIEDAD, DEPRESIÓN E INSATISFACCIÓN CORPORAL EN EL PACIENTE ADULTO JOVEN QUE ACUDE A CONSULTA NUTRICIONAL.

Caamaño Pérez, MC¹; Vázquez de la Isla, D¹; Palacios Delgado JR²; Reyes Rocha, BL¹; Ojeda Navarro, LR¹; Ronquillo González D¹.

¹Maestría en Nutrición Clínica Integral, UAQ. ²Universidad del Valle de México, UVM.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial, consecuencia de la interacción entre genética y ambiente, caracterizada por una excesiva acumulación de grasa corporal que implica numerosas limitaciones físicas. Es imprescindible entender la obesidad como un almacén de dificultades psicosociales que disminuyen la calidad de vida del individuo para identificar y comprender las necesidades del paciente y de la sociedad con relación al tratamiento y la prevención de esta enfermedad. (Doñate, García, I. de Cos. 2010, p. 91).

Actualmente en México se ha considerado a la obesidad como un problema de salud pública gracias a la magnitud y velocidad con la que en la que ha ido incrementado. En adultos de 20 o más años de edad la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue de 71.2% (IC95% 70.5, 72.1) en la ENSANUT 2012 y de 72.5% (IC95% 70.8, 74.3) en la ENSANUT MC 2016

(Informe final de resultados ENSANUT MC 2016).

El aumento en la prevalencia de obesidad se complica para el sistema de salud por la aparición del riesgo de padecer comorbilidades y la falta de adherencia al tratamiento para el control de peso (Diario Oficial de la Federación, 2010).

La Norma Oficial Mexicana 008 (NOM – 008 – SSA3-2010), indica que el paciente con obesidad debe ser tratado de forma integral y define tal tratamiento multidisciplinario como; al conjunto de acciones que se realizan a partir del estudio completo e individualizado del paciente con sobrepeso u obesidad, incluye el tratamiento médico, nutricio, psicológico, régimen de actividad física y ejercicio; en su caso, quirúrgico, orientado a lograr un cambio en el estilo de vida y a disminuir o erradicar los riesgos para la salud, corregir las comorbilidades y mejorar la calidad de vida del paciente.

Existen varios estudios a nivel mundial y nacional donde se habla de la importancia del tratamiento psicológico



para cambiar hábitos saludables en la población, uno de los estudios más recientes en México fue “Diferencias en la modificación de hábitos, pensamientos y actitudes relacionados con la obesidad entre dos distintos tratamientos en mujeres adultas” (Leija – Alva et al., 2011 pp. 19-18).

Los resultados demuestran que la terapia cognitivo conductual grupal dirigida a la adquisición de hábitos alimentarios y de actividad física, es más útil para modificar las estructuras cognitivas profundas que han llevado a las personas con obesidad a mantener una forma rígida de ver su problema y que incide en un mayor cambio en los hábitos, pensamientos y actitudes relacionadas con la obesidad.

En ocasiones, sin que existan verdaderos excesos o trastornos del comportamiento alimentario, una mala regulación de las emociones puede inducir variaciones en el peso corporal. Al respecto, debe considerarse que la ingestión de alimentos no sólo está en estrecha relación con la necesidad de recibir cuidados y afecto sino que constituye, además, un proceso de comunicación. Efectivamente, una comida presupone el trabajo de otras personas y pone de manifiesto la preferencia de comer en compañía. El sistema médico debe tenerlo en cuenta cuando exige a los pacientes que modifiquen sus costumbres alimentarias, ya que suelen constituir una de las actividades placenteras de la vida cotidiana (Luban-Plozza, Pöldinger, Kröger, & LaederachHofmann, 1997).

La presencia de patologías psiquiátricas en pacientes con obesidad ha sido estudiada, encontrándose que entre el 40 y 72% de los pacientes presentan al menos una patología psiquiátrica, siendo las más frecuentes la Depresión y la Ansiedad (Scott KM, Bruffaerts R, et al. 2008).

Se ha encontrado asociación entre depresión y obesidad, sobre todo al comparar la sintomatología depresiva con el Índice de Masa Corporal (IMC), observándose que a mayor IMC se observa puntuación más alta en escalas de Depresión (Faith et al, 2011).

Por estas altas prevalencias y relación de las patologías por, el principal objetivo de este proyecto es fomentar y reforzar el trabajo interdisciplinario entre nutrición y psicología, dándole así un instrumento tamiz al nutriólogo para poder referir con mayor seguridad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio de diseño y validación de escala para medir rasgos de ansiedad, depresión e insatisfacción corporal en el paciente adulto que acude a la consulta nutricional. Los factores a medir serán tres; Depresión, Ansiedad e Insatisfacción corporal.

Se elaboró una serie de preguntas relacionadas con los aspectos a medir, teniendo como base instrumentos ya validados en población mexicana, como el inventario de Depresión de Beck-II (BDI-II), Inventario de Ansiedad de Beck (BAI) y el Cuestionario de la Forma Corporal (The Body Shape Questionnaire, BSQ), entre otros.



Se seleccionó un grupo de 8 expertos en Psicología Clínica quienes valoraron el constructo y contenido de las preguntas, quedando 37 ítems aprobados por el 80% de ellos (Hyrkäs et al. 2003).

Se tomó una muestra de 200 personas (Carretero H, 2005); 94 alumnos del Centro de Estudios Superiores del Bajío (CESBA) y 106 empleados de la empresa PAL Consulting Corporate, quienes cumplieron los criterios de inclusión; mujeres y hombres entre 18 a 35 años. Se excluyeron a mujeres embarazadas, personas con medicación psiquiátrica y fueron eliminados aquellos cuestionarios que no fueron completados.

Posteriormente se aplicó el nuevo instrumento junto con los ya validados; el inventario de Depresión de Beck-II (BDI-II), Inventario de Ansiedad de Beck (BAI) y el Cuestionario de la Forma Corporal (The Body Shape Questionnaire, BSQ) a dicha población. Se realizaron análisis de correlación simple y diagramas de dispersión con

para conocer la relación entre los resultados de las pruebas validadas y el nuevo instrumento.

RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN

Hasta el momento se analizaron resultados de 94 pruebas aplicadas a los alumnos del CESBA que cumplieron con las características indicadas, de estos el 45.7% son mujeres y el 54.2% son hombres.

Se reportaron los resultados y diagnósticos obtenidos de 21 ítems del inventario de Depresión de Beck-II (BDI-II), 21 ítems del inventario de Ansiedad de Beck (BAI), 34 ítems del Cuestionario de la Forma Corporal (The Body Shape Questionnaire, BSQ) y 37 ítems del cuestionario en gestión (Total = 113 ítems).

Tabla de diagnósticos.

| Clasificación | Depresión | Ansiedad | Insatisfacción Corporal |
|---------------|-----------|----------|-------------------------|
| Severa | 4 | 17 | 3 |
| Moderada | 21 | 18 | 15 |
| Leve | 22 | 22 | 8 |
| Normal | 47 | 37 | 68 |
| TOTAL= | 94 | | |

Posteriormente se midió la correlación de los resultados obtenidos en las pruebas estandarizadas con los del nuevo instrumento.

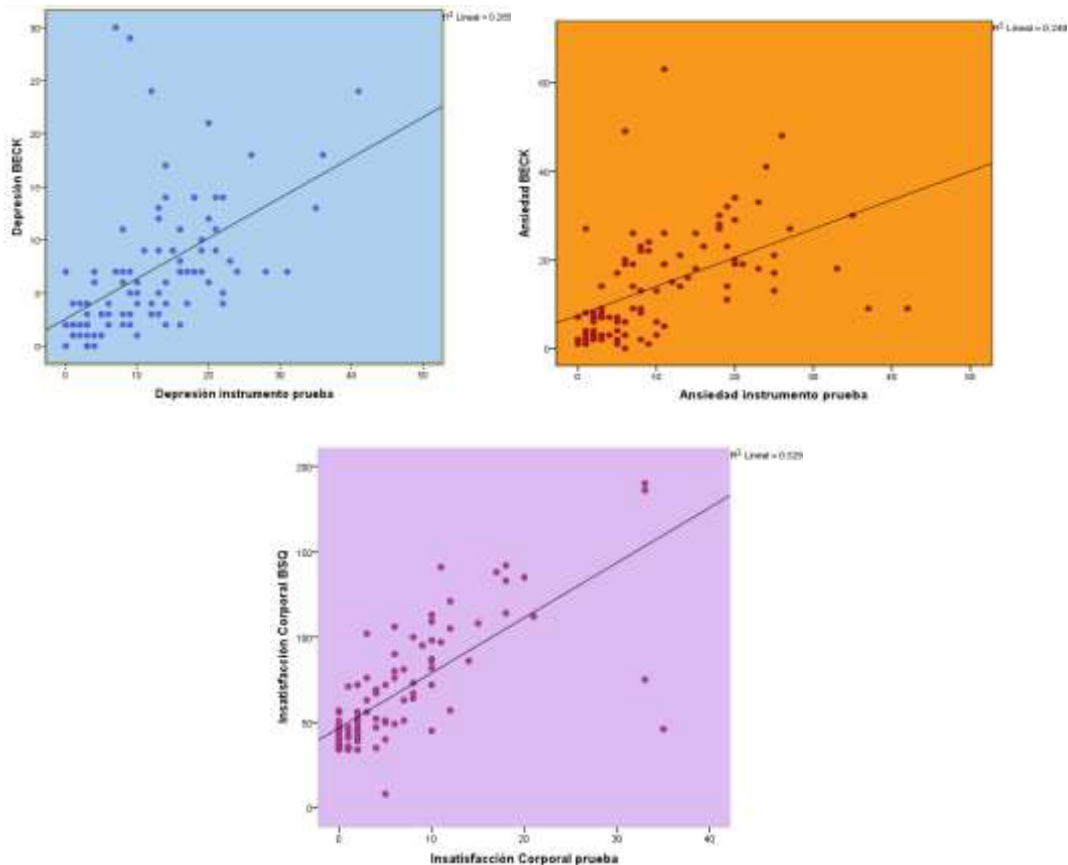


Tabla de correlación

| | Depresión | Ansiedad | Insatisfacción Corporal |
|----------|-----------|----------|-------------------------|
| <i>r</i> | 0.534** | 0.498** | 0.727** |

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Gráficas de dispersión



CONCLUSIONES

Los resultados de las correlaciones obtenidas hasta el momento nos indican que existe una correlación positiva entre

los resultados obtenidos de las pruebas ya validadas con los del nuevo instrumento.

Al haber encontrado una correlación moderada y fuerte podemos concluir que



el instrumento de prueba tiene muchas probabilidades de ser validado exitosamente.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Gaxiola S, Kramer E, Resendez C, Magaña C. The context of depression in Latinos in the United States. En: Aguilar- Gaxiola S, Gullotta T, ed. Depression in Latinos. Assessment, treatment and prevention. New York: Springer, 2008.

American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th edn. American Psychiatric Publishing 2013, Arlington. Cordella P. Incluir la obesidad en el Manual de Enfermedades Mentales (DSM-IV) Revista chilena de nutrición. 2008 Sep;35(3):181-7.)

Baile J., González M. (2011). Obesidad y hábitos del sueño. Ponencia presentada en el 12 Congreso Virtual de Psiquiatría y Neurociencias, Madrid, España. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10401/2455>

Behar R. La construcción cultural del cuerpo: El paradigma de los trastornos de la conducta alimentaria. Rev Chil NeuroPsiquiat 2010;48(4):319-34.

Berenzon, Shoshana, Lara, María Asunción, Robles, Rebeca, & Medina-Mora, María Elena. (2013). Depresión: estado del conocimiento y la necesidad de políticas públicas y planes de acción en México. Salud Pública de México, 55(1), 74-80. Recuperado en 05 de abril de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013000100011&lng=es&tlng=es.

Berenzon, Shoshana, Lara, María Asunción, Robles, Rebeca, & Medina-Mora, María Elena. (2013). Depression: state of the art and the need for public policy and action plans in Mexico. Salud Pública de México, 55(1), 74-80. Recuperado en 12 de diciembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036

Bucchianeri MM, Arikian AJ, Hannan PJ, Eisenberg ME, Neumark-Sztainer D. Body

dissatisfaction from adolescence to young adulthood: Findings from a 10-year longitudinal study. Body image. 2013;10(1):1-7.

Candelaria Martínez, Maribel, García Cedillo, Ismael, & Estrada Aranda, Benito Daniel. (2016). Adherencia al tratamiento nutricional: intervención basada en entrevista motivacional y terapia breve centrada en soluciones. Revista mexicana de trastornos alimentarios, 7(1), 32-39.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.rmta.2016.02.002>
Carretero H, Pérez C. Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. International journal of clinical and healthpsychology; 2005; 5(3):521-551

Chabrol H, Simon C, Louvet JP, Barbe P. Emotional Eating, Alexithymia, and Binge-Eating Disorder in Obese Women. Obesity Research. 2003;11(2):195-201.

Cordella P. ¿Incluir la obesidad en el Manual de Enfermedades Mentales (DSM-IV)? Revista chilena de nutrición. 2008 Sep;35(3):181-7.

Cortés Diego, Marcela Gallegos, Teresita Jiménez, Pía Martínez, Susana Saravia, Claudia Cruzat-Mandich, Fernanda Díaz-Castrillón, Rosa Behar y Marcelo Arancibia. (2016). Influence of sociocultural factor on body image from the perspective of adolescent girls. Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios.

Faith MS, Butryn M, Wadden TA, Fabricatore A, Nguyen AM, Heymsfield SB. Evidence for prospective associations among depression and obesity in population-based studies. Obesity Reviews. 2011;12(5):e438-53.)

Fernández-Bustos Juan-Gregorio, Irene González-Martí, Onofre Contreras y Ricardo Cuevas. (2014). Revista Latinoamericana de Psicología. Relación entre imagen corporal y autoconcepto físico en mujeres adolescentes. Universidad de Castilla-La Mancha, España.

Fernández-Bustos, J., & González-Martí, I., & Contreras, O., & Cuevas, R. (2015). Relación entre imagen corporal y autoconcepto físico en mujeres adolescentes. Revista Latinoamericana de Psicología, 47 (1), 25-33.

Fuentes Araceli (2016). El misterio del cuerpo hablante. Barcelona: Gedisa.



Galimberti, U. (2010). Diccionario de Psicología. Madrid, España: Siglo veintiuno editores. P. 300.
García Allen, Jonathan. (2015). Psicología y Nutrición: la importancia de la alimentación emocional. Recuperado de <https://psicologiaymente.net/nutricion/psicologia-nutricion-alimentacion-emocional>
García-Portilla González, Bacarán Fernández, Sáiz Martínez. Banco de Instrumentos Básicos para la práctica de la Psiquiatría Clínica.



EL OJO OCULTO DE TRICHODERMA ATROVIRIDE

Calcáneo-Hernández, G., Landeros-Jaime, F., Cervantes-Chávez, J.A. y Esquivel-Naranjo E.U.

Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Anillo vial Fray Junípero Serra Km 8 S/N, Carretera a Chichimequillas. Santiago de Querétaro. Querétaro.

INTRODUCCIÓN

y como modelo de estudio para entender la *Trichoderma atroviride* es un hongo común del suelo, usado ampliamente como agente de control biológico reproducción asexual, las respuestas a la luz y daño en hongos filamentosos (Esquivel-Naranjo et al., 2016; Medina-Castellanos et al., 2014). Su actividad parasítica contra hongos patógenos de plantas y nematodos le aporta valor económico por ser una alternativa al uso de pesticidas (García-Esquivel et al., 2016). La comercialización de *T. atroviride* es a base de suspensión de esporas, por lo que es importante conocer los mecanismos moleculares implicados en el cambio morfogénico de hifa a conidia (Steyaert et al., 2010).

Una de las señales ambientales que estimulan la producción de conidia en *T. atroviride* es la exposición a la luz. La luz es uno de los principales componentes para la producción comercial de conidia, sin embargo, hay poca evidencia sobre la optimización de la conidiación estimulada por luz (Steyaert et al., 2010). Se identificó que las proteínas que pertenecen al complejo Blue Light Regulator (BLR), Blr1 y Blr2, son elementos claves de la percepción de luz azul en *T. atroviride* (Cetz-Chel et al.,

2016). La proteína Blr1 posee las características de un fotoreceptor de luz azul, un dominio de unión a un cromóforo, mientras que la proteína Blr2 tiene un dominio para la interacción con Blr1. Ambas proteínas poseen un dominio de unión a ADN para el control de la expresión de genes de respuesta a luz azul, sin embargo, existe evidencia de que otras proteínas participan en conjunto con el complejo BLR (Casas-Flores, 2004; García-Esquivel et al., 2016).

Esquivel-Naranjo et al. (2016) publicaron que en la MAPK Tmk3 de *T. atroviride*, homóloga a Hog1 de *Saccharomyces cerevisiae* y p38 de animales, se activa postraduccionalmente ante un pulso de luz azul, y regula la expresión de genes de respuesta a luz azul que son dependientes del complejo BLR. La proteína Tmk3 también participa en las respuestas a estrés osmótico, estrés oxidativo, daño en el ADN ocasionado por la luz UV, integridad de la pared celular y conidiación (Esquivel-Naranjo et al., 2016), sin embargo, se desconoce el mecanismo molecular de activación de Tmk3.

En *S. cerevisiae* se identificaron dos vías de señalización que activan a Hog1 por



estrés celular, la vía Ste11 y la vía de histidina cinasas (Saito and Posas, 2012), sin embargo, al obtenerse mutantes carentes del gen *ste11* y genes *ssk1* y *ssk2*, componentes de la vía de histidina cinasas, se determinó que solo la vía de histidina cinasas es la responsable de la activación de Tmk3 (datos no publicados). En esta investigación, se pretende establecer el rol de las 12 histidina cinasas de *T. atroviride* en las respuestas a la luz y poder identificar el activador de Tmk3 por luz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepas y condiciones de cultivo

Se utilizó la cepa silvestre (WT) de *T. atroviride* (IMI206040) y una cepa auxótrofa a uracilo, que fueron proporcionados por el Dr. Edgardo Ulises Esquivel Naranjo. La cepa WT y las cepas mutantes se propagaron en medios con Papa-Dextrosa-Agar (PDA), más 5 mM uracilo si se requería, y se incubaron a 27 °C. Los medios de cultivos utilizados fueron previamente esterilizados en una autoclave a 15 psi durante 15 min y la manipulación de los hongos se realizó en una campana de flujo laminar.

Generación de cepas mutantes

Para obtener las mutantes carentes de los genes analizados, se siguió el método anteriormente descrito (Castellanos et al., 2010). Se transformaron protoplastos de *T. atroviride* por el método de polietilenglicol-CaCl₂ usando las construcciones obtenidas por PCR. Las transformantes se identificaron mediante un escrutinio preliminar por fenotipo de

sensibilidad y se confirmó el reemplazo génico mediante tres reacciones de PCR. **Producción de conidia inducidas por la luz**

El ensayo fue realizado en una cámara de crecimiento a 27 °C con iluminación constante para determinar el número de conidia producida por las cepas mutantes. A partir de preinóculos de la cepa WT y las mutantes crecidos en oscuridad durante 48 h en medio PDA, se cortaron discos del micelio del frente de crecimiento de la colonia, se inocularon por triplicado sobre la parte central de placas de PDA de 9 cm de diámetro y se incubaron en luz blanca constante durante una semana. Después se colectó la conidia de las cepas crecidas en 16 mL de agua destilada estéril, se hicieron diluciones de 10⁻² y se cuantificó en un microscopio óptico Leica DM500 usando una cámara de Neubauer.

Ensayos de estrés

Los ensayos de estrés para las mutantes se realizaron en placas de 9 cm de PDA suplementadas con los correspondientes agentes estresantes para cada tipo de estrés, como se ha descrito anteriormente en nuestro laboratorio (Esquivel-Naranjo et al., 2016).

Análisis de expresión de genes fotorregulados

Para la extracción de ARN y el análisis de la expresión de los genes regulados se utilizó el método descrito anteriormente en nuestro laboratorio (Esquivel-Naranjo et al., 2016). Para la normalización de los datos se realizó la detección de los niveles de transcrito del gen con expresión constitutiva *gpd*, que codifica



la gliceraldehído 3-fosfato deshidrogenasa.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos y las gráficas fueron hechas con el programa GraphPad Prism version 5 (GraphPad Software, San Diego, CA). La gráfica muestra el promedio de tres experimentos más la desviación estándar. Los resultados fueron analizados por medio de un análisis de varianza de una vía seguido de una prueba Tukey-Kramer.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrolló una nueva herramienta molecular para el estudio de genes de *T. atroviride* libre del uso de antibióticos, por medio de la obtención de mutantes auxótrofos a uracilo. El gen *pyr4* que codifica para una orotidina 5'-monofosfato descarboxilasa, complementa la auxotrofia de las mutantes, y se utilizó como un marcador de selección para el reemplazo génico. Con esta nueva herramienta se obtuvieron finalmente 3 mutantes del gen *pbs2*, 8 mutantes del gen *tmk3*, 8 mutantes del gen *blr1*, 5 mutantes del gen *blr2*, y al menos 1 mutante de 7 histidina cinasas. Utilizar el gen *pyr4* como marcador de selección en un fondo auxótrofo a uracilo fue igual de eficiente que utilizar el gen *hph* que codifica para una higromicina fosfotransferasa, y que confiere resistencia al antibiótico Higromicina B.

CONCLUSIONES

Utilizar el gen *pyr4* de *T. atroviride* como marcador de selección es una alternativa eficiente y económica, debido a que se han podido obtener eficazmente

mutantes de 11 diferentes genes y sin el uso de antibióticos. Esta nueva herramienta nos permitirá identificar el posible receptor que activa a la MAPK Tmk3 por luz.

LITERATURA CITADA

- Casas-Flores, S., 2004. BLR-1 and BLR-2, key regulatory elements of photoconidiation and mycelial growth in *Trichoderma atroviride*. *Microbiology* 150, 3561–3569. <https://doi.org/10.1099/mic.0.27346-0>
- Castellanos, F., Schmoll, M., Martínez, P., Tisch, D., Kubicek, C.P., Herrera-Estrella, A., Esquivel-Naranjo, E.U., 2010. Crucial factors of the light perception machinery and their impact on growth and cellulase gene transcription in *Trichoderma reesei*. *Fungal Genetics and Biology* 47, 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.02.001>
- Cetz-Chel, J.E., Balcázar-López, E., Esquivel-Naranjo, E.U., Herrera-Estrella, A., 2016. The *Trichoderma atroviride* putative transcription factor Blu7 controls light responsiveness and tolerance. *BMC Genomics* 17. <https://doi.org/10.1186/s12864-016-2639-9>
- Esquivel-Naranjo, E.U., García-Esquivel, M., Medina-Castellanos, E., Correa-Pérez, V.A., Parra-Arriaga, J.L., Landeros-Jaime, F., Cervantes-Chávez, J.A., Herrera-Estrella, A., 2016. A *Trichoderma atroviride* stress-activated MAPK pathway integrates stress and light signals: *Trichoderma* integrated stress and light signalling. *Molecular Microbiology* 100, 860–876. <https://doi.org/10.1111/mmi.13355>
- García-Esquivel, M., Esquivel-Naranjo, E.U., Hernández-Oñate, M.A., Ibarra-Laclette, E., Herrera-Estrella, A., 2016. The *Trichoderma atroviride* cryptochrome/photolyase genes regulate the expression of *blr1*-independent genes both in red and blue light. *Fungal Biology* 120, 500–512. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.007>
- Medina-Castellanos, E., Esquivel-Naranjo, E.U., Heil, M., Herrera-Estrella, A., 2014. Extracellular ATP activates MAPK and ROS signaling during injury response in the fungus *Trichoderma*



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

atroviride. *Frontiers in Plant Science* 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00659>
Saito, H., Posas, F., 2012. Response to Hyperosmotic Stress. *Genetics* 192, 289–318. <https://doi.org/10.1534/genetics.112.140863>

Steyaert, J.M., Weld, R.J., Mendoza-Mendoza, A., Stewart, A., 2010. Reproduction without sex: conidiation in the filamentous fungus *Trichoderma*. *Microbiology* 156, 2887–2900. <https://doi.org/10.1099/mic.0.041715-0>



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS AGROPECUARIOS DEL VALLE DE LA MICROCUCENCA CONCÁ, ARROYO SECO, QUERETARO

Carbajal Becerra O¹., Ramírez Herrejón J. P²., Torres García U³., Durán Rodríguez O. Y¹., Luna Sánchez E¹.

1. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro. 2. Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. 3. Maestría en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Bien sabemos que la actividad principal del sector agropecuario es proveer de alimentos a la humanidad, tanto en la producción y comercialización directa de los productos o en la generación de materias primas o insumos que brinden apoyo para realizar otro tipo de producción (INEGI, 2000).

Sin embargo, las actividades agropecuarias empleadas de manera inadecuada, contribuyen a la degradación de los ecosistemas. Generando el deterioro del medio ambiente a causa del agotamiento de los recursos agua, suelo, aire y a la desaparición de la vida silvestre, debido a la pérdida de ecosistemas relacionándose ampliamente con el desarrollo de las actividades económicas y los procedimientos de un país para el uso y manejo de sus recursos naturales (Zurrita 2015).

Como estrategia para mitigar estas problemáticas, en la cumbre de la tierra celebrada en Río de Janeiro en 1997, se generó un instrumento denominado agenda 21, el cual tenía como objetivo lograr el desarrollo sustentable para la mejora en la calidad de vida. En este

documento se plasmó un listado de las mayores problemáticas mundiales existentes y se buscó brindar soluciones para cada una de ellas utilizando políticas implementadas a través de instituciones ya establecidas (ONU, 1992).

Las instituciones mexicanas que participaron en esta reunión fueron la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), las cuales elaboraron una serie de indicadores para el desarrollo sustentable con la finalidad de medir, diagnosticar y evaluar dicho desarrollo sobre áreas de estudio determinadas (Gómez, 2015), logrando así poder trabajar a escala de parcelas, unidades productivas en el país (Masera, et al., 1999).

Sin embargo, aun con el desarrollo de estas herramientas son pocos los que han intentado medir o proponer marcos metodológicos para evaluar la sustentabilidad en sistemas agropecuarios. Esto debido a la falta de indicadores específicos para la evaluación de los agroecosistemas (Sarandón, 2002).

Esta problemática nos muestran que lograr el desarrollo sostenible en nuestras



sociedades exige realizar una gestión racional y equilibrada de los recursos naturales, en especial el suelo, el agua y la vegetación (López, y otros 2013), en este sentido las cuencas hidrográficas han sido propuestas como una unidad ideal para realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, debido a que este enfoque busca minimizar la vulnerabilidad y brindar una oportunidad adecuada de gobernabilidad (FAO, 2007).

Sin embargo, a pesar las oportunidades que brinda utilizar la cuenca como una unidad planificadora, estos territorios presentan alto grado de degradación, debido a la falta de conocimientos y principios sobre el mismo enfoque (López, et al., 2008).

Por tal motivo, es necesario realizar la evaluación de cuencas, ya que es un método para examinar su condición histórica, comprender su funcionamiento, procesos actuales y determinar los efectos causados por las actividades humanas (Shilling, y otros 2004). Para lograr esto, es necesario determinar los sistemas de producción y conservación existentes, así como su intensidad, cobertura y continuidad (Villalta y Castañeda 2003).

Entre las distintas herramientas disponibles para realizar la evaluación en cuencas, se encuentran los marcos metodológicos que se refieren a aquellos instrumentos que ilustran cómo debe de realizarse una investigación (Camacho y Finol, 2008).

Un ejemplo de ello, es el marco de evaluación titulado “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de

Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)” (Omar, Marta y Santiago 1999), el cual será utilizado para la elaboración de este trabajo.

Esta herramienta define la sustentabilidad a través de cinco atributos especiales evaluados a través de indicadores de sustentabilidad y puede ser aplicado a escala de parcela, unidad productiva, comunidad o cuenca (Omar, Marta y Santiago 1999).

Por lo tanto, el uso de esta herramienta es indispensable para cumplir el objetivo de este trabajo el cual es evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en el valle de la microcuenca Concá utilizando indicadores de sustentabilidad para generar propuestas que promuevan la sustentabilidad de las actividades agropecuarias del valle.

El área de estudio seleccionada es valle de la microcuenca Concá la cual es una zona decretada como área de aprovechamiento intensivo en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG). Sin embargo, esta región es afectada por sequías y deforestación, debido al cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias y áreas de crecimiento urbano (CONANP, 1999).

Su actividad principal es la agricultura de riego la cual ha prevaleciendo principalmente en el valle de Concá, en donde se han realizado actividades agrícolas con uso indiscriminado de agroquímicos y prácticas de monocultivo las cuales inciden en la contaminación del suelo, mantos freáticos y los



manantiales más importantes de la región (Gómez, 2015).

Por otro lado, en el ámbito pecuario la producción animal presenta diversas problemáticas las cuales son, la falta de forraje y agua en la temporada seca y la dificultad para conseguir el alimento del ganado debido al alto costo de los insumos, trayendo como consecuencia una mortalidad elevada de los animales y una disminución en el volumen de los productos de origen animal (Plan de desarrollo municipal de Arroyo Seco, 2012).

Por tal motivo, a causa de las problemáticas prevalecientes en el valle de la microcuenca Concá, es necesario realizar la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios basado en indicadores, el cual nos ayudara a obtener un panorama más amplio de la condición actual y las capacidades de los sistemas de manejo existentes en la microcuenca, favoreciendo en un futuro a las organizaciones productoras de la microcuenca con un marco que ilustre la aplicación de prácticas sustentables adecuadas a las condiciones de su microcuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca Concá se encuentra en la zona norte del estado de Querétaro dentro del municipio de Arroyo seco y pertenece a la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), en la cuenca del Río Tamuín y la subcuenca Tampaon – Santa Martha – La Laja en la región Hidrológica RH26 del Río Pánuco. Su delimitación se realizó mediante el uso

de sistemas de información geográfica he información geográfica obtenida del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

La caracterización de los sistemas agropecuarios de valle de la microcuenca Concá fueron determinados por medio de una búsqueda bibliográfica intensiva sobre los sistemas de manejo existentes en el área de estudio, además se realizaron peticiones de documentos oficiales a las dependencias gubernamentales correspondientes y a las instituciones cercanas con la finalidad de complementar la información necesaria. Posteriormente se realizaron recorridos de campo para identificar y los sistemas de manejo en el valle y por medio de cuestionarios semiestructurados se determinó los tipos de sistema de manejo existentes.

La metodología que se empleará es la propuesta por el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) (Omar, Marta y Santiago 1999).

De acuerdo con la metodología que establece el MESMIS, para realizar la evaluación de la sustentabilidad se siguieron estos pasos:

- 1) La identificación de los puntos críticos de los sistemas agropecuarios del valle de la microcuenca Concá mediante la información obtenida de la aplicación de encuestas.
- 2) La selección de los criterios diagnóstico e indicadores, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a los



puntos críticos de cada sistema y en complemento con revisión bibliográfica.

- 3) El monitoreo de los indicadores, fue realizado mediante una jornada de cuestionarios semiestructurados a productores del valle de la microcuenca Conca aplicando la metodología Snowball propuesta por Goodman en 1961. Esta herramienta se utiliza con frecuencia para medir las características en poblaciones que carecen de marco muestral, con la finalidad de lograr acceder a poblaciones de baja incidencia o de individuos de difícil acceso, por lo cual no es posible aplicar alguna técnica de muestreo probabilístico (Goodman, 1961).
- 4) La integración de datos, la información recaudada del monitoreo de los indicadores se conjuntó en un matriz única de datos utilizando mediante el paquete Microsoft Excel 2016, el cual mostro muestra un primer panorama previo de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios del valle.
- 5) El procesamiento de la información, se realizó mediante técnicas cualitativas, en donde de acuerdo a los atributos de cada indicador se colocaron los valores de sustentabilidad para cada atributo de sustentabilidad.
- 6) Las recomendaciones sobre el ciclo de evaluación, se generaron de acuerdo a los resultados del análisis de sustentabilidad obtenido previamente, mencionando las fortalezas y debilidades del trabajo para así fungir como una guía para el siguiente ciclo de evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la caracterización del valle de la microcuenca se obtuvo la información de 28 productores. Se separaron en dos grupos, el primer grupo se compone de 24 productores que tienen sistemas de manejo con actividad convencional, mientras que el segundo grupo se encuentra compuesto por 4 productores que tiene sistemas de manejo con actividad alternativa. Lo cual muestra que existe una mayor incidencia de actividad convencional que practicas alternativas en el valle.

Los sistemas convencionales que principalmente se identificaron fueron los monocultivos de Jitomate, chile, calabaza, naranja y maíz, con poca incidencia de actividad pecuaria, alta incidencia de agroquímicos mayor cantidad de tierras cultivadas. Por otro lado, para los sistemas alternativos se encontró el maíz, la naranja y el frijol en coexistencia con la actividad pecuaria de borregos, vacas, cerdos y aves de corral, realizando intercambio de funciones y elementos, con baja incidencia de agroquímicos.

Los puntos críticos negativos identificados para los sistemas agropecuarios del valle de la microcuenca son principalmente, los referentes al alto uso de agroquímicos, alta incidencia de plagas, el alto costo de insumos, las prácticas de protección del suelo y la baja diversidad de cultivos. Mientras que para los puntos positivos se encuentra la alta productividad, el autofinanciamiento y la disponibilidad del agua.

Posteriormente se seleccionaron 12 criterios diagnóstico y 20 indicadores de



sustentabilidad, y se depuraron para obtener cuales eran los indicadores más fiables para la obtención de los parámetros de sustentabilidad de los sistemas agropecuarios del valle de la microcuenca Concá.

Los indicadores fueron monitoreados por medio de encuestas aplicadas a los productores en sus parcelas de cultivo, obteniendo la información para cada indicador. La mayoría de los productores proporciono la referencia de otro productor para aplicar la encuesta y también el número de teléfono, para seguir comunicados.

Los datos fueron vertidos en una matriz de datos única mediante el software Microsoft Excel 2016, en donde se capturaron 87 variables para la medición de los indicadores. Posteriormente se le atribuyeron valores a cada variable para obtener así los valores de sustentabilidad de cada indicador y consigo de cada atributo de sustentabilidad.

Se obtuvieron valores de baja sustentabilidad en los sistemas convencionales para los indicadores de conservación de la vida del suelo, manejo de la biodiversidad, incidencia de enfermedades, autosuficiencia alimentaria, riesgo económico, acceso a créditos, nivel de autofinanciamiento, para los valores de media y alta sustentabilidad los indicadores que mostraron respuesta fueron, los derechos de propiedad, integración social, aceptabilidad del sistema productivo, satisfacción de las necesidades básicas, calidad del agua.

Para los sistemas Alternativos, los indicadores con valores de baja

sustentabilidad fueron el manejo de la biodiversidad, riesgo económico, relación costo/beneficio, accesibilidad a créditos, seguros y otros mecanismos, nivel de autofinanciamiento y planificación de parcela. Para los indicadores con valores medios y altos de sustentabilidad se encontraron la satisfacción de las necesidades básicas, los derechos de propiedad, la aceptabilidad del sistema productivo, calidad del agua y la conservación de la vida en el suelo.

para los sistemas convencionales, el mayor grado de sustentabilidad se obtuvo en la productividad, mientras que para los sistemas alternativos se obtuvo para la estabilidad, confiabilidad y resiliencia. Por otro lado, los valores de baja sustentabilidad se en los sistemas convencionales se obtuvo para la autogestión y en los sistemas alternativos fue para Autogestión.

CONCLUSIONES

El valle de la microcuenca Concá, es un área la cual es trabajada en mayor proporción por productores de conocimiento y practicas convencionales, lo cual en un plazo largo puede generar problemáticas mayores para la actividad productiva de la región, es necesario incidir la capacitación y asistencia técnica para la utilización de alternativas de producción sustentable, nuevas tecnología amigables con el ambiente y generar una mejor vinculación entre las actores existentes en la microcuenca para poder generar un manejo y gestión integrada en la microcuenca.



Como principal recomendación del trabajo, se infiere en poder trabajar en los sistemas productivos de las distintas zonas funcionales de la microcuenca para poder tener un estudio más completo. Seguir realizando el monitoreo de los indicadores constantemente para conocer la evolución de las actividades y el panorama de sustentabilidad del valle y la microcuenca. Así como seguir integrando nuevos indicadores para poder mejorar el panorama de sustentabilidad desde diversos criterios de información.

LITERATURA CITADA

CONANP. (1999). Programa de manejo de la reserva de la biosfera sierra gorda (1a ed.). México: Instituto Nacional de Ecología.

FAO. (2007). Comunicación y desarrollo sostenible. 9na mesa redonda de las Naciones Unidas sobre la comunicación para el desarrollo (pág. 158). Roma: FAO.

Gómez, M. d. (Agosto de 2015). "Desarrollo local sustentable en la reserva de la biosfera sierra gorda (RBSG) Querétaro" (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo, México.

INEGI. (2000). Indicadores de desarrollo sustentable en México. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

López, W., Castro, I., Camas, R., Villar, B., & López, J. (2013). El manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. (INIFAP, Ed.) Chiapas, México: SAGARPA.

Municipio de Arroyo Seco. (2018). Programa de Desarrollo Urbano Centro de Población Concá. Arroyo Seco: Municipio de Arroyo Seco.

Omar, M., Marta, A., & Santiago, L.-R. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS. México: Mundiprensa.

ONU. (1992). United Nations Conference on Environmental and Development, Agenda 21. United Nations Conference on Environmental and Development.

Shilling, F., Sommarstrom, S., Kattelmann, R., & Florsheim, J. (2004). Evaluación de las Cuencas Hídricas en California. California: University of California.

Villalta, C. A., & Castañeda, L. F. (2003). Manual de manejo de cuencas hidrográficas. El salvador: Universidad de el Salvador.

Zurrita, A. (2015). Factores causantes de la degradación ambiental. International Journal of Good Conscience, 10(3), 9.



EFECTO CITOTÓXICO DE LA AFININA EXTRAÍDA DE LA RAÍZ DE *HELIOPSIS LONGIPES* SOBRE FIBROBLASTOS 3T3-L1

Casique Vega G.C.¹, Ávalos Soriano A.², Castro Ruiz J.E.¹, García Gasca T.¹, Moreno Celis U.¹

¹Maestría en Ciencias en Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Mazatlán

INTRODUCCIÓN

Heliopsis longipes es una planta endémica de la Sierra Gorda de México, en la región es conocida con el nombre de Chilcuague y se ha usado tradicionalmente desde hace siglos como condimento, analgésico particularmente para dolores dentales y también como insecticida y antifúngico casero (Molina-Torres, et al., 2004). Para estos fines se utilizan, principalmente las raíces que, sabemos ahora, son ricas en afinina (N-isobutil-2E,6Z,8E-decatrienamida), esta sustancia se aisló como un compuesto bioactivo por primera vez en 1945 (Acree, et al., 1945). Además de la afinina que representa el 0.78% del peso seco de las raíces del chilcuague, también se han identificado y caracterizado diversas amidas alifáticas insaturadas llamadas alcanidas en las raíces de esta planta (Cilia-López, 2010). Las alcanidas constituyen una clase particular de productos naturales en las que diferentes grupos amina se unen por un enlace amida con varios ácidos grasos insaturados. Estos ácidos grasos pueden derivar del ácido oleico y contener una cadena no ramificada de 9 a 18 átomos de carbono, con uno o más enlaces

dobles, regularmente acompañados de uno a tres enlaces acetilénicos (Greger, 1984). Las alcanidas son un grupo numeroso y cada vez se conocen más de estos compuestos naturales bioactivos. Se encuentran en, al menos, 33 familias de plantas. La familia Asteraceae, a la que pertenece el chilcuague, se caracteriza por la acumulación de alcanidas alifáticas como la afinina (Rios, et al., 2012 & Martínez-Loredo, et al., 2015).

Actualmente, se ha retomado el estudio de los compuestos naturales, encontrando aplicaciones más allá de sus usos tradicionales, por ejemplo, hay evidencia que la afinina podría usarse como un posible anticonceptivo inhibiendo la movilidad de los espermatozoides (Martínez-Loredo, et al., 2015) o como vasodilatador con posibles aplicaciones importantes (Castro-Ruiz, et al., 2017).

Por otro lado, algunas alcanidas como la capsaicina y su análogo estructural nonivamida presentes en las especies *Capsicum* a las que pertenecen los chiles han mostrado actividad anti-adipogénica tanto in vitro en adipocitos 3T3-L1 como in vivo (Hsu y Yen, 2007 & Hochkogler, et al., 2017). Otra alcanida, la trans-



pellitorina aplicada en bajas concentraciones en adipocitos 3T3L1, inhibe la diferenciación de estos porque reduce los niveles del factor pro-adipogénico PPAR γ (Lieder, et al., 2017).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar el efecto citotóxico de un extracto etanólico rico en afinina así como de la afinina purificada a partir de las raíces de *Heliopsis longipes* sobre los fibroblastos 3T3-L1 para poder estudiar, posteriormente, su efecto antiadipogénico en estas células.

MATERIALES Y MÉTODOS

Extractos: Tanto el extracto etanólico rico en afinina como la afinina pura utilizados en este trabajo fueron obtenidos a partir de las raíces de *H. longipes* por el grupo de trabajo dirigido por el MC Eduardo Castro Ruiz. (Castro-Ruiz, et al., 2017).

Cultivo Celular: Se utilizaron fibroblastos 3T3-L1 C-173MR, línea celular comercial comprometida a diferenciarse en adipocitos, provenientes de la ATCC. Éstas se cultivaron en medio DMEM suplementado con el 10% de suero fetal bovino (SFB) y 1% de antibióticos. Se les cambia el medio cada tercer día y se transfieren cuando llegan a una confluencia de entre 85 y 90%.

Curvas Dosis-Respuesta: Para probar el efecto del extracto etanólico rico en afinina y de la afinina pura provenientes de *H. longipes*, se realizaron los siguientes ensayos. En placas de 24 pozos se sembraron, el primer día, 4x10⁴ células por pozo con 500 μ l de medio de cultivo DMEM suplementado con 10%

de SFB y se mantuvieron a 37°C y 5% de CO₂. Después de 48 horas (tercer día del ensayo) se cambió el medio de todos los pozos por 500 μ l de DMEM al 0.5% de albúmina sérica bovina (ASB). Para cada curva se consideraron dos controles, el control de crecimiento o proliferación (CC) y el control de sobrevivencia (CS) y cada tratamiento se sembró por duplicado. Los grupos de tratamiento fueron preparados en concentraciones exponenciales, para el extracto etanólico las concentraciones empleadas fueron: 5, 10, 20, 40, 80 y 160 μ g/ml. Y los tratamientos con afinina se prepararon con las siguientes concentraciones: 30, 60, 120, 240, 480 y 960 μ g/ml. Todos los tratamientos fueron preparados en medio con ASB al 0.5%.

El cuarto día se retiró el medio con albúmina y se adicionó a cada pozo el tratamiento correspondiente. Las células de los pozos de los controles CC se despegaron adicionando 0.5 ml de tripsina en cada pozo y se adicionó la misma cantidad de medio para retener el efecto de la tripsina, se retiraron las células, se colocaron en un tubo por separado y se contabilizaron las células de cada pozo. Se retiraron los tratamientos 24 horas después (quinto día del ensayo) y se contaron las células de todos los pozos. Cada curva se repitió, por lo menos, cuatro veces. El conteo de las células se hizo por el método directo con cámara de Neubauer, contando los 8 cuadrantes cuatro veces, sacando promedio y multiplicando por 10 mil.

Análisis estadístico: En base a la media de los conteos de los pozos con CC se calculó el porcentaje relativo de



proliferación de las células [(promedio de células de todos los pozos del tratamiento/promedio de células de los CC)*100], mientras que para calcular el porcentaje de sobrevivencia se tomó como base la media de los conteos de los CS[(promedio de células de todos los pozos del tratamiento/promedio de células de los CS)*100] . Se realizaron regresiones lineales de los resultados de cada ensayo para determinar las concentraciones inhibitorias 50 (CI₅₀), las concentraciones letales 50 (CL₅₀) y las concentraciones máximas no tóxicas de cada extracto estudiado. Cada ensayo se realiza, por lo menos, por separado. Se realizaron pruebas de ANOVA de un solo factor con *post hoc* de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el extracto etanólico rico en afinina se encontró que la CL₅₀ es 50.87 µg/ml, mientras que la CI₅₀ es igual a 36.73 µg/ml y la concentración máxima no tóxica es 18.36 µg/ml. Y, cómo se observa en la Figura 1(A), el porcentaje de sobrevivencia de las células va disminuyendo conforme aumenta la concentración. En la Figura 1(B), se aprecia que conforme aumenta la concentración del extracto en el tratamiento se va inhibiendo el crecimiento celular y se muestra la relación lineal a partir de la cual se calculan la CI₅₀ y la concentración máxima no tóxica. En la Figura 2 (A) se puede ver como afecta el aumento en la concentración del extracto etanólico en la proliferación de las células y en la Figura 2(B) se puede ver como esta relación se comporta de manera casi lineal.

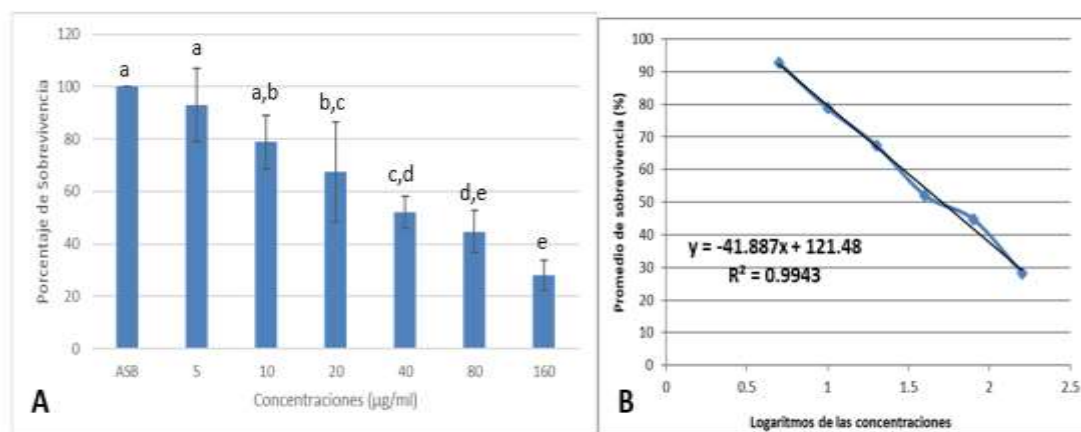


Figura 1. Efecto de las diferentes concentraciones de extracto etanólico sobre la sobrevivencia de las células. (A) Promedio de los porcentajes relativos de sobrevivencia obtenidos de 5 ensayos realizados en diferentes tiempos. Las barras de error indican los valores de las desviaciones estándar y la columna ASB es el control de sobrevivencia. Las letras minúsculas representan las diferencias

estadísticas entre grupos (Tukey, $p < 0.05$). (B) Se muestra la relación lineal encontrada en escala logarítmica y la ecuación a partir de la que se obtiene la CI_{50} .

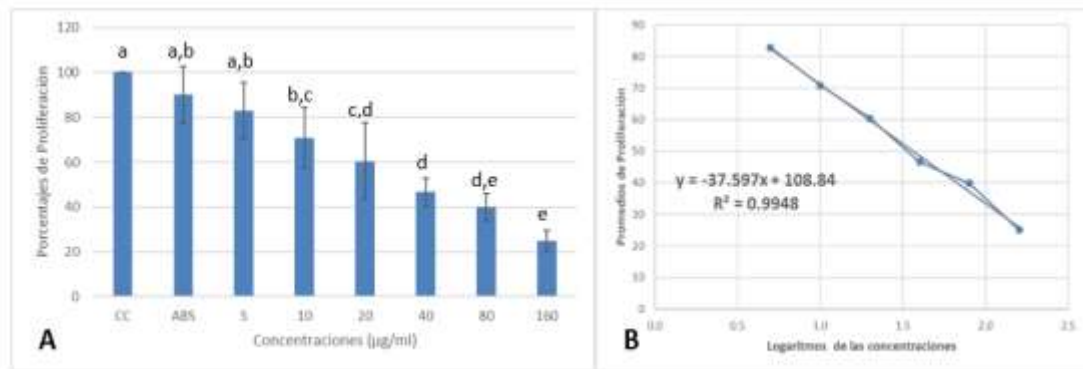


Figura 2. Efecto del extracto etanólico rico en afinina sobre la proliferación de las células. (A) Promedio de los porcentajes relativos de proliferación de los pozos con los diferentes tratamientos, tomando como base el control de crecimiento CC. Las líneas de error indican las desviaciones estándar de los 5 ensayos realizados. Las letras minúsculas indican las diferencias significativas existentes (Tukey, $p < 0.05$). (B) Relación lineal del promedio de proliferación de los ensayos en escala logarítmica que incluye la ecuación utilizada para calcular la CI_{50} .

En cuanto a la afinina purificada a partir de la raíz de *H. longipes*, se pudo apreciar que la CL_{50} es igual a $190.10 \mu\text{g/ml}$ y la CI_{50} es $153.31 \mu\text{g/ml}$ por lo que la concentración máxima no tóxica es $76.65 \mu\text{g/ml}$. Se han realizado más estudios en los que se ha obtenido la CI_{50} . Gerbino et al., en 2016, probaron afinina obtenida a partir de *H. longipes* en células HEK293 y el valor de CI_{50} fue de $260 \mu\text{g/ml}$ (Gerbino, et al., 2016). En contraste, también se cuenta con el dato de otras alcámidas, como la capsaicina obtenida del chile jalapeño, cuya CI_{50} se calculó de $150 \mu\text{g/ml}$ en células tumorales pancreáticas, de $64 \mu\text{g/ml}$ en preadipocitos 3T3-L1 y de $335 \mu\text{g/ml}$ sobre las misma células pero ya

convertidas en adipocitos maduros, lo que nos hace pensar que la capsaicina tiene mayor capacidad de inhibir a los preadipocitos (Feng, et al., 2014; Skrzypski, et al., 2014 & Alcalá-Hernández, 2017).

En la Figura 3 se aprecia el efecto de la afinina sobre los fibroblastos 3T3-L1 y cómo la relación con el aumento de la concentración de la afinina es, prácticamente, lineal. Y en la Figura 4 (a) se puede observar como las células van perdiendo su capacidad de proliferación al aumentar la concentración de afinina en los tratamientos, también se muestra en la Figura 4 (B) la relación lineal a partir de la cual se calcularon la CI_{50} y la concentración máxima no tóxica.

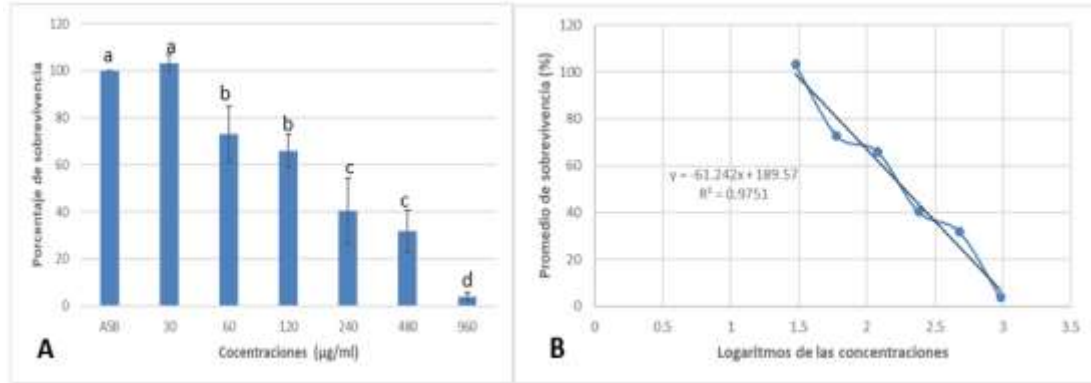


Figura 3. Efecto de la afinina sobre el porcentaje de sobrevivencia de las células. (A) Promedio de los porcentajes relativos de sobrevivencia en preadipocitos 3T3-L1. Las letras minúsculas representan las diferencias estadísticas (Tukey, $p < 0.05$). (B) Regresión lineal de esta relación en escala logarítmica.

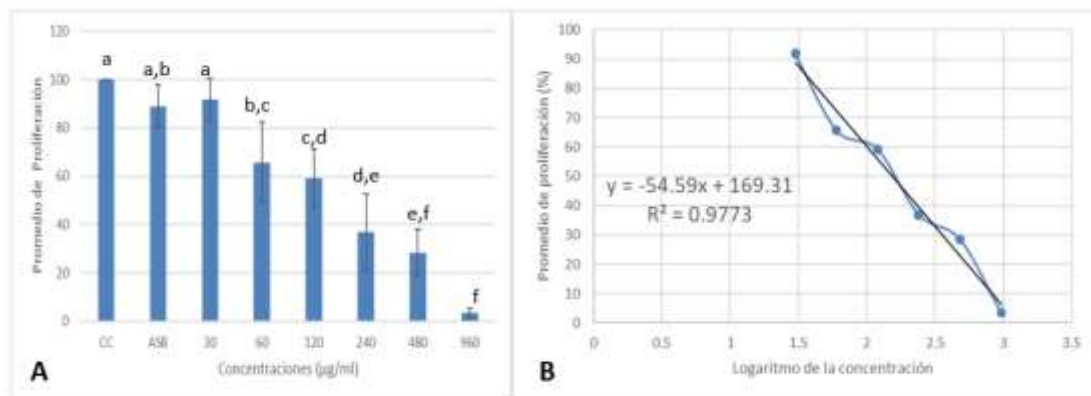


Figura 4. Efecto de la afinina sobre la proliferación de los preadipocitos. (A) Gráfica de los promedios de proliferación celular de los ensayos realizados tomando como control la media de los pozos CC. Las letras minúsculas representan las diferencias estadísticas (Tukey, $p < 0.05$). (B) Gráfica de la regresión lineal que relaciona los promedios de proliferación en escala logarítmica y se muestra la ecuación en base a la que se calculó la CI_{50} .

CONCLUSIONES

El extracto etanólico proveniente de las raíces de *H. longipes* resultó ser más letal e inhibir con mayor efectividad el

crecimiento de los fibroblastos 3T3-L1 que la afinina purificada a partir de la misma raíz, lo que nos hace pensar que el efecto combinado de la afinina junto con las otras alcanidas presentes en menores



cantidades en el extracto puede, quizá, potencian su efecto. Los resultados obtenidos de efecto citotóxico de la afinina tanto pura como en el extracto es la base de una futura investigación en la que se estudiarán los efectos antiadipogénicos de estos compuestos.

LITERATURA CITADA

Acree F., Jacobson M., Haller H. An amide possessing insecticidal properties from the roots of *Erigeron affinis* DC. *Journal of Organic Chemical*. 1945, pp. 236-242.

Alcalá-Hernández C., De la Rosa L., Pedraza-Chaverri J., Medina-Campos O.N. & Meza Ireta S. Caracterización fitoquímica de un extracto de *Capsicum annum* cv. "Jalapeño" y su actividad citotóxica en células 3T3-L1. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 2017, 48 (3), pp. 28-36.

Castro-Ruiz J., Rojas-Molina A., Luna-Vázquez F., Rivero-Cruz F., García-Gasca T. & Ibarra-Alvarado C. Affinin (Spilanthol), isolated from *Heliopsis longipes*, induces vasodilation via activation of gasotransmitters and prostacyclin signaling pathways. *International Journal of Molecular Sciences* 2017, 18, 218.

Cilia-López, V.G.; Juárez-Flores, B.I.; Aguirre-Rivera, J.R.; Reyes-Agüero, J.A. Analgesic activity of *Heliopsis longipes* and its effect on the nervous system. *Pharm. Biol.* 2010, 48, 195–200.

Feng Z., Hai-Ning Y., Xiao-Man C., Zun-Chen W., Sheng-Rong S. & Das U. Effect of yellow capsicum extract on proliferation and differentiation of 3T3-L1 preadipocytes. *Nutrition*, 2014; 30(3) pp. 319-325.

Gerbino A, Schena G., Milano S., Milella L., Franco Barbosa A., Armentano F., Procino G., Svelto M. & Carosino M. Spilanthol from *Acmella oleracea* lowers the intracellular levels

Skrzypski M., Sassek M., Abdelmessih S., Mergler S., Grötzing C. & Metzke D. Capsaicin induces cytotoxicity in pancreatic neuroendocrine tumor cells via mitochondrial action. *Cell Signal*, 2014; 26 (1).

of cAMP impairing NKCC2 phosphorylation and water channel AQP2 membrane expression in mouse kidney. *PLoS ONE* 2016, 11, e0156021.

Greger H. Alkamides: Structural relationships, distribution and biological activity. *Planta Med*, 1984, 50:366–75.

Hochkogler C.M., Lieder B., Rust P., Berry D., Meier S.M., Pignitter M. A 12-week intervention with nonivamide, a TRPV1 agonist, prevents a dietary-induced body fat gain and increases peripheral serotonin in moderately overweight subjects. *Molecular Nutrition Food Research*, 2017. 61:1600731.

Hsu C.L. & Yen G.C. Effects of capsaicin on induction of apoptosis and inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *J. Agric. Food Chem*, 2007. pp. 1730-1736.

Lieder B., Zaunschirm M., Holik A., Ley J., Hans J., Krammer G. & Somoza V. The alkamide trans-Pellitorine targets PPAR γ via TRPV1 and TRPA1 to reduce lipid accumulation in developing 3T3-L1 adipocytes. *Frontiers in Pharmacology*, 2017, Vol. 8.

Martinez-Loredo E., Izquierdo-Vega J., Cariño-Cortés R., Cilia-López V., Madrigal-Santillán E., Zuñiga-Pérez C., Valadez-Vega C., Moreno E. & Sánchez-Gutiérrez M. Effects of *Heliopsis longipes* ethanolic extract on mouse spermatozoa *in vitro*. *Pharmaceutical Biology*, 2015.

Molina-Torres J., Salazar-Cabrera C., Armenta-Salinas C. & Ramírez-Chávez E. Fungistatic and bacteriostatic activities of alkamides from *Heliopsis longipes* roots: Affinin and Reduced Amides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52, pp. 4700-4704.

Rios M.Y. Natural alkamides: Pharmacology, chemistry and distribution. In: Omboon V, Olimat SM, eds. *Drug Discovery Research in Pharmacognosy. Croatia: InTech*, 2012, pp.107–144.



EFECTO DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ EN PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*ZEA MAYS*).

Dávila-Rangel, J. B.¹, Andrade-Montemayor, H. M.¹, Vera-Ávila, H. R.¹, Reis de Souza, T. C.¹, Córdova-Torres, A. V.¹, Pérez –Trejo, E.¹

¹ Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. México

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la utilización de fuentes minerales como abastecedoras de nutrientes agrícolas se ha reducido considerablemente, en primer lugar por el elevado precio que tiene en el mercado mundial y además, por la tendencia internacional de disminuir la utilización de agroquímicos en la agricultura y con ello la contaminación ambiental. Una de las vías más utilizadas a tal efecto es el uso de abonos orgánicos que puedan sustituir parcial o totalmente la fertilización mineral (Gómez *et al.*). Los lixiviados de lombricomposta poseen nutrientes solubles y ácidos Húmicos y fulvicos, al ser aplicado en forma foliar actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de algunos de los principales nutrientes solubles en el mismo (Gómez *et al.*, 2011).

El objetivo fue evaluar el efecto de lixiviado de lombriz en rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) de maíz.

Material y métodos

El presente trabajo *in vivo* se realizó en las instalaciones de la unidad de

producción del campus Amazcala, de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ-FCN), El Marqués Querétaro. México. Las pruebas *in vitro* se realizaron en el laboratorio de nutrición animal (UAQ-FCN) campus Juriquilla, Querétaro, México. Se utilizó semilla de maíz de alta calidad, se desinfectó mediante una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante 15 min. Se sumergieron 24 h en agua e hidróxido de calcio al 5%, se dividió en 2 etapas, 12 h cada uno, 12 h de remojo en agua, 1 hora de oxigenación y 12 h nuevamente sumergidas. La dosis de siembra fue de 1kg de semilla por charola, teniendo 30 charolas por tratamiento, el riego se realizó a través de micro aspersores, los cuales consistieron en riegos programados con agua (FVHA) (a), solución nutritiva (FVHSN) (b) y lixiviado de lombriz (FVHL) (c) a una concentración de 36.5%, ajustado a la concentración de nitrógeno de la solución nutritiva (Cuadro 1). Se aplicó un diseño experimental completamente al azar.



Cuadro 1. Valores de la solución nutritiva, lixiviado de lombriz al 100 % y lixiviado de lombriz a una concentración del 36.5 %.

| NUTRIENTE | SOLUCIÓN NUTRITIVA | LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA (100%) | LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA (36.5%) |
|--------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Nitrógeno Total (mg/L) | 92 | 252.07 | 92 |
| Fósforo (mg/L) Como P2O5 | 27 | 0.212 | 0.773 |
| Potasio (mg/L) Como K2O | 109 | 1220.33 | 445.77 |
| Magnesio (mg/L) como Mg | 14 | 38.78 | 14.15 |
| Calcio(mg/L) como Ca | 110 | 33.67 | 12.28 |
| Ac. Húmicos % | - | 0.11 | 0.11 |
| Ac fulvicos % | - | 0.04 | 0.04 |

(mg /L) Miligramos por litro; (FVH) Forraje verde hidropónico; (K2O) Óxido de (P2O5) Óxido de fósforo, (Mg) magnesio, (Ca) calcio.

A los 14 días se realizó la cosecha del FVH (Forraje Verde Hidropónico) de maíz, se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (E.E.) de acuerdo a A.O.A.C. (1984). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) de acuerdo a Van Soest *et al.*, 1991. Se determinó la producción de gas *in vitro* (ml/g MS) en el equipo automatizado Gas Production System de ANKOM® de acuerdo a Williams (2000).

La composición nutricional fue superior en FVH al compararse con la semilla de maíz ($p < 0.001$), y comparando solo el forraje verde hidropónico se encontró que en el FVHA se obtuvieron los valores de MS y PC menores, los más altos de PC, FDN, FDA ($p < 0.001$) se encontraron en el tratamiento FVHL, la MO no presentó diferencia entre el tratamiento FVHA Y FVHL, pero fue superior en el tratamiento FVHSN ($p < 0.001$), el EE se comportó de manera similar entre FVH y al compararlo con el maíz este fue inferior en MS, MO y EE ($P < 0.001$) (Cuadro 2).

RESULTADOS

Cuadro 2. Composición bromatológica g/100g de MS de semilla de maíz, FVHA, FVHSN y FVHL.

| Variable | Semilla de maíz | FVH de maíz/ agua | FVH de maíz/solución nutritiva | FVH de maíz/lixiviado | EEM± | Sig |
|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| MS % | 91.01a | 14.69b | 15.59c | 15.7c | 0.22 | 0.001 |
| MO (gr/100 gr) | 98.56a | 96.82b | 97.27c | 96.43b | 0.039 | 0.001 |
| PC (gr/100 gr) | 8.99a | 11.79b | 13.14c | 15.55d | 0.132 | 0.001 |
| EE (gr/100 gr) | 4.64a | 3.55b | 3.33b | 3.62b | 0.71 | 0.001 |
| FDN (gr/100 gr) | 14.26a | 29.69b | 28.05b | 32.96c | 0.522 | 0.001 |
| FDA (gr/100 gr) | 2.48a | 14.25b | 14.05b | 16.38c | 0.147 | 0.001 |

EEM±= Error estándar de la media. ^{a, b, c, d}. Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento; (FVH) Forraje verde hidropónico; (BS) Base seca; (MS) Materia seca; (PC) Proteína cruda; (FDN) fibra detergente neutra; (FDA) fibra detergente acida



El rendimiento en BH y MS entre FVHSN y FVHL no presentó diferencias ($P>0.05$), mientras que en el tratamiento FVHA fue menor ($p<0.001$). Los contenidos de PC, FDN, FDA fueron

diferentes entre los 3 tratamientos ($p<0.001$), los valores mayores los obtuvo el FVHL. La MO y EE se comportaron de manera similar entre tratamientos (Cuadro 3)

CUADRO 3. Comparación del rendimiento BH, MS, MO, E.E, FDN, FDA y PC de FVH agua, FVH solución nutritiva y FVH lixiviado de lombriz, cosechado a 14 días por cada kg de semilla de maíz

| | agua | nutritiva | lixiviado | | Sig | |
|----------------------|--------|-----------|-----------|---------|--------|-------|
| RENDIMIENTO BH (kg) | 1.00a | 8.69b | 9.10c | 9.24c | 0.0919 | 0.001 |
| RENDIMIENTO MS (kg) | 0.91a | 1.27b | 1.41c | 1.45c | 0.0139 | 0.001 |
| RENDIMIENTO MO (kg) | 0.98a | 1.23b | 1.37c | 1.40c | 0.0135 | 0.001 |
| RENDIMIENTO PC (kg) | 0.090a | 0.1502b | 0.1861c | 0.2259d | 0.0018 | 0.001 |
| RENDIMIENTO E.E (kg) | 0.04a | 0.0453b | 0.0472c | 0.0527d | 0.0004 | 0.001 |
| RENDIMIENTO FDN (kg) | 0.14a | 0.3784b | 0.3974c | 0.4788d | 0.0042 | 0.001 |
| RENDIMIENTO FDA (kg) | 0.02a | 0.1817b | 0.1991c | 0.2379d | 0.0020 | 0.001 |

EEM±= Error estándar de la media. ^{a, b, c, d} Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento; (FVH) Forraje verde hidropónico; (BH) Base húmeda; (MS) Materia seca; (MO) materia orgánica; (E.E) extracto etéreo; (PC) Proteína cruda; (FDN) fibra detergente neutra; (FDA) fibra detergente ácida.

En el cuadro 4 observamos los parámetros de producción de gas *in vitro*, comparando el grano de maíz con el FVH de acuerdo a cada uno de los tratamientos, observándose que el grano de maíz presentó una mayor producción de gas (b) (ml/g de MS) pero a una menor tasa fraccional de producción (c) (ml/h)($P<0.05$), siendo importante que el contenido energético también fue mayor en el grano de maíz

(EN Mcal/kg de MS). Por su parte, la producción de gas, la tasa de producción y el contenido energético de los FVHA, FVHSN y FVHL fueron similares ($P>0.05$).

Cuadro 4 Parámetros de la producción de gas *in vitro* de maíz, forraje verde hidropónico agua, forraje verde hidropónico solución nutritiva y forraje verde hidropónico lixiviado de lombriz.



| Tratamiento | b | c | tl | R ² | ³ EEE± | EN (Mcal/kg de MS) ₄ |
|-------------|---------------------|-------------------|------|----------------|-------------------|---------------------------------|
| Maíz | 220.96b | 0.027b | 0.98 | 95.53 | 7.92 | 2.17 |
| FVHA | 106.36 ^a | 0.13 ^a | 0.93 | 98.73 | 3.25 | 1.43 |
| FVHSN | 104.48 ^a | 0.09 ^a | 0.92 | 99.24 | 2.37 | 1.44 |
| FVHL | 107.64 ^a | 0.12 ^a | 0.94 | 97.17 | 4.95 | 1.49 |
| Sig | 0.001 | 0.013 | 0.15 | | | 0.0 |

Producción de gas= $b \cdot (1 - e^{-c \cdot (\text{tiempo} - t_l)})$; b= Fracción potencialmente degradable (%); c= Velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (tasa/h); t_l= Tiempo de espera; R²= Coeficiente de correlación; EEE±= Error estándar del estadístico; EN= Energía Neta (Mcal/kg de MS, Sig.= P<0.05.

CONCLUSIÓN

Por lo tanto se puede concluir que el uso de lixiviado de lombriz es similar al uso de solución nutritiva comercial y superior al uso de solo agua en cuanto a rendimiento y calidad de FVH, por lo cual el lixiviado de lombriz podría considerarse como una alternativa para la sustitución de fertilizantes químicos.

Williams, B. (2000). Cumulative gas production techniques for forage evaluation. Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI publishing. Pp. 189-208.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. Oficial Methods of Analysis. (1994). Vol 11. 16th ed. Association of Analytical Chemists international. Gaithers-Burg. MD; EEUU. pp. 24-32.
- Gómez, R. S., Ángeles, M. L, Becerra J. (2011). Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 14, Colón, Querétaro. pp. 1- 64.
- Van Soest, J. P., Robertson J. B., Lewis B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74:3583-3597.



COMPARACIÓN DEL EFECTO CITOTÓXICO ENTRE UNA LECTINA RECOMBINANTE Y LECTINAS DEL FRIJOL *PHASEOLUS ACUTIFOLIUS* SOBRE CÉLULAS DE CÁNCER DE COLON

Dena-Beltrán¹, JL; Martínez-Alarcón, D²; Moreno-Celis, U³; Palmerín-Carreño, D³; García-Gasca, T³

¹Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales (CERMAV). ³Laboratorio de Biología Celular y Molecular, Facultad de Ciencias Naturales.

INTRODUCCIÓN

El cáncer es la principal causa de muerte a nivel mundial y dentro de los más frecuentes el cáncer de colon ocupa el cuarto lugar a nivel nacional (INSP, 2015). La carcinogénesis en tejido colorrectal se origina por múltiples factores de riesgo, principalmente genéticos como mutaciones en los genes APC, P53, y K-Ras, además de la estrecha relación con los hábitos alimenticios y enfermedades inflamatorias como el síndrome de Crohn (Granados-Romero y col., 2017). Investigaciones recientes han propuesto una asociación de los patrones de glicosilación tanto en el metabolismo como en la membrana de células cancerosas con la resistencia a fármacos, por lo cual ha emergido una nueva perspectiva de terapias alternativas como la utilización de lectinas, proteínas o glicoproteínas con capacidad de reconocer y diferenciar entre patrones de glicosilación de una célula cancerosa y una célula normal (Very, Lefebvre y Yazidi-Belkoura, 2018). Dicho reconocimiento de las lectinas sobre las células origina bioactividad como puede ser efectos citotóxicos, involucrando

mecanismos como apoptosis, autofagia, necrosis o inhibición del crecimiento celular, el cual depende del tipo de lectina (Ferriz-Martínez y col., 2010; Oliveira y col., 2011).

Nuestro grupo de trabajo ha estudiado los efectos tanto *in vitro* como *in vivo* de una fracción concentrada de lectinas (FCL) extraídas del frijol Tépari (*Phaseolus acutifolius*) destacando un efecto antiproliferativo sobre células de cáncer de colon y disminución de lesiones premalignas en un modelo *in vivo* de cáncer de colon, además de buena tolerabilidad en estudios preclínicos (García-Gasca y col., 2012; Ferriz-Martínez y col., 2015; Moreno Celis y col., 2017). La FCL ha mostrado potencial como agente quimioterapéutico en cáncer de colon. Sin embargo, los procesos de purificación convencional son contraproducentes en rendimiento, pureza y tiempo. Por lo que fue pertinente la producción en un sistema heterólogo, incrementando principalmente el rendimiento y la pureza (Martínez-Alarcón., 2017). La producción de lectinas en sistemas heterólogos puede modificar la estructura proteica y por ende la



bioactividad del mismo. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto citotóxico de la lectina recombinante (Lr) respecto a la FCL sobre células de cáncer de colon.

MATERIALES Y MÉTODOS

Purificación de la fracción concentrada de lectinas y lectina recombinante. La purificación de la FCL y Lr fueron realizadas bajo la metodología de García-Gasca y col., 2012 y Martínez-Alarcón, 2017, respectivamente. Una vez liofilizadas las muestras se cuantificó proteínas por el método de Bradford y se determinó actividad aglutinante.

Cultivo celular. Para los experimentos *in vitro* se utilizó la línea celular HT-29 (ATCC HTB-38) obtenida a través de la ATCC (American Type Culture Collection). La línea celular HT-29 fue cultivada en medio DMEM suplementado con 10% de suero fetal bovino (SFB) y 1% de Anti-Anti (Gibco). El cultivo se incubó en condiciones de atmósfera humidificada con 5% de CO₂ y 95% de oxígeno a 37° C. Las células se cosecharon primero con un lavado de PBS1x/EDTA 1mM y después una incubación durante 5 min con PBS1x/EDTA 1 mM y finalmente con tripsina/EDTA (0.15 mM/0.5M, respectivamente) con el objetivo de evitar aglutinación y cuantificar las células utilizando una cámara de Neubauer para los diferentes ensayos.

Determinación de CL₅₀. Para determinar la concentración letal 50 y utilizarla en los diferentes ensayos primero se realizó una homologación de la lectina recombinante con la cantidad de proteína de la lectina nativa a partir de una

densitometría de un gel de poliacrilamida al 13% con el software Imagen J. Para confirmar la concentración letal 50 se realizó una curva dosis-respuesta considerando la Lr a diferentes concentraciones (0.0407 mg/mL, 0.224 mg/mL, 0.407 mg/mL, 0.611 mg/mL de liofilizado) en DMEM con ASB al 0.5%. Después de 8 h de incubación, el número celular se determinó cosechándolas con tripsina y contándolas con el hemocitómetro.

Análisis de Ciclo celular y Anexina V. Una vez determinada la CL₅₀ se evaluó el efecto de la lectina recombinante sobre el ciclo celular y apoptosis. Se sembraron 1x10⁶ de células en placas de 60 mm y se dejaron a una confluencia de 80%. Se sincronizaron con medio DMEM suplementado con 2% de SFB durante 24 horas. Posteriormente las células fueron tratadas con un grupo control con DMEM al 0.5% de ASB y la CL₅₀ en DMEM al 0.5% de ASB; 0.402 mg/ml de la FCL y 0.228 mg/mL de la LR durante 8 h. Después, se cosecharon y se realizó la metodología de acuerdo con las especificaciones del kit comercial Muse Cell Cycle #MCH100106 y kit Muse Anexina V & Dead cell (MCH100105), finalmente las células fueron analizadas en el citómetro Muse.

Ensayo de necrosis. Para evaluar el efecto de necrosis se determinó la actividad de lactato deshidrogenasa en la línea celular HT-29 sembrando 10,000 células en una placa de 96 pozos por triplicado para cada tratamiento previamente descrito: Control: 200 µL del medio, control bajo: 1x10⁴ de células en 200 µL que contiene medio, control

alto: 1×10^4 de células en 200 μL que contiene medio y Triton X-100 al 1% y los tratamientos previamente descritos con 1×10^4 de células en 200 μL . Posterior a 8 h de incubación se continuo con las especificaciones del kit LDH-Cytotoxicity Colorimetric Assay (BioVision #K311-400) con una lectura por espectrofotometría a 495 nm.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con prueba *post hoc* para comparar los grupos tratamiento respecto al control (Dunett, ≤ 0.05) y análisis de *t*-student para comparar los efectos de la LR vs FCL utilizando el programa Prisma 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de lectinas en sistemas heterólogos puede modificar su bioactividad como se ha reportado con la lectina frutalina (*Artocarpus incisa*) producida a partir de la levadura *Pichia pastoris*, observando ausencia de la

aglutinación de eritrocitos comparado a su lectina nativa, pero conserva el efecto citotóxico sobre células de cáncer de mama (Oliveira y col., 2011). Estos resultados concuerdan con la producción de la Lr de frijol Tépari, que no mostró actividad aglutinante respecto a la FCL (datos no mostrados). La concentración letal 50 de la Lr fue calculada con base en el total del área de cada banda presente en el perfil de electroforesis de la FCL (Figura 1-A). La lectina nativa correspondió al 29.71% del todo perfil, lo que resultó en 0.055 mg/mL de proteína con una CL_{50} (0.402 mg/mL de liofilizado). Se ajustó el liofilizado de la Lr con el fin de obtener la misma cantidad de proteína respecto a la lectina nativa que fue de 0.228 mg/mL de liofilizado. Para confirmar la concentración posteriormente se realizó una curva dosis-respuesta y se obtuvo una CL_{50} de 0.056 mg/mL de proteína (Figura 1-B).

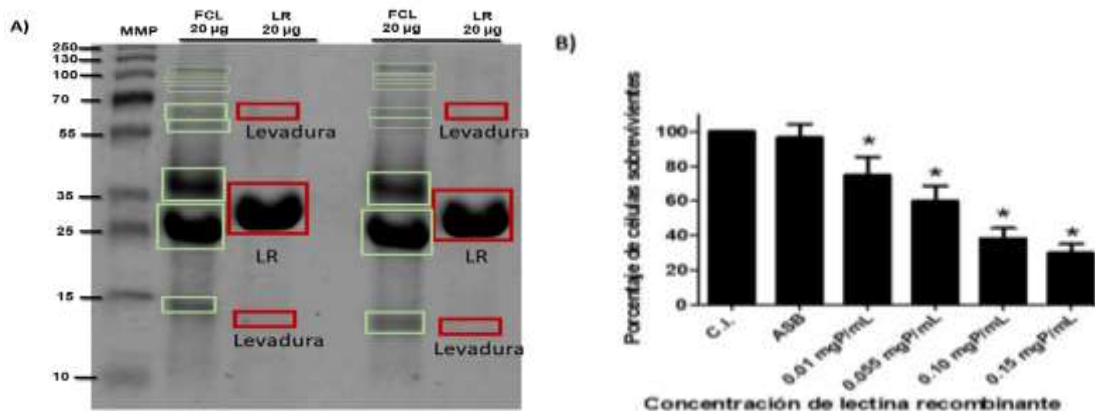


Figura 1. Efecto citotóxico de la Lr sobre células de cáncer de colon HT-29. A) SDS-PAGE. (MMP) Marcador de peso molecular, (FCL) Fracción Concentrada de Lectinas, (Lr) Lectina recombinante. La proporción de Lr fue aproximadamente del 55% respecto a la lectina nativa presente en la FCL. Este análisis se hizo a partir del software Imagen J. B) Curva dosis-respuesta a 8 h de tratamiento con Lr. Fueron sembradas 10,000 células en placas de 24 pozos a diferentes concentraciones de Lr. El



experimento fue realizado en 4 réplicas independientes. Los asteriscos muestran las diferencias significativas de las diferentes dosis (Dunnet, $p \leq 0.05$) \pm D.E. con respecto al control inicial. Las lectinas de plantas han mostrado tener diversos efectos citotóxicos ya sea por la interacción con glicoconjugados en la membrana celular o por su internalización, desencadenando la activación de vías de señalización celular que promueven la muerte celular por mecanismos apoptóticos, autofagia o en su defecto necrótico (Ouyang y col., 2014). Para conocer el tipo de muerte celular y diferencias de la Lr versus la FCL se evaluó el ciclo celular en la línea celular HT-29. Se observó un incremento en el porcentaje de células en la fase G0/G1, con significancia estadística para la FCL respecto al grupo control, la Lr presentó la misma tendencia que la FCL sin lograr la significancia estadística (Figura 2-A). Los resultados tanto para la Lr y FCL fueron similares y mostraron disminución estadísticamente significativa en la fase de síntesis de DNA respecto al grupo control (Figura 2-B), reflejando eventualmente

disminución de la fase G2/M (Figura 2-C). Los datos previos pueden indicar arresto en la fase G1 induciendo muerte celular en tiempos intermedios durante las 8 h de tratamiento. Otras lectinas presentan altos porcentajes de arresto celular en la fase G1 dependiente de la concentración como las lectinas de *Phaseolus vulgaris* sobre células MCF-7 (Lam y Ng, 2010). Los resultados presentes difieren de otros estudios en los cuales los tratamientos suelen iniciar con la sincronización de las células suprimiendo por completo el suero y se mantienen los tratamientos durante 24 horas aumentando los porcentajes de forma significativa en la fase G0/G1, a diferencia de la metodología presente en la cual se sincroniza con 2% de suero porque en un contexto *in vivo* las células cancerosas no están libres de nutrientes. Lo cual puede explicar los diferentes porcentajes de cada fase del ciclo celular.

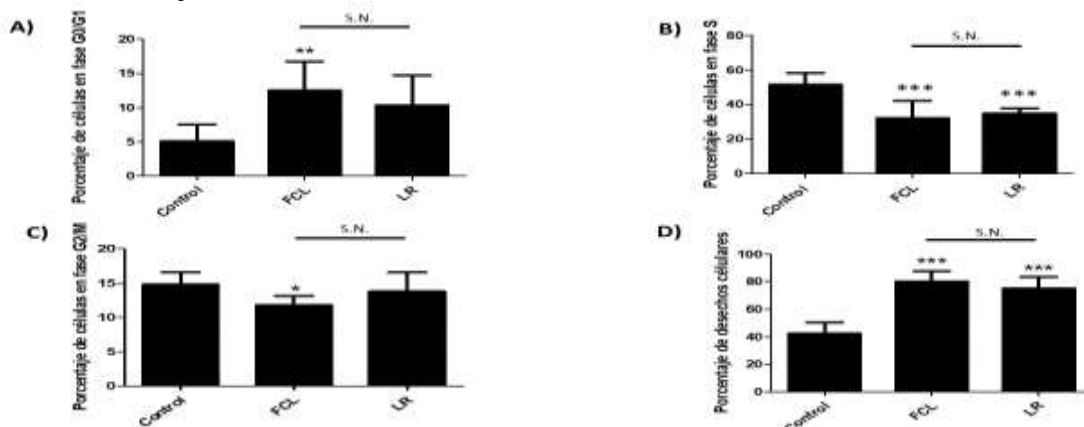


Figura 2. Evaluación del efecto de la FCL y la Lr sobre el ciclo celular en células de cáncer de colon HT-29. Se utilizó como control DMEM con 0.5% de ASB, CL_{50} de la FCL (0.402 mg/mL), CL_{50} Lr (0.228 mg/mL) durante 8 h. A) Porcentaje de células en fase G0/G1; B) Porcentaje de células en fase S; C) Porcentaje de células en fase G2/M; D) Porcentaje de desechos celulares. Se graficaron las medias de 4 experimentos independientes. (*) Indica



diferencia estadísticamente significativa (Dunnet, $p \leq 0.05$) Se realizó una t student para comparar los resultados entre la Lr y la FCL.

Los resultados obtenidos como desechos celulares pueden estar relacionados con restos apoptóticos. En este sentido se evaluó la externalización de fosfatidilserina sobre las superficies de células por Annexina V como marcador de apoptosis y la actividad de lactato deshidrogenasa como marcador de necrosis. Los datos mostraron que la lectina recombinante indujo muerte celular, disminuyendo porcentajes de

células vivas con significancia estadística (Figura 3-A) e incrementó los porcentajes de apoptosis tardía (Figura 3-C) y apoptosis total de forma significativa respecto al grupo control (Figura 3-D). En posteriores estudios se evaluará la actividad de caspasa 3 y 7 como marcadores más específicos de apoptosis.

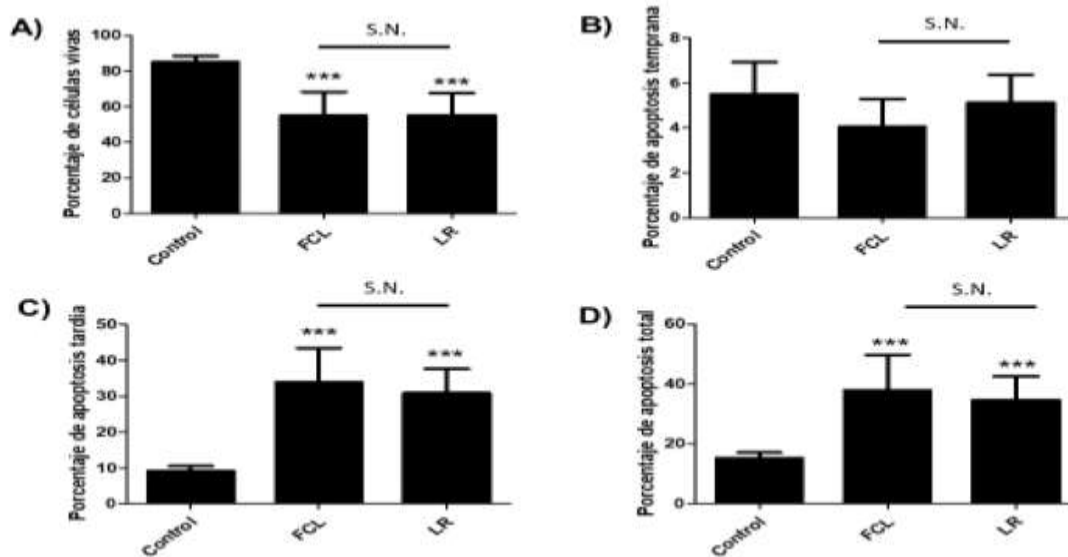


Figura 3. Evaluación del efecto apoptótico de la Lr y la FCL sobre células de cáncer de colon HT-29. Se utilizó como control DMEM con 0.5% de ASB, CL_{50} de la FCL (0.402 mg/mL), CL_{50} Lr (0.228 mg/mL) durante 8 h. A) Porcentaje de células vivas, B) Porcentaje de células en apoptosis temprana, C) Porcentaje de apoptosis tardía, D) Porcentaje de apoptosis total. Se graficaron las medias de 3 experimentos independientes. (*) Indica diferencia estadísticamente significativa (Dunnet, $p \leq 0.05$). Se realizó una t student para comparar la Lr y FCL.

La actividad de lactato deshidrogenasa hace referencia a un proceso de necrosis. Sin embargo, los porcentajes de la actividad de LDH de células tratadas con

la Lr y la FCL no mostraron significancia estadística respecto al grupo control ni entre ambos tratamientos (Figura 4).

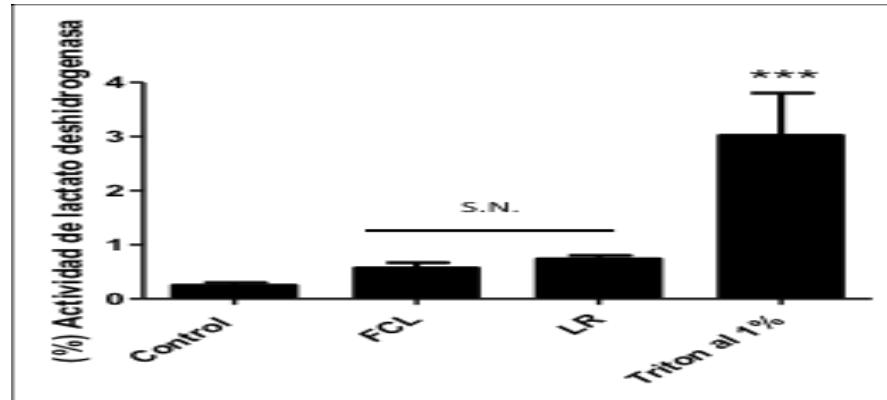


Figura 4. Porcentaje del efecto necrótico de la Lr y la FCL sobre células de cáncer colon HT-29. Se muestra el porcentaje de actividad de la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) en células tratadas durante 8 h con la CL₅₀ de FCL y de la Lr. El control (-) corresponde a albumina sérica al 0.5% y el control (+) a Tritón X-100 al 1%. Se graficaron las medias de 3 experimentos independientes. (*) Indica diferencia estadísticamente significativa (Dunnet, $p \leq 0.05$) Se realizó una *t* student para comparar la Lr y FCL.

CONCLUSIONES

La lectina recombinante producida en *Pichia pastoris* fue capaz de inducir la muerte celular por apoptosis sobre células de cáncer de colon de forma similar a las lectinas contenidas en la FCL. Los resultados obtenidos permiten establecer futuras investigaciones en animales de experimentación a fin de determinar el perfil toxicológico y el efecto sobre cáncer de colon *in vivo*. Los resultados obtenidos sugieren que la Lr obtenida mantiene las características bioactivas de las lectinas nativas de frijol Tépari.

LITERATURA CITADA

Ferriz-Martinez, R., Torres, I., Blanco, A., Garcia-Gasca, T., 2010. The Role of Plant Lectins in Cancer Treatment. In: *New Approaches in the Treatment of Cancer*, pp. 71-89.

Ferriz-Martinez R, Garcia-Garcia K, Torres-Arteaga I, Rodriguez-Mendez AJ, Guerrero-Carrillo MJ, Moreno-Celis U, Angeles-Zaragoza MV, Blanco-Labra A, Gallegos-Corona MA, Robles-Alvarez JP, Mendiola-Olaya E, Andrade-

Montemayor HM, Garcia OP, Garcia-Gasca T. 2015. Tolerability assessment of a lectin fraction from Tepary bean seeds (*Phaseolus acutifolius*) orally administered to rats. *Toxicology Reports*. 2:63-69.

Garcia-Gasca T, Garcia-Cruz M, Hernandez-Rivera E, Lopez-Martinez FJ, Castañeda-Cuevas AL, Yllescas-Gasca L, Rodriguez-Mendez AJ, Mendiola-Olaya E, Castro-Guillen JL, Blanco-Labra A. 2012. Effects of Tepary Bean (*Phaseolus acutifolius*) Protease Inhibitor and Semipure Lectin Fractions on Cancer Cells. *Nutrition and Cancer: An International Journal*. 64(8):1269-1278.

Granados-Romero, J., Valderrama-Treviño, A., Contreras-Flores, E., Barrera-Mera, B., Enríquez, M. 2017. Colorectal cancer: a review. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 5:4667-4676.

INSP. Instituto Nacional de Salud Pública. 2015. Recuperado 8 de enero de 2019: <https://www.insp.mx/infografias/cancer-colonrecto>. Html

Lam, S. K. y Ng, T. B. 2010. First report of a haemagglutinin-induced apoptotic pathway in breast cancer cells. *Biochemical Society*. 30:307-317.

Martínez-Alarcón, D. 2017. Producción de una lectina recombinante de frijol Tepari (*Phaseolus*



acutifolius) con efecto citotóxico sobre células de cáncer de colon Tesis de Maestría CINVESTAV Irapuato.

Moreno-Celis U, López-Martínez J, Blanco-Labra A, Cervantes-Jiménez R, Estrada-Martínez LA, García-Pascalín AE, Guerrero-Carrillo MJ, Rodríguez-Méndez AJ, Mejía C, Ferríz-Martínez RA, García-Gasca T. 2017. *Phaseolus acutifolius* Lectin Fractions Exhibit Apoptotic Effects on Colon Cancer: Preclinical Studies Using Dimethylhydrazine or Azoxi-Methane as Cancer Induction Agents. *Molecules*. 22:1670.

Oliveira, C., Nicolau, A., Teixeira, A. 2011. Cytotoxic Effects of Native and Recombinant

Frutalin, a Plant Galactose-Binding Lectin, on HeLa Cervical Cancer Cells. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 1-9.

Ouyang, L., Chen, Y., Xiao-yan, W., Rui-feng, L., Shou-yue, Z., Mao, T., Tao, X., Bo, L., He, Gu. 2014. Polygonatum odoratum lectin induces apoptosis and autophagy via targeting EGFR-mediated Ras-Raf-MEK-ERK pathway in human MCF-7 breast cancer cells. *Phytomedicine*. 21:1658–1665.

Very, N., Lefebvre, T, Yazidi-Belkoura, I. El .2018. Drug resistance related to aberrant glycosylation in colorectal cancer. *Oncotarget*. 9(1)



CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA DEL TRACTO RESPIRATORIO SUPERIOR DE LA BALLENA AZUL (*BALAENOPTERA MUSCULUS*), EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

Domínguez-Sánchez, C.A.1, Gendron-Laniel, D.2 Acevedo-Whitehouse, K.A.1

1Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. 2Laboratorio de Cetáceos y Quelonios, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.

INTRODUCCIÓN

La composición del microbioma del tracto respiratorio está determinada por un balance entre diversos factores entre los que destacan la migración microbiana, la eliminación de microorganismos de las vías y la regulación de la reproducción de las comunidades (Dickson & Huffnagle, 2014). Desde el punto de vista de la salud, la microbiota del tracto respiratorio juega un papel importante en la prevención del establecimiento y colonización de patógenos respiratorios, así como en la maduración y mantenimiento de la homeostasis fisiológica e inmunitaria respiratoria (Man *et al.*, 2017).

El microbioma bacteriano está compuesto por diversos tipos de bacterias que pueden ser consideradas residentes o transitorias, donde las residentes ocupan constantemente una región anatómica determinada, a una edad específica en el huésped (Hernández-Castro *et al.*, 2004). Las bacterias transitorias provienen del medio ambiente y colonizan un área del

hospedero durante cortos periodos de tiempo (Sorun & Sunde, 2001). Cuando existe una alteración en la abundancia relativa o en la función de alguno de estos tipos de bacterias se causa un desbalance orgánico, lo que generalmente afecta negativamente la salud del hospedero. A este desbalance se le conoce como disbiosis (Eloe-Fadrosh & Rasko, 2013).

Se sabe que el microbioma bacteriano desempeña un papel importante en la salud, así como la enfermedad de individuos de poblaciones silvestres (Apprill *et al.*, 2014). Aunque estudios tradicionales basados en cultivos bacterianos indicaban que el tracto respiratorio inferior de los mamíferos era estéril, con las nuevas técnicas moleculares se puede describir una población entera de bacterias sin depender de la capacidad de cultivar organismos específicos (Charlson *et al.*, 2011). Estos estudios indican que el pulmón puede albergar su propio microbioma, modificando así la creencia de que el pulmón era un órgano estéril (Dickson & Huffnagle, 2014). Este tema



ha llevado a la aparición de diversos estudios en mamíferos y especialmente en humanos, con el objetivo de comprender las interacciones entre la microbiota comensal, patógenos oportunistas y las especies exógenas (ambientales), causantes de enfermedades (Apprill *et al.*, 2014).

A la fecha, la mayor atención que han recibido los microorganismos respiratorios de los cetáceos se le ha dado a aquellos de alta virulencia, ya que las enfermedades respiratorias son una de las principales causas de mortalidad de cetáceos (Venn-Watson, 2012). Se ha propuesto que las enfermedades respiratorias ocurren principalmente cuando el sistema inmune del huésped está comprometido (Waltzek *et al.*, 2012; Nelson *et al.*, 2015). En especies silvestres, la susceptibilidad a patógenos podría ser particularmente elevada debido a que se enfrentan constantemente a estresores antropogénicos como la depleción de las fuentes de alimento, degradación del hábitat y la contaminación química y acústica (Romano *et al.*, 2004; Weilgart, 2007). Por ejemplo, en el lobo marino de California se observó que contaminantes químicos como los PCB's pueden modular el sistema inmune incrementando la susceptibilidad a enfermedades virales (Peñín *et al.*, 2018).

Más allá de los patógenos altamente virulentos, se ha demostrado que las comunidades de microorganismos asociadas al sistema respiratorio tienen interacciones complejas con su

organismo huésped y juegan un papel importante en la salud del animal (Apprill *et al.*, 2011; Chaban *et al.*, 2013). Por ejemplo, pueden presentarse infecciones respiratorias debido a patógenos oportunistas que en condiciones normales son parte de la microbiota de un tracto respiratorio sano (Hilty *et al.*, 2010). También pueden ocurrir infecciones *de novo* con patógenos a los que hayan sido expuestos. Después del inicio de una infección por un agente patógeno, la sucesión de eventos puede desencadenar desórdenes en las comunidades microbianas, cambiando su diversidad y composición taxonómica (Lima *et al.*, 2012). Por esto, la composición de la comunidad bacteriana del tracto respiratorio puede ser un marcador predictivo de la progresión de una enfermedad, más que la sola presencia del agente patógeno específico. En este sentido, el conocimiento acerca del microbioma y de cómo varía la composición del microbioma entre organismos sanos es importante como herramienta para identificar el estado de salud de los animales (Apprill *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2012). Poder determinar el microbioma central de una región anatómica particular en un huésped es muy importante porque la persistencia de esta microbiota en la mayoría de individuos sugiere que estos microorganismos pueden ser benéficos para la especie (Hernandez-Agreda *et al.*, 2017).

En la última década el uso de las tecnologías de secuenciación genómica



han dado a conocer una gran diversidad de microorganismos en diferentes hábitats (Nelson *et al.*, 2015). Sin embargo, aún se tiene poco conocimiento sobre el microbioma respiratorio de los cetáceos. Esta información es importante porque con ella se pueden establecer parámetros de salud poblacional. Lo cual, hasta la fecha, no se puede realizar por medio de análisis hematológicos como se hace en otras especies (Flores Moran, 2018). Si bien se han descrito algunos patógenos oportunistas en el tracto respiratorio de ballenas azules (Acevedo-Whitehouse *et al.*, 2010) es necesario establecer cuál es la composición del microbioma, y esclarecer cuáles son los microorganismos más comunes de forma que puedan ser marcadores de cambios en el microbioma. El objetivo del presente trabajo es caracterizar el microbioma del sistema respiratorio de la ballena azul en el Golfo de California, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un seguimiento focal de ballenas azules en 2016 y 2017, durante los meses de febrero a abril. El lugar de muestreo fue el Parque Nacional Bahía de Loreto ubicado en el Golfo de California, Baja California Sur, México. Las salidas al mar siempre estuvieron determinadas por las condiciones medio ambientales, principalmente la velocidad del viento (menor a 8 nudos, representa condiciones favorables para la navegación). Se obtuvieron muestras de aire exhalado condensado (soplo) de

forma no invasiva y sin modificar el comportamiento de las ballenas (Domínguez-Sánchez *et al.*, 2018) con un drone quadcoptero Phantom 3® (DJI, USA), el cual se voló a 3 m. sobre las ballenas siguiendo la siguiente metodología:

Cuando la ballena salía a respirar, se despegaba el drone con la ayuda de un estudiante y se volaba hacia la ballena a una altura de 6 m. sobre el agua. La aproximación a la ballena siempre se hizo por la aleta caudal.

Una vez sobre la ballena, el drone se bajaba a una altura de 3 m. sobre la cabeza para recolectar la muestra biológica. Se recolectaron entre tres y siete soplos por cada individuo.

Se regresaba el drone a la embarcación donde se realizó el procesado de las muestras:

A cada caja de Petri se le vertieron 600 µl de alcohol al 96% para la preservación del DNA bacteriano y se colocó el contenido en tubos estériles. Estas muestras se almacenaron a -20°C.

Como controles ambientales se obtuvieron muestras de aire y agua en ausencia de ballenas y se usó el mismo proceso para su conservación.

Extracción de DNA de las muestras de soplo

El DNA genómico fue obtenido con el kit de extracción QIAamp® DNA Mini Kit y se siguió el protocolo indicado por el fabricante. Se midió la concentración y la calidad del producto (relación 260/280 nm). Para esto se utilizó el NanoDrop (Qiagen, USA), el cual se configuró para la medición de DNA.



Amplificación de las regiones variables V3-V4 del gen 16S rRNA

En cada muestra se amplificó un fragmento de 461pb del gen eubacterial 16S rRNA, el cual comprende las regiones variables 3 y 4 de dicho gen. Para esto, se utilizaron los oligonucleótidos 341F (5'-CCTACGGGNGGCWGCAG-3') y 805R (5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3'; Takahashi *et al.*, 2014). Las muestras en las que se amplificó el gen 16S rRNA completo y las regiones V3-V4, se enviaron al Instituto de Medicina Genómica (Inmegen) para la secuenciación masiva MiSeq 2- por 250pb (Illumina® technology). Esta es la plataforma líder para la secuenciación masiva del gen 16S rRNA, ya que proporciona una gran cantidad de datos, es de bajo costo y tiene baja tasas de error (Smets *et al.*, 2016).

Análisis bioinformático

Las secuencias crudas fueron ensambladas y filtradas según la calidad con Mothur (v.1.39.5). El paquete dada2 (v.1.9.1), infiere las variantes exactas de secuencia de amplicón (ASV) y reemplaza el enfoque aproximado por unidades taxonómicas operacionales (OTUs), que agrupa las secuencias con una identidad del 97%. Los amplicones se clasificaron usando la base de datos SILVA rRNA (v.132). Los paquetes *phyloseq* y *microbiome* en R fueron usados para calcular las diversidades alfa y beta, así como los índices de diversidad de Shannon y Simpson (McMurdie & Holmes, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se secuenciaron 17 muestras de soplo y tres controles técnicos (agua de mar, estornudo humano y los blancos de PCR). En total se identificaron 379,813 secuencias (23,585 secuencias únicas), que corresponden a 2732 variantes de secuencia de amplicones. Con base en los resultados de rarefacción, se observó que la cobertura de muestreo era mayor al 96% en todas las muestras, indicando que el esfuerzo de muestreo de las comunidades fue bueno. Se identificaron diferencias entre animales y los controles técnicos (PERMANOVA, $F=14.541$, $P>0.001$). La riqueza de especies varió de 135 a 638, con una media de 317 especies, lo que es mayor a la riqueza de especies reportadas en el sistema respiratorio de las ballenas jorobadas (164 a 515, con una media de 321; Apprill *et al.*, 2017). Es importante indicar que la variabilidad de la riqueza en muestras puede verse afectado por el volumen de muestra recolectado durante cada vuelo con el dron (Apprill *et al.*, 2017). El índice de Simpson reflejó una alta diversidad (media = 0.94). Eso es relevante ya que se ha demostrado que el microbioma de los animales sanos suele tener una alta diversidad, lo que les permite resistir a cambios que puedan ocurrir debido al aumento en la temperatura superficial del agua, derrames de petróleo, contaminación marítima, entre otros (Chan *et al.*, 2013). Con los análisis de diversidad filogenética se pudieron identificar 16 clases bacterianas. Algunas de estas clases fueron compartidas entre las muestras de agua de mar y las muestras



de soplo, incluyendo *Bacilli*, *Gammaproteobacteria* (clase más abundante en el agua de mar, correspondiendo al 20.9% de abundancia relativa), *Clostridia*, *Negativicutes* y *Verrucomicrobiae*. Sin embargo, las muestras de soplo presentaban clases bacterianas que no fueron identificadas en ninguna de las muestras control: *Acidiomicrobia*, *Actinobacteria*, *Alphaproteobacteria*, *Campylobacteria*, *Erysipelotrichia*, *Leptospirae*, *Mollicutes* y *Oxyphotobacteria*. En un solo soplo de ballena (Bm057) se identificó *Mycoplasma* spp. (28.8% de abundancia relativa). Más del 50% de las muestras compartían 17 ASVs y estas fueron considerados como el microbioma central (grupos taxonómicos que están presentes en el 30 al 100% de las muestras; Huse *et al.*, 2012; Apprill *et al.*, 2017; Bierlich *et al.*, 2018) en el tracto respiratorio de las ballenas azules del Golfo de California.

CONCLUSIONES

Este es el primer estudio en el que se caracteriza el microbioma bacteriano del tracto respiratorio en las ballenas azules. Demostramos que la población de ballenas azules en el Golfo de California alberga una composición bacteriana respiratoria similar entre individuos, con un microbioma central compartido por más del 50% de todos los individuos muestreados. Además, nuestros resultados de riqueza y abundancia relativa son comparables con los reportados en el microbioma respiratorio de animales y humanos sanos, por lo que

proponemos que el microbioma respiratorio central identificado, en este estudio, se pueda usar como referencia para futuros estudios a largo plazo destinados a identificar cambios en la composición y los patrones de co-ocurrencia del microbioma respiratorio, identificar los ASV relacionados con los cambios en la condición corporal, y usar esta información como un indicador de enfermedad en ballena azul.

LITERATURA CITADA

- Acevedo-Whitehouse, K., Rocha-Gosselin, A., Gendron, D. 2010. A novel non-invasive tool for disease surveillance of free-ranging whales and its relevance to conservation programs. *Animal Conservations* 13:217-225
- Apprill, A., Miller, C., Moores, M., Durban, J., Fearnbach, H. y Barret-Lennard, L. 2017. Extensive Core Microbiome in Drone-Captured Whale Blow Supports a Framework for Health Monitoring. *mSystems* 2:e00119-17. doi:10.1128/mSystems.00119-17
- Apprill, A., Mooney, T., Lyman, E., Stimpert, A. Rappé, M. 2011. Humpback whales harbor a combination of specific and variable skin bacteria. *Environmental Microbiology Reports* 3(2): 223-232.
- Bierlich, K., Miller, C., DeForce, E., Friedlaender, A., Johnston, D., Aprill, A. 2018. Temporal and Regional Variability in the Skin Microbiome of Humpback Whales along the Western Antarctic Peninsula. *Environmental Microbiology* 84(5): e02574-17
- Burke, C., Darling, A. 2016. A method for high precision sequencing of near full-length 16S rRNA genes on an Illumina MiSeq. *PeerJ* 4:e2492. doi.org/10.7717/peerj.2492
- Chaban, B., Albert, A., Links, M., Gardy, J., Tang, P., Hill, J. 2013. Characterization of the upper respiratory tract microbiomes of patients with pandemic H1N1 influenza. *PLoS ONE* 8(7): e69559. Doi: 10.1371/journal.pone.0069559



- Gendron, D., Ugalde de la Cruz, A. 2012. A new classification method to simplify blue whale photo-identification technique. *J. Cetaceans Res. Manage.* 12(1):79-84
- Dickson, R.P., Martinez, F.J., Huffnagle, G.B. 2014. The role of the microbiome in exacerbations of chronic lung diseases. *The Lancet* 384:691-702.
- Dominguez-Sanchez, C.A., Acevedo-Whitehouse, K.A., Gendron, D. 2018. Effect of drone-based blow sampling on blue whale (*Balaenoptera musculus*) behavior. *Marine Mammal Science*. doi:10.1111/mms.12482
- Eloe-Fadrosh, E., Rasko, D. 2013. The human Microbiome: From Symbiosis to Pathogenesis. *Annual Review of Medicine.* 64:145-163
- Hernandez-Agreda A, Gates RD, Ainsworth TD. 2017. Defining the core microbiome in corals. *Trends Microbiol* 25:125-140. doi:10.1016/j.tim.2016.11.003.
- Hernández-Castro, R., Martínez-Chavarría, L., Díaz-Avelar, A., Romero-Osorio, A., Godínez-Reyes, C., Zavala-González, A. Verdugo-Rodríguez, A. 2005. Aerobic bacterial flora of the nasal cavity of Gulf of California sea lion (*Zalophus californianus*) pups. *The Veterinary Journal* 170: 359-363.
- Hilty, M., Burke, C., Helder, C., Cardenas, P., Bush, A., Bossley, C., Davies, J., Ervine, A., Polter, L., Pachter, L., Moffatt, M., Cookson, W. 2010. Disordered Microbial Communities in Asthmatic Airways. *PLoS ONE.* 5:e8578
- Huse, S., Ye, Y., Zhou, Y., Fodor, A. 2012. A Core Human Microbiome as Viewed through 16S rRNA Sequence Clusters. *PLoS ONE*:0034242
- Lima, N., Rogers, T., Acevedo-Whitehouse, K., Brown, M. 2012. Temporal stability and species specificity in bacteria associated with the bottlenose dolphins respiratory system. *Environmental Microbiology Reports* 4(1):89-96.
- Man, W.H., de Steenhuisen Piters, W.A.A. Bogaert, D. 2017. The microbiota of the respiratory tract: gatekeeper to respiratory health. *Nat Rev Micro* 15: 259-270.
- McMurdie PJ, Holmes S. 2013. phyloseq: an R package for reproducible interactive analysis and graphics of microbiome census data. *PLoS One* 8:e61217. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061217>
- Nelson, T., Apprill, A., Mann, J., Rogers, T., Brown, M. 2015. The marine mammal microbiome: current knowledge and future directions. *Microbiology Australia.* In Focus Marzo.
- Peñin, I., Levin, M., Acevedo-Whitehouse, K., Jasperse, L., Gebhard, E., Gulland, F., De Guise, S. 2018. Effects of polychlorinated biphenyls (PCB) on California sea lion (*Zalophus californianus*) lymphocyte functions upon in vitro exposure. *Environmental research* 167:708-717
- Raverty, S., Rhodes, L., Zabek, E., Eshghi, A., Cameron, C., Hanson, B. y Schroeder. 2017. Respiratory microbiome of endangered southern resident killer whales and microbiota of surrounding sea surface microlayer in the Eastern North Pacific. *Scientific Reports* 7:394. doi:10.1038/s41598-017-00457-5
- Romano, T., Keogh., Kelly., Feng, P., Berk, L., Schlundt, C., Carder, J., Finneran, J. 2004. Anthropogenic sound and marine mammal health: measures of the nervous and immune systems before and after intense sound exposure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61(7):1124-1134
- Smets, W., Leff, J., Bradfor, M., MCCulley, R., Lebeer, S., Fierer, N. 2016. A method for simultaneous measurement of soil bacterial abundances and community composition via 16S rRNA gene sequencing. *Soil Biology and Biochemistry* 96:145-151
- SØrum, H. & Sunde, M., 2001. Resistance to antibiotics in the normal flora of animals. *Veterinary Research* 32:227-241
- Takahashi, S., Tomita, J., Nishioka, K., Hisada, T., Nishijima, M. 2014. Development of a Prokaryotic Universal Primer for Simultaneous Analysis of *Bacteria* and *Archea* using Next-Generation Sequencing. *PLoS One* 9(8):e105592
- Weilgart, L. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian Journal of Zoology* 85(11):1091-1116



GESTIÓN DE RIESGOS POR MOVIMIENTO DE LADERAS EN LA MICROCUENCA CHEMEALÓN EN TACANÁ, SAN MARCOS, GUATEMALA.

Enriquez Escalante G.M. M. en GIC. Dorantes Castro J.C.

Maestría en Gestión Integrada en Cuencas

INTRODUCCIÓN

La microcuenca Chemealón, se ubica en la cabecera de cuenca del río Coatán, para Guatemala, localiza en el área político-administrativa del municipio de Tacaná. El presente trabajo se llevó a cabo en esta zona, por su historial de movimiento de laderas; eventos responsables del desplazamiento de localidades rurales y pérdidas de vidas humanas. Con esta investigación se pretendió dar inicio al tema de prevención de desastres socionaturales en un entorno puntualizado, donde se toma el estado actual de la cuenca; el nivel de organización; la respuesta comunitario; la gestión de autoridades; la vulnerabilidad de objeto amenazado y la capacidad de resiliencia. Los escasos estudios enfocados a la gestión del riesgo en Guatemala, dificulta y pone en evidencia carente gestión e implementación de medidas de prevención ante desastres socionaturales. Los casos de movimientos de laderas, eventos ocurridos en las regiones más alejadas del país; este trabajo resulta conveniente por su consolidación de información, sobre la ocurrencia e historial de estos eventos; zonas más vulnerables en espacios geográficos en específico; y, sus efectos sobre las viviendas de forma directa o indirectas.

La investigación contribuye en las mejoras de las condiciones de vida en torno a la gestión de riesgo y el manejo

de los recursos de la microcuenca, analizando y contrarrestando las condiciones de vulnerabilidad de la población ante la amenaza. El trabajo contiene una unidad metodológica adaptada a la condiciones morfométricas y administrativas de la microcuenca Chemealón, de manera que se analiza en conjunto los periodos temporales e históricos en concretos; partiendo del evento de desastre más importante, el paso de la Tormenta tropical Stan del año 2005 (CONRED, 2015). Para llevar a cabo esta investigación se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las zonas de riesgo por movimiento de ladera para la microcuenca Chemealón del municipio de Tacana, San Marcos?, ¿Cuántas viviendas se encuentran vulnerables en estos puntos de amenaza por movimiento de ladera?, ¿Cuál es la capacidad de respuesta de la población ante los desastres, partiendo de que existe un consejo de microcuenca, como ente gestor del sector comunitario local?

MATERIALES Y MÉTODOS

Objetivos 1: Determinar las zonas de movimiento de laderas dentro de la microcuenca Chemealón. Con la metodología de análisis o evaluación multicriterio (EMC) es el conjunto de técnicas orientadas a asistir en procesos de decisión (Gómez y Barredo, 2005). Se basa en la ponderación y compensación de variables que van a influir de manera positiva (aptitud) o negativa (impacto) sobre la actividad objeto de decisión y



que deben ser inventariados y clasificados previamente (GEOFOCUS, 2007). Permitiendo obtener mapas que expresan la aptitud del territorio para la identificación y establecimiento de las zonas funcionales de la cuenca, lo que proporciona una radiografía sobre el espacio geográfico y su influencia en la vulnerabilidad sobre las viviendas por su ubicación dentro de la microcuenca.

Objetivo 2. Identificar las zonas de vulnerabilidad ante la amenaza identificada. Para esta parte se trabajó con la combinación de las características morfológicas de la cuenca la que se corrobora en campo y en las reuniones con el proceso de cartografía participativa utilizando el diagnóstico participativo social (Hernandez, 2016).

Objetivo 3. Analizar la capacidad de respuesta de la población dentro de la microcuenca partiendo del consejo de microcuenca, como organización comunitaria. El concepto de vulnerabilidad ha sido explorado desde varios campos de conocimiento: como la antropología, la sociología, la ecología política, las geociencias y la ingeniería (Alwanget *al.*, 2011:17–18; Cardona, 2004; Hannigan, 2010:95–96; Hoffman y Oliver, 1999; Thywissen, 2006:449). Por este motivo, lo que se entiende por vulnerabilidad ha sido definido de formas muy distintas y a partir de elementos diferentes, entre los que se cuentan riesgo, estrés, susceptibilidad, adaptación, elasticidad (*resilience*), sensibilidad o estrategias para enfrentar el estrés (*coping strategies*). (Ruiz, 2012).

Objetivo 4: Proponer medidas de prevención para la microcuenca Chemealón enfocado al tema de prevención por movimiento de laderas.

Se analizó el proceso de organización comunitaria e institucional: así cómo los tipos de proyectos que se ejecutan en la cuenca. Para estos procesos se emplearon instrumentos de recolección de datos previamente elaborados. Las reuniones con COCODES, CODEDES, COMUDE, iglesias e instituciones que desarrollan actividades en la zona ya sea a nivel nacional, regional, local. Pública y privada. Esta parte proporcione datos institucionales y acciones locales frente a los desastres socio-naturales en el contexto del riesgo y el manejo de cuencas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona de estudio y la morfometría de la cuenca, es el estudio de un conjunto de variables lineal: de superficie, de relieve y de drenaje; que ayudan a explicar las condiciones físicas del área, estas características permiten interpretar la funcionalidad hidrológica de la misma. Por las características que presenta la cuenca el factor de forma es de 0.33 habla de una cuenca ligeramente alargada, lo que indica que el tiempo de desplazamiento del agua es menor, lo que las crecidas serán mayores. El coeficiente de compacidad es de 1.41, siendo clase II con forma de **oval-redonda a oval oblonga**. Como estas características, se presenta un comportamiento de la curva hipsométrica característico de una cuenca joven. Es decir predominan en su área altitudes mayores con relación al área total de la cuenca de trabajo y estas se ubican en las elevaciones mayores. Se observa en la distribución de las zonas funcionales de la microcuenca, área de estudio, localidades y puntos identificados.



A continuación se presenta la distribución de los puntos identificados y su cercanía a viviendas o infraestructura comunal, que se encuentra en riesgo.

DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RIESGOS EN ÁREA DE ESTUDIO POR SUS ZONAS FUNCIONALES

| Localidad | Zona | Campo | Puntos | | Entrevistas realizadas | viviendas identificadas | Otro tipo de infra. | | Infra. Publica | Descripción |
|--------------------|------|-------|--------|--------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|----------------|---|
| | | | Fuera | Dentro | | | Caminos | Descripción | | |
| Cunlaj | 1 | Si | 0 | 3 | 6 | 8 | 2 | 1 km camino | 0 | - |
| Tuipic | 1 | Si | 2 | 1 | 5 | 6 | 1 | cementerio | 1 | Depósito de agua |
| 12 de mayo | 1 | Si | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | - | 1 | Instalaciones turbinas |
| Shacoc el progreso | 1 | No | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Buena vista | 2 | Si | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Tonalá | 2 | Si | 0 | 6 | 18 | 25 | 2 | 1km principal | 3 | Iglesia, Canchas, salón Comunal |
| Toninchincalaj | 2 | Si | 0 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 a 3 km camino | 5 | Energía eléctrica (2 loc), iglesia, cementerio, escu. Primaria y básico |
| Tuichapze | 2 | Si | 0 | 11 | 10 | 14 | 3 | 4 km c/u | 4 | Aux, Esc. Primaria, básico y centro de salud |
| Tojoj florida | 2 | No | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Sutquim | 2 | No | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Chemealón | 3 | No | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |

Fuente: Trabajo de campo Microcuenca Chemealón, Tacana, San Marcos, Guatemala 2019

Cada punto identificado, es nombrado por las características que se observan en campo; o, de como es conocido el sitio por los pobladores. Ha continuación se describe cada punto identificado por localidad.



| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO DE ALDEA CUNLAJ | | | |
|--|-----------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | Vivienda hundimiento Cunlaj | Centro aldea | Vivienda agrietada y destruida, producto del terremoto de septiembre del 2017. Se cuantifican 5 viviendas en la parte centro de la aldea; las que fueron derribadas en su totalidad, 3 se encuentran en un espacio que presenta hundimiento de 50 centímetros en un área de 15 metros lineales; no es tan visible, esto por el crecimiento abundante de vegetación que lo cubre totalmente. Según información de los habitantes, este espacio era usado para la siembra de maíz, pero desde el hundimiento se dejó abandonado por temor a desprenderse cuando se esté trabajando en él. |
| 2 | Muro Cunlaj | Tramo carretero rumbo a 12 de mayo | Este tramo carretero inicia en la zona de extracción de piedra, el paredón presenta un corte de 90°, se observan rocas sueltas, pequeños desprendimientos al menos 3 estos mayores de 2 metros cúbicos. Posteriormente al recorrido en el mismo tramo se observan varios brotes de agua por la temporada de lluvia, las autoridades aseguran que es común observarlos. El área en riesgo en este tramo es el único acceso a cantón 12 de mayo y gran parte de aldea Cunlaj, en la parte superior del paredón se localizan 4 viviendas a una distancia de 100 metros lineales. |
| 3 | Rio Chemealón | Parte baja cauce principal | Se localiza 1 vivienda expuesta, cercana al cauce principal del río Coatán, donde se observan marcas que año con año dejan las crecidas del río, que aumenta por 7 metros en temporada lluvia. Pero los daños de la tormenta Stan del año 2005, donde se desaloja la vivienda por 1 mes. Como parte de la supervivencia y evitar la pérdida de cultivo, suelo se han implementado prácticas de conservación: barreras vivas, muertas y mixtas; en cultivo de maíz, frijol entre otros. |

| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO DE CASERÍO TUÍPIC | | | |
|--|----------------|-----------------------------|---|
| 1 | Arenera Tuipic | Arenera carretera principal | Arenera (Pómez), presencia de nacimientos de agua, los habitantes mencionan que solamente nace agua en estas partes del lugar cuando hay lluvias frecuentes. Se encuentra 3 viviendas, la pendiente es de 32% su dimensión de 40 metros de largo, vegetación pobre, talud de 90°, con pequeños derrumbes dentro de la mina. En este tramo se cuantifican 3 viviendas expuestas; 1 en la parte superior de la mina y las otras 2 en la parte baja. Nota importante: los pobladores identifican este punto como preocupantes, por el historial de derrumbes en Tacaná, el sucedido en Cantón Cuá donde según datos oficiales 45 personas fallecidas; pero los pobladores mencionan repetidas veces que eran más de 60 personas muertas incluyendo las desaparecidas. |



| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO DE CASERÍO TUIPIC | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---|
| 2 | Doña Luisa (Guichita) | Parte alta sector II | El área presentan agrietamiento leves, desprendimientos de tierra que caen al patio de la vivienda el muro tiene una altura de 3 metros y un lado de 12 metros, hay presencia de nacimiento de agua en la parte baja de la vivienda, se observar un zanjón, 1 persona reside en el lugar. |
| 3 | Camino al cementerio | Parte alta | Se observa un agrietamiento de 20 metros de largo; el último deslizamiento fue de 10 metros; y, a 10 metros una vivienda habitan 7 personas; un depósito de captación de agua que abastece a medio cantón. Este punto se localiza en los límites de la microcuenca, cerca del derrumbe del Cantón Cuá |

| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO TONINCHICALAJ | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|--|
| 1 | Poste en patio | Centro | Poste inclinado, a 5 metros de distancia de 1 vivienda sobre muro de 2 metros, presenta desmoronamiento, cables tensos, con inclinación al patio sobre la vivienda. Afectaría a una familia de 4 integrantes. El poste es de energía eléctrica, con su desplome afectaría a dos localidades Toninchicalaj y Tuichapze. |
| 2 | Iglesia católica | Centro | Deshabilitada por fractura de infraestructura, agrietamiento vertical y longitudinal de la infraestructura; en el suelo se observan un agrietamiento que atraviesa la iglesia |
| 2 | Cementerio | Cementerio | Agrietamiento de las tres entradas, se presentan hundimientos en algunos mausoleos estos son de 3 a 4 metros en diferentes áreas |
| 4 | Escuela primaria | Escuela primaria | Centro educativo presenta hundimiento de los dos extremos del centro, afectaría a 170 niños de primaria y 35 estudiantes de nivel básico. También se localizan 5 viviendas que se encuentran en medio de las dos escuelas, dos viviendas en la parte baja; a dirección del punto de desprendimiento de paredón. El piso presenta hundimiento de 4 centímetros con un largo de 45 metros lineales ambos lados. Agrietamientos |
| 5 | Tubería camino | Tubería rota, por presión. | La tubería presenta fracturas siempre por la presión que lleva, esta es usada para riego y para consumo. Se presentan cárcavas resultado de los frecuentes daños. |
| 6 | Salida 12 mayo bodega | Salida parte más alta | Viviendas salida a 12 de mayo, 1 hundimientos, agrietamiento. La casa está deshabitada sirve de bodega para semilla para cultivo en temporada. |
| 7 | Tramo carretero | Único ingreso | Único tramo carretero de ingreso y salida a las localidades Tuichapze y San Rafael), se localiza un tramo con al menos 20 derrumbes, estos se presentan cuando |



| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO TONINCHINCAJAJ | | | |
|---|-------------------|---------------------|--|
| | | | hay una combinación lluvias intensas y pequeños temblores. |
| DESCRIPCIÓN DE SITIOS EN RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERA DENTRO DE TUICHAPZE | | | |
| 1 | Auxiliatura | Auxiliatura | Escuela, auxiliatura: es un tramo de 200 metros, esta fue afectada por el terremoto en el 2017, se observan agrietamiento y hundimiento desde la entra de la escuela hasta el corredor, patio y canchas, el muro que sirve de circulación presenta movimiento con facilidad y no está restringido. En la parte superior de la escuela se encuentra un muro de 5 a 15 metro donde se presentaron agrietamientos y hundimientos; se expone la infraestructura de la escuela, este centro educativo recibe a 190 niños de primario. En la parte superior de este muro, se encuentra una vivienda de dos niveles, que esta fracturada en su interior; y, a su vez se observa agrietamientos en el camino a 50 metros, en sentido contrario de la escuela está el centro de salud, la antigua iglesia católica e instalaciones del centro educativo de nivel básico; estas instalaciones presentan hundimientos en piso y baños, el muro de contención está dañado en un 50%. Se observan agujeros que sirven de pozo ciego para las aguas de las lluvias, según relatos el agujero se incrementó en las lluvias. |
| 2 | Escuela básico | Escuela básico | |
| 3 | Escuela primaria | Escuela primaria | |
| 4 | Tubería rota | Sector manzanales | |
| 5 | Tramo carretero | Carretera principal | |
| 6 | viviendas dañadas | Centro | Viviendas partidas, sostenidas con postes de madera. |
| 7 | | Manzanales | Agrietamiento del camino y la vivienda sostenida con postes de madera. |
| 8 | | Tramo carret. | Vivienda agrietada, a 10 metros de la carretera un tramo con frecuencia de derrumbes. |
| 9 | | Parte alta | Vivienda situada en un terraplén, agrietamiento, sostenida con vigas de madera. |
| 10 | | Buena vista | Vivienda agrietada colapso la pared trasera, sostenida con madera y parte baja hay cultivo. |
| 11 | | Carret. poste | poste con inclinación, cables tensados por la inclinación, y cercana a una vivienda |

CONCLUSIONES

Al no existir una articulación entre instrumentos descriptivos territoriales y de la gestión local, se despliega la

necesidad de realizar la combinación de esas metodologías; y, para este trabajo se combinan procesos descriptivas, de parámetros morfométricos del área de estudio; y, la integración de la gestión



local de desarrollo comunitario, con el fin de proporcionar una radiografía del estado actual del área de trabajo. Por lo tanto, se concluye que para poder realizar un correcto estudio de gestión de riesgo por movimiento de laderas a nivel de microcuenca, se procede a establecer zonas funcionales e identifican la distribución de los puntos de amenaza dentro de la cuenca.

La microcuenca Chemealón, presenta rangos morfométricos que establecen que es una cuenca joven; y, su topografía es uno de las principales variables a considera. El avance de la frontera agrícola, es una condicionante que sobresale y tienen en común los 29 puntos identificados, como amenaza; son 11 los puntos que se localizan en la localidad de Tuichapze cuyo acceso es complejo.

LITERATURA CITADA

Ruiz , N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 1-12.

COMURED. (2005). *Coordinadora Municipal de Reduccion de Desastres*. Tacaná.

COMURED. (2005). *Libro de Actas de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres*. Tacaná.

CONRED. (2015). Guia didactica para el uso de rotafolio "Gestión para la reducción del riesgo a desastres" -GRRD-. *CONRED*, 2-44.

CONRED. (abril de 2018). Deslizamiento en Sibinal, San Marcos. San Marcos, Sibinal, Guatemala .

Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). *Gestión de cuencas y rios vinculados con centro urbanos*. CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Recursos Humanos e Infraestructura.

ESPECTADOR, E. (11 de Octubre de 2018). *//www.elspectador.com*. Obtenido de La tragedia que sorpende a Marquetalia.

Facultad Antropologia Forense de Guatemala. (2006). Informe de daños.

García, H., Luna, M., Montoya, A., Santiago, N., Santos, E., & Garcia, O. (2015). LA PERTINENCIA DEL ENFOQUE DE CUENCAS COMO UNIDAD DE GESTIÓN DEL ESPACIO GEOGRAFICO. *Facultad de Ciencias Naturales de la Ciencias Naturales*, 1-12.

GEOFOCUS. (2007). Revista Internacionalde Ciencia y Tecnologia de la Informacion Geografica. *Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio*. España: www.geo-focus.org .

Hernandez, R. B. (2016). Metodologia de diagnostico participativo con cartografia social. *Metodo Participativo*.

Torremocha, M. M. (Julio de 2016). EL RIESGO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA EN LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO. Estudio de caos la Toscana. *Tesis*. Italia, Toscana, Italia: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.



PATRÓN DE EXPRESIÓN DE LOS GENES *MCTP* EN EL PEZ CEBRA (*DANIO RERIO*) Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE SU DISRUPCIÓN CON EL SISTEMA CRISPR/CAS9,

Espero-Saldaña, AE¹; Arellano-Carbajal, F²; y Martínez-Torres, A³

1-Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. 2-Unidad de Microbiología Básica y Aplicada, FCN, UAQ. 3-Instituto de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla.

INTRODUCCIÓN

Las proteínas MCTP (Multiple Calcium-2 Domain Proteins with two Transmembrane regions) están relacionadas a proteínas sensores de calcio importantes en procesos como la transmisión sináptica y el tráfico vesicular, tales como las sinaptotagminas y las ferlinas. Estas proteínas no han sido completamente caracterizadas, y aunque se han hecho algunos estudios sobre estas, aún no se conoce su función. En el 2005, Shin y col. describieron a esta familia de proteínas que posee propiedades inusuales en cuanto a su dependencia de Ca^{2+} y unión a fosfolípidos. Existen 2 genes en mamíferos (*mctp1* y *mctp2*) que se expresan en músculo esquelético, músculo cardíaco y en cerebro. *mctp1* se encuentra ampliamente distribuido en el cerebro, tanto el RNA mensajero, detectado por hibridación *in situ*, como la proteína, detectada por inmunohistoquímica; además MCTP-1 se encuentra en otros órganos como el corazón, músculo esquelético, testículo, hígado, riñón, entre otros (Qiu et al., 2015). Recientemente, en la mosca *Drosophila melanogaster*, se ha encontrado que MCTP se localiza en la

membrana del retículo endoplásmico y ha sido propuesto como un novedoso sensor de calcio (Genç et al., 2017).

Pez cebra como modelo biológico

El pez cebra es un excelente modelo biológico para llevar a cabo estudios de biología molecular, desarrollo y función del sistema nervioso (Stewart & Kalueff, 2015). Ofrece diversas ventajas tales como que su genoma ya está secuenciado y tiene una gran similitud con el genoma del ser humano. Sus embriones son transparentes y es fácil la observación de órganos, tejidos y células (Kimmel et al., 1995) Adicionalmente, es relativamente fácil manipularlo utilizando sistemas tales como el CRISPR/Cas9 (Hruscha & Schmid, 2015). Un análisis del genoma de esta especie nos permite predecir que existen cuatro genes que codifican para proteínas MCTP, por lo que resulta un modelo experimental apropiado para estudiar las características funcionales de esta familia de proteínas. Por tanto, en este trabajo nos enfocaremos en estudiar la expresión y la función de los genes *mctp* del pez cebra.

Sistema CRISPR/Cas9

El sistema CRISPR (clustered, regularly interspaced, short palindromic repeats-associated with Cas9 protein) que



naturalmente forma parte del sistema inmune de bacterias, ha sido adaptado para suprimir la expresión de genes (Deng et al., 2015). Para esto, se utiliza una guía de RNA sintética que contienen una secuencia homóloga a una región del gen que se va a suprimir, y que además contiene una secuencia que es reconocida por la enzima Cas9. La guía de RNA es co-administrada con el mRNA de la enzima Cas9. Dentro de la célula la proteína Cas9 es expresada y se une a la guía de RNA, que a su vez se alinea con su secuencia complementaria en el genoma de la célula. La enzima Cas9, corta el DNA y el sistema de reparación de la célula repara insertando o eliminando bases, cambiando así el marco de lectura. Del 2013 a la fecha, este sistema se ha utilizado con éxito para suprimir la expresión de genes y para generar knockouts y knockins en pez cebra (Albadri et al., 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo animal y condiciones de mantenimiento y manipulación

Se utilizaron peces cebra de la cepa AB. La manipulación, apareamiento y microinyección se llevaron a cabo de acuerdo con los procedimientos descritos en el protocolo de investigación 26FCN2016 aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ.

Extracción de RNA y RT-PCR

Las extracciones de RNA total se realizaron por el método de Trizol (Invitrogen). La concentración del RNA se determinó por espectrofotometría. La reacción de retrotranscripción y

amplificación por PCR, se llevó a cabo utilizando el kit One-Step RT-PCR (Invitrogen) a partir de los RNA totales extraídos. Se utilizaron oligonucleótidos específicos de cada gen y para cada fin: para determinar el patrón de expresión en diferentes etapas del desarrollo; para amplificar las secuencias codificantes completas de cada gen; y para amplificar un fragmento con baja homología entre los genes para utilizar como molde en la síntesis de sondas de RNA para hibridación in situ.

Clonación y análisis de las secuencias codificantes y construcción de quimeras fluorescentes.

Las secuencias codificantes completas amplificadas de cada gen se clonaron en el vector pJET2.1 (Invitrogen). Se secuenciaron 10 clones de cada gen y se analizaron utilizando el programa vector NTI advance 10 (Invitrogen). Dichas secuencias codificantes se subclonaron en el vector de expresión pLIC-GFP para generar una quimera fluorescente Mctp-GFP.

Hibridaciones in situ

Las hibridaciones in situ se llevaron a cabo en embriones en diferentes etapas del desarrollo utilizando sondas de RNA específicas para cada gen marcadas con digoxigenina siguiendo el protocolo descrito por Thisse & Thisse (2008).

Sistema CRISPR/Cas9 y microinyección
Se sintetizaron guías CRISPR de RNA para cada gen, tal y como describen Varshney et al. (2015). Cada guía contiene la secuencia del promotor T7 RNA polimerasa, una secuencia PAM, 20 nucleótidos específicos del gen y una secuencia de 20 nucleótidos que son

reconocidos por la proteína Cas9. El RNA mensajero de la enzima Cas9 se sintetizó utilizando el kit mMESSAGEmMACHINE T3® (Ambion) utilizando como molde el plásmido pT3TS-nCas9n (Addgene #46757) previamente linealizado y purificado. Para la disrupción de los genes, se inyectaron embriones recién fertilizados con una mezcla de RNA guía CRISPR, mRNA de Cas9 y rojo de fenol, utilizando un microinyector PV820 (World Precision Instruments).

Análisis de Datos

Para determinar la expresión y localización cada experimento se realizó por triplicado. Para analizar la supresión de la expresión de cada gen, se hicieron 10 experimentos independientes. Los datos de estos experimentos se analizaron mediante una tabla de contingencia de los fenotipos obtenidos,

y se aplicó una prueba de Chi-cuadrada con cálculo de significancia mediante una prueba exacta de Fisher con un $\alpha = 5\%$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patrón de expresión de los genes *mctp* del pez cebra durante el desarrollo

Para determinar si los genes *mctp* se expresan diferencialmente durante el desarrollo, se extrajo RNA de embriones de pez cebra en varias etapas del desarrollo y se amplificó un fragmento de cada mRNA utilizando un par de oligonucleótidos específicos diseñados en regiones de baja homología. Se encontró que los cuatro genes *mctp* se expresan a través del desarrollo, como se observa en la figura 1.

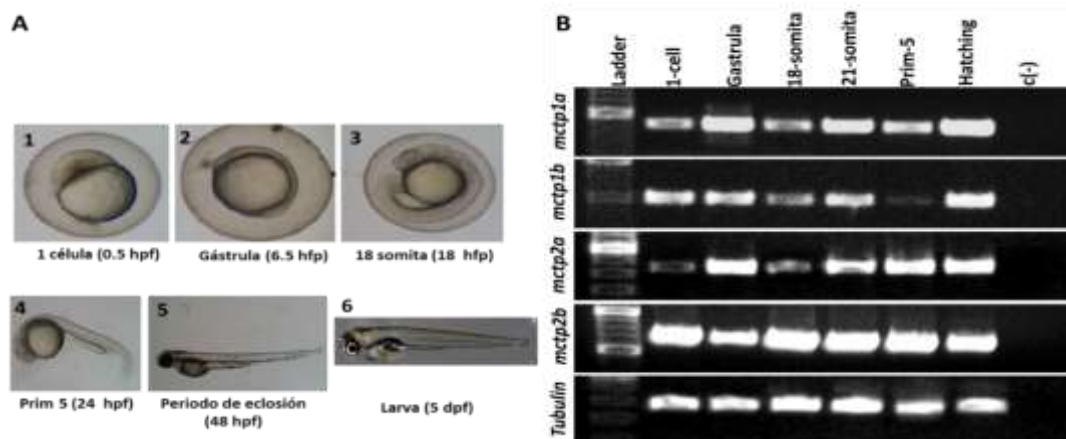


Figura 1. A) Etapas de desarrollo analizadas. B) Determinación de la expresión de los genes *mctp* por RT-PCR de *lmctp1a*, *1b*, *2a*, *2b* y *tubulina* (control positivo) en las mismas etapas.

Variantes de los mRNAs que codifican para las proteínas MCTP en el pez cebra. Como resultado del análisis de las secuencias de los DNAs de *mctp* clonados, se identificaron los cuatro genes predichos en el genoma del pez cebra: *mctp1a*, *1b*, *2a* y *2b*. Estos genes se ubican en diferentes cromosomas y se determinó que presentan eventos de

splicing alternativo, dando como resultado al menos nueve proteínas con diferencias en las asas localizadas entre los dominios C2: tres variantes de *mctp1a*, dos de *mctp1b*, una de *mctp2a* y tres de *mctp2b* (Fig. 2). Además, se encontró una alta frecuencia de cambios nucleotídicos en todas las variantes.

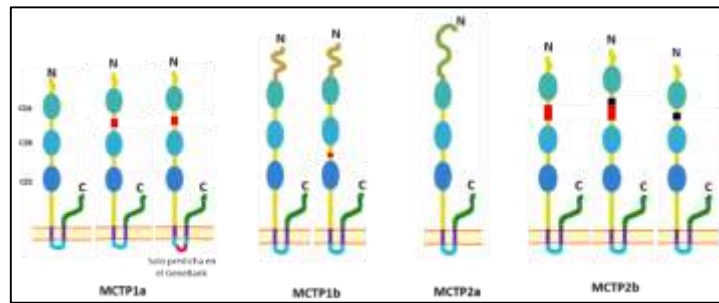


Figura 2. Esquema de las isoformas de las proteínas *Mctp* encontradas. Los recuadros rojos y negros indican las secuencias incluidas resultado de los eventos de splicing alternativos.

Localización intracelular de la expresión de las proteínas *Mctp*
Se encontró que las proteínas *Mctp* se localizan principalmente en el retículo endoplásmico, pero también en

endosomas tempranos y tardíos, como se observa en la figura 3. Esto coincide con la localización intracelular encontrada en neuronas motoras de *D. melanogaster* (Genç et al., 2017).

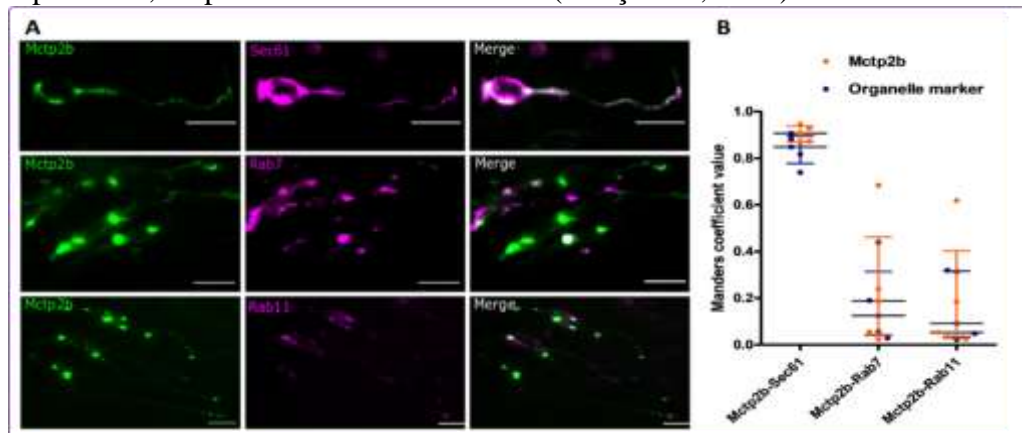


Figura 3. A) Células neuronales de pez cebra co-expresando Mtcp2b-GFP y el marcador de organelo indicado. B) Coeficiente de Manders de la colocalización.

Patrón de localización de la expresión de los genes *mctp* durante el desarrollo del pez cebra

Se observó que en embriones recién fertilizados el mRNA de *mctp2b* se encuentra abundantemente, y en menor proporción 1a, 1b y 2a. En la etapa 10-somita donde comienza la organogénesis y el desarrollo de los neurómeros, se observa también una mayor expresión de *mctp2b*, especialmente en las células

cercanas al vitelo, mientras que los otros tres genes se expresan en mucho menor proporción. En la etapa 5-prim, donde los órganos y tejidos ya están diferenciados y comienza la circulación sanguínea, los cuatro genes se expresan principalmente a través del sistema nervioso y en menor medida en el sistema muscular siendo también *mctp2b* es el que más se expresa (Fig. 4).

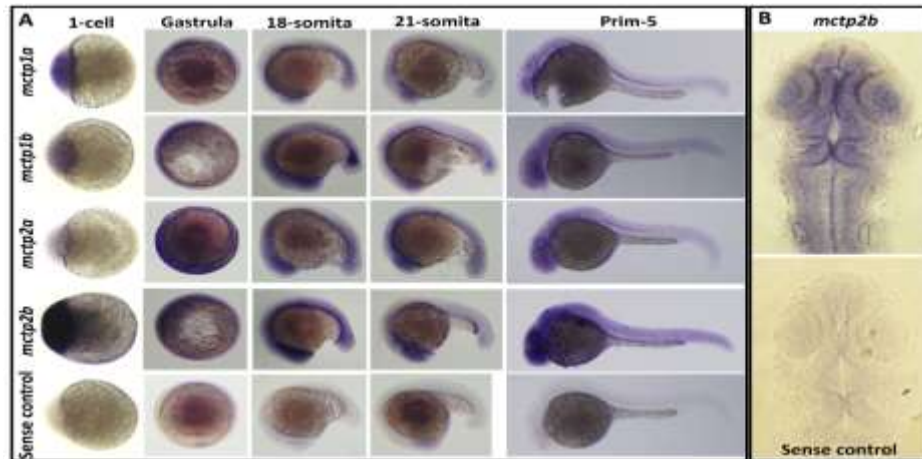


Figura 4. Localización de la expresión de los genes *mctp* por hibridación *in situ* en embriones completos en A) la etapa de desarrollo indicada y en B) una vista dorsal del cerebro completo en etapa prim-5. Barra 500 μ m.

Supresión de la expresión de los genes *mctp* utilizando el sistema CRISPR/Cas9 Se evaluó el fenotipo generado por la supresión de la expresión del gen *mctp2b*, que es el que más se expresa, durante el desarrollo y hasta las 48 horas

post fertilización (hpf). Se observó que la disrupción del gen *mctp2b* afecta el desarrollo del embrión, y se observa una alta tasa de mortalidad en etapas tempranas del desarrollo (Fig. 5).

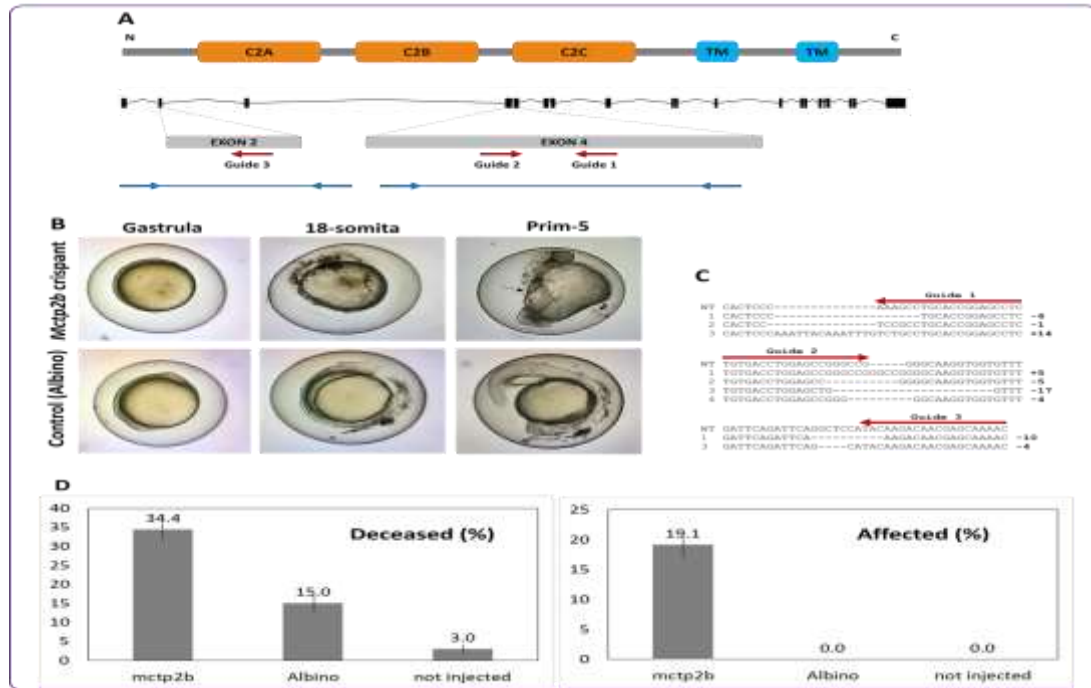


Figura 5. A) Esquema de la proteína Mctp2b, del gen, una amplificación de los exones donde se localiza la secuencia reconocida por las guías CRISPR indicadas con una flecha roja; en líneas azules la amplificación por PCR que se secuenció para confirmar la edición del genoma en los embriones. B) Fenotipo de los embriones editados (crisptantes) del gen mctp y del gen control (albino). C) secuencias encontradas los genomas de los embriones en los sitios de unión de las guías CRISPR. D) Porcentajes de mortalidad y presencia de defectos fenotípicos en los embriones editados.

CONCLUSIONES

Hemos determinado que en el genoma del pez cebra se encuentran cuatro genes mctp (1a, 1b, 2a y 2b) y que los cuatro genes se expresan desde las primeras etapas del desarrollo y en cerebro y corazón del pez adulto; aunque el patrón de expresión es diferente. Además, encontramos una alta frecuencia de

polimorfismos de nucleótido único (SNPs) y que estos genes presentan eventos de splicing alternativo. Las proteínas Mctp de pez cebra presentan la misma localización intracelular y se localizan principalmente en retículo endoplásmico y en endosomas tardíos. Finalmente, la disrupción del gen mctp2b afecta el desarrollo normal del embrión,



al menos durante las primeras etapas de desarrollo.

LITERATURA CITADA

- Albadri, S., Del Bene, F., & Revenu, C. (2017). Genome editing using CRISPR/Cas9-based knock-in approaches in zebrafish. *Methods*. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2017.03.005>
- Deng, L., Ren, R., Wu, J., Suzuki, K., Izipisua Belmonte, J. C., & Liu, G.-H. (2015). CRISPR/Cas9 and TALE: beyond cut and paste. *Protein & Cell*, 6(3), 157–159. <https://doi.org/10.1007/s13238-015-0137-5>
- Genç, Ö., Dickman, D. K., Ma, W., Tong, A., Fetter, R. D., & Davis, G. W. (2017). MCTP is an ER-resident calcium sensor that stabilizes synaptic transmission and homeostatic plasticity. *eLife*, 6, 1–23. <https://doi.org/10.7554/eLife.22904>
- Hruscha, A., & Schmid, B. (2015). Generation of zebrafish models by CRISPR /Cas9 genome editing. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N.J.), 1254, 341–350. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2152-2_24
- Kimmel, C. B., Ballard, W. W., Kimmel, S. R., Ullmann, B., & Schilling, T. F. (1995). Stages of embryonic development of the zebrafish. *Developmental Dynamics: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 203(3), 253–310. <https://doi.org/10.1002/aja.1002030302>
- Qiu, L., Yu, H., & Liang, F. (2015). Multiple C2 Domains Transmembrane Protein 1 (MCTP1) is Expressed in CNS Neurons and Possibly Regulates Cellular Vesicle Retrieval and Oxidative Stress. *Journal of Neurochemistry*, 1–16. <https://doi.org/10.1111/jnc.13251>
- Shin, O.-H., Han, W., Wang, Y., & Sudhof, T. C. (2005). Evolutionarily Conserved Multiple C2 Domain Proteins with Two Transmembrane Regions (MCTPs) and Unusual Ca²⁺ Binding Properties. *Journal of Biological Chemistry*, 280(2), 1641–1651. <https://doi.org/10.1074/jbc.M407305200>
- Stewart, A. M., & Kalueff, A. V. (2015). Developing better and more valid animal models of brain disorders. *Behavioural Brain Research*, 276, 28–31. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.12.024>
- Thisse, C., & Thisse, B. (2008). High-resolution in situ hybridization to whole-mount zebrafish embryos. *Nature Protocols*, 3(1), 59–69. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.514>
- Varshney, G. K., Pei, W., Lafave, M. C., Idol, J., Xu, L., Gallardo, V., ... Burgess, S. M. (2015). High-throughput gene targeting and phenotyping in zebrafish using CRISPR / Cas9, 1030–1042. <https://doi.org/10.1101/gr.186379.114>



ESTUDIO *IN VIVO* DEL EFECTO ANGIOGÉNICO DEL EXTRACTO ETANÓLICO Y DE LA AFININA OBTENIDOS A PARTIR DE RAÍCES DE CHILCUAGUE (*HELIOPSIS LONGIPES*).

García Badillo PE¹, García Gasca MTJ², Avalos Soriano A³, Andrade Portillo V⁴, López Martínez FJ², Castro Ruiz JE²

¹Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Laboratorio Biología Celular y Molecular. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Mazatlán. ⁴Unidad de Experimentación Animal. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

INTRODUCCIÓN

México posee alrededor de 4 000 especies de plantas con atributos medicinales, de las cuales, se estima que sólo el 5% han sido validadas científicamente (Ocegueda *et al.*, 2005). *Heliopsis longipes* S. F. Blake (Asteraceae) es una planta originaria de la región central de México, cuyas raíces se conocen comúnmente como “chilcuague” (Cilia-López *et al.*, 2014). Por sus propiedades organolépticas, esta especie se emplea como condimento, ya que evoca una sensación pungente y estimula la salivación (Arriaga-Alba *et al.*, 2013). En la medicina tradicional se utiliza principalmente para tratar dolor e inflamación; también se emplea como desparasitante, y antimicótico (Molina-Torres y García-Chávez, 2001). Esta especie sintetiza en sus raíces compuestos bioactivos llamados *N*-alcamidas o alcamidas (García-Chávez *et al.*, 2004; López-Martínez *et al.*, 2011). Durante generaciones, plantas productoras de alcamidas se han

empleado con propósitos medicinales y culinarios. Ejemplos representativos de alcamidas son la capsaicina presente en algunos chiles (*Capsicum spp.*); la piperina, presente en pimientas (*Piper spp.*), las alcamidas terapéuticas presentes en las flores de *Echinacea* y la afinina (spilanthol) presente en especies del género *Heliopsis*, *Spilanthes* y *Wedelia* (Boonen *et al.*, 2012; Greger, 2016; Johns *et al.*, 1982; Rios y Olivo, 2014). La afinina (*N*-isobutil-2,6,8-decatrienamida) es la alcamida más representativa debido a su gran abundancia en las raíces de chilcuague (Boonen *et al.*, 2010), dentro de sus principales actividades biológicas y de extractos con alto contenido de ésta alcamida destacan: anestésico local (Hernández-Morales *et al.*, 2015); antimicrobiano y fungistático (Molina-Torres *et al.*, 2004; Molina-Torres *et al.*, 1999); antiinflamatorio (Hernández *et al.*, 2009), antinociceptivo (Cariño-Cortés *et al.*, 2010; Déciga-Campos *et al.*, 2010; Nomura *et al.*, 2013); ansiolítico y diurético (Gerbino *et al.*,



2016); y vasodilatador (Castro-Ruiz *et al.*, 2017).

Se ha demostrado que la afinina es un compuesto capaz de permear la mucosa bucal y la piel (Boonen *et al.*, 2010), atravesar la barrera intestinal por difusión pasiva, penetrar rápidamente en el torrente sanguíneo e incluso cruzar la barrera hematoencefálica para producir sus efectos biológicos (Veryser *et al.*, 2016; Veryser *et al.*, 2014). No obstante, la evidencia científica acerca de los posibles efectos de la afinina y otras alcaloides sobre el sistema cardiovascular es escasa. Recientemente, nuestro grupo de trabajo se ha centrado en el estudio de la respuesta vasomotora producida por extractos de *H. longipes* y de la afinina sobre la vasculatura de rata. Los resultados mostraron que tanto la afinina como los extractos producen vasodilatación dependiente de la concentración en segmentos de aorta rata. Experimentos para determinar el mecanismo de acción vasodilatador de la afinina confirmaron la participación de la vía de los gasotransmisores (NO, sulfuro de hidrógeno (H₂S) y monóxido de carbono (CO)), así como de la prostaciclina (PGI₂) (Castro-Ruiz *et al.*, 2017).

Cabe destacar que las vías de señalización implicadas en la vasodilatación mediada por gasotransmisores, en especial la vía de NO, la cual está involucrada de manera paralela en la angiogénesis, que es el proceso de generación de nuevos vasos sanguíneos a partir de los preexistentes (Coletta *et al.*, 2012; Tousoulis *et al.*, 2012); desempeñando un papel central

en procesos fisiopatológicos como la cicatrización, restauración menstrual, hematopoyesis y crecimiento tumoral (Freedman e Isner, 2001; Folkman, 1995; Liekens *et al.*, 2001).

Las plantas medicinales representan una fuente potencial para el desarrollo de nuevos fármacos. A la fecha, algunos estudios han evidenciado el efecto de algunos fitoquímicos sobre angiogénesis (Min *et al.*, 2004; Xie *et al.*, 2015; Zihlif *et al.*, 2012), sin embargo, no existen reportes de la influencia de la afinina u otras isobutilamidas sobre la angiogénesis.

El objetivo del presente estudio, fue determinar el efecto angiogénico del extracto etanólico de *Heliopsis longipes* (EEHL) y la afinina en un modelo *in vivo* en ratones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se utilizaron 40 ratones CD-1 hembras con un peso de 25-30 gramos. Los experimentos contaron con la evaluación del comité de bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (Registro: 10001) y para el cuidado y manejo de animales de laboratorio se siguieron los lineamientos propuesto por la Norma Oficial Mexicana [NOM-062-ZOO-1999] (Ochoa *et al.*, 1999). Los animales se alojaron en jaulas bajo las condiciones de temperatura de 22 ± 2 °C, ciclo de 12 horas luz: 12 horas oscuridad, además se les proporcionó alimento y agua *ad libitum*.

Material vegetal y preparación del extracto etanólico



Las raíces secas y molidas de *Heliopsis longipes* (Gray) Blake (Asteraceae) se maceraron con etanol absoluto por una semana en ración 1:10 (p/v), y sonicación (Sonicador 5510 BRANSON). Posteriormente, el extracto se filtró y se concentró con un rotoevaporador (BÜCHI R-200).

Purificación y determinación de la estructura química de la afinina

La afinina purificada será proporcionada de un stock obtenido del grupo de trabajo. El compuesto se identificó por medio de técnicas espectroscópicas ($^1\text{H-NMR}$ y $^{13}\text{C-NMR}$); así mismo su pureza fue determinada por cromatografía de capa fina, columna abierta y cromatografía de líquidos de alta resolución acoplado a un arreglo de fotodiodos (Castro-Ruiz *et al.*, 2017).

Ensayo Directo de Angiogénesis *In Vivo* (EDAIV)

El ensayo *in vivo* se realizó con el DIVAA™ Starter Kit de Trevigen, con metodología antes descrita (Guedez *et al.*, 2003). Los dispositivos subdérmicos (angio-reactores) se cargaron previamente a ser implantados en los ratones; con medio semisólido en ausencia (C-) o presencia de factores de crecimiento endotelial vascular y de fibroblastos (C+), o suplementados con concentraciones de EEHL o afinina de: 1, 10, 50 y 100 $\mu\text{g/mL}$, ($n = 4$). Tras 12 días, se extrajeron sus contenidos para ser procesados y sometidos a análisis de espectrofluorimetría. Los valores obtenidos se interpretaron como unidades relativas de fluorescencia (URF's).

Análisis estadístico

Los valores de las URF's se expresaron como la media \pm el error estándar (SEM) y se les realizó un análisis de ANOVA, y una prueba *post hoc* de Tukey, en donde un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo. Los datos se analizaron con el paquete estadístico GraphPad Prism versión 6.01.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un rendimiento de extracto etanólico de 54.7 g/kg. La sonicación adicionada al proceso de extracción aumenta alrededor de 300% el rendimiento reportado con sólo la maceración (Arriaga *et al.*, 2010; Coletta *et al.*, 2012).

Por otro lado, en el ensayo farmacológico *in vivo*, ningún animal falleció o mostró signos de toxicidad. En estudios, está reportada la toxicidad en el extracto de *H. longipes* ($\text{LD}_{50} = 62.14 \text{ mg/kg p.o.}$) y en la afinina ($\text{LD}_{50} = 113.13 \text{ mg/kg p.o.}$), mientras que el efecto terapéutico se logra con dosis menores (Ríos *et al.*, 2012; De la Rosa-Lugo *et al.*, 2017). Además, ni el extracto ni la afinina son genotóxicos (Cariño-Cortés *et al.*, 2010), ni mutagénicos (Arriaga-Alba *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2012).

El análisis fluorimétrico reveló que el EEHL y la afinina producen un efecto angiogénico dependiente de la concentración (Figura 1). Además, las concentraciones de 10 y 50 $\mu\text{g/mL}$ de la afinina presentaron un incremento significativo en el desarrollo de nuevos brotes vasculares, en comparación a los controles, sugiriendo que la afinina, es el compuesto responsable de los efectos angiogénicos producidos por las raíces

de chilcuague. Así mismo en estudios *in vivo*, se han reportado en concentraciones similares, efectos biológicos como analgésico (Rios *et al.*, 2007), antiinflamatorio (Hernández *et al.*, 2009) y antinociceptivo (Déciga-Campos *et al.*, 2010).

Por otro lado, se observó una disminución del efecto angiogénico en las concentraciones de 100 $\mu\text{g/mL}$ (Figura 1). Este fenómeno, también se ha reportado en un estudio piloto previo en aorta de rata, en un proyecto de fondos

de proyectos especiales de rectoría (FOPER-2016) titulado “El chilcuague (*Heliopsis longipes*), una planta Queretana y el efecto angiogénico de sus extractos y de la afinina sobre aorta de rata” (datos no publicados) y en el efecto de una alcalamida endógena, la anandamida, presentando un efecto proangiogénico dependiente de la concentración y un efecto antiangiogénico en mayores concentraciones (Hofmann *et al.*, 2014, Picardi *et al.*, 2014 y Pisanti *et al.*, 2007).

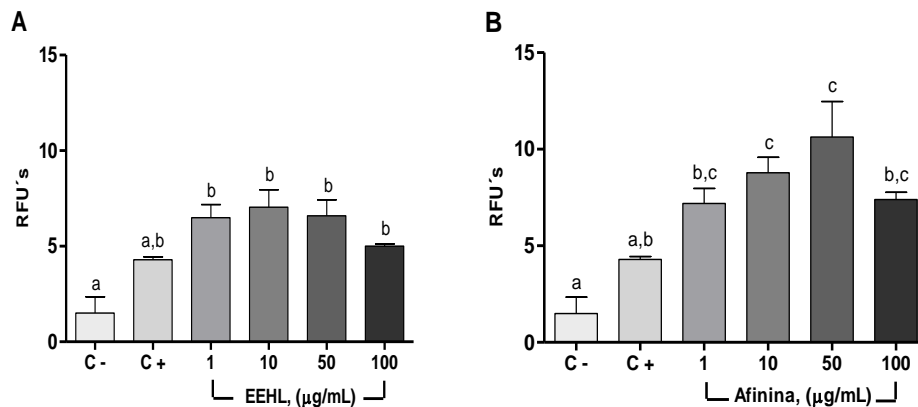


Figura 1. Cuantificación del efecto angiogénico del EEHL y de la afinina.

El efecto angiogénico se estimó en homogenados de los angio-reactores mediante fluorimetría en presencia o ausencia de EEHL (A) y de afinina (B). Se representa la media \pm error estándar de la media (SEM), $n = 4$. Las letras sobre las barras representan diferencia estadísticamente significativa, $p < 0.05$. C-, control negativo; C+, control positivo; RFU's, unidades relativas de fluorescencia.

CONCLUSIONES

Se optimizó el rendimiento de extracto etanólico de *H. longipes*.

El extracto etanólico y la afinina inducen un efecto angiogénico dependiente de la concentración que disminuye a partir de 100 $\mu\text{g/mL}$.

Esta investigación contribuye con el estudio de la afinina y sus efectos biológicos. Sin embargo, es necesario llevar a cabo pruebas adicionales, que proporcionen mayor información de los mecanismos moleculares que subyacen en el efecto angiogénico producido.



LITERATURA CITADA

- Arriaga-Alba, M.; Rios, M.Y.; Déciga-Campos, M. Antimutagenic properties of affinin isolated from *Heliopsis longipes* extract. *Pharm. Biol.* 2013, *51*, 1035–9.
- Boonen, J.; Baert, B.; Burvenich, C.; Blondeel, P.; De Saeger, S.; De Spiegeleer, B. LC–MS profiling of N-alkylamides in *Spilanthes acmella* extract and the transmucosal behaviour of its main bioactive spilanthol. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2010, *53*, 243–249.
- Boonen, J.; Baert, B.; Roche, N.; Burvenich, C.; De Spiegeleer, B. Transdermal behaviour of the N-alkylamide spilanthol (affinin) from *Spilanthes acmella* (Compositae) extracts. *J. Ethnopharmacol.* 2010, *127*, 77–84.
- Boonen, J.; Bronselaer, A.; Nielandt, J.; Veryser, L.; De Tré, G.; De Spiegeleer, B. Alkamid database: Chemistry, occurrence and functionality of plant N-alkylamides. *J. Ethnopharmacol.* 2012, *142*, 563–590.
- Cariño-Cortés, R.; Gayosso-De-Lucio, J.A.; Ortiz, M.I.; Sánchez-Gutiérrez, M.; García-Reyna, P.B.; Cilia-López, V.G.; Pérez-Hernández, N.; Moreno, E.; Ponce-Monter, H. Antinociceptive, genotoxic and histopathological study of *Heliopsis longipes* S.F. Blake in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010, *130*, 216–21.
- Castro-Ruiz, J.E.; Rojas-Molina, A.; Luna-Vázquez, F.J.; Rivero-Cruz, F.; García-Gasca, T.; Ibarra-Alvarado, C. Affinin (*Spilanthol*), isolated from *heliopsis longipes*, induces vasodilation via activation of gasotransmitters and prostacyclin signaling pathways. *Int. J. Mol. Sci.* 2017.
- Cilia-López, V.G.; Aguirre-Rivera, J.R.; Espinosa-Reyes, G.; Flores-Cano, J.A.; Reyes-Agüero, J.A.; Juárez-Flores, B.I. DISTRIBUTION OF *Heliopsis longipes* (Heliantheae: Asteraceae), AN ENDEMIC RESOURCE FROM CENTRAL-MEXICO. *Rev. Chapingo Ser. Ciencias For. y del Ambient.* 2014, *20*, 47–54.
- Coletta, C.; Papapetropoulos, A.; Erdelyi, K.; Olah, G.; Modis, K.; Panopoulos, P.; Asimakopoulou, A.; Gero, D.; Sharina, I.; Martin, E.; et al. Hydrogen sulfide and nitric oxide are mutually dependent in the regulation of angiogenesis and endothelium-dependent vasorelaxation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2012, *109*, 9161–9166.
- Déciga-Campos, M.; Rios, M.Y.; Aguilar-Guadarrama, A.B. Antinociceptive effect of *Heliopsis longipes* extract and affinin in mice. *Planta Med.* 2010, *76*, 665–70.
- de la Rosa-Lugo, V.; Acevedo-Quiroz, M.; Déciga-Campos, M.; Rios, M.Y. Antinociceptive effect of natural and synthetic alkamides involves TRPV1 receptors. *J. Pharm. Pharmacol.* 2017.
- Folkman, J. (1995). Angiogenesis in cancer, vascular, rheumatoid and other disease. *Nature Medicine*, *1*(1), 27–30.
- Freedman, S. B., y Isner, J. M. (2001). Therapeutic Angiogenesis for Ischemic Cardiovascular Disease. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, *33*(3), 379–393.
- García-Chávez, A.; Ramírez-Chávez, E.; Molina-Torres, J. El género *Heliopsis* (Heliantheae; Asteraceae) en México y las alcamidas presentes en sus raíces. *Acta Bot. Mex.* 2004, *69*, 115–131.
- Gerbino, A.; Schena, G.; Milano, S.; Milella, L.; Barbosa, A.F.; Armentano, F.; Procino, G.; Svelto, M.; Carosino, M. *Spilanthol* from *Acmella oleracea* lowers the intracellular levels of cAMP impairing NKCC2 phosphorylation and water channel AQP2 membrane expression in mouse kidney. *PLoS One* 2016, *11*, e0156021.
- Guedez, L.; Rivera, A.M.; Salloum, R.; Miller, M.L.; Diegmüller, J.J.; Bungay, P.M.; Stetler-Stevenson, W.G. Quantitative assessment of angiogenic responses by the directed in vivo angiogenesis assay. *Am. J. Pathol.* 2003, *162*, 1431–9.
- Hernández-Morales, A.; Arvizu-Gómez, J.L.; Carranza-Álvarez, C.; Gómez-Luna, B.E.; Alvarado-Sánchez, B.; Ramírez-Chávez, E.; Molina-Torres, J. Larvicidal activity of affinin and its derived amides from *Heliopsis longipes* A. Gray Blake against *Anopheles albimanus* and *Aedes aegypti*. *J. Asia. Pac. Entomol.* 2015, *18*, 227–231.
- Hernández, I.; Márquez, L.; Martínez, I.; Dieguez, R.; Delporte, C.; Prieto, S.; Molina-Torres, J.; Garrido, G. Anti-inflammatory effects of ethanolic extract and alkamides-derived from



- Heliopsis longipes roots. *J. Ethnopharmacol.* 2009, *124*, 649–52.
- Hofmann, N., Barth, S., Waldeck-Weiermair, M., Klec, C., Strunk, D., Malli, R., y Graier, W. (2014). TRPV1 mediates cellular uptake of anandamide and thus promotes endothelial cell proliferation and network-formation. *Biology open*, *3*(12), 1164-72.
- Johns, T.; Graham, K.; Towers, G.H.N. Molluscicidal activity of affinin and other isobutylamides from the asteraceae. *Phytochemistry* 1982, *21*, 2737–2738.
- Liekens, S., De Clercq, E., y Neyts, J. (2001). Angiogenesis: regulators and clinical applications. *Biochemical Pharmacology*, *61*(3), 253–270.
- López-Martínez, S.; Aguilar-Guadarrama, B.; Ríos, M.Y. Minor alkaloids from *Heliopsis longipes* S.F. Blake (Asteraceae) fresh roots. *Phytochem. Lett.* 2011, *4*, 275–279.
- Molina-Torres, J. y; García-Chavez, A. Alkaloids in plants: distribution and importance. *Av. y Perspect.* 2001, *20*, 377–387.
- Molina-Torres, J.; García-Chávez, A.; Ramírez-Chávez, E. Antimicrobial properties of alkaloids present in flavouring plants traditionally used in Mesoamerica: Affinin and capsaicin. *J. Ethnopharmacol.* 1999, *64*, 241–248.
- Molina-Torres, J., Salazar-Cabrera, C. J., Armenta-Salinas, C., & Ramírez-Chávez, E. (2004). Fungistatic and bacteriostatic activities of alkaloids from *Heliopsis longipes* roots: affinin and reduced amides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(15), 4700–4704.
- Nomura, E.C.O.; Rodrigues, M.R.A.; da Silva, C.F.; Hamm, L.A.; Nascimento, A.M.; de Souza, L.M.; Cipriani, T.R.; Baggio, C.H.; Werner, M.F. de P. Antinociceptive effects of ethanolic extract from the flowers of *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2013, *150*, 583–589.
- Ocegueda, S.; Moreno, E.; Koleff, P. Plantas utilizadas en la medicina tradicional y su identificación científica. *Biodiversitas* 2005, *62*, 12–15.
- Ochoa, L. Norma Oficial Mexicana [NOM-062-ZOO-1999], Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. *DOF* 1999, 1–58.
- Picardi, P., Ciaglia, E., Proto, M., y Pisanti, S. (2014). Anandamide inhibits breast tumor-induced angiogenesis. *Translational Medicine*, *10*, 8-12.
- Pisanti S, Borselli C, Oliviero O, Laezza C, Gazzero P, & Bifulco M (2007). Antiangiogenic activity of the endocannabinoid anandamide: correlation to its tumor-suppressor efficacy. *J Cell Physiol* 211: 495-503.
- Ríos, M.Y.; Olivo, H.F. Chapter 3 – Natural and Synthetic Alkaloids: Applications in Pain Therapy. In *Studies in Natural Products Chemistry*; 2014; Vol. 43, pp. 79–121 ISBN 9780444634306.
- Ríos, M.Y.; Aguilar-Guadarrama, B.; Déciga-Campos, M.; Arriaga-Alba, M.; Ventura-Martínez, R. Pharmacological and Toxicological Profile of Extract from *Heliopsis longipes* and Affinin. *Drug Dev. Res.* 2012, *73*, 130–137.
- Ríos, M.Y.; Aguilar-Guadarrama, A.B.; Gutiérrez, M.D.C. Analgesic activity of affinin, an alkaloid from *Heliopsis longipes* (Compositae). *J. Ethnopharmacol.* 2007, *110*, 364–7.
- Tousoulis, D.; Kampoli, A.-M.; Tentolouris, C.; Papageorgiou, N.; Stefanadis, C. The role of nitric oxide on endothelial function. *Curr. Vasc. Pharmacol.* 2012, *10*, 4–18.
- Veryser, L.; Taevernier, L.; Joshi, T.; Tatke, P.; Wynendaele, E.; Bracke, N.; Stalmans, S.; Peremans, K.; Burvenich, C.; Risseuw, M.; et al. Mucosal and blood-brain barrier transport kinetics of the plant N-alkylamide spilanthol using in vitro and in vivo models. *BMC Complement. Altern. Med.* 2016, *16*, 1–12.
- Veryser, L., Wynendaele, E., Taevernier, L., Verbeke, F., Joshi, T., Tatke, P., y De Spiegeleer, B. (2014). N-alkylamides: from plant to brain. *Functional Foods in Health and Disease*, *4*(6), 264-275.



DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS PASTEURIZADORES DE ESTABLO SOBRE LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DEL CALOSTRO BOVINO.

García Maldonado, OL1; Milián Suazo, F2; Cantó Alarcón, GJ2; Sosa Gallegos, SL2; Mendéz Gómez-Humarán, MC2, Álvarez Mayorga, BL3; Campos Quiñones, M4; Díaz Aparicio, E5; Santillán Flores, MA5.

1Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales UAQ
2Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro **3**Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales UAQ.**4**SCCL, Saskatoon, Saskatchewan, Canadá**5**CENID-Microbiología, INIFAP, Ciudad de México. México

INTRODUCCIÓN

Los bovinos nacen carentes de protección inmune, por ello, los primeros días después del nacimiento son de vital importancia para el desarrollo de su sistema inmune, éste a su vez depende totalmente de la absorción de los IgGs maternos contenidos en el calostro (Pandey et al., 2011; Fischer, 2017). El calostro debe poseer alta calidad para poder conferir salud al neonato, por lo que es necesario realizar tratamientos a los calostros previos a ser suministrados a los becerros para eliminar agentes biológicos que interfieren con su salud. Los tratamientos consisten en calentamiento a temperaturas elevadas de tal forma que pueda eliminarse la mayor cantidad de agentes patógenos presentes sin desintegrar a las inmunoglobulinas (McGrath et al., 2016; Elizondo-Salazar et al., 2010). A partir de los experimentos realizados por Romero y Álvarez (2015), se determinó que utilizar un proceso térmico no significa esterilización, debido a que, si se tiene un

calostro con alta presencia de microorganismos y bacterias, el tratamiento térmico puede no eliminarlas por completo. El problema radica en que los terneros recién nacidos son sensibles a diarreas neonatales en los primeros días después del nacimiento y la actividad del sistema inmunitario empieza a activarse a partir del día 14 después del nacimiento. Es importante considerar que las diarreas y las enfermedades en un hato lechero pueden causar tasas de mortalidad entre un 5 y un 50%, provocando grandes pérdidas económicas (Romero y Álvarez, 2015). Por lo anterior, en el presente trabajo se evaluó la presencia de organismos patógenos en el calostro, antes y después del tratamiento térmico, en unidades de producción lechera con la finalidad de determinar si el tratamiento del calostro es el adecuado para garantizar que los agentes patógenos presentes en el calostro y el ambiente no son transmitidos al neonato.

MATERIALES Y MÉTODOS



Se analizaron 18 unidades de producción lechera pertenecientes a la región de la Laguna, ubicada entre los estados de Coahuila y Durango, donde se obtuvieron directamente de los tanques de calostro, tres muestras de 50 ml pre-tratamiento y tres muestras de 50 ml post-tratamiento en tres días diferentes. Todas las unidades de producción analizadas cuentan con un sistema de tratamiento térmico por lotes de forma estándar, con un tiempo de tratamiento de 60 minutos a una temperatura de 60°C, empleando pasteurizadores Dairy tech equipados con agitadores magnéticos que favorecen la homogenización.

Los microorganismos buscados en las muestras de calostro fueron: Coliformes totales (como indicador de contaminación ambiental), *Escherichia coli* (Indicador de contaminación fecal), *Listeria spp.* (Indicador de eficiencia de tratamiento térmico), *Staphylococcus spp.*, *Salmonella spp.*, *Micobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* y *Brucella abortus*.

Para determinar la presencia de Coliformes totales se llevó a cabo el cultivo de las muestras en el medio Agar de Bilis y Rojo Violeta (ABRV), empleando el método de vaciado en placa donde para poder formar diluciones de las muestras se empleó como diluyente al caldo lactosado. Las diluciones se llevaron a cabo por triplicado en cada muestra, la incubación se llevó a cabo a 37 °C durante 24 horas, para finalmente realizar el conteo en placa.

Para la determinación de la presencia de *Escherichia coli*, *Listeria spp.*,

Staphylococcus spp. y *Salmonella spp.* se llevó a cabo la metodología propuesta por la NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos y apoyada en las normas NOM-115-SSA1-1994 y NOM-114-SSA1-1994.

La determinación de la presencia de *Brucella abortus* se llevó a cabo a través de cultivos en placas de Farrel, y de *Micobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* se realizó por el método ácido-álcali por duplicado en el medio de cultivo Herrold egg yolk, con micobactina y sin micobactina e incubado a 37 °C por un periodo de 4-6 semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 18 unidades de producción, los calostros de 14 fueron positivas al conteo de Coliformes totales en el pretratamiento, y 9 positivas también en el postratamiento, todas con más de 1 logaritmo de UFC (Figura 2); niveles superiores a lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, productos y servicios. Leche fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. La comparación fue hecha entre los resultados obtenidos para el calostro después del tratamiento térmico y los valores permitidos en la norma para producto procesado en planta.

Los resultados obtenidos para el recuento de Coliformes totales en agar de Bilis y Rojo Violeta en las 18 unidades se comparan con los obtenidos por [Godden](#)



(2012). Se puede observar que en los experimentos realizados por este autor los valores de la media de los Coliformes totales antes del tratamiento térmico fueron de 4.7 (Log_{10} , UFC/ml) y de 2.1 (Log_{10} , UFC/ml). y después del tratamiento térmico: En las unidades de producción analizadas en este trabajo los valores fueron de 2.96 (Log_{10} , UFC/ml) y 2.12 (Log_{10} , UFC/ml), para antes y después del tratamiento térmico respectivamente.

De 18 unidades de producción, los calostros de 17 mostraron desarrollo bacteriano en las placas Agar Baird Parker, antes y después del tratamiento térmico; sin embargo, ninguna de ellas fue positiva a *Staphylococcus aureus*, confirmado con los procedimientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-115-

SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos.

Siguiendo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos, se determinó la no presencia de este patógeno en las 18 muestras de calostro. Ninguna muestra fue positiva a la presencia de este patógeno. En el cuadro 1 se observa un consenso de los resultados obtenidos de las metodologías desarrolladas para determinar la presencia de los microorganismos de importancia para este trabajo, donde es importante resaltar que existen unidades de producción negativas antes del tratamiento térmico y positivo después de este

Cuadro 1. Muestras de calostro positivas y negativas al cultivo en agar de bilis y rojo violeta para Coliformes totales por vaciado en placa y Baird Parker para Gram+ por el método de extensión en superficie, antes y después del tratamiento térmico.

| Tratamiento térmico | | Medio de cultivo | | | |
|---------------------|---------|--|----|-----------------------------------|----|
| Antes | Después | Coliformes totales en agar bilis-rojo violeta (n=18) | | Gram+ en agar Baird Parker (n=18) | |
| | | Unidad de producción | % | Unidad de producción | % |
| + | + | 8 | 44 | 17 | 94 |
| + | - | 6 | 33 | 0 | 0 |
| - | + | 1 | 5 | 0 | 0 |
| - | - | 3 | 16 | 1 | 6 |
| | | | | | |

Los análisis realizados para la determinación de la presencia de *Mycobacterium avium* mostraron 6 unidades de producción positivas en

muestras pretratamiento térmico y 3 unidades positivas del post tratamiento; las 3 unidades positivas postratamiento no fueron de las unidades positivas del



pretratamiento, lo que evidencia contaminación postratamiento. Con respecto a la presencia de *E. coli* y *Brucella abortus*, ambos se mostraron negativos en todas las unidades de producción analizadas.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del cultivo bacteriológico del calostro y con base al porcentaje de disminución de la carga bacteriana, se concluye que el tratamiento térmico solo elimina de forma parcial el contenido de microorganismos en el calostro.

En algunas unidades de producción el manejo del calostro después del tratamiento térmico es deficiente, la presencia de Coliformes totales, *Listeria spp.* y *Staphylococcus spp.*, teóricamente son eliminados con tratamientos por encima de los 45°C, sin embargo, a pesar de que los “pasteurizadores” en los establos utilizan condiciones óptimas de operación en los equipos DairyTech, estos microorganismos persisten o son incorporados por malas prácticas de manejo del calostro postratamiento.

Dentro de los puntos de control que se sugieren para mejorar la calidad del calostro están: verificar los tiempos de calentamiento inicial del calostro, tiempos de enfriamiento, lavado correcto del equipo y conexiones, manejo higiénico por parte de los encargados de la operación del equipo, manejo higiénico por parte del encargado de la alimentación de los terneros.

El tratamiento térmico en las condiciones establecidas de operación es el adecuado

para los fines con que fue creado, sin embargo, este no es suficiente si las condiciones de manejo dentro de la unidad de producción no son las adecuadas.

LITERATURA CITADA.

Pandey, N., Dar, A., Mondal, D., and Nagaraja, L. (2011). Bovine colostrum: a veterinary nutraceutical. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 3(3):31–35.

Fischer, A. J. (2017). Effects of colostrum management practices on the neonatal dairy calf.

McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L., and Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy science & technology*, 96(2):133–158.

Elizondo, J. & Heinrichs, A. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters *J. Dairy Sci., Elsevier*, 2009, 92, 3265-3273.

Romero, E. A. & Álvarez, S. C. Efecto del suministro de calostro fresco o tratado térmicamente en el levante de terneras Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.



MODELO PARA HÍGADO GRASO NO ALCOHÓLICO EN DIABETES MELLITUS TIPO 2.

García-Arteaga R^a, Becerril-Campos A^a, Luna-Moreno D^a, García-Gasca T^a, Ahumada-Solórzano SMA.

^a Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, México

INTRODUCCIÓN

La enfermedad por hígado graso no alcohólico (NAFLD) es la principal causa de enfermedad hepática con una prevalencia mundial del 24-25% (Younossi *et al.*, 2018). La obesidad, la resistencia a la insulina (RI) y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) son los principales factores asociados a NAFLD (Younossi *et al.*, 2018). Se estima la prevalencia en 80% en personas con DM2 y del 90% con obesidad mórbida (Chalasani *et al.*, 2012).

La NAFLD se caracteriza por acumulación de lípidos en más del 5 % de hepatocitos en ausencia de consumo de alcohol (Brown y Kleiner 2016). Se ha propuesto que sucede en 2 fases: 1) esteatosis simple (NAFL) que causa acumulación de grasa en las células hepáticas provocada por el aumento de insulina, glucosa y ácidos grasos. 2) esteatohepatitis (NASH) que causa inflamación y fibrosis originadas por el aumento de ácidos grasos y citocinas secretadas por el tejido adiposo (Imajo *et al.*, 2013). La primera fase está relacionada con glucosa, insulina, triacilglicéridos, colesterol, lipoproteínas enzimas hepáticas como aspartato aminotransferasa y alanina transferasa. Las enzimas hepáticas permiten un diagnóstico clínico previo a biopsia, que permite confirmar la segunda fase

(Graffigna *et al.*, 2017). La NAFLD se asocia con la RI, debido a una desregulación en la vía de señalización causada por modificaciones postraduccionales o la activación/inactivación de proteínas transductoras (Gutiérrez *et al.*, 2017). La RI disminuye la capacidad de respuesta de las células a la insulina evitando la incorporación de glucosa, provocando su acumulación en sangre causando hiperglucemia y posteriormente DM2 (Gutiérrez *et al.*, 2017; Imajo *et al.*, 2013)

Desafortunadamente, la investigación sobre NAFLD se ha visto limitada por la obtención de muestras, ya que, hasta ahora, la biopsia es considerada el estándar de oro para determinar la severidad del daño. Los modelos animales son una buena opción para proporcionar información, comprender los mecanismos responsables y para el desarrollo de terapias eficaces (Imajo *et al.*, 2013). Varios de los modelos animales requieren periodos largos de administración dietética o farmacológica (Imajo *et al.*, 2013). En estudios usando estreptozotocina (STZ) para inducir DM2 se han probado diferentes dosis (<60 mg/kg) y en diferentes etapas (neonatos) los cuales son comprobables por análisis bioquímicos e histológicos (Ayala *et al.*, 2008; Hugués



Hernandorena *et al.*, 2002). La administración de STZ facilita un modelo fenotípico para desarrollo de DM2 y esto se debe a su analogía estructural con la glucosa, el páncreas la internaliza y con acción citotóxica en las células β disminuye la secreción de la insulina, causando su disfuncionalidad (Furman 2015; Goyal *et al.*, 2016).

El objetivo de este trabajo es evaluar y comparar el efecto metabólico de una modificación dietética con fructuosa, grasa saturada de origen animal y administración de STZ en un período de 6 semanas, con el fin de reflejar la histopatología hepática característica de NADFL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Animal

El estudio experimental se realizó con 24 ratas macho Wistar (4 semanas de edad), obtenidas del Bioterio del INB-UNAM Campus Juriquilla. Los animales se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura ($22 \pm 1^\circ\text{C}$), humedad relativa ($60 \pm 5\%$) y luz (12 h luz/oscuridad). Se le suministró alimento y agua a libre demanda (*ad libitum*). Los animales se pesaron al inicio, durante y al final del experimento por duplicado, usando una balanza analítica con sensibilidad de 0.01 gr. Los 24 animales se dividieron aleatoriamente en 3 grupos. Grupo C: Se alimentaron durante todo el experimento con dieta estándar (DE), alimento comercial para ratas Rodent Lab Chow 5001®.

Grupo DO: Dieta obesogénica (DO), se alimentaron durante las 6 semanas del experimento sustituyendo parte de la DE con 20% de fructuosa y 20% de manteca

de cerdo, 0.1 % de caseína y 0.15% de colato de sodio ($\text{C}_{24}\text{H}_{39}\text{NaO}_5$) para favorecer el metabolismo de lípidos.

Grupo DO+STZ: Se alimentaron durante las 6 semanas del experimento con la misma dieta DO y en la tercera semana se les administró vía intraperitoneal una dosis única de 40 mg / kg de STZ.

Eutanasia y obtención de muestras

Después de un ayuno nocturno, los animales fueron decapitados. Las muestras de sangre se recolectaron en tubo con gel separador, se centrifugaron a 2000 rpm por 10 minutos y almacenadas a -80°C . Las muestras de tejido para análisis histológico se colocaron en histocassettes y se fijaron en formol al 10%.

Análisis de parámetros bioquímicos en suero

Se determinaron los parámetros de glucosa, colesterol, triacilglicéridos, lipoproteínas de alta densidad, baja densidad, muy baja densidad, aspartato aminotransferasa y alanina transferasa. Para los parámetros anteriores se usaron kits de diagnóstico basados en métodos enzimáticos-colorímetros con reactivos Spinreact® utilizando el analizador clínico Mindray® bs-120. Para la insulina se utilizó el kit Rat Ins1/Insulin RAB0904 de Sigma® con el espectrofotómetro Spectramax-250® basado en método de ELISA. El índice HOMA-IR se calculó con insulina y glucosa (Christoffersen, Ribel, Raun, Golozoubova y Pacini, 2009).

Análisis histológicos en hígado

Los tejidos se fijaron, deshidrataron y aclararon en un tren de alcoholes (100, 96, 80, 70%) y xilol, se infiltraron e



incluyeron en parafina para obtener bloques. Con los bloques se hicieron cortes de 4 μm transversales usando el micrómetro, se extendieron y se unieron a laminillas con grenetina a 60°C, dejándolos secar para su posterior tinción. Se utilizaron tinciones de hematoxilina-eosina (H&E) y tricrómica de Masson (TM). Posteriormente, se hidrataron en tren de alcoholes (100, 96, 80, 70 %) y xilol, se montaron con resina epóxica para preservación y observación. Las microfotografías se realizaron con un microscopio óptico (Velab VE-BC3 Plus Plan), con objetivos acromáticos retráctiles 4X, 10X y 40X.

Análisis Estadísticos.

Los datos se analizaron con programas: GraphPad Prism v6.0® y SPSS v 23®. Los datos se expresan como medias \pm

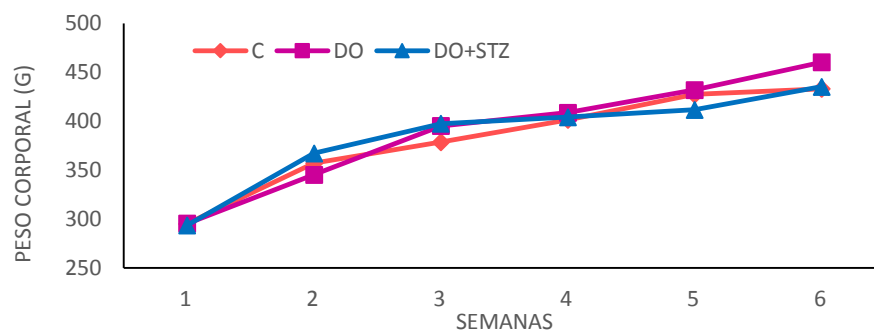
desviación estándar considerando una significancia estadística de $p \leq 0.05$ usando una prueba de ANOVA con post hoc de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Corporal

El peso corporal de las ratas se evaluó semanalmente (Grafica 1) a lo largo de la duración del estudio y no se encontró diferencia estadística entre los grupos. En estudios con mayores porcentajes de grasas (60-45%) o azúcares (25-55%) o con mayores tiempos de intervención (8-9 semanas) se obtuvo un aumento de peso significativo (Lozano et al., 2016; Woodie y Blythe 2018), lo cual sugiere que para generar un cambio corporal significativo es necesario un mayor tiempo de intervención.

Grafica 1. Cambios de peso corporal en animales control (C), con dieta obesogénica (DO) y con dieta obesogénica y STZ (DO+STZ). Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (n=8). * $p \leq 0.05$. STZ: estreptozotocina, DO: Dieta obesogénica



Parámetros Bioquímicos.

Perfil Glucémico.

Los niveles de glucosa (Cuadro 1) aumentaron significativamente en los animales con dieta obesogénica y los animales con dieta obesogénica y STZ al

comparar contra el grupo control. Esto apunta a una hiperglucemia en ambos grupos de animales con los tratamientos DO y DO+STZ. Los niveles de insulina (Cuadro 1) de los animales con DO y los animales DO+STZ aumentaron significativamente con respecto a los del



grupo control, sin embargo, no se encontró una diferencia significativa entre tratamientos DO y DO+STZ. lo cual indican un estado de hiperinsulinemia. Los niveles HOMA-IR (Cuadro 1) mostraron una diferencia significativa entre los tres grupos (12.27, 4.63 y 1.90, respectivamente), donde el

mayor aumento observado en los animales DO+STZ, 6 veces más comparado con el grupo C. Estos datos sugieren que la función de las células β pancreáticas disminuyó al existir un cambio significativo en los niveles de insulina en DO vs DO+STZ, indicando que existió destrucción parcial de éstas.

Cuadro 1. Niveles de glucosa, insulina y HOMA en animales control (C), con dieta obesogénica (DO) y con dieta obesogénica y STZ (DO+STZ).

| | C | DO | DO+STZ |
|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Glucosa (mg/dL) | 112.37 \pm 11.7 a | 178.75 \pm 8.79 B | 467.5 \pm 41 c |
| Insulina (μUI/mL) | 6.73 \pm 1.68 a | 10.47 \pm 1.41 B | 10.7 \pm 0.8 b |
| HOMA-IR | 1.9 \pm 0.53 a | 4.63 \pm 0.74 B | 12.27 \pm 2.09 c |

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (n=6). Anova post Hoc Tukey, ^{a,b,c} $p \leq 0.05$. STZ: estreptozotocina, DO: Dieta obesogénica.

Perfil Lipídico.

Los niveles de colesterol, triacilglicéridos (TAG) y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Cuadro 2) aumentaron significativamente entre los animales con dieta obesogénica, los animales con dieta obesogénica y STZ y los animales control. Mientras que las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) aumentaron en DO y en DO +STZ con respecto a los animales control, pero sin

ser significativamente entre ellos. Estos resultados muestran un desequilibrio del metabolismo lipídico en animales con DO y animales DO+STZ caracterizado por un aumento en la concentración lipídica en sangre y por ello se sugiere el desarrollo de dislipidemia y se sospecha una acumulación de lípidos citoplasmáticos en hepatocitos.

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (n=6). Anova post Hoc Tukey, ^{a,b,c} $p \leq 0.05$. STZ: estreptozotocina, DO: Dieta obesogénica. TAG: Triacilglicéridos, HDL: Lipoproteínas de alta densidad, LDL: Lipoproteínas de baja densidad,

Cuadro 2. Cambios en perfil lipídico en animales control (C), con dieta obesogénica (DO) y con dieta obesogénica y STZ (DO+STZ).

| | C | DO | DO+STZ |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Colesterol (mg/dL) | 69.35 \pm 1.26 a | 118.03 \pm 7.35 B | 183.1 \pm 22.7 c |
| TAG (mg/dL) | 145.23 \pm 4.41 a | 240.55 \pm 44 B | 425.4 \pm 72.9 c |
| HDL (mg/dL) | 25.68 \pm 1.25 a | 27.15 \pm 3.73 B | 17.37 \pm 2.98 b |
| LDL (mg/dL) | 15.53 \pm 0.58 a | 42.38 \pm 9.66 B | 50.72 \pm 13.4 b |
| VLDL (mg/dL) | 28.05 \pm 1.91 a | 48.1 \pm 8.76 B | 83.67 \pm 11.1 c |



VLDL: Lipoproteínas de muy baja densidad.

Los niveles de aspartato transaminasa (AST) (Cuadro 3) de los animales con dieta obesogénica y STZ aumentaron significativamente comparados con los animales control (C), sin embargo, entre los animales con dieta obesogénica (DO) con respecto al grupo control no hubo un aumento significativo. Mientras que los niveles de alanina transaminasa (ALT)

(Cuadro 3) disminuyeron significativamente de animales con dieta obesogénica (DO) y los animales DO+STZ con respecto al grupo control. Estas alteraciones séricas en las transaminasas se correlacionan con el vertido a la sangre de estas enzimas de los hepatocitos afectados, sospechando daños citosólicos de los hepatocitos.

Cuadro 3. Niveles de transaminasas hepáticas en animales control (C), con dieta obesogénica (DO) y con dieta obesogénica y STZ (DO+STZ).

| | C | DO | DO+STZ |
|-------------|-----------------|---------------|----------------|
| AST (mg/dL) | 108.33 ± 14.3 a | 117.83 ± 15 a | 145.3 ± 7.86 b |
| ALT (mg/dL) | 87.5 ± 13.1 a | 78 ± 9.33 a | 56.83 ± 8.7 b |

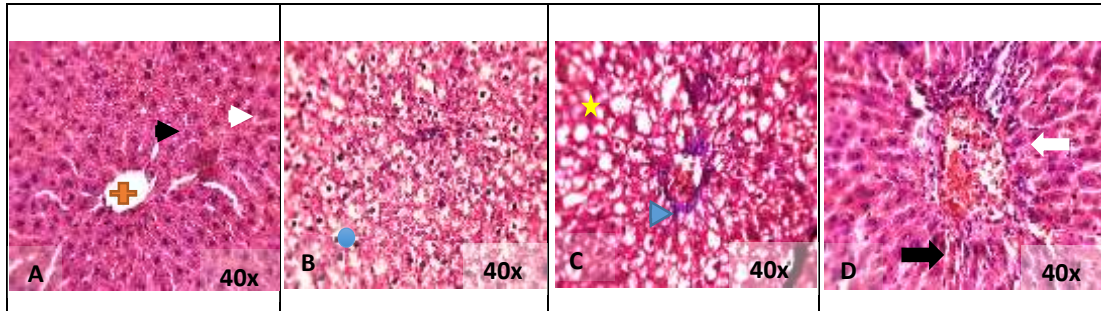
Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n=6). Anova post Hoc Tukey, a,b,c p≤0.05. STZ: estreptozotocina, DO: Dieta obesogénica. AST: Amino transaminasa. ALT: Alanina Transaminasa.

Histología del hígado.

En el estudio histológico (Figura 2). del hígado de los animales control se observó que las estructuras lobulillares, trabéculas de hepatocitos (cabezas flecha negra), sinusoides (cabeza de flecha blanca) y vena centrolobulillar (cruz) no presentaron alteraciones aparentes. En contraste, los hígados provenientes de los animales con DO mostraron esteatosis macrovesicular y fibrosis leve caracterizada por presencia de gotas lipídicas en hepatocitos y con sinusoides colapsados en las zonas periportal, intermedia y perivenosa, y los animales DO+STZ mostraron esteatosis macrovesicular moderada, hepatitis

moderada y una fibrosis de leve a moderada caracterizada por inflamación intralobular, globo hepatocelular y formación de tejido fibroso.

Figura 2. Microfotografías del tejido hepático. (A) Animales control; apariencia histológica normal. H&E, x40, (B) Animales con DO mostraron esteatosis leve con vesículas de grasa (circulo azul). H&E, x40. (C) Animales con DO+STZ mostraron esteatosis moderada con gotas lipídicas (estrella amarilla) y formación de fibras alrededor de la vena centrolobulillar (puntas de flechas). TM, x40. (D) Animales con dieta obesogénica y STZ con degeneración microvesicular difusa de hepatocitos (flechas negras) y presencia de células de Kupffer (flechas blancas) que denotan inflamación. H&E, 40x.



CONCLUSIONES

En conclusión, demostramos, en este estudio, que la suplementación de fructuosa y grasa de origen animal genera cambios metabólicos característicos de la RI, DM2 y lesiones hepáticas propias de NAFLD, mientras que la modificación dietética en conjunto con la administración de estreptozotocina reflejan mejor los mecanismos de esteatohepatitis, un grado mayor de lesión hepatocelular.

LITERATURA CITADA

Ayala, I *et al.*, 2008. "Experimental Animal Models of Fatty Liver Disease and Metabolic Syndrome. AN. VET. (MURCIA)24:5-16 (2008). 16: 5-16.

Berlanga, Alba *et al.*, 2016. "Papel de Las Lipasas Metabólicas y La Lipotoxicidad en la Esteatosis Hepática y Esteatohepatitis No Alcohólica." *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis* 28(1): 47-61.

Brown, G. T., & Kleiner, D. E. (2016). Histopathology of nonalcoholic fatty liver disease and nonalcoholic steatohepatitis. *Metabolism: clinical and experimental*, 65(8), 1080-1086.

Chalasan, Naga *et al.*, 2012. "The Diagnosis and Management of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: Practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases,

American College of Gastroenterology Hepatology. 2012 Jun;55(6):2005-23.

Christoffersen, B., Ribel, U., Raun, K., Golozoubova, V. y Pacini, G (2000). "Evaluation of Different Methods for Assessment of Insulin Sensitivity in Gottingen Minipigs: Introduction of a New, Simpler Method." *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2009 Oct;297(4):R1195-201.

Furman, Brian L. 2015. "Streptozotocin-Induced Diabetic Models in Mice and Rats." *Curr Protoc Pharmacol.* 2015 Sep 1; 70:5.47.1-20.

Goyal, Sameer N. *et al.*, 2016. "Challenges and Issues with Streptozotocin-Induced Diabetes - A Clinically Relevant Animal Model to Understand the Diabetes Pathogenesis CHBI 244: 49-63.

Graffigna, Mabel *et al.*, 2017. "Diagnóstico de Esteatosis Hepática Por Métodos Clínicos, Bioquímicos y Por Imágenes." *Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo* 54(1): 37-46.

Gutiérrez, Citlaly, Adriana Roura, and Jesus Olivares. 2017. "Mecanismos Moleculares de La Resistencia a La Insulina: Una Actualización." *Gac Med Mex* 153: 214-42. <http://www.idf.org>.

Hugués Hernandorena, Beatriz, Julio César Rodríguez García, Julio Cesar Rodríguez González y María Teresa Marrero Rodríguez. 2002. "Animales de Experimentación Como Modelos de La Diabetes Mellitus Tipo 2." *Revista Cubana Endocrinología* 13(2): 160-68.

Imajo, Kento *et al.*, 2013. "Rodent Models of Nonalcoholic Fatty Liver Disease/Nonalcoholic Steatohepatitis." *International Journal of Molecular Sciences.* 2013 Nov; 14(11): 21833-21857.



Lozano, Iona *et al.*, 2016. "High-Fructose and High-Fat Diet-Induced Disorders in Rats: Impact on Diabetes Risk, Hepatic and Vascular Complications." *Nutr Metab.* Feb 25; 13:15.
Machado, Mariana Verdelho *et al.*, 2015. "Mouse Models of Diet-Induced Nonalcoholic Steatohepatitis Reproduce the Heterogeneity of the Human Disease." *PloS one* 10(5): e0127991.

Woodie, Lauren, y Sarah Blythe, 2018. "The Differential Effects of High-Fat and High-Fructose Diets on Physiology and Behavior in Male Rats." *Nutritional Neuroscience* 21(5): 328–36.

Younossi, Zobair *et al.*, 2018. Global Perspectives on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Non-Alcoholic Steatohepatitis. *Hepatology*. 2018 Sep 4.



PREVALENCIA Y POTENCIAL ZONÓTICO DE *GIARDIA INTESTINALIS* EN PERROS EN EL CENTRO DE MÉXICO

Godínez Galaz, EM¹., Veyna Salazar, NP²., Olvera Ramírez, AM³., Milián Suazo, F³., Perea Razo, CA¹., Bernal Reynaga, R⁴., Aguilar Tipacamú, G³., Cantó Alarcón, GJ³.

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ²Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ³Cuerpo Académico Consolidado de Salud Animal y Microbiología Ambiental. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ⁴Cuerpo Académico Consolidado de Salud Pública. Unidad de Investigaciones en Salud Pública "Dra. Kaethe Willms". Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

INTRODUCCIÓN

Giardia intestinalis es un protozoario flagelado perteneciente a la clase Zoomastigophorea y al orden Diplomonadida, de distribución mundial. Es el protozoario mayormente involucrado en enfermedades gastrointestinales en gran número de especies, incluido el humano (Abe et al., 2005; Thompson, 2008). El parásito se enquistas y se excreta en heces, los quistes son capaces de sobrevivir en el ambiente, la transmisión oro-fecal y la infección inicia con la ingestión de quistes, siendo necesarios 10 quistes para provocarla (Traub et al., 2005; Escobedo et al., 2007; Balderrama-Carmona et al., 2017). A nivel mundial existen 200 millones de personas que presentan giardiasis cada año, con una mortalidad de 500,000 personas, los niños son el grupo más vulnerable, seguido de mujeres embarazadas y personas con enfermedades inmunosupresoras (Thompson, 2008; Vázquez-Tsuji y Campos-Rivera, 2009; Balderrama-Carmona et al., 2017).

G. intestinalis posee ocho ensamblajes (A-H), morfológicamente iguales pero genéticamente diferentes, diferenciados por técnicas moleculares, como PCR, RFLP y secuenciación (Abe et al., 2005; Feng y Xiao, 2011). Los ensamblajes zoonóticos son A y B, son los que más afectan a humanos; en perros, además presentan C y D, considerados propios de especie, sin embargo, hay reportes de infecciones por ensamblaje C en humanos (Cacciò y Ryan, 2008; Cacciò y Sprong, 2010; Štrkolcová et al., 2015). En México, la frecuencia de giardiasis en humanos es 19%, la mayor parte en niños en edad preescolar y escolar (Vázquez-Tsuji y Campos-Rivera, 2009). En perros, la prevalencia mundial estimada es 15.2% (Bouzid et al., 2015) y en México mayor de 42% (Ponce-Macotela et al., 2005), el ensamblaje con mayor frecuencia en humanos y perros es A (Eligio-García et al., 2005; Eligio-García et al., 2008).

El ensamblaje A presente en México en animales y humanos, indica que la transmisión zoonótica es un problema de



salud pública, asociado a factores socio culturales y condiciones sanitarias (Eligio-García et al., 2005). La información en México sobre la frecuencia de *Giardia* y sus ensamblajes es escasa, por lo que se planteó este trabajo con el objetivo de conocer la prevalencia de la enfermedad y la frecuencia con se presentan los ensamblajes zoonóticos para determinar el riesgo a la población humana por transmisión cruzada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental y Toma de Muestras

El estudio se llevó acabo en la ciudad de Santiago de Querétaro, Querétaro, fue transversal y se obtuvieron 402 muestras fecales de perros. De cada muestra se obtuvieron datos como: edad, género, consistencia de heces y tipo de población.

Análisis coproparasitoscópico y Concentración de quistes

Mediante el análisis coproparasitoscópico de flotación (Faust et al., 1938) se determinaron las muestras positivas, se tomaron aquellas con mayor contenido de quistes y se les realizó un colchón de sacarosa para concentrar quistes (Minvielle et al., 2008) y posteriormente realizar la extracción de DNA.

Extracción de DNA y Amplificación del gen *B-Giardin*

La extracción de DNA se realizó a la lisis de los quistes de acuerdo a la metodología descrita por Babaei et al. (2011), con modificaciones, añadiendo CTAB en la extracción de

fenol/cloroformo, el DNA obtenido se mantuvo a -20°C hasta su análisis.

Para la amplificación del gen *B-Giardin* se utilizaron los oligonucleótidos descritos por Cacciò et al. (2002), para realizar dos amplificaciones, la primera de 753 pb con los oligonucleótidos G7 y G759, en la segunda se amplificó un segmento de 384 pb con los oligonucleótidos G759 y G376. La reacción de ambas amplificaciones se hizo a un volumen de 12 μl , que contenía 6 μl de GoTaq Green Master Mix 2X (ref. M7122, Promega), 0.5 μl de cada oligonucleótido (10 μM), 4 μl de agua libre de nucleasas y 1 μl de DNA (100 ng/ μl). Las condiciones de amplificación fueron las descritas por Cacciò et al. (2002), modificando la temperatura de desnaturalización a 95°C . Las corridas incluían control positivo y negativo, que contenía los mismos componentes de la reacción sin DNA. Los resultados se observaron por electroforesis en gel de agarosa al 1.5% en buffer TAE 1X.

Diferenciación de Ensamblajes

Se realizó por la digestión enzimática de los productos amplificados por PCR, por medio de dos enzimas *Hae III* (ref. 0108S, New England, BioLabs) y *Hha I* (Cacciò et al., 2002), con la primera se digiere el segmento de 753 pb y diferencia ensamblajes presentes en perros (A, B, C y D) y en la segunda se digiere el segmento de 384 pb y diferencia los subtipos del ensamblaje A. Para la digestión del segmento de 753 pb, se realizó con un volumen final de 10 μl , que contenía 0.25 μl de enzima, 1 μl de buffer Cutsmart (ref. B7204S, New



England, BioLabs), 4.75 µl de agua libre de nucleasas y 4 µl del producto de PCR, se incubó durante 1 hora a 37°C. Para la digestión del segmento de 384 pb, a 10 µl del producto de PCR se le agregó 0.25m µl de enzima y se incubó por dos horas a 37°C. El resultado de ambas digestiones se visualizó por medio de electroforesis en gel de agarosa al 3% en buffer TAE 1X.

Análisis estadístico

Para determinar asociación entre variables explicativas y la presencia de giardiasis se realizó un análisis de chi-cuadrada en tablas de contingencia 2x2 utilizando el software EPIDAT 3.1 (Sergas, 2006). Las variables explicativas fueron: edad, procedencia, género y consistencia de las heces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia fue del 25%, alta comparada con la estimada a nivel mundial (15.2%) (Bouzid et al., 2015) y similar a lo reportado en Sinaloa en perros domésticos de áreas urbanas y rurales (García-Cervantes et al., 2017). Sin embargo, es menor a lo reportado en España (36.5%) (Adell-Aledón et al., 2018) y en Ciudad de México, mayor de 42% (Ponce-Macotela et al., 2005), realizado en perros sin propietario y las muestras fueron tomadas de intestino.

La edad es uno de los factores asociado a la presentación de la enfermedad, siendo los cachorros los que presentan más asociación, que coincide con lo reportado en otros estudios (Capelli et al., 2003; Katagiri y Oliveira-Sequeira, 2008; Bouzid et al., 2015). En relación a población, los más asociados son los perros sin propietario y los domésticos el

menor; datos que coinciden con lo reportado en Brasil (Katagiri y Oliveira-Sequeira, 2008). Por otro lado, no se asemeja a lo reportado en Italia donde los de refugio fueron los que presentaron mayor riesgo (Capelli et al., 2003). En España, las prevalencias fueron mayores, 45.8, 40.4 y 37.7% para criadero, refugio y domésticos respectivamente (Adell-Aledón et al., 2018) y de Lucio et al. (2017) observaron una prevalencia de 29% en domésticos.

Se logró establecer una eficiente extracción de DNA y se amplificó el 85.7% de muestras, mayor a lo reportado por Babaei et al. (2011) (36%), que podría deberse a que utilizaron el método de fenol/ cloroformo/alcohol isoamílico y en la presente investigación además se añadió CTAB, que elimina inhibidores de polimerasa en heces y reduce impurezas (Abbaszadegan et al., 2007)

La diferenciación de ensamblajes mostró el 100% del ensamblaje A, lo que confirma que es el más asociado a transmisión zoonótica (Ryan y Cacciò, 2013). Esto difiere con estudios que reportan el 100% ensamblajes propios y ponen en duda el riesgo de infección a humanos (Cooper et al., 2010; de Lucio et al., 2017). El 100% del ensamblaje A, coincide con lo observado en perros callejeros de Río de Janeiro (Fantinatti et al., 2018) y con lo reportado en el norte de México (Eligio-García et al., 2008; García-Cervantes et al., 2017).

En relación a los subensamblajes de A, el 83.3% fueron AI y 16.7% AII, la mayor proporción de AI confirma que tiene mayor facilidad de infectar animales domésticos (Sprong et al., 2009; Feng y



Xiao, 2011. Los resultados coinciden con lo reportado en Cuba en perros domésticos (Jerez-Puebla et al., 2017) y con estudios realizados en México (Eligio-García et al., 2005; Eligio-García et al., en 2008).

La presente investigación fue realizada en una zona urbana, lo que puede explicar la alta prevalencia de ensamblajes zoonóticos, debido a la cercanía y convivencia con humanos y sus desechos, que contaminan el ambiente infectando a otras especies, por lo que el riesgo de infección cruzada es mayor (Van der Giessen et al., 2006; Feng y Xiao, 2011).

CONCLUSIONES

Al considerar que los individuos parasitados excretan gran cantidad de quistes, la baja dosis que se necesita para provocar esta enfermedad y la alta frecuencia observada en animales sin propietario, podría indicar un alto riesgo en la salud pública, por contaminación del ambiente, considerando que los quistes tienen la capacidad de sobrevivir en él y contaminar agua potable y alimentos, así como parques públicos y jardines abiertos, creando un riesgo de infección para perros con dueño y humanos, especialmente niños, ya que el 100% de los quistes excretados pertenecen al ensamblaje A.

Es importante controlar estas enfermedades en perros de la calle y establecer programas el control de esta y otras parasitosis zoonóticas, así como tomar acciones para eficientizar el tratamiento de fuentes de agua, que ha demostrado ser una fuente importante de diseminación y establecer programas

para difundir correctas prácticas de higiene en la población, debido a que el consumo de alimentos contaminados y su preparación, son otros factores importantes en la propagación de este parásito.

LITERATURA CITADA

- Abbaszadegan, M. R., Velayati, A., Tavasoli, A., Dadkhah, E. 2007. Rapid DNA Extraction Protocol from Stool, Suitable for Molecular Genetic Diagnosis of Colon Cancer. *Iran. Biomed. J.* 11 (3): 203-208.
- Abe, N., Kimata, I., Tokoro, M. 2005. Laboratory and Epidemiology Communications: Genotyping of *Giardia* Isolates from Humans in Japan Using the Small Subunit Ribosomal RNA and Glutamate Dehydrogenase Gene Sequences. *Jpn. J. Infect. Dis.* 57-58.
- Adell-Aledón, M., Köster, P. C., de Lucio, A., Puente, P., Hernández-de-Mingo, M., Sánchez-Thenevet, P., Dea-Ayuela, M. A., Carmena, D. 2018. Occurrence and Molecular Epidemiology of *Giardia duodenalis* Infection in Dog Populations in Eastern Spain. *BMC Vet. Res.* 14:26.
- Babaei, Z., Oormazsi, H., Rezaie, S., Rezaeian, M., Razmjou, E. 2011. *Giardia intestinalis*: DNA Extraction Approaches to Improve PCR Results. *Exp. Parasitol.* 128: 159-162.
- Balderrama-Carmona, A. P., Gortáres-Moroyoqui, P., Morán-Palacio, E. F., Ulloa-Mercado, R. G., Díaz-Tenorio, L. M., Leyva-Soto, L. A. 2017. Risk Assessment for *Giardia* in Environmental Samples, *Current Topics in Giardiasis*, Alfonso J. Rodríguez-Morales, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.70805.
- Bouzig, M., Halai, K., Jeffreys, D., Hunter, P. R. 2015. The Prevalence of *Giardia* Infection in Dogs and Cats, a Systematic Review and Meta-Analysis of Prevalence Studies from Stool Samples. *Vet. Parasitol.* 207:181-202.
- Cacciò, S. M., De Giacomo, M., Pozio, E. 2002. Sequence Analysis of the B-Giardin Gene and Development of a Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism Assay to Genotype *Giardia duodenalis* Cysts



- from Human Faecal Samples. *Int. J. Parasitol.* 32: 1023-1030.
- Cacciò, S. M. y Ryan, U. 2008. Molecular Epidemiology of Giardiasis. *Mol. Biochem. Parasitol.* 160: 75-80.
- Cacciò, S. M. y Sprong, H. 2010. *Giardia duodenalis*: Genetic Recombination and its Implications for Taxonomy and Molecular Epidemiology. *Exp. Parasitol.* 124: 107-112.
- Capelli, G., Paoletti, B., Iorio, R., Frangipane di Regalbono, A., Pietrobelli, M., Bianciardi, P., Giangaspero, A. 2003. Prevalence of *Giardia* spp. in Dogs and Humans in Northern and Central Italy. *Parasitol. Res.* 90: S153-S154.
- Cooper, M. A., Sterling, C. R., Gilman, R. H., Cama, V., Ortega, Y., Adam, R. D. 2010. Molecular Analysis of Household Transmission of *Giardia lamblia* in a Region of High Endemicity in Peru. *J. Infect. Dis.* 202 (11):1713-1721.
- de Lucio, A., Bailo, B., Aguilera, M., Cardona, G. A., Fernández-Crespo, J. C., Carmena, D. 2017. No Molecular Epidemiological Evidence Supporting Household Transmission of Zoonotic *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. from Pet Dogs and Cats in the Province of Álava, Northern Spain. *Acta Trop.* 170:48-56.
- Eligio-García, L., Cortes-Campos, A., Cota-Guajardo, S., Gaxiola, S., Jiménez-Cardoso, E. 2008. Frequency of *Giardia intestinalis* Assemblages Isolated from Dogs and Humans in a Community from Culiacan, Sinaloa, Mexico Using B-Giardin Restriction Gene. *Vet. Parasitol.* 156:205-209.
- Eligio-García, L., Cortes-Campos, A., Jiménez-Cardoso, E. 2005. Genotype of *Giardia intestinalis* Isolates from Children and Dogs and its Relationship to Host Origin. *Parasitol. Res.* 97:1-6.
- Escobedo, A. A., Almirall, P., Cimerman, S. 2007. Actualidades en la Terapéutica en Giardiasis. *Rev. Panam. Infectol.* 9(2): 41-46.
- Fantinatti, M., Cardoso-Caseca, A. M., Ribeiro-Bello, A., Fernandes, O., Da-Cruz, A. M. 2018. The Presence of *Giardia lamblia* Assemblage A in Dogs Suggests an Anthrozoönotic Cycle of the Parasite in Rio de Janeiro. *Infect. Genet. Evol.* 65:265-269.
- Faust, E. C., D'Antoni, J. S., Odom, V., Miller, M. J., Perez, C., Sawitz, W., Thomen, L. F., Tobie, J., Walker, H. 1938. A Critical Study of Clinical Laboratory Techniques for the Diagnosis of Protozoan Cysts and Helminth Eggs in Feces: I. Preliminary Communication. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 18(2):169-183.
- Feng, Y. and Xiao, L. 2011. Zoonotic Potential and Molecular Epidemiology of *Giardia* Species and Giardiasis. *Clin. Microbiol. Rev.* 24: 110-140.
- García-Cervantes, P. C., Báez-Flores, M. E., Delgado-Vargas, F., Ponce-Macotela, M., Nawa, Y., de-la-Cruz-Otero, M. C., Martínez-Gordillo, M. N., Díaz-Camacho, S. P. 2017. *Giardia duodenalis* Genotypes among Schoolchildren and their Families and Pets in Urban and Rural Areas of Sinaloa, Mexico. *J. Infect. Dev. Ctries.* 11(2):180-187.
- Jerez-Puebla, L., E., Núñez, F. A., Rojas-Rivero, L., Robau-Hernández, Y., Atencio-Millán, I., Müller, N. 2017. Prevalence of Intestinal Parasites and Molecular Characterization of *Giardia duodenalis* from Dogs in La Habana, Cuba. *Vet. Parasitol. Reg. Stud. Reports.* 8:107-112.
- Katagiri, S. y Oliveira-Sequeira, T. C. G. 2008. Prevalence of Dog Intestinal Parasites and Risk Perception of Zoonotic Infection by Dog Owners in Sao Paulo State, Brazil. *Zoonoses Public Health.* 55:406-413.
- Miville, M. C., Molina, N. B., Polverino, D., Basualdo, J. A. 2008. Genotyping of *Giardia lamblia* from Human and Animal Feces in Argentina, South America. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 103:98-103.
- Ponce-Macotela, M., Peralta-Abarca, G. E., Martínez-Gordillo, M. N. 2005. *Giardia intestinalis* and Other Zoonotic Parasites: Prevalence in Adult Dogs from the Southern Part of Mexico City. *Vet. Parasitol.* 131: 1-4.
- Ryan, U. y Cacciò, S. M. 2013. Zoonotic Potential of *Giardia*. *Int. J. Parasitol.* 43:943-956.
- Sprong, H., Cacciò, S. M., van der Giessen, J. W. B. on behalf of the ZOOPNET network and partners. 2009. Identification of Zoonotic Genotypes of *Giardia duodenalis*. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 3(12):e558.



Štrkolcová, G., Mad'ar, M., Hinney, B., Goldová, M., Mojžišová, J., Halánová, M. 2015. Dog's Genotype of *Giardia duodenalis* in Human: First Evidence in Europe. *Acta Parasitol.* 60(4):796-799.

Thompson, R. C. A. 2008. Giardiasis: Conceptos Modernos Sobre su Control y Tratamiento. *Ann. Nestlé [Esp.]* 66: 23-29.

Traub, R. J., Monis, P. T., Robertson, I. D. 2005. Molecular Epidemiology: a Multidisciplinary Approach to Understanding Parasitic Zoonoses. *Int. J. Parasitol.* 35: 1295-1308.

Vázquez-Tsuji, O. y Campos-Rivera, T. 2009. Giardiasis. La Parasitosis más Frecuente a Nivel Mundial. *Rev. del Centro de Inv. (Méx).* 8(31):75-90.

Van der Giessen, J. W., Vries, A., Roos, M., Wielinga, P., Kortbeek, L. M., Mank, T. G. 2006. Genotyping of *Giardia* in Dutch Patients and Animals: a Phylogenetic Analysis of Human and Animal Isolates. *Parasitology.* 36:849-858.



EFECTO HIPOLIPEMIANTE DE NOPAL DESHIDRATADO (*OPUNTIA FICUS INDICA*,) EN ADULTOS CON SOBREPESO U OBESIDAD Y RIESGO CARDIOVASCULAR.

Gómez-Becerra, KI¹; Aguilera-Barreiro, MA²; Contreras-Padilla, M²; Chávez-Servín, JL²; Martínez-González, O²; Rodríguez-García M³.

Licenciada en Nutrición, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo¹; Universidad Autónoma de Querétaro², Universidad Nacional Autónoma de México³.

INTRODUCCIÓN

El nopal es un recurso alimenticio con gran aceptación en México, durante siglos ha sido empleado en la medicina tradicional debido a sus propiedades nutricionales y a su acción benéfica para el tratamiento de enfermedades crónicas, entre ellas la obesidad y las enfermedades cardiovasculares (Márquez-Berber *et al.*, 2012). El perfil de nutrientes y fitoquímicos del nopal no sólo depende de la variedad, también depende de factores como las condiciones de cultivo y la etapa fisiológica, teniendo los cladodios más viejos un mayor contenido de fibra insoluble, mientras que la fibra soluble decrece con la edad (Hernández-Urbiola *et al.*, 2010; Contreras-Padilla *et al.*, 2012; Figueroa-Pérez *et al.*, 2018). Sin embargo, las pencas grandes y de alta maduración son difíciles de consumir a pesar de ser de alto valor nutricional y se han empleado principalmente como forraje. Con la finalidad de obtener una presentación que facilite su consumo, de extender la vida de anaquel, de tener aplicación en la industria alimentaria, o bien, de ser utilizado como suplemento alimenticio,

incluyendo en este último a la fibra dietética, se ha deshidratado y molido el nopal para la obtención de harina de nopal. La aplicación del nopal deshidratado como fuente de fibra dietética resulta muy importante, debido a que en diversos estudios se han podido observar su efecto hipolipemiente (Uebelhack *et al.*, 2014). Este efecto puede asociarse más a su contenido de fibra dietética, está relacionado con la capacidad que tiene para limitar la absorción del colesterol intestinal, por lo que también se verá disminuido el reservorio hepático de colesterol, ya que será utilizado para la formación de ácidos biliares; además, la fibra soluble participa estimulando la conversión de colesterol en sales biliares porque incrementa la actividad de la enzima 7- α -hidroxilasa disminuyendo también las concentraciones plasmáticas de colesterol. La depleción de colesterol hepático también generará cambios en la remodelación de las lipoproteínas, situación que favorecerá la hipocolesterolemia (Muñoz *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS



Es un estudio clínico prospectivo con una intervención de 3 meses de duración, en el cual participaron 35 pacientes, los cuales debieron cumplir con los siguientes criterios: tener entre 20 y 50 años de edad, ambos sexos, con sobrepeso u obesidad, con dislipidemia confirmada por química sanguínea. La muestra fue dividida aleatoriamente en 3 grupos de estudio. A todos los grupos se les otorgó un plan de alimentación en función de 30 g de fibra dietética. Al grupo I se le suplementó 5 g de nopal deshidratado + dieta, al grupo II se le suplementó 15 g de nopal deshidratado + dieta y el grupo III fue el grupo control, el cual únicamente estuvo con dieta. Se llevó a cabo un monitoreo mensual de su dieta, actividad física y mediciones antropométricas. De manera trimestral fueron medidos sus niveles de lípidos séricos. El cual se realizó en las instalaciones del Centro de Salud Tlaxcoapan, perteneciente a la Jurisdicción XIV Tepeji del Río, en el estado de Hidalgo.

Se realizó la caracterización del nopal de la especie *Opuntia ficus indica*, el tamaño de la penca fue de 1000 g. Fue realizada en el laboratorio de nanocompositos, en el Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se realizó la cuantificación de fibra por método enzimático gravimétrico (AOAC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados de la cantidad de fibra del nopal deshidratado de alta maduración. El porcentaje de fibra total fue de 49.51% por cada 100 g de nopal,

siendo mayor el porcentaje de fibra insoluble que el de fibra soluble. Tabla 1. Cuantificación de fibra del nopal deshidratado (1000g).

| Fibra (g/100 g) | |
|-----------------|-------|
| Tipo | % |
| Insoluble | 35.23 |
| Soluble | 13.28 |
| Total | 49.51 |

Los datos obtenidos coinciden con lo reportado en el estudio realizado por Hernández-Urbiola y cols. (2010), en el cual, el contenido de fibra en el nopal aumenta conforme lo hacen los días de maduración (40-135 días). El contenido de fibra dietética insoluble aumenta de 40.14 a 56.82 g, mientras que el de la fibra dietética soluble disminuye de 25.5 g a 9.8 g. De acuerdo a Rodríguez-García *et al.*, los cladodios de 60 g tienen mayores contenidos de fibra soluble que los de un peso de 200 g. Esto puede explicarse por cambios en relación al parénquima o colénquima. Cuando aumenta la proporción, el mucílago contenido en los cladodios también incrementa. Tanto la concentración como la composición de las fibras de los cladodios dependen de su etapa de madurez. La etapa de madurez de los cladodios ha mostrado una correlación positiva con el contenido fibra insoluble y una correlación negativa con la soluble.

Los 35 pacientes que participaron en el estudio se evaluaron al inicio y después de 3 meses de la ministración de nopal deshidratado. En la tabla 2 se muestran las características antropométricas y



bioquímicas basales de los grupos de la población, en donde se aprecia que no hubo diferencias estadísticamente

significativas entre ellos en las distintas variables ($p < 0.05$), lo que los hace comparables entre sí.

Tabla 2. Características Generales de la población

| Variable | Total (n=35) | Dosis 5 g (n=16) | Dosis 15 g (n=9) | Control (n=10) | <i>p</i> |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Edad (años) | 38.26±6.97 | 38.90±7.09 | 36.12±7.18 | 39.71±04 | 0.58 |
| IMC (kg/m ²) | 33.22±5.82 | 35.19±7.93 | 32.42±4.11 | 31.03±1.75 | 0.31 |
| Colesterol total (mg/dl) | 196.03±31.67 | 201.71±34.85 | 181.66±22.28 | 203.54±34.31 | 0.31 |
| Colesterol LDL (mg/dl) | 112.14±30.61 | 114.25±27.60 | 95.70±24.21 | 127.61±36.10 | 0.12 |
| Colesterol HDL (mg/dl) | 38.90±5.68 | 39.19±6.72 | 38.72±6.03 | 38.67±4.05 | 0.97 |
| Triglicéridos | 183.45±20.33 | 177.11±16.00 | 178.95±17.18 | 198.57±24.16 | 0.06 |
| Circunferencia de cintura (cm) | 103.50±13.99 | 108.82±16.49 | 101.75±12.46 | 97.14±8.84 | 0.21 |
| Índice cintura- estatura | 0.64±0.08 | 0.68±.10 | 0.63±0.05 | 0.61±0.04 | 0.20 |
| Índice cintura- cadera | 111.23±10.70 | 0.969±0.07 | 0.89±0.08 | 0.90±0.06 | 0.10 |
| Porcentaje de grasa (%) | 43.54±8.41 | 43.74±9.06 | 44.82±8.74 | 41.75±7.92 | 0.79 |
| Porcentaje de músculo (%) | 25.01±4.68 | 25.23±4.68 | 24.33±4.86 | 25.42±5.12 | 0.89 |
| Actividad física (METs) | 769.48±1216.96 | 1140.00±1604.58 | 550.68±959.67 | 437.28±600.81 | 0.22 |

Datos expresados en media ± DE; Diferencia significativa en prueba ANOVA ($P < 0.05$).

De manera general, la población presentó cifras de triglicéridos superiores a 150 mg/dL que es el punto de corte recomendado para población adulta (NOM 047), al igual que niveles bajos de C-HDL en todos los grupos, un factor de riesgo cardiovascular modificable de acuerdo a lo considerado por el Tercer Informe del

Panel de Expertos sobre Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipercolesterolemia en Adultos (ATP-III). Estos resultados coinciden con lo reportado por Munguía *et al.*, en el que se encontraron bajos niveles de C-HDL en población mexicana aparentemente sana.

**Tabla 3. Comparación de la Suplementación de Nopal Deshidratado por grupo sobre perfil de lípidos séricos.**

| Variable | Grupo 1 Dosis 5 g (n=21) | Grupo 2 Dosis 15 g (n=21) | Grupo 3 Control (n=21) | P |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------|
| Colesterol total Inicial | 201.71±34.85 | 181.66±22.28 | 203.54±34.31 | 0.59 |
| Colesterol total Final | 150.72±17.55 | 149.11±16.56 | 163.14±26.70 | 0.12 |
| Cambio | -50.99±39.51 | -32.55±32.97 | -40.40±28.95 | 0.94 |
| Colesterol LDL Inicial | 114.25±27.60 | 95.70±24.21 | 127.61±36.10 | 0.19 |
| Colesterol LDL Final | 72.20±16.03 | 73.35±11.15 | 87.91±24.85 | 0.03 |
| Cambio | -42.04±28.96 | -26.11±27.96 | -39.70±26.68 | 0.70 |
| Colesterol HDL Inicial | 39.19±6.72 | 38.72±6.03 | 38.67±4.05 | 0.98 |
| Colesterol HDL Final | 51.44±7.57 | 49.12±5.38 | 48.71±3.86 | 0.72 |
| Cambio | 12.25±11.24 | 10.40±4.97 | 10.10±7.42 | 0.81 |
| Triglicéridos Inicial | 177.11±16.00 | 178.95±17.18 | 198.57±24.16 | 0.28 |
| Triglicéridos Final | 146.38±30.84 | 150.27±34.03 | 163.14±26.70 | 0.97 |
| Cambio | -30.73±37.43 | -28.67±26.27 | -53.30±27.06 | 0.24 |

Datos expresados en media ± DE; *Diferencia significativa en ANOVA (P < 0.05).

Al comparar las mediciones iniciales con las finales de todos los grupos (tabla 3), no se observaron diferencias significativas entre ellos para ninguna variable de perfil lipídico, los resultados difieren con lo obtenido por Muñoz *et al.*, donde se obtuvo disminución significativa con la suplementación de 3 g de nopal deshidratado en población con obesidad en triglicéridos y un aumento significativo en el colesterol total en el

grupo con placebo. Esta diferencia podría explicarse porque en nuestro estudio estuvo controlada la dieta en función de 30 g de fibra para todos los grupos de intervención.

En la tabla 4 se muestra la comparación de la suplementación de nopal deshidratado intra grupos, se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para cada una de las variables, a excepción de los triglicéridos que en el grupo con



suplementación de 5 g de nopal deshidratado la diferencia no fue significativa ($p=0.081$). Con los resultados anteriores se puede sustentar que el nopal deshidratado ayuda a disminuir los niveles de lípidos en sangre, pero una dieta en función de 30 g de fibra tiene el mismo efecto, sin que el aporte de fibra provenga específicamente de *Opuntia ficus indica* de alta maduración.

Estudios *in vivo* con algunos polisacáridos y diferentes extractos de *Opuntia spp.* muestran considerables propiedades antioxidantes, hipolipidémicas y antidiabéticas. Varios investigadores han observado disminuciones en el C-LDL y triglicéridos cuando las ingestas dietéticas individuales se complementaron con cladodios de nopal de 40-50 días de maduración

(Sáenz, 1997; Reid *et al.*, 1995; Hernández-Urbiola *et al.*, 2011). Sin embargo, en algunos estudios realizados (Muñoz *et al.*, 2014; Guevara-Cruz *et al.*, 2012) no se había demostrado el efecto de *Opuntia ficus-indica* para incrementar C-HDL. Incluso en un meta-análisis de Brown *et al.*, en el cual se analizó el efecto hipolipemiante de la fibra, se concluyó que dietas con alto contenido de fibra soluble independientemente del tipo disminuyeron significativamente los niveles de colesterol total y C-LDL sin tener implicaciones significativas en C-HDL ni en triglicéridos. Nuestros resultados tienen similitud con lo encontrado por Linares *et al.* (2007), quienes encontraron un incremento en la circulación del C-HDL, con una disminución concomitante de C-LDL

Tabla 4. Comparación de la suplementación de nopal deshidratado por grupo en valores iniciales y finales del perfil de lípidos.

| Variable | Grupo 1 Dosis 5g | | | Grupo 2 Dosis 15 g | | | Grupo 3 Control | | |
|------------------|---------------------|--------------|-------|-----------------------|--------------|-------|--------------------|--------------|-------|
| | Inicial | Final | P | Inicial | Final | P | Inicial | Final | P |
| Colesterol total | 201.71±3 | 150.72±17.55 | 0.001 | 181.66±22.28 | 149.11±16.56 | 0.011 | 203.54±34.31 | 163.14±26.70 | 0.011 |
| Colesterol LDL | 114.25±2 | 72.20±16.03 | 0.000 | 95.70±24.21 | 73.35±11.15 | 0.025 | 127.61±36.10 | 87.91±24.85 | 0.002 |
| Colesterol HDL | 39.19±6. | 51.44±7.57 | 0.000 | 38.72±6.03 | 49.12±5.38 | 0.000 | 38.67±4.05 | 48.71±3.86 | 0.001 |
| Triglicéridos | 177.11±1 | 146.38±30.84 | 0.081 | 178.95±17.18 | 150.27±34.03 | 0.032 | 198.57±24.16 | 163.14±26.70 | 0.005 |

Datos expresados en media ± DE; Diferencia significativa en ANOVA de un factor (P<0.05).

En un estudio realizado por Shere *et al.*, (2018) se evaluó el efecto hipocolesterolémico que puede tener la fibra insoluble, aunque fue realizado

con grano gastado de cerveza, el residuo insoluble que fue suplementado a ratones con dietas altas en grasa contribuyó a la disminución de



colesterol en lipoproteínas de baja densidad, así como del colesterol total en plasma. Por lo cual necesitaría evaluarse posteriormente si la fracción

CONCLUSIONES

La suplementación oral de nopal deshidratado de la especie *Opuntia ficus-indica* de alta maduración, a dosis bajas o altas, tiene el mismo efecto en comparación con una dieta alta en fibra en individuos con sobrepeso u obesidad, promoviendo una reducción significativa en los niveles de colesterol total, C-LDL y triglicéridos, pero además promueve un incremento significativo en los valores de C-HDL. El consumo de cladodios de nopal en etapas de madurez avanzada en presentación en polvo puede ser promovido, porque fomenta un mayor uso y comercialización, ya que facilita su consumo de esta manera por la consistencia que presenta el nopal en estas etapas. Además contribuye a proveer un porcentaje importante de la cantidad mínima de fibra recomendada para el tratamiento de las dislipidemias. Futuras investigaciones deben realizarse para evaluar el efecto hipolipemiente considerando la influencia del estado de maduración del nopal en las propiedades funcionales y características físicas de fracciones de fibra en específico.

LITERATURA CITADA

Brown L, Rosner B, Willett WW, Sacks FM. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*; 69(1):30-42.

Contreras-Padilla M, Gutiérrez-Cortez E, Valderrama-Braco M del C, Rojas-Molina I, Espinosa-Arbeláez G, Suárez-Vargas R, Rodríguez-García ME. (2012). Effects of Drying Process on the Physicochemical Properties of

insoluble que se encuentra incrementada en el nopal deshidratado con maduración mayor condiciona principalmente este efecto.

Nopal Cladodes at Different Maturity Stages *Plant Foods Hum Nutr*, 67:44-49.

Figueroa-Pérez MG, Pérez-Ramírez IF, Paredes-López O, Mondragón-Jacobo C, Reynoso-Camacho R. (2018). Phytochemical Composition and in Vitro Analysis of Nopal (*O. Ficus-Indica*) Cladodes at Different Stages of Maturity. *International Journal of Food Properties*. 21(1): 1728-1742.

Hernández-Urbiola MI, Contreras-Padilla M, Pérez-Torrero E, Hernández-Quevedo G, Rojas-Molina JI, Cortes ME, et al. (2010). Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus indica* cv. Redonda) at different maturity stages. *Open Nutrition Journal*. 4:1-6.

Hernández-Urbiola, MI, Pérez-Torrero, E, Rodríguez-García ME. (2011). Chemical analysis of nutritional content of prickly pads (*Opuntia ficus indica*) at varied ages in an organic harvest. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8, 1287–1295.

Linarès E, Thimonier C, and Degree M. (2007). The effect of *NeOpuntia* on blood lipid parameters—risk factors for the metabolic syndrome (syndrome X). *Advances in Therapy*. 24(5): 1115–1125.

Márquez-Berber, Sergio Roberto, Torcuato-Calderón, Cristina, Almaguer-Vargas, Gustavo, Colinas-León, María Teresa, & Khalil Gardezi, Abdul. (2012). El sistema productivo del nopal tunero (*Opuntia albicarpa* y *O. megacantha*) en Axapusco, Estado de México: Problemática y alternativas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(1), 81-93. Recuperado en 27 de enero de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000100006&lng=es&tIng=es.

Munguía MC, Sánchez BRG, Hernández SD, Cruz LM. (2008). Prevalencia de dislipidemias en una población de sujetos en apariencia sanos y su relación con la resistencia a la insulina. *Salud Pública Mex*; 50: 375-382.



Muñoz L, Díaz Y, González C, Medina E, Cardona E. (2014). Efecto de la administración oral de nopal deshidratado sobre el perfil de lípidos en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(1):149-159.

National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002; 106(25):3143-421.

Núñez-López MA, Paredes-López O, Reynoso-Camacho. (2013). Functional and Hypoglycemic Properties of Nopal Cladodes (*O. ficus-indica*) at Different Maturity Stages Using in Vitro and in Vivo Tests.

Uebelhack R, Busch R, Alt F, Beah ZM, and Chong PW. (2014). Effects of cactus fiber on the excretion of dietary fat in healthy subjects: a

double blind, randomized, placebo-controlled, crossover clinical investigation. *Current Therapeutic Research, Clinical and Experimental*. 76 (C): 39–44.

Rodríguez-García ME, de Lira C, Hernández-Becerra E, Cornejo-Villegas MA, Palacios-Fonseca AJ, Rojas-Molina I, Reynoso R, Quintero LC, Del-Real A, Zepeda TA, Muñoz-Torres, C. (2007). Physicochemical characterization of nopal pads (*Opuntia ficus-indica*) and dry vacuum nopal powders as a function of the maturation. *Plant Foods Hum Nutr*. 62, 107–112.

Sáenz HC. (1997). Cladodes: A source of dietary fiber. *J. Prof. Assoc. Cactus. Dev*. 2, 117–123.

Shere RG, Maukonen J, Mäkinen M, Niemi P, Niiranen L, Hibberd AA, Pintaanen K, Buchert J, Herzig KH. (2018). *Journal of Agricultural and food chemistry*.

Reid IR, Ames RW, Evans MC, Gamble GD, Sharpe SJ. Long-term effects of calcium supplementation on bone loss and fractures in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Am. J. Med*. 1995, 98, 331–335.



ESTUDIO DE LA ASOCIACIÓN DE GENOMA COMPLETO EN HOLSTEIN MEXICANO IDENTIFICA NUEVAS REGIONES QTL Y CONFIRMA LOCI MAPEADOS PARA RESISTENCIA A TUBERCULOSIS BOVINA

González-Ruiz S¹, Strillacci MG², Durán-Aguilar M³, Cantó-Alarcón GJ³, Herrera-Rodríguez SE⁴, Bagnato A², Gúzman-Rodríguez LF⁵, Milián-Suazo F³, Román-Ponce SI⁶.

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ²Facultad de Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia. ³Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. ⁴Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. ⁵CNRG-INIFAP. ⁶CENID FyMA-INIFAP.

INTRODUCCIÓN

Más de 100 años han transcurrido desde que *Mycobacterium tuberculosis* fue aislado por primera vez por Robert Koch, de donde se originó *Mycobacterium bovis*, el patógeno del ganado y muchas otras especies animales. La tuberculosis bovina (TBb) ocasionada por *M. bovis*, es una enfermedad infecciosa de distribución mundial y de relevancia en la salud pública debido al consumo de productos lácteos sin pasteurizar, y por las pérdidas económicas que ocasiona a la industria ganadera. Para disminuir su prevalencia se han planteado técnicas como la vacunación (Milián *et al.*, 2010) y la selección de animales resistentes (le Roex *et al.*, 2013). Recientemente, estudios de asociación de genoma completo (GWAS) han mejorado la investigación de enfermedades complejas que identifican miles de variantes genómicas, incorporando marcadores moleculares tipo SNP (Polimorfismo De Nucleótido Único). Se ha logrado identificar loci genéticos asociados con la resistencia a TBb en

genes candidatos como *SLC11A1* en ganado cebú africano y *TLR1* en Holstein chinos (Sun *et al.*, 2012). *Selective DNA Pooling* utiliza muestras de individuos seleccionados en cada uno de los dos extremos fenotípicos de la distribución de rasgos y los grupos se genotifican para estimar las diferencias de frecuencia de alelos para cada SNP entre grupos de cola altos y bajos. Los SNP candidatos identificados se usan luego para estudios de asociación (Strillacci *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron muestras biológicas de pelo y linfonodos ubicados en cabeza, cuello, tórax y pulmón de 375 animales adultos Holstein con y sin lesiones macroscópicas a TBb en rastros ubicados en el estado de Jalisco y Aguascalientes, zonas de alta prevalencia de *M. bovis* (≈16%). El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de Microbiología Animal de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ. Los tejidos obtenidos fueron macerados y cultivados en medios específicos



Stonebrink y Lowenstein-Jensen para confirmar la infección por aislamiento del patógeno.

DNA pooling y genotipificación

La extracción de ADN se realizó mediante un kit comercial (Wizard® Genomic DNA Purification Kit). El control de calidad se realizó usando un nanodrop (NanoDrop™ 2000 / 2000c) y en geles de agarosa al 1% para verificar la cantidad, pureza e integridad del ADN. Se usó un total de 75 muestras de ADN en la construcción de cada grupo. Los "casos" estuvieron compuestos por dos grupos independientes de 75 animales cada uno, con lesiones y aislamiento de *M. bovis*. Se realizaron dos repeticiones para cada grupo de casos. Los "Controles" estuvieron compuestos por tres grupos independientes de 75 animales sin lesiones y negativos al aislamiento de *M. bovis*. También se realizaron dos réplicas para cada grupo control. Para la construcción de los pools se tomaron cantidades equivalentes de ADN de cada muestra (20 µL). La concentración final para los grupos fue de 50 ng/µL, de acuerdo con los requisitos de Illumina. Cada grupo de DNA pooling se genotipo cuatro veces en BeadChips Illumina BovineHD diferentes (777,962 SNP), para un total de 30 posiciones de chips. La posición de los SNP fue de acuerdo con el ensamblaje bovino UMB 3.1.

Análisis estadístico de DNA pooling

Se analizaron de acuerdo con el enfoque SDP (*Selective DNA Pooling*) utilizando las frecuencias de alelo B (BAF) para cada conjunto de réplicas obtenidas a

partir del algoritmo del software Illumina BeadStudio®. Se realizó un análisis estadístico después de excluir SNP monomórficos, mapeados en Chr Y, mitocondriales, sin posición cromosómica, así como el 10% de los marcadores que mostraron la mayor variabilidad de los valores de BAF, como lo indica el tamaño de la desviación estándar (SD) entre las medidas de los ensayos replicados dentro de la cola. También tuvimos solo SNP con MAF ≥ 0.05 , dejando para el análisis de asociación un total de 438,555 SNP (de los cuales 10,034 en Chr X). Se utilizó una prueba de marcador único para la asociación marcador-rasgo, y el P-value para cada marcador se calculó como:

$$Z_{test} = D_{test}/SD(D_{null});$$

Donde; D_{test} es la diferencia de las frecuencias del alelo B entre las colas y, D_{null} es la diferencia de las frecuencias del alelo B dentro de las colas.

Identificación de QTL (Quantitative trait loci)

Se usó el promedio de $-\log_{10}$ (P-value) para identificar regiones QTL (QTLR). La región QTL SNP líder se define como el que muestra el mayor $-\log_{10}$ (P-value) entre todos los SNP dentro de un QTL específico. Se consideró una ventana de 16 marcadores, que corresponde a un tamaño de ventana promedio de aproximadamente 100 Kb. Se consideró un umbral para identificar QTLR a $-\log_{10}$ (P-value = 2.53), (PFP de 10%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 154 QTLR al 10% que albergan 172 genes anotados en el genoma *Bos taurus Ensembl*, PFP (Figura 1). En general, todas estas regiones se distribuyeron homogéneamente sobre todos los autosomas (excepto en Chr 15 y 17) y en el cromosoma X (n. 2), definido por

3.296 SNP. El cuadro 1, incluye información de aquellos QTLR en las que se identificaron genes de relevancia biológica en la respuesta inmune del huésped, de igual manera incluye información sobre el SNP líder para cada QTLR, su posición en el cromosoma y el número de SNP pertenecientes al 10%.

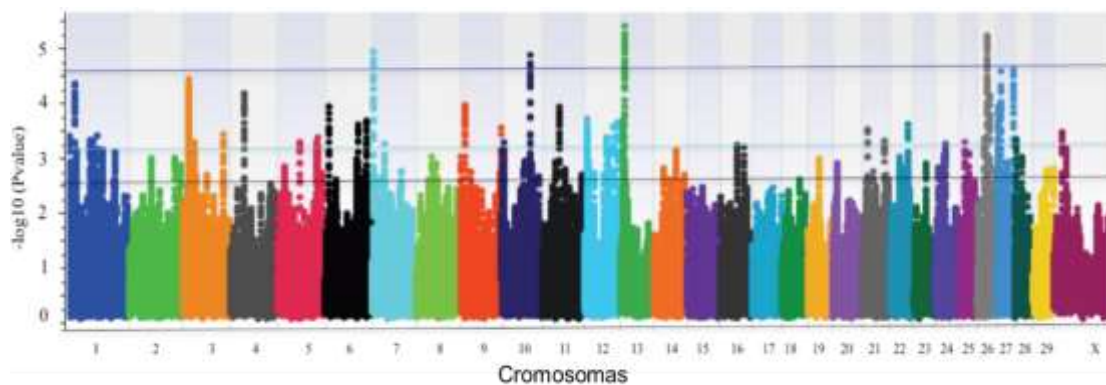


Figura 1. Manhattan plots de regiones QTL para todos los cromosomas. La línea horizontal negra representa el nivel de significancia al 10%.

El gen *DNER* (delta/notch-like EGF repeat containing) dentro del QTLR_21 en Chr 2, se encuentra entre los expresados diferencialmente para enfermedades inflamatorias, trastornos del tejido conjuntivo y enfermedades inmunológicas en el ganado. Las catepsinas, incluida la catepsina S (CTSS), son enzimas proteolíticas que funcionan principalmente en los lisosomas, donde contribuyen a la eliminación de patógenos por su participación en las vías de presentación de antígenos. Pires *et al.*, 2017 demostraron el papel de esta clase de proteínas en el control de *M. tuberculosis* mediante la manipulación de la expresión de catepsina por micobacterias

patógenas para favorecer su supervivencia intracelular. La proteína codificada por el gen *CD80* (molécula CD80), el antígeno de activación de los linfocitos B, es un receptor de membrana que afecta la reactividad inmunológica de los linfocitos T cuando su expresión disminuye. Además, el *CD80* tiene un papel en la mejora de la inmunidad contra la tuberculosis (Bragina *et al.*, 2016). Seis QTLR albergan siete genes que ya se han asociado con susceptibilidad y/o resistencia a la TBb: QTLR_12 en Chr 1 (*CD80*), QTLR_25 en Chr 3 (*CTSS*), QTLR_26 en Chr 3 (*FCGR1A*), QTLR_127 en Chr 23 (*HFE*), QTLR_133 en Chr 25 (*IL21R*) y QTLR_152 en Chr 29 (*ANO9* y *SIGIRR*).



QTLs IDENTIFICADOS CON NIVEL DE CONFIANZA 10% Y GENES MAPEADOS DENTRO DE QTL.

| QTLR_ID | Chr | Inicio | Fin | Longitud | Total de SNP 10% | SNP líder | Genes dentro de QTLR |
|----------|-----|-----------|-----------|----------|------------------|-------------|----------------------|
| QTLR_20 | 2 | 56807237 | 56825850 | 18613 | 11 | rs137485996 | |
| QTLR_21 | 2 | 118339066 | 118398436 | 59370 | 12 | rs134077742 | DNER |
| QTLR_22 | 2 | 130652581 | 130759850 | 107269 | 11 | rs132818112 | |
| QTLR_12 | 1 | 64779746 | 64929822 | 150076 | 13 | rs43243234 | CD80 |
| QTLR_25 | 3 | 19925850 | 20043459 | 117609 | 6 | rs41256309 | CTSS |
| QTLR_26 | 3 | 20809678 | 20906408 | 96730 | 2 | rs133793098 | FCGR1A |
| QTLR_127 | 23 | 31590170 | 31701973 | 111803 | 10 | rs110591378 | HFE |
| QTLR_133 | 25 | 25201204 | 25266159 | 64955 | 8 | rs41649641 | IL21R |
| QTLR_152 | 29 | 51072092 | 51209688 | 137596 | 5 | rs135730907 | ANO9 y SIGIRR |

Todos estos genes están involucrados en la respuesta inmune contra

Mycobacterium spp (Newman *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Los resultados revelan nuevas regiones QTL y confirman loci mapeados para la resistencia a la TBb. Las nuevas regiones QTL ubicadas en Chr 1, 3, 5, 25 y 29 albergan genes relacionados con la respuesta inmune. Nuestros resultados confirman las regiones QTL previamente mapeadas en Chr 2, 6, 13, 21, 22 y 23 relacionadas con la resistencia a TBb. Las regiones genómicas y los genes identificados en el presente estudio con Selective DNA Pooling de casos y controles se asociaron significativamente con la resistencia a TBb.

LITERATURA CITADA

- 1.- le Roex N., Koets AP., van Helden PD., Hoal EG. (2013). Gene Polymorphisms in African Buffalo Associated with Susceptibility to Bovine Tuberculosis Infection. PLoS ONE 8(5): e64494. doi: 10.1371/journal.pone.0064494.
- 2.- Milián-Suazo F., Harris B., Arriaga-Díaz, C., Thomson B., Stuber T., González-Suárez D., et al.

(2010). Sensibilidad y especificidad de PCR anidada y Spoligotyping como pruebas rápidas de diagnóstico de tuberculosis bovina en tejido fresco. Rev. Méx. De Ciencias Pec (en línea)

3.- Newman JH, Holt TN, Hedges LK, Womack B, Memon SS, Willers ED, et al. (2011). High-altitude pulmonary hypertension in cattle (brisket disease): Candidate genes and gene expression profiling of peripheral blood mononuclear cells. *Pulm Circ.*1:462-9.

4.- Strillacci MG., Frigo E., Schiavini F., Samoré AB., Canavesi F., Vevey M., et al. (2014). 15(106)

5.- Sun L, Song Y, Ria H, Yang H, Hua G, Guo A. et al. (2012). Polymorphisms in Toll-like receptor 1 and 9 genes and their association with tuberculosis susceptibility in Chinese Holstein cattle. *Vet Immunol Immunopathol.* 147:195-201.

6.- Pires D, Bernard EM, Pombo JP, Carmo N, Fialho C, Gutierrez MG, et al. *Mycobacterium tuberculosis* Modulates miR-106b-5p to Control Cathepsin S Expression Resulting in Higher Pathogen Survival and Poor T-Cell Activation. *Front Immunol.* 2017;8:1819.

7.- Bragina EY, Tiys ES, Rudko AA, Ivanisenko VA, Freidin MB. Novel tuberculosis susceptibility candidate genes revealed by the reconstruction and analysis of associative networks. *Infect Genet Evol.* 2016; 46:118-123.



DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD DIRIGIDA A LOS ADULTOS

Guzmán González T, Rosas Vera E, Terán Gómez OA, Ronquillo González D, Moreno Celis U y Anaya-Loyola MA.

Especialidad en Nutrición Activación Física y Salud, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias S/N. Juriquilla, Querétaro, Qro, 76230.

INTRODUCCIÓN

México es el número uno en adultos con obesidad en América Latina. En 2016, el 39% de las personas adultas de 18 o más años tenían sobrepeso, y el 13% eran obesas (OMS 2016). Se observa un aumento en las cifras de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas (prevalencia combinada de 75.6%). Este incremento es mayor en zonas rurales (aumento de 8.4%) que en zonas urbanas (aumento de 1.6%). El 69.4% de los hombres adultos tienen una prevalencia combinada. En zonas rurales la prevalencia de sobrepeso y obesidad es de (67.5%) se observa un incremento constante, en el que se ve un incremento del 10.5% respecto al año 2012. (ENSANUT 1016).

La actividad física puede considerarse una estrategia para la prevención y control de la obesidad ya que ayuda mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares y la salud ósea, y reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles. En los adultos de 20 a 64 años se recomienda realizar por lo menos 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada o 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana. Que, a fin de obtener aún mayores

beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edades aumenten hasta 300 minutos por semana la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien hasta 150 minutos semanales de actividad física intensa aeróbica, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa. Dos veces o más por semana, realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares.

Entre los beneficios del ejercicio en el adulto mayor se incluyen la mejora del acondicionamiento, reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular, enfermedad cerebro vascular, hipertensión, diabetes mellitus tipo 2, osteoporosis, obesidad, cáncer de colon, cáncer de mama, ansiedad, depresión, deterioro cognitivo y, finalmente, reduce el riesgo de caídas y lesiones. Toda población sedentaria debe ser estimulada para desarrollar el hábito de la actividad física regular. (Elizabeth A. 2016).

Al igual que la obesidad, los avances tecnológicos han estado creciendo paralelamente (Martínez Pérez B, 2015) Si bien la tecnología podría ser el motivo de un acceso a alimentos procesados y promotor del sedentarismo, la tecnología



podría desempeñar un papel en mejorar la salud. En la última década, los avances en la

tecnología han permitido el desarrollo de nuevos dispositivos móviles, redes inalámbricas y teléfonos inteligentes, los cuales han ayudado para promover una alimentación saludable, la actividad física y el control del peso por medio de aplicaciones. Es por esta razón que el presente trabajo se centra en el desarrollo de un prototipo para la creación de una aplicación móvil móviles la cual nos ayudara a promover la actividad física con la finalidad de prevenir y tratar la obesidad en personas adultas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una Búsqueda de bibliografía en artículos, revistas libros, en las bases de datos bibliográficos internacionales PUBMED, SciELO SCOPUS y por otra parte se buscó en APPs

(<https://play.google.com/store/apps?hl=es>). La estrategia de búsqueda fue la

Nutrición y actividad física video



Figura 1. (Video Nutrición y actividad física)

siguiente: palabras claves (obesidad, dietetic, nutrition, fitness, eHealth, app, *Sportandhealth*). Se utilizaron Herramientas para la realización de los videos Vyond, y Canva para le realización de infografías.

Posteriormente desarrolló un cuestionario de 5 preguntas cerradas aplicadas a 15 adultos en un rango de edad de (20 a 64 años)

- ¿Se entiende las instrucciones?
- ¿Te motiva a hacer actividad física?
- ¿Aprendiste algo nuevo?
- ¿Siente que es algo útil en tu vida?
- ¿Utilizarías esta información pata mejorar tu estilo de vida?

Resultados

Modulo: Actividad física y nutrición en adultos

Objetivo: promover la actividad física y una correcta alimentación

Actividad 1. Video informativo.

Objetivo: sensibilizar al adulto sobre las consecuencias de una mala alimentación y el sedentarismo y los beneficios de una correcta alimentación y una vida activa

Duración: 5 minutos

Eje del material: Cognitiva

• **Actividad 2. Infografía.**

Medición de circunferencia de cintura.



Figura 2. Mide tu cintura

Objetivo: Se sensibilizará a la población para tener el conocimiento del riesgo que conlleva un exceso de grasa abdominal. Mediante una infografía en la cual explica una técnica fácil para la población, parámetros y riesgos.

Eje: Cognitivo

Actividad 3. (Cuestionario con preguntas cerradas)

Tema: Control de peso y actividad física

porcentaje de masa libre de grasa (MLG)

Objetivo: Que el usuario sea consciente de cuanto es saludable bajar de peso por semana para no ver afectado el

y sus beneficios al igual del tiempo necesario de actividad física y sus beneficios.

Duración: 20 min **Eje del material:** Informativa

(Tabla 1) Preguntas de interés

| PREGUNTAS | RESPUESTA |
|--|--|
| 1. ¿Qué tanto peso se puede bajar por semana con seguridad? A) 1KG B) 3KG C) 5KG | La pérdida de peso sin supervisión médica máxima es de 1kg por semana |
| 2. ¿Cómo se puede determinar la cantidad de peso corporal que es necesario bajar? A) Para mejorar la apariencia B) Para mejorar la salud C) Desempeño físico D) las tres son correctas | Existen tres razones para bajar de peso: para mejorar la apariencia, salud o desempeño físico. A. Para mejorar la apariencia: cada quien es su propio juez, consultando a un profesional de la salud B. Para mejorar la salud: bajar el exceso de grasa corporal es una buena razón. Verificar los riesgos de salud (presión arterial, lípidos séricos, la glucosa sanguínea y la adiposidad regional). Relacionada con el peso corporal excesivo. Una pérdida de 5 a 10% del peso corporal y 5 a 10 cm de cintura. Lo que se logra de 3 a 4 meses, puede ayudar a reducir varios factores de riesgo en la salud. C. Desempeño físico: depende de interacciones entre el atleta, el entrenador y un profesional del área de la salud. Basándose en la composición corporal actual, el tiempo faltante para las competencias, el historial del peso corporal y las reglas específicas del deporte. |
| 3. ¿Es buena idea contar calorías cuando se intenta bajar de peso? A) SI B) NO | Existen varias ventajas y desventajas de contar las calorías consumidas durante el día. Desventajas: Es poco práctico para muchos ya que es difícil calcular la cantidad exacta de calorías consumidas ya que el contenido calórico en los alimentos puede variar Ventajas: puede ser útil en las primeras etapas de un plan de alimentación. Conforme se familiariza con el contenido calórico de diversos alimentos, es más |



- C) Depende del objetivo fácil seleccionar los que tienen pocas calorías pero un valor nutricional más alto. Y sobre todo la clave de contar calorías está en hacer un recuento de las grasas y azúcares de la dieta
4. ¿Realizamos suficiente ejercicio en nuestra actividad diaria? Los ejercicios aeróbicos ponen en condición su corazón y pulmones, si se efectúan con la adecuada intensidad por lo menos 30 min., de 3 a 4 veces por semana.
- A) 10 minutos/ 3 a 4 veces por
- B) 20 minutos/ 3 a 4 veces por
- C) 30 minutos/ 3 a 4 veces por semana
5. ¿Cuáles son los beneficios de una actividad física regular?
- A) Se sienten mejor
Da más energía
Ayuda a manejar el stress
Mejora su autoestima
Aumenta la resistencia a la fatiga
- B) No hay beneficios
- C) Ayuda a contener la ansiedad y depresión
Ayuda a relajarse y sentirse menos tenso
Mejora la capacidad de dormir rápidamente y dormir bien
Proporciona una forma fácil para compartir una actividad con amigos o familiares y una oportunidad para hacer nuevos amigos
- D) B y C son correctas

• **Actividad 4. Infografía**

Alimentación correcta



Figura 3. Alimentación correcta

Objetivo: que la población cosca los grupos de alimentos que tienen que estar presentes en las tres comidas principales y en la proporción deben estar en su plato.

Eje: Cognitiva

• **Actividad 5. Alimentación correcta ejemplos de menús**

Ejemplos desayunos y cenas correctas. Estos se realizaron en base a una dieta de 2000kcal.

Objetivo: Dar ideas, combinaciones, tipos de alimentos y porciones de alimentos

Eje: cognitiva

Desayunos

Comidas

Cenas



Colaciones

Figura 4. Recomendaciones alimentarias

Actividad 6. Infografías (Actividad física y nutrición)

Estas se realizaron el programa CANVA con la información en base a las bibliografías de este documento.

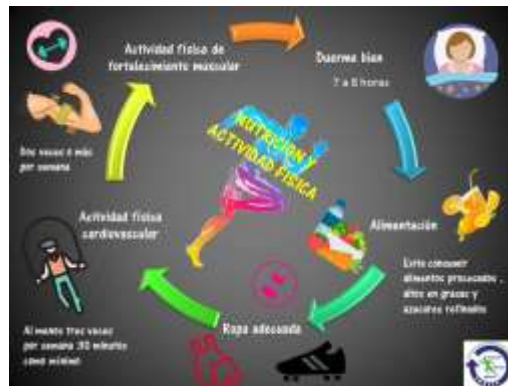


Figura 5. Ciclo de la nutrición y actividad física

Ciclo de la nutrición y actividad física

Objetivo: Orientar a la población para llevar un estilo de vida más saludable por medio de la nutrición y la actividad física

Eje: Cognitiva



Figura 6. Desayunos preentrenamiento

Desayunos preentrenamiento
 Objetivo: Que el usuario conozca que tipo de alimentos son ideales para antes de la actividad física para un mayor rendimiento.
 Eje: Cognitiva

Actividad 6. Ejercicios de fortalecimiento muscular del material: Cognoscitiva y física
 Objetivo: Que la población conozca los ejercicios más significativos donde podrá cada uno de ellos y los ponga en práctica con ayuda de un especialista en actividad física

Pierna



Gemelos



Espalda



Zona lumbar



Cuádriceps



Hombro



Isquiotibiales



Pecho



Tríceps



Bíceps



Tabla 2. Ejercicios de fortalecimiento muscular

• **Actividad 7. Planes de actividad física por semana ejemplos**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|--------|--|--------|----------|--|-----------|--------------------|--|--------|----------|--|---------|--|--|--------|-----------------------------|--|---------|----------|--|---|-------|--------|--|--------|-----------------------------|--|-----------|---------------|--|--------|-----------------------------|--|---------|---------|--|--------|-----------------------------|--|---------|----------|--|
| <p>Objetivo: Que el adulto se motive a cada día de la semana hacer actividad física y variar las actividades</p> <p>Eje del material: Cognoscitiva</p> <p>La actividad consiste en ejemplos de plan semanal de actividad física.</p> | <p>Plan de actividad física al aire libre</p> <table border="1"> <tr><td>Lunes</td><td>Correr</td><td></td></tr> <tr><td>Martes</td><td>Descanso</td><td></td></tr> <tr><td>Miércoles</td><td>Andar en bicicleta</td><td></td></tr> <tr><td>Jueves</td><td>Descanso</td><td></td></tr> <tr><td>Viernes</td><td>Ejercicios de Fortalecimiento muscular al aire libre</td><td></td></tr> <tr><td>Sábado</td><td>Ejercicios cardiovasculares</td><td></td></tr> <tr><td>Domingo</td><td>Descanso</td><td></td></tr> </table> <p>Figura 7. Plan de actividad física 1.</p> | Lunes | Correr | | Martes | Descanso | | Miércoles | Andar en bicicleta | | Jueves | Descanso | | Viernes | Ejercicios de Fortalecimiento muscular al aire libre | | Sábado | Ejercicios cardiovasculares | | Domingo | Descanso | | <p>Plan de actividad física en al aire libre y en gimnasio</p> <table border="1"> <tr><td>Lunes</td><td>Pierna</td><td></td></tr> <tr><td>Martes</td><td>Ejercicios Cardiovasculares</td><td></td></tr> <tr><td>Miércoles</td><td>Pecho y brazo</td><td></td></tr> <tr><td>Jueves</td><td>Ejercicios Cardiovasculares</td><td></td></tr> <tr><td>Viernes</td><td>Espalda</td><td></td></tr> <tr><td>Sábado</td><td>Ejercicios Cardiovasculares</td><td></td></tr> <tr><td>Domingo</td><td>Descanso</td><td></td></tr> </table> <p>Figura 8. Plan de actividad física 2.</p> | Lunes | Pierna | | Martes | Ejercicios Cardiovasculares | | Miércoles | Pecho y brazo | | Jueves | Ejercicios Cardiovasculares | | Viernes | Espalda | | Sábado | Ejercicios Cardiovasculares | | Domingo | Descanso | |
| | Lunes | Correr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Martes | Descanso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Miércoles | Andar en bicicleta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jueves | Descanso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viernes | Ejercicios de Fortalecimiento muscular al aire libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sábado | Ejercicios cardiovasculares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Domingo | Descanso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lunes | Pierna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Martes | Ejercicios Cardiovasculares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Miércoles | Pecho y brazo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jueves | Ejercicios Cardiovasculares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viernes | Espalda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sábado | Ejercicios Cardiovasculares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Domingo | Descanso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CONCLUSIONES

Se logró generar una guía educativa que promueve la actividad física en adultos

cómo prevención de la obesidad la cual podrá incorporarse a una aplicación móvil.



BIBLIOGRAFÍAS:

Brenner R., et al. (2017). Measures of excess body weight and anthropometry among adult Albertans: cross-sectional results from Alberta's tomorrow project cohort. BMC Public Health, the pubmed Base de datos. (17): 2-11

Flores M y col. (2015) Mobile Phone Apps to Promote Weight Loss and Increase Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Med Internet Res. (17):11-25.

Gilmore L. y col. (2014) The technology boom: a new era in obesity management. J Diabetes Sci Technol. (8):596-608

González M y col (2014). Aplicaciones móviles en nutrición, dietética y hábitos saludables; análisis y consecuencia de una tendencia a la alza. Nutr Hosp. (30):15-24.

Kathleen C y col (2017). Effect of mindfulness meditation on short-term weight loss and eating behaviors in overweight and obese adults: A randomized controlled trial. Journal of

Complementary and Integrative Medicine, De Pubmed Base de datos. (48):1-11

Michelle G y col (2017). Prediction of whole-body fat percentage and visceral adipose tissue mass from five anthropometric variables. Anthropometric predictors of adiposity, pubmed Base de datos. (12): 3-12

Martínez B. y col. (2015) Privacy and Security in Mobile Health Apps: A Review and Recommendations. J Med Syst. (1)139-181

Organización Mundial de la Salud.2010. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. OMS,(1): 9-52.

Secretaria de salud (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino2016. Cifras de Sobrepeso y Obesidad en México. Instituto Nacional de Salud Pública. (1603): 1-151

The Obesity Society and American College of Cardiology/American Hear. (2014). Guidelines (2013) for the Management of Overweight and Obesity in Adults. Obesity Guidelines, De pubmed Base de datos. (22): 5-28



EL PROGRAMA “NIÑO SANO- ADULTO SANO” MEJORA LOS CONOCIMIENTOS EN NUTRICIÓN Y PRÁCTICAS ALIMENTARIAS EN MADRES DE NIÑOS ESCOLARES EN QUERÉTARO.

Autores: Hernández Zúñiga YC1; Zacarías Aboytes G1; García Obregón OP1.

Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana 1. Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

México es un país en desarrollo con altas prevalencias de sobrepeso y obesidad tanto en adultos (72.5%) como en infantes (33.2%). Estudios han mostrado que las intervenciones educativas que proveen conocimientos motivan el cambio de hábitos e incentivan una alimentación balanceada son una estrategia efectiva a largo plazo para prevenir y/o reducir el exceso de peso (Shama-Levy T., *et al.* 2016; Malik V, *et al.* 2013; Gittelsohn J. y Trude A. 2016; Rivera JA *et al.* 2018).

Bajo constructos de la Teoría Social Cognitiva y usando la técnica de Mapeo (Bartholomew L. K., *et al.* 2006) se desarrolló una intervención educativa llamada “Niño sano, Adulto sano”, con el fin de proveer a madres de familia, conocimientos y habilidades necesarios para modificar la conducta alimentaria de sus familias (Zacarías G., *et al.* 2019). En México, la figura de la madre es quien influye en la crianza de los hijos y principalmente es la responsable de disponibilidad de alimentos en el hogar (Pelcastre-Villafuerte B., *et al.* 2010; Solís-Cámara *et al.* 2013; Golan

M., 2014; Anzman S., *et al.* 2010). También se ha observado que aquellas madres de familia con pocos conocimientos sobre nutrición tienen mayor riesgo de padecer sobrepeso u obesidad (Galindo G, 2011). Una de las principales barreras para alimentarse saludablemente reportadas en la Encuesta Nacional de Salud 2016 (ENSANUT) fue la falta de conocimiento (38.4%) para preparar alimentos saludables, (Shama-Levy T., *et al.* 2016).

Algunos autores señalan que el conocimiento es un predictor en la dieta ya que se asocia con el consumo de alimentos y bebidas que pueden aumentar el riesgo de sobrepeso u obesidad (Campbell K., *et al.* 2013). Por esta razón, es importante enseñar a los adultos conceptos y técnicas que les permitan mejorar sus prácticas alimentarias, y que éstas puedan ser adaptadas a su entorno familiar y social (Birch L., *et al.* 2005).

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la intervención “Niño Sano – Adulto Sano” en los conocimientos en nutrición y prácticas alimentarias de madres de familia de dos comunidades



de bajo nivel de marginación de Querétaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal y controlado, implementado en dos comunidades de bajo nivel de marginación de Querétaro: Montenegro y San Isidro Miranda. Se incluyeron en el estudio madres de familia con al menos un niño en edad escolar que estudiaran en las primarias “Américas Unidas” o “Miguel Hidalgo”, en las poblaciones mencionadas.

Al inicio y al final de la intervención, se les aplicó un cuestionario validado (α de Cronbach >0.7) de once preguntas en escala Likert que evalúa conocimientos en nutrición y prácticas alimentarias. De acuerdo con la escala, se asignó un valor a cada respuesta y se calculó un puntaje con la suma de los valores. Un puntaje más alto, se asocia con mayor apego a las prácticas alimentarias recomendadas.

Diseño de la intervención

Grupo Intervención

Las madres de familia de la comunidad de Montenegro asistieron a un programa educativo “Niño sano - Adulto sano” (Zacaría *et al.* 2019) que consistió en seis clases de nutrición teóricas con un taller de cocina. Las clases duraban 90 minutos y se realizaban mensualmente durante seis meses.

Grupo Control

Fue realizado con las madres de familia de la comunidad de San Isidro Miranda, donde las mujeres participantes asistieron a tres pláticas de orientación

alimentaria basada en las indicaciones de la NOM 043-SSA2-2012 de Promoción y Educación para la Salud en Materia Alimentaria, con una duración de 30 minutos, cada dos meses.

Análisis estadístico

Los datos se describen como promedios con desviaciones estándar. Se realizó prueba Wilcoxon para la comparación de las variables categóricas en un mismo grupo. La comparación entre grupos de llevó a cabo por medio de una prueba de χ^2 . Se determinó significancia de $p<0.05$ y el análisis se llevó a cabo por medio de IBM SPSS Statistics V19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Participaron 43 mujeres (35 ± 5 años), de las cuales el 80% se dedican al hogar y el 85.7% tuvieron como máximo nivel de estudios preparatoria.

Al inicio de la intervención ambos grupos tuvieron un puntaje similar ($p=0.20$). Después de seis meses las madres de familia del grupo de intervención aumentaron significativamente su puntaje en conocimientos de nutrición y prácticas alimentarias recomendadas en casi 3 puntos (3.14; IC95%:1.98, 4.30) comparado con el grupo control (1.27; IC95% 0.15,) ($p<0.0001$). Se ha sugerido que el conocimiento es predictor de la dieta (Galindo C, 2011) y que impacta en prácticas alimentarias de las personas y su familia. Por ejemplo, diversos estudios han asociado el mejoramiento del conocimiento en nutrición con mayor consumo de frutas y verduras (Appleton



K.M. *et al.* 2018), proveer a sus hijos de una dieta más diversa (Negash C. *et al* 2014) y han mejorado su estado nutricional (Klohe-Lehman DM. *et al* 2006).

Este estudio observó que el conocimiento en temas de nutrición mejoró y tuvo efecto en tres principales aspectos:

Conocimiento y uso del plato del bien comer en la preparación de sus comidas.

Al término de seis meses, el 96.8% de las mujeres del grupo de intervención lo conocía y lo utilizaba algunas veces para preparar sus alimentos a diferencia de las madres del grupo control, quienes el 90.1% lo conoce, pero no es utilizado para la preparación de sus alimentos ($p=0.0001$). Estudios han señalado que el acto de comer está influenciado por condiciones económicas y culturales, por normas, tradiciones, creencias, entre otros aspectos, por lo tanto se infiere que las prácticas de alimentación de la vida diaria de las mujeres de este estudio podrían dificultar la preparación de sus alimentos de acuerdo a las disposiciones de la NOM-043-SSA2-2012 (Cabrera-Araujo *et al*, 2018; Muñoz-Cano JM., 2015) Por otra parte, se puede hipotetizar que en el grupo control, la falta absoluta del uso del plato de bien comer se debió a la falta metodología educativa de la orientación alimentaria como en el grupo de intervención (Altamirano- Rodríguez MB. *et al.* 2017; Rodríguez-Ramírez S *et al.* 2015).

Bebida con la que acompañan sus comidas.

Al finalizar el estudio, el 80.9% de las participantes del grupo de intervención acompañaban sus comidas con agua

simple o bebidas de fruta sin azúcares añadidos en comparación al grupo control donde solo 45.5% ($p=0.016$) bebe agua simple mientras come. En un estudio en el 2013 con mujeres mexicanas, se observó que al término del mismo el consumo de agua simple a lo largo de su día era mayor en el grupo que recibió información para la reducción del consumo de bebidas azucaradas (Rodríguez-Ramírez S y col. 2015). De acuerdo con Vargas-García, este es un resultado óptimo a mediano plazo de las intervenciones que tienen el objetivo de limitar el consumo de bebidas azucaradas (Vargas-García y col., 2015).

Conocimiento de la recomendación diaria de azúcar.

Finalmente, 71.4% de las mujeres que participaron en el programa “Niño sano-Adulto sano” reconocían la recomendación del consumo de azúcar diario mientras que solo el 9.2% de aquellas que recibieron orientación nutricional en el grupo control ($p=0.0001$) lo recordaron. Una de las campañas mexicanas enfocadas en la disminución de azúcares, grasas y sal en sus comidas fue “Chécate, mídete, muévete” (IMSS, 2013). Dado que solo el 11% de la población mexicana la conoció y el 31% la pudo comprender (Salazar-Coronel *et al.* 2018; Shama-Levy T. *et al.* 2016), se sugiere que esa campaña no haya tenido efecto en el conocimiento de la porción permitida de azúcar en los alimentos no recomendados para consumo diario (Gaona-Pineda y col. 2018). Por lo tanto, es importante que, para lograr cambios



efectivos, se generen estrategias para que las personas apropien el conocimiento dentro de sus prácticas alimentarias (Galindo C, 2011).

CONCLUSIONES

Las mujeres que atendieron el programa “Niño sano- Adulto Sano” mejoraron sus conocimientos en nutrición e impactó en sus prácticas alimentarias, siendo este potencial para mejorar el estado nutricional de su entorno familiar.

LITERATURA CITADA

- Malik, V. S.; Willett, W. C.; Hu, F. B. (2013). Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nature Reviews Endocrinology*, 9(1), 13.
- Shamah-Levy, T., Cuevas-Nasu, L., Gaona-Pineda, E. B., Gómez-Acosta, L. M., Morales-Ruán, M. D. C., Hernández-Ávila, M.,; Rivera-Dommarco, J. Á. (2018). Sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en México, actualización de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Salud Pública de México*, 60(3), 244-253.
- Joel Gittelsohn, Angela Trude, Diabetes and obesity prevention: changing the food environment in low-income settings, *Nutrition Reviews*, Volume 75, Issue suppl_1, January 2017, Pages 62–69.
- Gilda Zacarías, Teresa Shamah-Levy, Elizabeth Elton-Puente, Pamela Garbus, Olga P. García, Development of an intervention program to prevent childhood obesity targeted to Mexican mothers of school-aged children using intervention mapping and social cognitive theory, *Evaluation and Program Planning*, Volume 74, 2019, Pages 27-37.
- Pelcastre-Villafuerte, B., Riquer-Fernández, F., León-Reyes, V. D., Reyes-Morales, H., Gutiérrez-Trujillo, G.; Bronfman, M. (2006). ¿Qué se hace para no morir de hambre? Dinámicas domésticas y alimentación en la niñez en un área rural de extrema pobreza de México. *Salud pública de México*, 48(6), 490-497.
- Golan, M. (2014). Parenting and management of pediatric obesity. *Clinical insights: obesity and childhood* [Internet]. Future Medicine Ltd, 39-56.
- Anzman, S. L., Rollins, B. Y., & Birch, L. L. (2010). Parental influence on children's early eating environments and obesity risk: implications for prevention. *International Journal of Obesity*, 34(7), 1116
- Solís-Cámara, P., Fung, M. P., & Fox, R. A. (2014). Parenting in Mexico: Relationships based on love and obedience. In *Parenting Across Cultures* (pp. 349-366). Springer, Dordrecht.
- Galindo Gómez, C., Juárez Martínez, L., Shamah Levy, T., García Guerra, A., Ávila Curiel, A., & Quiroz Aguilar, M. A. (2011). Conocimientos en nutrición, sobrepeso u obesidad en mujeres de estratos socioeconómicos bajos de la Ciudad de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(4), 396-405.
- Campbell, K. J., Abbott, G., Spence, A. C., Crawford, D. A., McNaughton, S. A., & Ball, K. (2013). Home food availability mediates associations between mothers' nutrition knowledge and child diet. *Appetite*, 71, 1-6.
- Jiménez-Aguilar, A., Morales-Ruán, M., López-Olmedo, N. et al. *J Public Health Pol* (2017) 38: 407
- Rivera Dommarco JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío Martínez T, Aguilar Salinas CA, Hernández Licona G, Barquera S (eds.). *La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2018.
- Vargas-García, E. J., Evans, C. E., & Cade, J. E. (2015). Impact of interventions to reduce sugar-sweetened beverage intake in children and adults: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews*, 4(1), 17.
- Rodríguez-Ramírez, S., González de Cosío, T., Méndez, M. A., Tucker, K. L., Méndez-Ramírez, I.,



- Hernández-Cordero, S., & Popkin, B. M. (2015). A water and education provision intervention modifies the diet in overweight Mexican women in a randomized controlled trial. *The Journal of nutrition*, 145(8), 1892-1899.
- Appleton K.M., Krumplevska K., Smith E., Rooney C., McKinley M.C. & Woodside J.V. (2018) Low fruit and vegetable consumption is associated with low knowledge of the details of the 5-a-day fruit and vegetable message in the UK: findings from two cross-sectional questionnaire studies. *J Hum Nutr Diet.* 31, 121–130 <https://doi.org/10.1111/jhn.12487>
- Negash, C., Belachew, T., Henry, C. J., Kebebu, A., Abegaz, K., & Whiting, S. J. (2014). Nutrition education and introduction of broad bean—based complementary food improves knowledge and dietary practices of caregivers and nutritional status of their young children in Hula, Ethiopia. *Food and nutrition bulletin*, 35(4), 480-486.
- Klohe-Lehman, D. M., Freeland-Graves, J., Anderson, E. R., McDowell, T., Clarke, K. K., Hanss-Nuss, H., ... & Milani, T. J. (2006). Nutrition knowledge is associated with greater weight loss in obese and overweight low-income mothers. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(1), 65-75.
- Cabrera-Araujo, Zulema M et al. Opiniones de adolescentes sobre el Plato del Bien Comer Maya como herramienta de promoción de la salud. *Salud Pública de México*, [S.l.], v. 61, n. 1, ene-feb, p. 72-77, dic. 2018. ISSN 1606-7916.
- Cano, J. M. M. (2015). “El Plato del Bien Comer”, ¿evidencia científica o conocimiento transpuesto?. *Revista CPU-e*, (20), 45-71.
- Asociación Internacional de Seguridad Social. Buenas Prácticas en la Seguridad Social. Campaña Chécate, Mídete, Muévete. Una Práctica del Instituto Mexicano del Seguro Social [internet]. Ginebra: ISSA, 2016 [citado marzo 23, 2019]. Disponible en: https://www.issa.int/documents/10192/17176280/3_Mexico_IMSS-AFM-MEXIQUE_2015_126021.pdf/2aa96f6f-c057-41b7-9724-60eaae01d21a.
- Gaona-Pineda, E. B., Martínez-Tapia, B., Arango-Angarita, A., Valenzuela-Bravo, D., Gómez-Acosta, L. M., Shamah-Levy, T., & Rodríguez-Ramírez, S. (2018). Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población



ESTILO DE VIDA EN SALUD Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRABAJADORES DE LOS CENTROS DE DESARROLLO INFANTIL DE LA UNIDAD DE SERVICIOS PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA DEL ESTADO DE QUERÉTARO

¹ Ibáñez Pérez, AP; ¹ Reyes Rocha, BL; ² Dávila Esquivel, FJ; ¹ Elton Puentes, JE; ¹ De la Torre Carbot, K; ¹ Caamaño Pérez, MC.

Maestría en Nutrición Clínica Integral; ¹Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales; ²Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Medicina.

INTRODUCCIÓN

La salud es definida de manera integral por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “un completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente como la ausencia de enfermedad o invalidez” (OMS, 1948).

Asimismo, la OMS establece que uno de los principales determinantes de la salud es el estilo de vida que los individuos asumen en su día a día y define a este como “una forma general de vida basada en la interacción entre las condiciones de vida en un sentido amplio y los patrones individuales de conducta determinados por factores socioculturales y características personales” (OMS, 2002). De tal forma que, un estilo de vida promotor de salud procura el bienestar, mientras que uno poco saludable se relaciona con factores de riesgo que contribuyen a la presencia de enfermedad (Gamarrá, 2010).

Recientemente se ha asociado los cambios de estilo de vida de la población con el desarrollo y la urbanización

incipiente de los espacios geográficos, lo cual conlleva la aparición de conductas no saludables como es el estrés, tabaquismo, sedentarismo, alimentación de alta densidad energética; conductas que condicionan la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles en etapas tempranas del curso de vida (Soto, Moreno y Pabua, 2016).

Estadísticas de la Organización Panamericana de Salud (OPS, 2017), muestran que la mortalidad por enfermedades no transmisibles, en la población de entre 25 y 64 años, es originada principalmente por cardiopatías isquémicas (35,9 por 100 000) y diabetes (19,1 por 100 000). En el caso de México la mortalidad por problemas cardíacos es del 25%. Asimismo, asocian la presencia de estos padecimientos al hecho de que las personas no practican hábitos de vida saludables como son realizar ejercicio (16,7% de los hombres y 18,1% de las mujeres no cumplen con el nivel mínimo de actividad física recomendado por la OMS), la alimentación balanceada, así



como horas de sueño y descanso adecuadas.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en México ha aumentado en los últimos 30 años, llevándolo a ocupar actualmente a nivel mundial el segundo lugar en obesidad en adultos y el primero en población infantil. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en el adulto es de 71.2%, con un aumento de 15.2% en los últimos 12 años, siendo esta mayor en mujeres con un 73% que en hombres con 69.4% (ENSANUT, 2012).

La educación inicial en México involucra la atención brindada a niños de los 0 a los 5 años con 11 meses, y ésta se otorga en los Centros de Educación Infantil (CENDI) en donde se ve involucrado personal docente, auxiliar, de nutrición y cocina, médico, psicóloga, trabajador social, administrativo e intendencia. Actualmente no se cuenta con información sobre el perfil salud-enfermedad, así como de los estilos de vida en salud del personal que labora en dichos centros educativos, por lo cual se planteó llevar a cabo el presente estudio con el propósito de determinar la relación entre el estilo de vida en salud y el perfil salud-enfermedad de los trabajadores de los CENDIs de USEBEQ.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo y transversal, no probabilístico. Se incluyó a trabajadores de los Centros de Desarrollo Infantil dependientes de USEBEQ del estado de Querétaro, adscritos a las diferentes

áreas, que aceptaron participar en el estudio. La selección de las unidades de análisis fue a través de un muestreo por conveniencia. De cada participante se midió peso, talla, índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal. A partir del peso y talla se calculó el índice de masa corporal (IMC) el cual fue clasificado de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM008 SSA32016: *sobrepeso* $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ y $< 29.9 \text{ kg/m}^2$; *obesidad* $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Se aplicó un cuestionario de características sociodemográficas y laborales. Para la medición del estilo de vida se realizó el cuestionario PEPS-I o perfil de estilo de vida validado para la población de estudio. Cuenta con 48 ítems en una escala de Likert, cuya sumatoria categoriza a las personas en saludable y no saludable. El estudio se apegó al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación. El análisis de datos se llevó a cabo en el paquete estadístico SPSS v25.0.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Participaron en total 64 trabajadores de los tres CENDI del estado de Querétaro, de los cuales 6 son hombres (9.4%) y 58 son mujeres (90.6%). El 60.9% de los trabajadores son mayores de 40 años; siendo los rangos de edad predominantes de 40 a 49 años (29.7%) y de 50 a 59 años (23.4%), con un promedio general de 42 años (± 11.9 , min 21-max 67). De las mujeres, el rango de edad predominante es de 40 a 49 años (27.5%), seguido de los rangos de edad de 20 a 29 años y de



50 a 59 años (24.1% cada uno). De los hombres el 50% se encuentran en el rango de edad de 40 a 49 años.

El estado civil predominante fue casado con 45.3% (29). En cuanto a escolaridad, el 39.1% cuenta con educación universitaria, seguido de 37.5% con bachillerato, 21.9% secundaria y 1.6% primaria.

La antigüedad en el lugar de trabajo abarca un rango de 3 meses a 32 años, siendo el rango de mayor frecuencia de 0 a 5 años (42.2%) seguido de 21 a 25 años (21.9%), con un promedio general de 12.4 años de laborar en la institución. Las mujeres trabajadoras cubren un rango de 3 meses a 32 años y los hombres de 2 a 24 años.

En cuanto al puesto de trabajo, el 59.4% son administrativos, seguido del 21.9% auxiliares educativos, 15.6% docentes y el 3.1% directivos. El 82.8% cuenta con nombramiento de plaza base, y el resto se encuentra con contratos provisionales, es decir, como interinos. El personal interino, está conformado en 90.9% por mujeres, 54.4% son auxiliares educativas, en un rango de edad mayoritario de 20 a 29 años (54.4%) y con un tiempo de laborar en la institución menor a 5 años (90.9%).

La totalidad de los trabajadores labora en horario matutino, completando un total de 35 horas laborales a la semana. En cuanto al tiempo de traslado al trabajo, el 46.9% le toma menos de 30 minutos, el 42.2% de 30 minutos a una hora y el 10.9% más de una hora.

Se preguntó a los trabajadores sobre las enfermedades que padecían actualmente encontrando que el 59.4% refiere ningún

diagnóstico al momento del estudio, el 20.3% refiere tener sobrepeso, 4.7% obesidad, 3.1% hipertensión arterial (HTA) y 1.6% diabetes mellitus (DM). De los trabajadores con sobrepeso, el 100% son mujeres, así como con hipertensión arterial. En otro estudio realizado en un grupo de maestros de educación básica de México se reporta de igual forma a la DM (2%) y la HTA (13%) como parte de las patologías que afectan a los trabajadores del área educativa (Robalino y Corner, 2004).

En cuanto al diagnóstico por índice de masa corporal se encontró que el 45.3% de los trabajadores tienen sobrepeso, de los cuales el 96.5% es mujer; en cuanto a obesidad grado I y II se obtuvo el 15.6% y 10.9% respectivamente, siendo igualmente en su mayoría mujeres con 80% y 100% respectivamente. Es de llamar la atención que 36.4% no realizaba algún tipo de actividad física. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Cerecero (2009), en un estudio a trabajadores universitarios, en donde la incidencia global de sobrepeso y obesidad fue de 72%.

En cuanto a grasa corporal, más de la mitad de los trabajadores presentaron grasa corporal muy elevada para su edad y sexo (51.6%). Esta condición se encontró en mayor proporción en mujeres (82.7%) que en hombres (50%). Con lo que respecta a la relación cintura cadera y su clasificación en cuanto al riesgo cardiovascular, el 50% de los trabajadores se encontraron en el nivel de alto riesgo, de los cuales el 100% son del sexo femenino. El 100% de los hombres



se encontraron en un riesgo cardiovascular bajo o muy bajo.

En cuanto al cuestionario de perfil de estilos de vida, se clasificaron los resultados en saludable y no saludable, encontrando a nivel general que el 70.3% de los trabajadores perciben tener un estilo de vida saludable, siendo 70.6% de las mujeres y 66.6% de los hombres que se perciben saludables.

Se encontró que en la dimensión en donde se encuentra mayor percepción de salud son nutrición con 56.4% (50% hombres, 56.8% mujeres), manejo del estrés con 53.1% (66.6% hombres, 51.7% mujeres), soporte interpersonal con 82.8% (66.6% hombres, 84.4% mujeres) y autoactualización con 92.2% (100% hombres, 91.3% mujeres). Las dimensiones en donde los trabajadores se percibieron como no saludables, fueron ejercicio (57.8%; 50% hombres, 58.6% mujeres) y responsabilidad en salud (62.5%; 66.6% hombres, 62% mujeres). Lo anterior concuerda con lo encontrado por la OPS, en donde se encontró que el sedentarismo era la causa principal para el incremento en la mortalidad por enfermedades coronarias.

La segunda causa de muerte en el país es por enfermedad coronaria. Se sabe que llevar un estilo de vida no saludable (fumar, llevar una alimentación rica en grasas y realizar poco ejercicio físico), así como la presencia de factores psicosociales (estrés, depresión y hostilidad), influyen en el desarrollo de dicho padecimiento (Rozanski, Blumenthal, David-son, Saab y Kubzansky, 2005).

CONCLUSIONES

Los datos encontrados muestran que la población de trabajadores en los CENDIs presenta un estilo de vida poco saludable, ya que, aunque ellos se perciben como saludables, la presencia de sobrepeso y obesidad se iguala a a la nacional (71.2%), lo cual les ubica en un riesgo elevado de padecer alguna enfermedad cardiovascular; causa principal de mortalidad en el país.

LITERATURA CITADA

- Cerecero,P; Hernandez, B; Aguirre, D; Valdés, R; Huitrón, G. Estilos de vida asociados al riesgo cardiovascular global en trabajadores universitarios del Estado de México. Salud Pública Mex 2009; 51: 465-473.
- Gamarra-Sánchez, ME; Rivera-Tejeda, HS; Alcalde-Giove, ME; Cabellos-Vargas,D. 2010. Estilo de vida, autoestima y apoyo social en estudiantes de enfermería. UCV - Scientia 2(2), pp. 73-81.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, I. Romero-Martínez, M., Hernández-Ávila, M., (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX).
- Organización Mundial de la Salud (1948). Constitución de la Organización Mundial de la Salud [Documento en línea]. Disponible: http://www.who.int/gb/bd/PDF/bd46/s-bd46_p2.pdf
- Organización mundial de la salud 2002. El período de vida sana puede prolongarse entre cinco y diez años, según la OMS. [acceso 1 de abril 2019]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/pr84/es/>.
- Organización Mundial de la Salud (2010). Entornos laborales saludables: fundamentos y



modelos de la OMS: contextualización, prácticas y literatura de soporte.

Organización Panamericana de la Salud. 2017. Salud en las Américas+, edición del 2017. Resumen: panorama regional y perfiles de país. Washington, D.C.: OPS.

Robalino, M. & Corner, A. (2004). Condiciones de Trabajo y salud docente. Otras dimensiones del desempeño docente. Estudios de casos en Argentina, Chile, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Santiago, Chile: UNESCO. Oficina Regional de Educación para América Latina y El Caribe.

Rozanski, A., Blumenthal, J.A., Davidson, K.W., Saab, P.G. y Kubzansky, L. (2005). The epidemiology, pathophysiology and management of psychosocial risk factors in cardiac practice: The emerging field of behavioral cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*, 45, 637-651

Soto-Estrada G, Moreno-Altamirano L, Pabua-Díaz D. 2016. Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Rev Fac Med UNAM*. 59 (6), pp. 8-22.



CONOCIMIENTO SOBRE UNA ALIMENTACIÓN ADECUADA Y SU IMPACTO EN LA SALUD EN ESCOLARES

Jiménez-Sánchez, X.Y., Elton-Puente J.E.

Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana

INTRODUCCIÓN

Las fuentes para obtener conocimiento en alimentación son diversas, como el entorno familiar, los medios de comunicación y la escuela por mencionar algunas (Macías AI. et al., 2012).

En el marco de la educación pública en México, a nivel básico, la educación de nutrición y alimentación que reciben los niños se realiza con un enfoque académico y no para la formación de hábitos alimentarios saludables (Muñoz JM. y Maldonado T., 2013).

No obstante, dentro de los *aprendizajes esperados* del campo de formación de “Ciencias Naturales y Tecnología”, en el modelo educativo vigente (Secretaría de Educación Pública, 2018), si se considera que el estudiantado alcance el desarrollo de conductas saludables.

Resulta oportuno entonces medir la percepción, comprensión y aprendizajes obtenidos por los alumnos de educación básica en México, para corroborar el cumplimiento de este objetivo.

Los estudios disponibles en la actualidad que valoran los conocimientos de alimentación infantil, en su mayoría están dirigidos hacia los padres (Ruiz M. et al., 2016). Los estudios que miden los conocimientos sobre alimentación en los niños (Asakura K. et al., 2017; Gower J. R. et al., 2010; Martínez JM. et al., 1998;

Melvin H. et al., 2017) concluyen que los conocimientos sobre alimentación en los escolares son inadecuados.

En este sentido se requiere de datos sobre el nivel de conocimientos en escolares, para detectar áreas de oportunidad para futuras intervenciones educativas en temas de alimentación y nutrición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo que incluyó el diseño, validación y prueba piloto de un cuestionario para identificar los conocimientos básicos de nutrición y alimentación en escolares.

El cuestionario que se diseñó se basó en los instrumentos validados de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “*Conocimientos, Actitudes y Prácticas para escolares*” y “*Alimentación basada en la guía alimentaria*” (Fautsch Y. y Glasauer P., 2014). Se empleó la versión en español y se adaptaron las preguntas a la guía alimentaria oficial de México, “*El plato de bien comer*”, incluido en la NOM-043-SSA2-2012.

El número inicial de ítems fue de 17 posterior a la prueba piloto se redujo a 13. Las preguntas del cuestionario fueron cerradas, las cuales contenían entre cuatro y siete opciones de respuesta.



Los conceptos que se relacionan con una alimentación correcta, se tomaron en base a la NOM-043-SSA2-2012, y de acuerdo a los contenidos de los libros de texto gratuitos de la SEP (SEP, 2018).

Se establecieron 3 categorías: conocimientos insuficientes (de 0 a 20 puntos), conocimientos suficientes (de 21 a 26 puntos) y conocimientos óptimos (≥ 27 puntos).

El cuestionario se sometió a prueba con un comité de expertos para la validación de contenido, dicho comité estuvo conformado por cinco investigadores relacionados con el estudio de nutrición comunitaria, nutrición pediátrica, psicología y salud pública.

La validez de contenido se calculó mediante el estadístico V de Aiken el cual se aplicó para cada uno de los ítems, como para la sección en general, tomando como válidos los resultados mayores a 0.6 (Escrura LM., 1988).

Se realizó una prueba piloto (pretest) con 30 niños (18 niños y 12 niñas) que cumplieron con características similares a la muestra. Se analizó la claridad de las preguntas, la duración de la entrevista y las dificultades para responder de manera adecuada.

La aplicación del instrumento se realizó en tres escuelas públicas del municipio de Querétaro ubicadas en distintas zonas escolares.

Las entrevistas se realizaron de manera individual y tuvieron una duración promedio de 4 minutos.

Para el análisis descriptivo se realizaron cuadros de frecuencia de respuesta para todos los ítems y para el puntaje total, además se hicieron correlaciones de

Pearson con las variables de edad, sexo y grado escolar. Utilizando el software SPSS versión 25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra total fue de 228 niños de entre 7 y 12 años, 52% eran niños y 48% niñas, la media de edad fue de 9.46 ± 1.2 años. Cerca de la mitad eran los hijos menores (42%), 28% eran los primogénitos, 14% eran hijos únicos, 13% tenían dos hermanos mayores o menores y tan solo 3% pertenecían a familias de 4 hijos o más.

El puntaje total obtenido por los niños resultó de la siguiente manera: 36% obtuvieron un puntaje de conocimientos insuficientes, 50% de conocimientos suficientes y 14% de conocimientos óptimos.

La primera pregunta se refirió a los efectos que tiene el no desayunar antes de ir a la escuela y en general (87%) los niños sí identifican las consecuencias de esto. Los niños, en cuanto a esta pregunta mencionaron lo siguiente: “*dolor de cabeza o de estómago*”, 27%; “*se pueden desmayar*”, 22%; “*se pueden enfermar*”, 11%; “*tienen hambre*”, 10%; “*les da sueño*”, 7% y 10% refieren consecuencias en la clase como, “*no pueden estudiar bien*” o “*no se concentran*”.

Se les pidió a los niños que mencionaran tres alimentos que consideran como “comida chatarra”. Las frituras, papitas o churros son los más identificados (89%), seguido por la comida rápida (79%), los refrescos y jugos (56%), los dulces (51%) y los productos menos identificados fueron los productos de repostería como pastelillos, galletas o



pasteles (9%), es probable que no sean identificados como comida chatarra por el consumo habitual que se tiene de estos productos.

La mayoría reconoce las consecuencias de comer muchos dulces, y la respuesta más frecuente fue la de problemas dentales (62%) con frases como “*salen caries*”, “*se caen las muelas*” o “*se pican los dientes*”; 14% mencionaron que este consumo causa enfermedades; 12% lo asocia con dolor de estómago; 8% refiere que la consecuencia de este consumo es el aumento de peso, y el resto (4%) no supo responder.

Se pudo observar que son pocos los niños que reconocen la relación de la alimentación con las enfermedades crónicas, el 29% asocia simplemente sintomatologías agudas como el dolor de estómago; 14% identifica la diabetes; sólo el 12% identifica el sobrepeso y la obesidad, 10% mencionaron enfermedades como el cáncer, enfermedades de riñones o corazón; 2% mencionó la desnutrición y 33% no sabe las enfermedades causadas por una mala alimentación.

Al momento de preguntar específicamente sobre la obesidad, 34% de los niños la reconoce como el exceso de peso de una persona, 25% menciona que sucede cuando las personas “*comen mucho*”, 7% refiere que sucede por una mala alimentación, con frases como, “*comer alimentos que no son buenos*”, “*comer mal*” o “*comer mucha comida chatarra*”; tan solo el 3% la identifica como una enfermedad y otro 3% mencionó que es cuando hay un exceso

de grasa en el cuerpo, sin embargo 27% no sabe que es.

Posteriormente se les preguntó a los niños como supieron esa información y poco más de la mitad lo supo de su casa (51%), 38% de la escuela y 11% lo vieron en televisión o Internet.

La siguiente pregunta fue, “*¿Cómo las personas pueden evitar tener obesidad?*”, a lo que los niños respondieron, “*comer saludable*” (40%); “*no comer comida chatarra o alimentos no nutritivos*” (22%); “*haciendo ejercicio*” (17%); “*comer frutas y verduras*” (11%) y “*comer menos*” (10%).

El 15% de los niños no identifican el uso del “Plato del bien comer”, del resto únicamente 13% logran reconocer que es una guía que tiene grupos de alimentos, los demás mencionan que sirve para que “*la gente coma sano*” (46%) y para “*tener una dieta balanceada*” (26%). Únicamente 36% distingue que son tres grupos de alimentos los que lo conforman. El grupo más identificado es el de “*frutas y verduras*” (46%), seguido por el de “*cereales y tubérculos*” (28%), y al que menos identifican es el de “*alimentos de origen animal y leguminosas*” (26%). Posteriormente se les mencionaron los grupos de alimentos y se les pidió que indicaran 3 alimentos de cada uno, el 93% de los niños reconoce las frutas, sin embargo, las verduras no, de los niños encuestados, 79% pudieron mencionar 3 verduras. Del grupo de “*alimentos de origen animal*”, más de la mitad (75%) mencionaron 3 alimentos. Donde se tiene el mayor problema es en el grupo de “*cereales*” y



“leguminosas”, del primero, solamente 62 niños (27%) pudieron mencionar 3 cereales correctamente y del segundo únicamente 22 (9%).

Uno de los bloques de preguntas, tenía la finalidad de examinar si los niños reconocen los nutrimentos y las funciones de éstos en los alimentos de los grupos de “frutas y verduras” y “leguminosas”, en donde se pudo observar que más de la mitad de los niños (55%) no logra reconocer porque son buenas las “frutas y las verduras” más allá del concepto abstracto de “*son saludables*” o “*nos hacen bien*”. El 15% reconoce que ayudan al crecimiento de los niños, 12% mencionan que sirven para mejorar las defensas y no enfermarse, 10% identifican que contienen vitaminas y minerales, 7% que contienen energía y 1% mencionó que ayudan a mejorar la digestión.

En cuanto a las leguminosas, 88% no sabe por qué es bueno o necesario comer leguminosas, 5% mencionó que ayudan al crecimiento, 3% identifica que son fuente de proteínas y 2% que tienen energía.

La última pregunta versaba sobre el conocimiento de las recomendaciones que da el plato del Bien Comer para su uso y 82% de los niños, no las conoce, únicamente 12% mencionó que el plato indica con colores las cantidades que debemos consumir de cada grupo, y 5% identifica que se deben incluir un alimento de cada grupo en las comidas y que se deben variar los alimentos que se consumen.

Como se mencionó anteriormente las preguntas fueron guiadas en base a los

temas relacionados con la alimentación y nutrición de los libros de texto de la SEP, de la asignatura de “Ciencias naturales y tecnología”.

En un estudio previo se analizaron los mensajes relacionados con la nutrición, contenidos en estos libros de nivel primaria en México, al igual que las sugerencias pedagógicas para los docentes, que sirven de apoyo para abordar estos temas (facilitadas por la SEP), y se concluyó que los mensajes no contienen los elementos suficientes para contrarrestar el consumo de alimentos y bebidas altamente calóricas y poco nutritivas, además, las recomendaciones incluidas en los libros no consideran la complejidad de los alimentos y sus efectos en la salud. Por otra parte, las orientaciones didácticas propuestas para los maestros son pasivas y conceptuales y no promueven la formación de hábitos saludables (Muñoz JM. y Maldonado T., 2013).

Dichos temas son abordados por los docentes en alrededor de 3 sesiones durante el ciclo escolar. Por lo que se puede pensar que además de los contenidos deficientes en los libros de texto, es muy poco el tiempo que se dedica a esta área. Y los resultados obtenidos del nivel de conocimiento de los niños encuestados, reflejan esta situación.

Son diversos los autores que han medido los conocimientos de los niños antes de una intervención educativa y la mayoría logra un incremento del nivel de conocimientos después de la intervención (Benítez- Guerrero V. et al., 2016; Bernal-Becerril ML. et al., 2010;



Melvin H. et al., 2017; Salazar-Coronel A. et al., 2012;).

Las *Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana*, mencionan que los principales actores involucrados en la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades, son los médicos, enfermeras, nutriólogos y promotores de la salud (Bonvecchio A. et al., 2015). Por lo que se puede pensar que la formación de hábitos de alimentación saludables dentro de la escuela no es parte de las tareas del docente, y que son necesarias intervenciones extra curriculares que refuercen los temas de alimentación y nutrición en escolares.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta el panorama actual en salud infantil, es pertinente contar con más estudios que valoren e identifiquen los conocimientos adquiridos por los niños escolares, y con esta información poder generar nuevas propuestas educativas más efectivas en la construcción de hábitos alimentarios saludables.

LITERATURA CITADA

Asakura K, et al., Relationship between nutrition knowledge and dietary intake among primary school children in Japan: Combined effect of children's and their guardians' knowledge. *Journal of Epidemiology*. 2017; 1-9

Benítez Guerrero V. et al. (2016). Intervención educativa en el estado nutricional y conocimiento sobre alimentación y actividad

física en escolares. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc.*, 24(1), 37-43.

Bernal Becerril M., Ponce G., Sotomayor S., y Carmona B. (2012). Impacto de una intervención educativa en escolares y madres de familia para la disminución de sobrepeso. *Enfermería Neurológica*, 11(2), 63-67.

Bonvecchio A., Fernández-Gaxiola, A., Plazas, M., Kaufer-Horwitz, M., Pérez, A. y Rivera, JA. (2015). Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. *Intersistemas, S.A de C.V*, Macías A., Gordillo L., y Camacho E. (2012). Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud. *Revista Chilena De Nutrición*, 39(3), 40-43.

Martínez Nieto JM, Rguez. Martín A, Ruiz Jiménez MA, Díaz Vázquez MC, Rendón Gómez MA, Cano Fernández C y Chocrón González Y. Nivel de conocimientos sobre alimentación/nutrición en adolescentes escolarizados de Cádiz. *Aten Primaria* 1998;22(1): 33-8

Ruiz M, Torres A, Lara C, Torres F, Rodríguez A, Parra-Flores J. Estado nutricional de escolares de 4.º año de enseñanza básica y su relación con el ingreso económico, conocimiento en alimentación saludable, nutrición y percepción de sus madres. *Perspect Nutr Humana*. 2016; 18:143-53

Suárez J, Navarro F, Serra L, Armas A, Aranceta J. Nivel de conocimientos, actitudes y hábitos sobre alimentación y nutrición en escolares de las Palmas de Gran Canaria. *Rev Esp Nutr Comun*. 2002;8(1-2):7-18.

Secretaría de Educación Pública, (2018). Disponible en: <https://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/pri-m-ae-explora-ciencias-naturales-tecnologia6.html> [Consultado el 27/02/19]

Gower J. R., et al., Validity and Reliability of a Nutrition Knowledge Survey for Assessment in Elementary School Children. *Journal of the American Dietetic Association*. 2010; 110(3): 452-456.



EFECTO PREVENTIVO DE UNA INFUSIÓN DE CHAYA SOBRE UN MODELO *IN VIVO* DE LESIONES PRE- NEOPLÁSICAS DE COLON

Kuri-García A^{1,3}, Mejía C¹, Ferríz-Martínez RA¹, García-Solís P², García-Gasca T¹, Chávez-Servín JL¹.

¹ Departamento de Biología Celular y Molecular, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México. ² Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro, México. ³ Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México

INTRODUCCIÓN

Uno de los modelos más importantes para inducir focos de criptas aberrantes (FCA), las lesiones precursoras de la carcinogénesis colorectal (CCR), utiliza una combinación de azoximetano (AOM) con el agente inflamatorio sulfato de dextrano sódico (DSS)¹. Los estudios en ratas han revelado que las lesiones inducidas por AOM / DSS tienen características muy similares a las de la carcinogénesis del colon humano, incluso a nivel molecular. En el modelo inducido por AOM, el CCR se inicia con la desregulación de la vía de señalización APC / β -catenina, lo que lleva a la β -catenina a translocarse al núcleo². La inflamación es otro componente crítico de la progresión de la lesión pre-maligna. Los CCR se originan en sitios de inflamación crónica, por lo que este modelo también aumenta el nivel de enzimas involucradas en el metabolismo y la síntesis de prostaglandinas, como la ciclooxigenasa 2 (COX-2) y NF- κ B^{3,4}. Una variedad de compuestos vegetales naturales, como los ácidos fenólicos, pueden prevenir la formación de lesiones pre-malignas que conducen a CCR⁵. El potencial botánico de los productos de

flora en todo el mundo ofrece amplias oportunidades para encontrar y evaluar nuevas fuentes ricas en compuestos bioactivos funcionales⁶, como la planta *Cnidioscolus aconitifolius* (CA), comúnmente conocida como chaya. Se utiliza tradicionalmente como infusión⁷. Los principales compuestos que se han reportado en la infusión de CA son los compuestos fenólicos, posiblemente la razón de sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias⁸. Un rango de evidencia apoya la teoría de que los ácidos fenólicos tienen propiedades para combatir el cáncer. Aunque sus mecanismos aún no se comprenden completamente, estos pueden incluir la eliminación de radicales libres, la inducción de enzimas involucradas en el metabolismo de los xenobióticos, la regulación de la expresión génica, la modulación de las vías de señalización celular, incluidas aquellas involucradas en la reparación de daños en el ADN, la proliferación celular, la apoptosis y metástasis⁹. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto quimiopreventivo de la infusión de CA en lesiones pre-malignas de colon inducidas por AOM / DSS en ratas.



MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y preparación del extracto acuoso de CA

Las hojas frescas de CA se recolectaron en el período primavera-verano, de una planta cultivada previamente identificada por un especialista del Herbario Jerzy Rzedowski (Vale No. 8210). Se preparó un extracto acuoso a partir de hojas secas en forma de infusión, de la siguiente manera: se hirvieron 10 g de hojas secas en polvo en 1000 ml de agua potable durante 5 minutos, luego se filtraron en poros de 0.5 mm. La concentración del extracto se eligió en función del consumo humano de infusiones de hierbas en aproximadamente el 1% o 1250 mg de DM por kg¹⁰. El extracto se hirvió para eliminar la presencia del glucósido cianogénico presente en la hoja¹¹.

Animales y tratamiento

Cuarenta y ocho ratas Sprague Dawley macho (~145 ± 5 g) se obtuvieron del Instituto de Neurobiología de la UNAM en Juriquilla, México. Los animales se mantuvieron con alimentos y bebidas ad libitum, en un ciclo circadiano de 12 h de luz y 12 h de oscuridad aproximadamente a 25 °C. El cuidado y tratamiento de los animales se realizó de acuerdo con los principios descritos en la Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio, publicada por la Academia Nacional de Ciencias y aprobada por el Comité de Bioética de nuestro departamento (23-IFCN2016). Después de una semana de aclimatación, las ratas se colocaron al azar en cuatro grupos (n = 12): 1) Control (dieta basal + agua); 2) CA (dieta basal + infusión de

CA); 3) AOM / DSS (dieta basal + agua + AOM / DSS) AOM se administró mediante inyección subcutánea de 10 mg / kg de peso corporal (AOM disuelta en 0.5 ml de solución salina fisiológica al 0.9%) en las semanas 2 y 3 del experimento, seguidos por 7 días de 2% de DSS en el agua para beber diaria como promotor; y 4) AOM / DSS + CA (dieta basal + infusión de CA + AOM / DSS). La mitad de los animales se sacrificaron después de 16 semanas (etapa subcrónica) y el resto después de 32 semanas (etapa crónica). Después del sacrificio por decapitación, se diseccionaron el colon, el hígado y los riñones y se fijaron en formalina tamponada al 10%. La clasificación de la lesión fue realizada por un patólogo veterinario.

Análisis de los focos de criptas aberrantes

Se tomó el colon distal, se lavó en solución salina fisiológica, se abrió longitudinalmente, se cortó en dos partes (aproximadamente 4 cm cada una) y se fijó en formalina tamponada al 10% durante al menos 24 h. Después de la fijación, el colon se tiñó con un 0.2% de azul de metileno y se examinó bajo un microscopio a bajo aumento (10 X). FCA se distinguió utilizando el método de Bird¹².

Análisis histopatología

Los tejidos se deshidrataron y se incluyeron en bloques de parafina utilizando un Histoquinete (Leica TP1020, Leica Camera AG, Wetzlar, Alemania). Se cortaron secciones de 5 µm de espesor de cada bloque y se montaron en portaobjetos recubiertos de



gelatina en agua caliente. Los tejidos se rehidrataron y se tiñeron con H&E, luego se deshidrataron nuevamente usando concentraciones decrecientes de alcohol y se sellaron con una solución de Entellan y un cubreobjetos. Los análisis se realizaron con un microscopio (Zeiss Axio Vert-A1, Carl Zeiss Inc., Oberkochen, Alemania) a 10X y 40X aumentos basados en la morfología de los tejidos normales de colon, riñón y hígado.

Análisis inmunohistoquímicos

Se cortaron secciones de tejido de 7 μm de espesor y se montaron en portaobjetos con carga positiva (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, EE. UU.). Para desenmascarar los epítomos, las muestras se colocaron en un baño de agua a 97 ° C durante 20 minutos en una solución de ácido cítrico 10 mM, pH 6.0. Las peroxidasa endógenas se inactivaron con H₂O₂ al 2% durante 30 minutos en solución salina tamponada con fosfato con Tween 20 al 0.1% (PBST). El bloqueo se realizó con suero de caballo al 5% en PBST durante 1 hora y se incubó con anticuerpos primarios durante 16 horas a 18°C. El anticuerpo secundario se añadió y se incubó durante 2 horas a 18 ° C. La tinción se logró usando DAB 1:8000 P/v y H₂O₂ 1:2500 en PBS y la reacción se detuvo usando ddH₂O. Se usó hematoxilina como agente de contraste; Las muestras fueron deshidratadas y montadas para observación bajo un microscopio. Se obtuvieron microfotografías y se realizó un análisis de densitometría óptica utilizando el software Image J® (v.1.5, Institutos Nacionales de la Salud,

Bethesda, Rockville, MD, EE. UU.). Los datos se informaron como unidades arbitrarias \pm SD.

Análisis estadístico

Se utilizó una ANOVA de una vía para comparar los resultados entre los diferentes grupos de animales, seguido de la prueba post hoc de Dunnett ($p < 0.05$). Los análisis se realizaron utilizando IBM SPSS Statistics para Windows (Versión 23.0, IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la quimioprevención, varios autores han encontrado que los compuestos aislados de extractos de plantas tienen el potencial de inhibir la carcinogénesis de colon⁹, pero en este estudio el énfasis está en las estrategias dietéticas, aumentando la cantidad de fitoquímicos de la dieta.

El aumento de peso en ratas tratadas con CA, AOM / DSS y AOM / DSS + CA no mostró diferencias en comparación con el grupo control, en cualquiera de las etapas subcrónica (340.1 \pm 88.7 g) o crónica (405.9 \pm 89.9 g). Sin embargo, en ambas etapas, el grupo AOM / DSS + CA mostró una disminución en la ingesta de alimentos con respecto al grupo de control (25.9 \pm 1.5 vs. 23.7 \pm 2.5 g / día; 25.5 \pm 1.3 contra 23.5 \pm 1.6 g / día). En la etapa crónica, los grupos CA y AOM / DSS + CA mostraron una mayor ingesta de bebidas en comparación con el grupo control (49.1 \pm 8.3 y 49.5 \pm 8.6 vs. 42.8 \pm 5.4 ml por día) respectivamente.

La ingesta regular de infusión de CA durante 16 semanas redujo la formación de FCA en el colon en un 29.5% (14.6 \pm 3.8 frente a 10.3 \pm 4.1 AFC; $p = 0.0444$)



y durante 32 semanas se redujo en un 64.6% (22.0 ± 5.1 frente a 7.8 ± 1.9 AFC; $p = 0.0002$), en comparación con el grupo AOM / DSS. Además, el análisis de la multiplicidad de criptas indica que CA también disminuyó la hiperproliferación de FCA. Los efectos beneficiosos de otras infusiones de plantas tienen encontrado, por ejemplo, la infusión de Ku-jin inhibió significativamente la formación de FCA en el colon inducida por AOM, lo que sugiere que el extracto de Ku-jin también puede tener un efecto quimiopreventivo, al menos en la etapa inicial de CCR, al modular las respuestas inmunitarias e inflamatorias¹³. Otro ejemplo, la infusión de salvia, redujo la cantidad de FCA que se formó, pero solo si se administra antes de la inyección de AOM, lo que demuestra que el consumo de té de salvia tiene un efecto quimiopreventivo en el CCR. El efecto puede atribuirse, al menos en parte, a la protección del ADN y la reducción de las tasas de proliferación de las células epiteliales del colon que previenen las mutaciones y su fijación a través de la replicación celular¹⁴. Otras infusiones, como el té negro, el té verde, las infusiones de mango y los extractos de vino, han demostrado proteger contra las lesiones de colon preneoplásicas inducidas por AOM en ratas^{15,16}.

El AOM / DSS produjo alteraciones histológicas significativas de la mucosa colónica, incluida la infiltración de células inflamatorias en la lámina propia y la pérdida de criptas. El tratamiento con CA fue capaz de reducir la frecuencia de las lesiones inducidas por AOM / DSS en

comparación con el grupo control. Además, se observaron cambios en el parénquima hepático en todos los animales tratados con AOM / DSS; los cambios consistieron en un efecto tóxico que conllevó degeneración grasa multifocal, la bilis conduce la hiperplasia y la fibrosis. También se observó un considerable pleomorfismo de hepatocitos con tamaño variable de núcleos y numerosas células binucleadas. Las vías del portal contenían pequeños infiltrados de linfocitos de apariencia normal y se presentó congestión. También se observaron lesiones de tejido renal en los animales tratados, como inflamación y congestión de los glomérulos, lo que resultó en una reducción de la cápsula de Bowman, como resultado de un daño tóxico produciendo glomerulonefritis. No se observó daño histopatológico ni en el grupo control ni en el grupo CA. De hecho, Akachukwu et al.¹⁷, mencionan que un extracto de hoja acuoso de CA tuvo baja toxicidad en altas concentraciones (20%), y en este estudio se utilizó una concentración al 1%. Por otro lado, las ratas inducidas por AOM / DSS mostraron un alto proceso de alteración y pérdida de la arquitectura del tejido en el hígado, riñón y colon, que disminuyó con la infusión, aunque no se confirmaron lesiones neoplásicas. Los cambios en el tejido hepático consistieron en efectos tóxicos, como lo mencionaron Abdella et al.¹⁸. Las lesiones observadas en el tejido renal coinciden con Mahmoud et al.¹⁹, quienes confirmaron el daño renal inducido por la administración de AOM que



disminuye con la administración de otro extracto de planta. En el colon, se encontró que el efecto de AOM / DSS induce inflamación y FCA que generan pérdida en la arquitectura del tejido. La administración de CA redujo las lesiones pre-malignas y restauró parcialmente la arquitectura tisular de acuerdo con otros estudios que informaron los efectos de lucha pre-maligna de diversos extractos de plantas²⁰.

Varios estudios se han centrado en dilucidar las vías de señalización activadas por los compuestos fenólicos presentes en extractos de plantas, donde se ha observado que los fenoles individuales de diferentes fuentes comparten algunos mecanismos de acción sobre la proliferación celular y los mecanismos antiinflamatorios, siendo estos los principales mecanismos analizados en el presente estudio²¹.

Los ensayos inmunohistoquímicos de estadio subcrónico mostraron un aumento de la expresión en el tejido del colon, particularmente en el epitelio glandular de β -catenina, PCNA, COX-2, NF- κ B, y no hay cambios en la caspasa-3 con respecto al control grupo. En la etapa crónica, esos cambios indican un aumento en las lesiones observadas previamente. El tratamiento con CA interactuó para disminuir la expresión de estas proteínas pro-cancerosas en tejidos de colon de ratas inducidas con AOM / DSS.

Se conoce que β -catenina se considera un biomarcador de lesiones pre-malignas de colon²². El grupo AOM / DSS en ambas etapas mostró un aumento significativo en la expresión de β -catenina con

respecto al grupo de control. La desregulación de la señalización de Wnt / β -catenina da como resultado una mayor concentración de la β -catenina²³. Además, el aumento de PCNA en el modelo AOM / DSS debido a PCNA es una proteína auxiliar del ADN polimerasa- δ y los niveles altos de su expresión se correlacionan con la proliferación celular, según lo informado por Velmurugan et al.²⁴ con tratamiento con silibinina. Además, se evaluó el NF- κ B debido a su papel clave en muchos procesos fisiológicos, como las respuestas inmunes innatas y adaptativas, la proliferación celular y la inflamación²⁵. La regulación aberrante de NF- κ B y las vías de señalización que controlan su actividad están implicadas en el desarrollo pre-neoplásico. Sharma et al.²⁶ encontraron un aumento en la expresión de NF- κ B en tejido de colon de ratas administradas con DMH en comparación con ratas de control. Además, Abdella et al.¹⁸ encontraron una disminución significativa de la expresión de NF- κ B en ratones administrados con AOM, evaluando los niveles de proteína COX-2 para determinar el impacto sobre la regulación en la producción de PGE2 y por lo tanto, la inflamación y la proliferación celular⁴.

CONCLUSIONES

En resumen, nuestros datos sugieren que el tratamiento con CA tiene efectos preventivos contra las lesiones de colon pre-malignas inducidas por AOM / DSS en ratas en el nivel de promoción, inhibiendo la proliferación celular y la inflamación de las lesiones de colon a través de la disminución de β -catenina a



largo plazo. Se observó una reducción de COX-2 a largo plazo, además de una alta expresión de NF- κ B. De manera similar, ofrece un efecto protector en las lesiones inducidas por AOM en el hígado y el riñón. Por lo tanto, se puede considerar que la infusión de CA tiene un gran potencial como posible agente dietético preventivo contra FCA y el proceso inflamatorio. Se necesitan más estudios para comprender los mecanismos por los cuales la infusión de CA afecta la formación de FCA y para explorar nuevos efectos sobre otras enfermedades asociadas con la inflamación.

LITERATURA CITADA

1. De Robertis M, Massi E, Poeta ML, Carotti S, Morini S, Cecchetelli L, Signori E, Fazio VM. The AOM/DSS murine model for the study of colon carcinogenesis: From pathways to diagnosis and therapy studies. *J Carcinog. Medknow Publications and Media Pvt. Ltd.*; 2011 Mar 24;10(1):9. PMID: 21483655
2. Takahashi M, Wakabayashi K. Gene mutations and altered gene expression in azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rodents. *Cancer Sci. Wiley/Blackwell* (10.1111); 2004 Jun 1;95(6):475–480.
3. Orlando FA, Tan D, Baltodano JD, Khoury T, Gibbs JF, Hassid VJ, Ahmed BH, Alrawi SJ. Aberrant crypt foci as precursors in colorectal cancer progression. *J Surg Oncol. NIH Public Access*; 2008 Sep 1;98(3):207–13. PMID: 18623110
4. Wang D, Dubois RN. The role of COX-2 in intestinal inflammation and colorectal cancer. *Oncogene. NIH Public Access*; 2010 Feb 11;29(6):781–8. PMID: 19946329
5. Pan M-H, Lai C-S, Wu J-C, Ho C-T. Molecular mechanisms for chemoprevention of colorectal cancer by natural dietary compounds. *Mol Nutr Food Res. Wiley-Blackwell*; 2011 Jan 1;55(1):32–45.
6. Moreno-Jimenez MR, Trujillo-Esquivel F, Gallegos-Corona MA, Reynoso-Camacho R, González-Laredo RF, Gallegos-Infante JA, Rocha-Guzmán NE, Ramos-Gomez M. Antioxidant, anti-inflammatory and anticarcinogenic activities of edible red oak (*Quercus* spp.) infusions in rat colon carcinogenesis induced by 1,2-dimethylhydrazine. *Food Chem Toxicol. Pergamon*; 2015 Jun 1;80:144–153.
7. Kuri-García A, Chávez-Servín JL, Guzmán-Maldonado SH. Journal of Medicinal Plants Research Phenolic profile and antioxidant capacity of *Cnidoscopus chayamansa* and *Cnidoscopus aconitifolius*: A review. 2017;11(45):713–727.
8. Ramos-Gomez M, Figueroa-Pérez MG, Guzman-Maldonado H, Loarca-Piña G, Mendoza S, Quezada-Tristán T, Reynoso-Camacho R. Phytochemical Profile, Antioxidant Properties and Hypoglycemic Effect of Chaya (*Cnidoscopus Chayamansa*) in STZ-Induced Diabetic Rats. *J Food Biochem. Wiley/Blackwell* (10.1111); 2017 Feb 1;41(1):e12281.
9. Rosa L, Silva N, Soares N, Monteiro M, Teodoro A. Anticancer Properties of Phenolic Acids in Colon Cancer – A Review. *J Nutr Food Sci. OMICS International*; 2016 Feb 29;06(02):1–7.
10. Jäger S, Beffert M, Hoppe K, Nadberezny D, Frank B, Scheffler A. Preparation of herbal tea as infusion or by maceration at room temperature using mistletoe tea as an example. *Sci Pharm. Österreichische Apotheker-Verlagsgesellschaft, m. b. H.*; 2011;79(1):145–55. PMID: 21617779
11. Jiménez-Aguilar DM, Grusak MA. Evaluation of Minerals, Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity of Mexican, Central American, and African Green Leafy Vegetables. *Plant Foods Hum Nutr. Springer US*; 2015 Dec 21;70(4):357–364.
12. Magnuson BA, Carr I, Bird RP. Ability of aberrant crypt foci characteristics to predict colonic tumor incidence in rats fed cholic acid. *Cancer Res. American Association for Cancer Research*; 1993 Oct 1;53(19):4499–504. PMID: 8402621



13. Bi W, Liu H, Shen J, Zhang L, Li P, Peng B, Cao L, Zhang P, He C, Xiao P. Chemopreventive effects of Ku-jin tea against AOM-induced precancerous colorectal lesions in rats and metabolomic analysis. *Sci Rep. Nature Publishing Group*; 2017 Dec 21;7(1):15893.
14. Pedro DFN, Ramos AA, Lima CF, Baltazar F, Pereira-Wilson C. Colon Cancer Chemoprevention by Sage Tea Drinking: Decreased DNA Damage and Cell Proliferation. *Phyther Res. Wiley-Blackwell*; 2016 Feb 1;30(2):298–305.
15. Caderni G, Bollito E, Elashoff RM, Tessitore L. Colon Cancer Is Induced by a Single Low Dose of Azoxymethane in Fasted-Rerefed Rats. *Nutr Cancer. 1999 Nov*;35(2):137–142. PMID: 10693167
16. Corrales A, Jaramillo G, Rodriguez B, Yahia E, Maldonado M. Mango (*Mangifera indica* cv. Azucar) antiinflammatory and chemopreventive role during colorectal carcinogenesis. *Emirates J Food Agric. 2016*;28(10):704.
17. Akachukwu D, Okafor P, Ibegbulem C. Phytochemical content of *Cnidioscolus aconitifolius* leaves and toxicological effect of its aqueous leaf extract in Wistar rats. *J Investig Biochem. 2014*;3(1):26.
18. Abdella EM, Mahmoud AM, El-Derby AM. Brown seaweeds protect against azoxymethane-induced hepatic repercussions through up-regulation of peroxisome proliferator-activated receptor gamma and attenuation of oxidative stress. *Pharm Biol. Taylor & Francis*; 2016 Nov 6;54(11):2496–2504.
19. Mahmoud AM, El-derby A, Elsayed KNM, Abdella E. Brown Seaweeds Ameliorate Renal Alterations In Mice Treated With The Carcinogen Azoxymethane. *Int J Pharm Pharm Sci. IJPPS*; 2014 Oct 29;6(11):365–369.
20. Sepporta MV, Fuccelli R, Rosignoli P, Ricci G, Servili M, Fabiani R. Oleuropein Prevents Azoxymethane-Induced Colon Crypt Dysplasia and Leukocytes DNA Damage in A/J Mice. *J Med Food. Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA* ; 2016 Oct 1;19(10):983–989.
21. Tanaka T. Colorectal carcinogenesis: Review of human and experimental animal studies. *J Carcinog. 2009*;8:5. PMID: 19332896
22. Amado N, Predes D, Moreno M, Carvalho I, Mendes F, Abreu J, Amado NG, Predes D, Moreno MM, Carvalho IO, Mendes FA, Abreu JG. Flavonoids and Wnt/ β -Catenin Signaling: Potential Role in Colorectal Cancer Therapies. *Int J Mol Sci. Multidisciplinary Digital Publishing Institute*; 2014 Jul 8;15(7):12094–12106.
23. Herbst A, Jurinovic V, Krebs S, Thieme SE, Blum H, Göke B, Kolligs FT. Comprehensive analysis of β -catenin target genes in colorectal carcinoma cell lines with deregulated Wnt/ β -catenin signaling. *BMC Genomics. BioMed Central*; 2014 Jan 28;15:74. PMID: 24467841
24. Velmurugan B, Singh RP, Tyagi A, Agarwal R. Inhibition of azoxymethane-induced colonic aberrant crypt foci formation by silibinin in male Fisher 344 rats. *Cancer Prev Res (Phila). NIH Public Access*; 2008 Oct;1(5):376–84. PMID: 19138982
25. Hassanzadeh P. Colorectal cancer and NF- κ B signaling pathway. *Gastroenterol Hepatol from bed to bench. Shahid Beheshti University of Medical Sciences*; 2011;4(3):127–32. PMID: 24834170
26. Sharma SH, Kumar JS, Chellappan DR, Nagarajan S. Molecular chemoprevention by morin – A plant flavonoid that targets nuclear factor kappa B in experimental colon cancer. *Biomed Pharmacother. Elsevier Masson*; 2018 Apr 1;100:367–373.



IMPORTANCIA DE LA MOVILIZACIÓN DEL GANADO DE ZONAS ENDÉMICAS A ZONAS LIBRES DE GARRAPATA

Lara González, A; Cantó Alarcón, GJ; Milián Suazo, F; Guerrero Solorio, RI; Aguilar Tipacamú, G.; Vega y Murguía, CA.

Maestría en Salud y Producción Sustentable, Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son parásitos endémicos de las regiones tropicales y subtropicales del mundo; causan gran impacto en la producción ganadera bovina pues ocasionan pérdidas económicas como la disminución en las variables productivas. Además, las garrapatas son vectores de agentes infecciosos como *Babesia bovis*, *B. bigemina*, *Anaplasma marginale* entre otros. En México contamos con la campaña contra la garrapata *Boophilus ssp (Rhipicephalus)* para su erradicación en el territorio nacional, así como evitar la infestación o re infestación en zonas declaradas libres, esto está regulado y supervisado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Además, existe la presencia de otras especies de garrapatas que afectan la ganadería nacional como las pertenecientes al género *Amblyomma*, la protección de regiones, estados o zonas libres de *Rhipicephalus* y *Amblyomma* se debería efectuar mediante un estricto control de la movilización de los animales, con el que se prohíba el traslado de animales infestados por garrapata hacia otras zonas del territorio nacional. El objetivo

de trabajo es analizar el papel del ganado procedente del trópico del país en la diseminación de la garrapata y las enfermedades transmitidas por estas en el semidesierto queretano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se dividió en dos partes, la primera se realizó en dos Unidades de Producción Pecuaria (UPP) de bovinos de carne ubicadas en Ezequiel Montes. Se realizó el muestreo a los bovinos que se recibieron en estas unidades durante tres meses, se colectó el mayor número posible de garrapatas de cada individuo, se cuantificó el número de individuos que tenían garrapatas de cada lote, se analizó el género de garrapatas que encontramos en los animales.

A los bovinos que presentaron decaimiento y mal estado en general, se les extrajo sangre directamente de la vena coccígea, el procedimiento se realizó con tubos Vacutainer® con EDTA, con el objeto de realizar pruebas de microhematocrito y frotis sanguíneo. El frotis se fijó con alcohol metílico absoluto por dos minutos y fue teñido con Giemsa al 10% para su observación y diagnóstico a través de microscopía (Rodríguez et al., 1994), con el fin de determinar el estado anémico y la



presencia de *Anaplasma* y/o *Babesia* respectivamente.

Las garrapatas que se recolectaron se llevaron al laboratorio de la facultad. Se lavaron al chorro de agua directo, para retirar cualquier contaminante que tuvieran, después, se dejaron sumergidas en una solución de benzal al 10% durante diez minutos, posteriormente, se enjuagaron con agua para quitar cualquier residuo de benzal, se prosiguió a secar las garrapatas con toallas de papel, una vez secas se colocaron en cajas de Petri, en cada una de estas cajas se colocaron entre diez y quince garrapatas del mismo género, a las cajas se les etiquetó con los siguientes datos, fecha de la colecta, género de la garrapata, el lugar de donde se colectaron y nombre de la persona responsable de estas.

Las cajas Petri se colocaron en una incubadora a una temperatura de entre 25 a 26 C° y una humedad relativa de 80%. Al día quince pos recolección las garrapatas acabaron de ovipositar y fueron retiradas de la caja de petri y sometidas al diagnóstico de hemolinfa, mediante el corte de un artejo de una pata y se realizó un frotis. El frotis se fijó con alcohol metílico absoluto por dos minutos y fue teñido con Giemsa al 10% para su observación y diagnóstico a través de un microscopio óptico (Rodríguez et al., 1994). Los huevos que las garrapatas ovipositaron, se colocaron en viales, a cada vial se le colocó un gramo de huevos. Los viales se etiquetaron con la misma información que se puso en las cajas Petri y se

colocaron de nuevo en la incubadora. Después de 45 días pos recolección de las garrapatas el total las larvas eclosionaron de los huevos y su exoesqueleto se endureció.

A las larvas se les realizó la prueba de resistencia contra piretroides (Flumetrina) y lactonas macrocíclicas (Ivermectina), para determinar si eran resistentes, dicha prueba se realizó en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ.

Algunas larvas fueron enviadas al Centro Nacional de Parasitología, en Cuernavaca, Morelos; para que se realizaran pruebas de resistencia para Lindano, Chlopiriphos, Coumaphos, Diazinon, Flumetrina, Deltrametrina, Cypermetrina, Fipronil y Amitraz.

La segunda parte del estudio se llevó a cabo en la comunidad de Urecho, Querétaro; zona aledaña a las UPP muestreadas, el ganado de esta zona es nativo de la región y pertenece a pequeños productores. Se realizó el muestreo durante dos meses, en el cual, se colectó el mayor número posible de garrapatas de cada individuo, se cuantificó el número de individuos con garrapata, se analizó el género de garrapatas que se encontraron en los individuos, se realizaron pruebas de resistencia como lo ya mencionado anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La frecuencia de animales infestados de garrapatas de las UPP Ezequiel Montes se muestra en el cuadro 1.



Cuadro 1. Porcentaje de animales infestados con garrapatas a la recepción en UPP de Ezequiel Montes durante junio julio y agosto del 2018.

| | Unidad de transporte | Número de animales | Estado de procedencia | Número de animales con garrapata (%) |
|-------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | 1 | 58 | Veracruz | 52 (89.6) |
| | 2 | 62 | Veracruz | 50 (80.6) |
| | 3 | 60 | Chiapas | 51 (85.0) |
| | 4 | 58 | Veracruz | 50 (86.2) |
| | 5 | 62 | Chiapas | 47 (75.8) |
| Total | 5 | 300 | | 250 (83.4) |

El total del ganado del que se obtuvo las garrapatas provenían de regiones tropicales del país, las condiciones climáticas donde estos animales se infestaron son las propicias para que se complete el ciclo de la garrapata y que exista una estabilidad enzoótica como lo mencionan (Mahoney and Ross., 1972, Siap-SAGARPA, 2016).

El principal género de garrapata que se encontró en este estudio fue *Rhipicephalus microplus*, como es conocido, esta garrapata se encuentra distribuida en todo el país con excepción de las altas mesetas del centro y norte del territorio (Estrada-Peña et al., 2006a; Siap-SAGARPA, 2016).

Durante este trabajo se recuperaron también especímenes del género *Amblyomma*, este es considerado el segundo género de mayor importancia en bovinos en el trópico (Almazán et al.

2016). *A. mixtum* se encuentra en todos los estados que comprenden la franja del Golfo de México hasta la península de Yucatán, la región central del país y el Pacífico desde el estado de Nayarit hasta Chiapas (Senasica-SAGARPA, 2012), Nava et al., (2014) determinaron que *A. mixtum* es la especie de garrapata del género *Amblyomma* que parasita normalmente a los bovinos y equinos de las zonas tropicales de México, concordando con lo encontrado en este estudio.

A las garrapatas recolectadas del género *Rhipicephalus*, se les realizó la prueba de resistencia a Flumetrina por el método de paquete de larvas resultando en el 100% de supervivencia. Para Ivermectina se realizó prueba de inmersión de larvas modificada, los resultados se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Resultados de la prueba de inmersión de larvas modificada para Ivermectina de garrapatas *Rhiphicephalus* colectadas en UPP de Ezequiel Montes.**

| | Vivas/muertas | Vivas/muertas | Vivas/muertas | % de Muertas |
|---------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Testigo | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 0 |
| 20 ppm | 20/84 | 27/97 | 30/89 | 77.8 |
| 40 ppm | 26/104 | 16/92 | 25/88 | 80.9 |

Algunas larvas fueron remitidas al Centro Nacional de Parasitología Animal (CENAPA), para realizar pruebas de

resistencia a distintos compuestos, los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas de resistencia, realizados en el CENAPA para diferentes compuestos:

| Familia | Compuesto | % de larvas muertas |
|------------------|--------------|---------------------|
| TESTIGO | - | 0 |
| COLORADO | LINDANO | 51.6 |
| FOSFORADOS | CHLORPIRIFOS | 48.42 |
| | COUMAPHOS | 10.38 |
| | DIAZINON | 9.32 |
| PIRETROIDES | FLUMETRINA | 19.78 |
| | DELTAMETRINA | 33.33 |
| | CYPERMETRINA | 33.24 |
| FENILPIRAZOLONAS | FIPRONIL | 100 |
| AMIDINAS | AMITRAZ | 20.22 |

Estos resultados coinciden con el trabajo de Klafke et al. (2017), quienes encontraron resistencia múltiple;

también concuerda con los trabajos realizados en México de resistencia a piretroides de Frago et al., en 1995 y



de Rodríguez-Vivas *et al.*, en el 2005, a organofosforados y organoclorados de Santamaría *et al.*, en 1999 y de Rodríguez-Vivas *et al.*, en 2005; a amidinas de Soberanes *et al.*, en 2002; a permetrina, coumafós, amitraz y fipronil de Miller *et al.*, en 2013; a Ivermectina; de Perez-Cogollo *et al.*, en 2010. Al mismo tiempo, en este trabajo se presentó una total susceptibilidad al fipronil; sin embargo, existen antecedentes de poblaciones resistentes a esté compuesto (Miller *et al.*, 2013).

Se muestrearon 101 bovinos de 5 productores diferentes de la comunidad de Urecho, Querétaro, de los cuales el 100% tuvo, al menos, una garrapata. El único género encontrado fue *Rhiphicephalus*, las garrapatas fueron remitidas al CENAPA para su identificación por medio de claves morfológicas, se determinó que la especie era *R. annulatus*. La distribución de *R. annulatus* es incierta, existen algunos trabajos que la localizan en el norte del país, aunque su identificación es complicada debido a su similitud con *R. microplus*, esto puede afectar su distribución real (Almazán *et al.*, 2018). *R. annulatus* es considerada también una garrapata de importancia económica por ser vector biológico de *Anaplasma* y *Babesia* (Pérez de León *et al.*, 2014a). Esta garrapata tiene preferencia por lugares con temperaturas elevadas y con poca precipitación pluvial (Estrada-Peña *et al.*, 2006b), por lo tanto, tiene facilidad para establecerse en esta región. Los hallazgos de garrapatas en esta región no coinciden con lo que reporta el sistema nacional de vigilancia epidemiológica

(SIVE), el cual, desde el año 2011 a la fecha no reporta ningún caso de ixodidosis en el estado de Querétaro.

Los resultados de los frotis sanguíneos de los animales en la recepción de las UPP de Ezequiel Montes resultaron negativos para *Babesia* y *Anaplasma*. No obstante, se encontró la presencia de quinetos de *Babesia* en la prueba de hemolinfa que se realizó a las garrapatas que se encontraban infestando a estos animales. Esto coincide con lo mencionado por Almazán *et al.* (2018), quienes explican que, para mantener la estabilidad enzoótica es necesaria una cantidad de garrapatas infectadas con *Babesia* que asegure que todos los animales menores de 9 meses se expongan a dicha enfermedad, para después desarrollar una inmunidad específica que limita la parasitemia. Por otro lado, en las unidades de los pequeños productores del municipio de Urecho, las poblaciones de garrapatas se ven reducidas considerablemente de una temporada a otra, propiciando que algunos animales no se expongan a la infección por *Babesia* hasta después de los nueve meses de edad, generando una alta morbilidad con un alta mortalidad, situación previamente descrita por Almazán *et al.* (2018) y Mahoney y Ross (1972).

De los animales analizados, se diagnosticaron 4 casos de Babesiosis bovina y 2 de Anaplasmosis. Debido a que no son enfermedades habituales en la zona, no fueron reconocidas por los productores ni los médicos veterinarios de la localidad, esto ocasionó pérdidas económicas considerables a los



pequeños productores pues estas enfermedades resultan en una alta morbilidad y mortalidad (Mosqueda *et al.*, 2012; Rodríguez *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

Este es el primer reporte que se realiza en el estado de Querétaro sobre el establecimiento de *Rhipicephalus spp.* Anaplasmosis y Babesiosis en el semidesierto.

Este trabajo hace constar que la movilización de ganado infestado con garrapatas es llevada sin regulación o restricción de zonas endémicas hacia el centro del país, favoreciendo su diseminación.

De los animales involucrados en este estudio, el 80% de los bovinos, provenientes de Veracruz y Chiapas estaban infestados de garrapatas.

Los géneros recuperados fueron *Rhipicephalus* y *Amblyomma*, que son considerados los dos más importantes para la ganadería, por su importancia en la economía y por su papel como vectores de enfermedades para animales y para el hombre.

Las garrapatas del género *Rhipicephalus* recuperadas a lo largo de este trabajo presentaron resistencia múltiple a los acaricidas, esto presenta un problema para el control de dichas poblaciones.

LITERATURA CITADA

Almazán, C., T. G. Aguilar, S. Rodríguez, J. Mosqueda, and A. Pérez de León. 2018. Immunological control of ticks and tick-borne diseases that impact cattle health and production. *Front Biosci* 23: 1535 - 1551.

Almazán, C., A. Torres-Torres, L. Torres-Rodríguez, N. Soberanes-Céspedes, and M. Ortíz-Estrada. 2016. Aspectos biológicos de *Amblyomma mixtum* (Koch, 1844) en el noreste

de México. *Quehacer Científico en Chiapas* 11: 10 - 19.

Estrada-Peña, A., J. L. Bouattour, A. Camicas, A. Guglielmone, I. G. Horak, F. Jongejan, A. Latif, R. G. Pegram, and A. R. Walker. 2006a. The known distribution and ecological preferences of the tick subgenus *Boophilus* (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. *Exp Appl Acarol* 38: 219- 235.

Fragoso, S. H., N. Soberanes, and A. Ortiz. 1995. Epidemiología de la resistencia a ixodídeos piretróides en garrapatas *B. microplus* en la república mexicana. In: III Seminario Internacional de Parasitología Animal. Resistencia y control de garrapatas y moscas de importancia veterinaria, Acapulco, Guerrero, México.

Klafke, G., A. Webster, B. Dall Angol, E. Preadel, J. Silva, L. H. de la Canal, M. Becker, M. F. Osório, M. Mansson, M. Barreto, R. Scheffer, U. A. Souza, V. B. Corassini, J. Dos Santos, J. Reck, and J. R. Martins. 2017. Multiple resistance to acaricides in field populations of *Rhipicephalus microplus* from Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Ticks Tick Borne Dis* 8: 73 -80.

Mahoney, D. F., and D. R. Ross. 1972. Epizootiological factors in the control of bovine babesiosis. *Aust Vet J* 48: 292 - 298.

Miller, R. J., C. Almazan, M. Estrada, R. Davey, J. George, and A. Perez. 2013. First report of fipronil resistance in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* of Mexico. *Vet Parasitol* 19: 97- 101.

Mosqueda, J., A. Olvera-Ramirez, G. Aguilar-Tipacamu, and G. J. Canto. 2012. Current advances in detection and treatment of babesiosis. *Curr Med Chem* 19: 1504 - 1518.

Nava, S., L. Beati, M. B. Labruna, A. G. Caceres, A. J. Mangold, and A. A. Guglielmone. 2014. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum*, and *Amblyomma sculptum* (Ixodida: Ixodidae). *Ticks Tick Borne Dis* 5: 252 - 276.



- Perez-Cogollo, L., R. I. Rodríguez-Vivas, G. T. Ramirez, and R. J. Miller. 2010. First report of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* resistant to ivermectin in Mexico. *Vet Parasitol* 168: 165 - 169.
- Pérez de León, A. A., P. D. Teel, A. Li, L. Ponnusamy, and R. M. Roe. 2014a. Advancing integrated tick management to mitigate burden of tick-borne diseases. *Outlooks Pest Manag* 25: 382 - 389.
- Rodríguez-Vivas, R. I., M. A. Alonso-Díaz, R.-A. F., and G. Aguilar-Tipacamu. 2005. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en el sureste de México folleto técnico no. 1. In: Conacyt-Sagarpa-2002-C01-1754 (ed.), México.
- Rodríguez-Vivas, R. I., and J. L. Domínguez-Alpízar. 1994. Grupos entomológicos de importancia veterinaria en Yucatán, México. *Revista Bio* 9: 26 - 37.
- Rodríguez, S. D., M. A. García-Ortíz, R. J. Jiménez-Ocampo, and M. C. A. Vega. 2009. Molecular epidemiology of bovine anaplasmosis with a particular focus in Mexico. *Infect Genet Evol* 9: 1092- 1101.
- Santamaría, M., N. Soberanes, H. Ortiz, and S. H. Frago. 1999. Análisis de la situación actual mediante el monitoreo de susceptibilidad a ixodicidas en *Boophilus microplus* de 1993 a 1999 y medidas preventivas para retardar la resistencia al amitraz en México. In: IV Seminario Internacional de Parasitología Animal. Control de la resistencia en garrapatas y moscas de importancia veterinaria y enfermedades que transmiten, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Siap-SAGARPA. 2016. Inventario ganadero. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Soberanes, N., M. Santamaría, S. H. Frago, and Z. García. 2002. Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus* en México. *Tec Pecu Mex* 40: 81 - 92.



HABILITACIÓN DE SENDEROS Y PISTA CAMPO TRAVIESA EN ÁREAS VERDES DE LA FCN, CAMPUS JURIQUILLA.

López-Martínez, F.J., Rosales-Rodríguez, P., Silva-Barrón, I., Queijeiro-Bolaños, M.E., Carrillo-Ángeles, I.G. y Anaya-Loyola, M.A.

Especialidad en Nutrición, Activación Física y Salud. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN.

La Facultad de Ciencias Naturales (FCN) comprometida al igual que la Universidad Autónoma de Querétaro con formación integral de profesionistas, integra elementos necesarios para alcanzarlas y mantiene el compromiso con la sociedad y brinda mejores condiciones para las actividades académicas y recreativas que los estudiantes requieren para lograr una vida plena (Misión UAQ, 2019).

La FCN tiene como prioridad fundamental ofrecer una educación integral y de excelencia en todos sus programas educativos, procurando la pertinencia y la vinculación con la problemática de la región usando modelos y técnicas para generar aprendizajes significativos, con planes de estudios que integran materias transversales que posibilitan a los estudiantes una vida mejor, sensibles al respeto a la vida de los demás y del medio ambiente bajo un modelo de sustentabilidad (Visión UAQ, 2019).

La habilitación de senderos y pista campo traviesa en áreas verdes de la Facultad de Ciencias Naturales, campus Juriquilla fomenta los cambios de

hábitos que están teniendo lugar en nuestra sociedad realizando actividades en pleno contacto con la naturaleza que lleven consigo el desarrollo de un alumnado que necesita de otro tipo de infraestructuras, diferentes a las tradicionales, realizando actividades que contribuyen a mejorar la actividad física, disfrutar del medio natural y fomentar la educación ambiental mediante el cuidado de áreas nativas, mientras se realiza una caminata a un nivel medio de intensidad genera beneficios cardiovasculares (Duncan y col., 1991)

De las estrategias consideradas en el modelo educativo institucional de la UAQ se ha considerado la ampliación y mejora de la infraestructura para impartir educación de calidad por lo tanto habilitar estos senderos en la Facultad de Ciencias Naturales implica un mayor sentido de corresponsabilidad, de iniciativa, de participación activa, de ubicación en el contexto social, con visión de futuro y de proceso formativo permanente.

La formación profesional exige una dedicación de tiempo que afecta las actividades que cotidianamente se



realizan para alcanzar una vida saludable y plena. En los últimos años, las enfermedades originadas por una mala alimentación y escasa actividad física se han incrementado, lo que hace urgente promover hábitos de vida saludables en la población en general, comenzando por actividades de baja intensidad, en proporción aeróbica, que ha demostrado beneficios cardiovasculares a largo plazo (Kraus y col., 2002).

Para el caso de los estudiantes universitarios, además de no llevar a cabo actividades de promoción para la salud, integran otras que afectan su estado biológico y mental, como la ingesta de bebidas alcohólicas y consumo de drogas, para sentir, al pensar de ellos, un estado reconfortante que desean después de sus actividades académicas (Llañez y Calero, 2016).

En el interés por motivar a los alumnos, docentes y administrativos en la promoción de la salud a través de la actividad física, se requieren espacios adecuados para que dichas actividades se lleven a cabo. En la actualidad la Facultad cuenta con el Gimnasio deportivo, con actividades de conjunto; fútbol, voleibol, basquetbol, mientras que en el anexo del Auditorio; spinning, TRX, danza y otras actividades de salón. Dichas actividades están programadas por horarios, los cuales varían de una a dos horas y se mantienen bajo la supervisión de la coordinación de Deportes de la Facultad.

La Facultad promueve una vida saludable poniendo como actividades curriculares, en los primeros semestre, clases de Activación Física, pero solo

algunos alumnos mantienen el hábito de seguir con una actividad durante la licenciatura. El principal inconveniente que mencionan es el tiempo para realizar actividades ya sea de salón o de conjunto, las cuales prefieren dedicar para tareas y proyectos.

La activación física es un hábito saludable que no sólo nuestros alumnos, sino, personal docente y administrativo debería practicar, por lo que, tomando en cuenta que el tiempo en nuestras actividades laborales se satura y queda poco para llevar una clase de una o dos horas en nuestras instalaciones, se propone una de la actividades físicas que mejor se recomiendan para mantener una buena salud, la caminata, que ha demostrado ser la mejor actividad para relajarse del estrés laboral y escolar, para un mejor rendimiento en las aulas (Berger, y col. 1998)

El caminar ha sido nuestro primer encuentro con la activación física y da pauta para ir avanzando en nuestras capacidades físicas y mentales. Es el punto de partida para medir nuestras metas; se puede ir avanzando progresivamente, de un paso firme a baja velocidad, para aquellos que no han realizado ejercicios extenuantes, hasta trote y carrera para niveles medios y avanzados que quieran mejorar capacidades metabólicas específicas. Es así que el objetivo del proyecto es habilitar un circuito para caminata a través de nuestras áreas verdes de la Facultad con tres pistas interconectadas que presentan niveles de terreno de dificultad baja, media y alta, para usarse



de forma segura y sin necesidad de restringirse a un horario específico.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los áreas verdes presentan caminos aislados que se han utilizados para atravesar de la UNAM a nuestra Facultad y para algunas prácticas de Biología y Horticultura. La pista del Sendero generó se diseñó en "circuito" para hacer una conexión entre las tres áreas verdes que tiene la Facultad en su periferia, hacia la parte inferior dos extensiones de 27 y 26 mil metros cuadrados y hacia la parte superior delimitando con la Facultad de Informática, un área de 25 mil metros cuadrados. El Inicio del Sendero se marcó en la Cafetería de la Facultad, lo que proporcionaba un área de salida en donde podrían encargar mochilas o ánforas para hidratación los usuarios. Esa primera pista marcada como "A", recorre el área entre los Edificios C y D y la Av. de las Ciencias y termina en la Planta tratadora de aguas de la Facultad. De ahí se inicia la pista "B" que lleva por la parte inferior de la Facultad hasta los límites la UNAM y termina su recorrido en el estacionamiento de terracería frente al Edificio Principal. El Recorrido para estas dos primeras pistas es de 1 km, y en varios recorridos se tomó tiempo promedio de 15 minutos con una intensidad media. La actividad diseñada para estas dos pistas es primero de caminata y de trote en la pista "B" por las características del terreno. Para pasar a la pista "C" se marcó con banderines y el trazado del terreno terreno con adocreto para que los participantes decidieran si

terminaban su recorrido con 1 km o tomaran la continuación de la pista "C" que los lleva a las áreas verdes de la parte superior de la Facultad con los límites de la Facultad de Informática, en un recorrido total de 2 km en terreno de dificultad alta por las pendientes y características del suelo. El tiempo estimado en diferentes grupos de caminata indicó que el recorrido total del circuito desde pista A, B y C es de 35 minutos promedio. Terminando a 10 metros del punto inicial de la Cafetería.

Los caminos del senderos se limpiaron de la vegetación que invadía el camino, mediante la poda con equipo mecánico como machete, tijeras y pico de doble punta, después de que la vegetación de grosor de más de 2 cm de diámetro se removió con éstas herramientas, se usó un equipo de desbrozadora a gasolina para eliminar el resto de la hierba y hacer los contornos entre rocas y troncos de árboles. Se removió la mayor parte de las piedras del camino, y se delimitaron las curvas y áreas abiertas con las mismas piedras que se sacaron del sendero.

En las pendientes pronunciadas se diseñaron escalones con maderos anclados al suelo con barras de madera en forma de terrazas, esto sirvió para que los usuarios pudieran escalar dichas pendientes con más seguridad sin que hubiera derrapes y sirvió también como un sistema de retención de la tierra para que no se deslave en la temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias se generan escorrentías de la parte superior del área verde de la Facultad hacia las áreas inferiores generando canales que atraviesan algunas partes del



sendero, por lo que se diseñaron puentes provisionales con tarimas de madera reforzadas.

El trazado de la pista se diseñó para abarcar diferentes tipos de vegetación nativa para que los recorridos fueran interpretativos, por lo que se propuso con Biología y Horticultura el desarrollo de letreros en acrílico de flora y fauna con información etnobotánica y medicinal. Se colocaron toldos para áreas de descanso que funcionan como puntos en donde se puede rehidratar y descansar durante la caminata. De igual forma se usan como áreas para concentrar a los alumnos mientras se da la explicación a la práctica de campo en las materias de Alimentos Funcionales, en la Licenciatura en Nutrición, Moléculas Terapéuticas en Licenciatura en Biología y en caminatas y trote en la Especialidad en Nutrición, Activación Física y Salud. Las zonas de descanso fueron colocadas estratégicamente en lugares que previo a la habilitación del sendero, eran utilizado por alumnos en prácticas mal sanas como tomar bebidas alcohólicas o fumar marihuana, por lo que se limpiaron esas

áreas, quitando toda improvisación de sillas o mesas con mobiliario de salones. Las nuevas áreas son monitoreadas en las caminatas por los mismo alumnos y por profesores que los usan y reportan cualquier anomalía.

RESULTADOS.

Se delimitaron las tres pistas del circuito (figura 1) desarrollado varios talleres de caminata con alumnos, administrativos y profesores en las pistas a y b para un recorrido total de 1 km y la continuación de la pista C con un recorrido total de 2 km, terminando a unos 10 metros del sitio de inicio en la Cafetería (figura 2) Durante el semestre 2018-2 se desarrolló un taller de trote con alumnas de Nutrición, que previamente habían sido evaluadas en resistencia aeróbica para prever lesiones por lo demandante de las clases, ya que se trotó a velocidad de 10 km/h en un terreno que varía en pendientes y planos, cronometrando tiempos de 4 minutos para el recorrido de 1 km.



Figura 1. Áreas verdes de la Facultad de Ciencias Naturales. Delimitadas como Pista A, B y C.



Figura 2. Inicio de Circuitos y distancia hasta meta. Circuito 1 km; inicia en Cafetería y termina en estacionamiento de terracería (línea azul). Circuito 2 km; Inicia cafetería y termina en parte superior de la cafetería (línea café).

Ha disminuido la incidencia de reportes de personas haciendo mal uso de las áreas del sendero como el ingerir bebidas alcohólicas. Se hicieron barreras cortafuegos extendiendo el área libre de maleza para evitar, en caso de incendio, se propague hacia áreas internas de la vegetación. La comunidad se enteró de los senderos a través de carteles que se colocaron en varias partes de la Facultad invitando a las caminatas y taller de trote. También se usó la página de Facebook de la Facultad para darles promoción e indicar las normas para preservarlo y mantenerlo limpio y seguro para todos.

DISCUSIÓN.

La promoción de la actividad física debe ser de forma agradable para que se logre generar hábito en la comunidad de la Facultad, el poder recorrer de forma

segura nuestras áreas verdes y conocer nuestra vegetación y las características del terreno hace crear consciencia en el cuidado del medio ambiente y en el sentido de pertenencia a nuestra institución. El no tener un horario específico para hacer activación física o deporte, el alumno, administrativo o profesor organiza su tiempo para hacer de 15 a 30 minutos y se va cronometrando para ir avanzando en sus capacidades metabólicas.

CONCLUSIONES.

Se ha logrado que licenciaturas como Nutrición y veterinaria tengan contemplado actividades dentro de los senderos como caminatas y dinámicas como Rally deportivos que involucran la interacción con la naturaleza y el crear consciencia de su preservación y



cuidado. Los senderos han contribuido a la seguridad de la facultad, ya que antes era difícil acceder a las áreas más alejadas de la vegetación y había lugares en donde alumnos podrían esconderse para prácticas mal sanas como drogarse o ingerir alcohol. Ahora el camino permite un paso seguro del personal de seguridad para monitorear toda la Facultad. Además que el uso continuo de los mismo evita que se le facilite el esconderse o realizar prácticas inadecuadas. A través del constante monitoreo se ha logrado establecer reglas para el etiquetado de trampas para muestreo en la Licenciatura en Biología, evitando quede material abandonado y permanezca como basura en el área verde. Se ha logrado formar un equipo de alumnos que aportará en el mantenimiento del sendero y con ello recibirán sus horas por actividades extracurriculares.

LITERATURA.

- Berger, B. G., Friedmann, E. y Eaton, M. (1988). Comparison of jogging, the relaxation response, and group interaction for stress reduction. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10:431-447.
- Benítez Llañez JI y Morales Calero S; (2016). Espacios para la actividad físico deportiva y recreativa. Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE.
- Duncan, J. J., Gordon, N. F., y Scott, C. B. (1991). Women walking for health and fitness: how much is enough?. *Jama*, 266(23), 3295-3299.
- Universidad Autónoma de Querétaro. (2019). <https://www.uaq.mx/index.php/conocenos/sobre-la/mision>
- Universidad Autónoma de Querétaro. (2019). <https://www.uaq.mx/index.php/conocenos/sobre-la/visión>
- Kraus, W. E., Houmard, J. A., Duscha, B. D., Knetzger, K. J., Wharton, M. B., McCartney, J. S., y Kulkarni, K. R. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483-1492.



IDENTIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL SISTEMA FLUVIAL DE LA MICROCUENCA EL PUEBLITO-JOAQUÍN HERRERA, QUERÉTARO, MÉXICO

Mariscal-de Souza, G y Ramírez-Herrejón, J.P.

¹Maestría en Gestión Integrada en Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.

INTRODUCCIÓN

La mancha urbana de la zona metropolitana de Querétaro (ZMQ), la cual se extiende sobre la cuenca del Río Querétaro, ha pasado de una extensión de 13.9 km² en 1970 a ocupar un total de 122.4 km² en el año 2010 (Delgado, 1993; Obregón-Biosca y Betanzo-Quesada, 2015). Con el incremento de la ZMQ se ha dado un proceso de remoción de la cobertura vegetal, una fragmentación hábitats, así como modificaciones de cauces que la atraviesan (García-Mendieta et al., 2015).

Caso particular del proceso de urbanización de la ZMQ se da en la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera, localizada en la zona sur de la ZMQ, dentro del municipio de Corregidora. El área urbana dentro de la microcuenca ha tenido un crecimiento importante, pasando de ocupar el 2.23% de la superficie en 1997 a un 20.02% en el 2015 (Luna, 2008; Municipio de Corregidora, 2015). Con el crecimiento de la zona urbana se ha producido una disminución de las zonas de cultivo de temporal y de vegetación natural, debido a la necesidad de abastecer la demanda

de tierra y agua de la zona urbana (Municipio de Corregidora, 2012).

La urbanización también ha generado cambios en los procesos naturales del río principal de la microcuenca, el Río Pueblito. El crecimiento de la mancha urbana ha producido un aumento en el riesgo de inundaciones (Astudillo Suarez, 2017), la modificación del cauce, contaminación de sus aguas (CONCYTEQ, 2013) y presencia de casos de dengue en la zona (Ruíz, 2017). Con intención de atacar las problemáticas que afectan al río, el gobierno municipal de Corregidora y el Patronato para el rescate, conservación y preservación del cauce y del entorno del Río Pueblito (PRP), conformado en el año 2004, han realizado una serie de acciones de restauración. El PRP se ha concentrado en trabajos directos sobre el cauce, los cuales han permitido el mejoramiento de la calidad del agua, así como la reforestación de la ribera del mismo (Libertad de Palabra, 2015). Por su parte, el municipio de Corregidora ha promovido un equilibrio apropiado entre el desarrollo urbano y el ambiente por medio de instrumentos de planeación territorial, como son el plan de ordenamiento ecológico local



(Municipio de Corregidora, 2012) y el plan de desarrollo municipal de Corregidora (Municipio de Corregidora, 2015), así como el establecimiento del Área Natural Protegida (ANP) El Batán. Si bien los esfuerzos implementados por el gobierno de Corregidora han propiciado la restauración del río, este sigue encontrándose amenazado debido al manejo realizado en la microcuenca. Las amenazas afectando al Río Pueblito son una mezcla compleja que interactúan a diferentes escalas y que afectan diversos factores dentro del sistema. Por esta razón, el propósito del presente trabajo es identificar las principales presiones sobre el sistema fluvial de la Microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera por medio de un análisis a diversas escalas espaciales. Para lograr lo anterior se plantearon los siguientes objetivos: 1) analizar la condición fluvial actual de la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera, utilizando una serie de indicadores de la condición física, química y biológica a diversas escalas espaciales; y 2) Evaluar las principales presiones que afectan la red fluvial de la microcuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se dividió en dos objetivos principales, cada uno con una serie de metodologías asociadas. Los dos objetivos principales fueron: 1) Caracterizar la condición actual y 2) Diagnosticar las principales presiones. La caracterización de la condición actual fue realizada a partir de un análisis jerárquico multi-escalar, tomando en

cuenta los conceptos propuestos por Gurnell et al. (2016). Las unidades espaciales utilizadas fueron: La cuenca, las zonas funcionales, los segmentos de río y los tramos de río. En cada unidad espacial se midieron una serie de indicadores en tres ejes principales: físico, químico y biológico. Cada unidad espacial fue delineada con el propósito de que las unidades menores se encontraran anidadas dentro de las unidades mayores.

A nivel de cuenca, los indicadores utilizados se relacionaron con tres aspectos principales: producción de agua, forma de la cuenca y conformación de la cuenca. Para la producción de agua se analizó la condición climatológica y la condición hidrológica, por medio de datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del banco nacional de datos de aguas superficiales (BANDAS). En el caso de la forma de la cuenca, los indicadores utilizados fueron una serie de parámetros morfométricos estándar, basados en tres aspectos principales: 1) forma de la cuenca, 2) relieve de la cuenca y 3) Drenaje de la cuenca. Para la conformación de la microcuenca se tomaron en cuenta: La geología, edafología, los usos de suelo y vegetación; utilizando datos obtenidos por medio de cartografía vectorial de INEGI.

En las zonas funcionales, los indicadores se relacionaron con la conformación geológica, edafológica, geomorfológica, así como los usos de suelo y vegetación. Los datos fueron obtenidos por medio de cartografía vectorial de INEGI.



Los indicadores utilizados en los segmentos de río se relacionaron con: la morfometría del segmento, la estructura vegetal, las características del canal y las estructuras de bloqueo. La morfometría del segmento fue medida a partir del tipo y pendiente del valle, la longitud del segmento y la sinuosidad del mismo. La estructura vegetal del segmento de río fue medida a partir de la continuidad longitudinal, el ancho promedio y el porcentaje del canal confinado por árboles maduros, obtenidos por medio de mediciones realizadas utilizando imágenes satelitales obtenidas por medio de la plataforma Google earth™. Las características del canal fueron obtenidas por medio del protocolo de inspección de hábitat del río (Environmental Agency, 2003), el cual considera el material y las modificaciones realizadas a los bancos, la estructura de la vegetación, el sustrato principal, los tipos de flujo y las modificaciones y estructuras de bloqueo. A nivel de tramo de río los indicadores fueron: la hidromorfología del tramo, la estructura de la vegetación, la calidad del hábitat, la calidad del agua, la condición de la comunidad de macroinvertebrados y la estructura de la comunidad de peces. La hidromorfología del cauce fue determinada utilizando el protocolo de evaluación de hábitat "MesoHABSIM" propuesto por Parasiewicz (2013). La vegetación de riberas fue analizada por medio del índice de calidad de riberas (RQI) desarrollado por González del Tánago y García de Jalón (2011). La calidad del hábitat fue obtenida utilizando el protocolo rápido de evaluación biológica propuesto por

Barbour et al. (1999). La determinación de la calidad del agua se realizó mediante los valores de DBO5, DQO10, y coliformes fecales, siguiendo los criterios establecidos por CONAGUA (2011). La condición de la comunidad de macroinvertebrados fue establecida por medio del Índice de integridad biótica basado en asociaciones de macroinvertebrados acuáticos (IIBAMA) propuesto por Pérez-Munguia y Pineda-López (2005). La estructura de la comunidad de peces fue determinada por medio de colectas directas, identificando los organismos a nivel de especie siguiendo los criterios propuestos por Miller (2009).

Con base en la información obtenida en la caracterización actual de la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera, se realizó una identificación de las principales presiones. Se tomaron en cuenta aquellas que alteran el funcionamiento ecosistémico de la microcuenca en cualquier escala espacial. Se tomaron en cuenta las alteraciones relacionadas con: procesos de cuenca, régimen de flujo, hábitat, calidad de agua biodiversidad y servicios ambientales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La microcuenca presenta un origen geológico volcánico, con presencia de rocas ígneas extrusivas. Existen dos sistemas de geoformas principales: la zona de lomeríos y la llanura aluvial. La estructura morfológica indica que se trata de una cuenca pequeña, con una capacidad de producción sostenida de caudales moderada, una producción baja de avenidas y una baja conectividad de la



red de drenaje. El clima es seco y semicalido con lluvias en verano y el régimen hidrológico ha sido alterado por la presencia de la presa el Batán, con una reducción en el régimen estacional y la pérdida de caudales máximos. La zona urbana se ha expandido, pasando de ocupar un 2% de la superficie en 1997 a un 20% en el 2015, provocando una reducción en las zonas de vegetación natural, agricultura de riego y de temporal.

La zona alta, localizada en la cima de los lomeríos, presenta la mayor extensión de vegetación no perturbada y de agricultura de temporal. En la zona media, localizada en las laderas y pie de los lomeríos, se encuentra el mayor reservorio de agua de la microcuenca (la presa el Batán). La zona baja concentra la mayor extensión de zona urbana y toda la agricultura de temporal. En cuanto material geológico y suelos, las andesitas se concentran en la zona alta y media, mientras que los sedimentos aluviales se localizan en la zona baja.

Existen dos segmentos de río en la microcuenca. El primer segmento se encuentra en un valle parcialmente confinado, presenta una forma sinuosa y la vegetación es semicontinua, con un 80% del canal confinado por arboles maduros. El segundo segmento se localiza sobre un valle no confinado donde la forma del canal ha sido modificada por las actividades humanas y la vegetación ha sido reducida a ocupar un 20% del canal. Los materiales de los bancos, la cobertura vegetal, los sedimentos y tipos de flujo son variados en el segmento uno. En el segmento dos,

la estructura de los bancos ha sido simplificada, siendo conformada de tierra removida o concreto. El flujo del segmento dos es nulo, con varias zonas desprovistas de agua, y los materiales del canal son o concreto o lodos orgánicos.

Se analizaron 6 tramos de río, cuatro en el primer segmento y otros dos en el segundo segmento. La estructura hidromorfológica, la calidad de hábitat, la calidad de agua y la calidad de la vegetación presentaron una mejor condición en tramos con menor presión del área urbana y de agricultura de riego. La integridad de la comunidad de macroinvertebrados fue pobre en todos los tramos analizados, con la estructura funcional dominada por taxa fijos y organización trófica reducida a organismos depredadores y colectores. Solo se registraron peces en los primeros dos tramos de río, en los cuales la comunidad estuvo compuesta por especies exóticas invasoras de hábitos depredadores.

Los resultados muestran que la microcuenca presenta una estructura heterogénea en los aspectos físicos, químicos y biológicos que la conforman. Existen zonas dentro de la microcuenca donde la estructura física y biológica se mantienen estables, mientras que, en otras, las presiones causadas por la urbanización y las prácticas agropecuarias han hecho que la función natural se pierda. Las principales presiones se relacionaron con la pérdida de vegetación, el aumento de área impermeable, la alteración del régimen hidrológico, la contaminación del agua y



la introducción de especies exóticas. Todas las presiones se relacionan a lo largo de las distintas escalas espaciales, provocando que la microcuenca se encuentre en un estado de degradación.

CONCLUSIONES

El sistema fluvial de la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera se encuentra en un estado de degradación debido principalmente a la urbanización y el uso agropecuario. Estas fuerzas generan diversas presiones que se relacionan heterogéneamente a lo largo de las distintas escalas espaciales. Si bien toda la microcuenca presenta un estado de degradación, existen zonas que todavía mantienen aspectos de la estructura y función natural. Es necesario utilizar la información generada para implementar estrategias de manejo que permitan la restauración de procesos naturales en la microcuenca.

LITERATURA CITADA

Astudillo Suárez, R. (2017, 17 agosto). Remodelación de Río El Pueblito no ha contribuido a reducir inundaciones. Recuperado 31 enero, 2019, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/content/remodelacion-de-rio-el-pueblito-no-ha-contribuido-reducir-inundaciones>

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Zinder, B.D., Stribling, J.B. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish (Second Edition). Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water.

CONAGUA. (2011). Guía rápida para la determinación de caudales ecológicos. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/GUIA.pdf>

CONCYTEQ. (2013). Casos de éxito: Saneamiento de las aguas del Río Pueblito. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro. 15 pp, obtenido de <http://www.concyteq.edu.mx/concyteq//uploads/publicacionArchivo/2017-06-742.pdf>

Delgado, J. (1993). Querétaro: Hacia la ciudad Región. *Economía, Sociedad y Territorio*, 8(3), 665–699.

Environmental Agency. (2003). River Habitat Survey: Field Survey Guidance Manual. Recuperado de: <http://www.riverhabitatsurvey.org/manual/rhs-manuals/>

García-Mendieta, H., Luna-Morales, M., Montoya-Lara, A. M. P., Santiago-Amezcuca, N. D., Santos-Vargas, E., & García-Rubio, O. R. (2015). La pertinencia del enfoque de cuencas como unidad de gestión del espacio geográfico. *Ciencia UAQ*, 8(2), 1–12. Recuperado de https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v8-n2/13-CN.pdf

Miller, R.R. (2009). Peces dulceacuícolas de México. México, D.F.: Comisión Nacional para Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

Municipio de Corregidora. (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico local del Municipio de Corregidora, Qro.* El Pueblito, Corregidora, 38 pp, obtenido de http://www.corregidora.gob.mx/Documentos/2015-2018/sedesu/POELMC_2016.pdf

Municipio de Corregidora. (2015). *Plan Municipal de Desarrollo. El Pueblito, Corregidora.* 38 pp, obtenido de <http://www.corregidora.gob.mx/portal/wp-content/uploads/2015/12/Plan-Municipal-de-Coregidora-2015-2018.pdf>

Libertad de Palabra (13 de octubre 2015). *Querétaro al rescate del Río El Pueblito.* Libertad de Palabra. Obtenido de <http://www.libertaddepalabra.com/2015/10/queretaro-al-rescate-del-rio-el-pueblito/>



Luna Suaste, B. (2008). Caracterización del Sistema Fluvial con Fines de Rehabilitación en la Microcuenca El Pueblito, Querétaro. Tesis de Maestría no Publicada. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

Obregón-Biosca, S. A., & Betanzo-Quezada, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(47), 61–98. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11132816004>

Parasiewicz, P., Rogers, J.N., Vezza, P., Gortázar, J., Seager, T., Pegg, M., Wisniewolski, W., Comoglio, C. (2013). *Aplicattions of de Mesohabsim model*. En: Madock, et al (Ed)

Ecohydraulics an integrates approach. USA: John Wiley & Sons.

Pérez-Mungía, R.M. y Pineda-López, R.F. (2005). Diseño de un índice de integridad biótica para ríos y arroyos del Centro de México, usando las asociaciones de Macroinvertebrados. *EntomolMex*, 4: 241–5.

Ruiz, A. (2017, 23 septiembre). *Detectan brote de dengue en La Negreta, Corregidora*. am Querétaro, obtenido de <http://amqueretaro.com/queretaro/2017/09/24/dengue-en-queretaro>

González del Tánago, M., García de Jalón Lastra, D. (2011). Riparian Quality Index (RQI): a methodology for characterising and assessing the environmental conditions of riparian zones. *Limnetica*, 30(2): 235–254



EFECTO DEL USO DE DOS CEPAS DE *SACCHAROMYCES* SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DEL APARATO DIGESTIVO EN DIETAS DE LECHONES RECIÉN DESTETADOS.

Martínez- Olivo, M.I.1 Reis de Souza, T.C1. Aguilera Barreyro, A.1 Escobar- García, K.1 Gómez- Soto, J.G.,1 Mariscal Landín, G.2

1Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. 2CENID, Fisiología, INIFAP.

INTRODUCCIÓN

Durante el destete, la transición del consumo de leche a ingerir alimentos sólidos es asociado a un período crítico de subalimentación durante el cual el lechón se está adaptando (Le Dividich y Herpin, 1994). El aparato digestivo debe adaptarse rápidamente a la digestión del nuevo alimento, principalmente de su fracción proteínica. El lechón lactante es apto para digerir los carbohidratos de la leche y el cambio a la dieta postdestete, rica en carbohidratos complejos, hace que al intestino grueso ingrese una gran cantidad de sustratos altamente fermentables, esto conlleva probablemente a un cambio de las poblaciones microbianas, lo que genera desordenes gastrointestinales, inflamación y diarreas (Reis de Souza *et al.*, 1997; Le Dividich y Sève, 2000; Lallès *et al.*, 2007). Por ello, con frecuencia se agregan dosis subterapéuticas de antibióticos al alimento como medida preventiva contra las diarreas y como promotores de crecimiento. Sin embargo, debido a la

prohibición actual del uso de antibióticos, este proyecto busca adquirir respuestas a la inclusión de probióticos, en particular respecto a las levaduras vivas en la dieta de lechones, para verificar los efectos que estas puedan tener sobre la expresión de genes que participan en el proceso inflamatorio, así como en la síntesis de mucina a nivel de íleon y colon. El entendimiento de estos temas, puede llegar a encontrar una alternativa viable que pueda tener un efecto benéfico sobre el medio ambiente intestinal de los lechones recién destetados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la granja porcina experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuarias Y Forestales (INIFAP), ubicado en Ajuchitlán, Colón, Querétaro. Los análisis químicos en el laboratorio de Nutrición Animal y el laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de



Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se utilizaron 80 lechones Fertilis 20 × G Performance (Genetiporc®, PIC México, Querétaro, México) recién destetados de 19.76 ± 1.56 días de edad, con 6.195 ± 1.79 kg de peso aproximadamente. Se formularon cuatro dietas experimentales, cubriendo los requerimientos nutricionales de los lechones para la etapa de destete (NRC, 2012):

Dieta con antibiótico (control positivo, C+). 2) Dieta adicionada con probiótico vivo de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc). 3) Dieta adicionada con probiótico vivo de *Saccharomyces boulardii* (Sb). 4) Dieta sin antibiótico ni probiótico (control negativo, C-).

Los animales se distribuyeron entre los tres tratamientos en base a su peso, siendo 20 animales por tratamiento, teniendo cinco lechones por corral, para un total de cuatro corrales por tratamiento. Los lechones tuvieron libre acceso al agua durante todo el periodo experimental. El alimento se ofreció en tres horarios: 8:00 hrs., 12:00 hrs. y 16:00 hrs. y fue registrado el peso de éste diariamente.

Toma de muestras

Se tomaron muestras del tracto gastrointestinal (TGI) para evaluar la expresión de genes de MUC2 que expresa la síntesis de mucinas y la expresión de genes de TNF α e IL6 que participan en el proceso inflamatorio, de igual manera se registró el peso de órganos y el pH al sacrificio.

A los 7 y 14 días postdestete, se sacrificaron cinco lechones por

tratamiento, teniendo como criterio de selección el promedio del peso de los animales por corral. Los lechones fueron tranquilizados con azaperona (Sural®) a una dosis de 20 mg/kg de peso vivo y se anestesiaron con isoflurano, una vez alcanzado el plano anestésico se procedió a la apertura de la cavidad abdominal e inmediatamente se tomaron muestras de íleon y colon de aproximadamente 2 mm, que fueron conservadas en Trizol a -80 °C. Posteriormente, se procedió a extraer, separar y pesar los siguientes órganos de la cavidad abdominal: estomago, yeyuno, íleon, páncreas, hígado, ciego y colon. El peso de los órganos se reportó en relación al peso vivo (g/kg de PV). Por último, la digesta de cada compartimento gastrointestinal (estomago, yeyuno, íleon, ciego y colon) se extrajo para medir el pH por potenciometría.

Las muestras de íleon y colon se conservaron en Trizol a -80°C hasta que se les extrajo el ARN. Para determinar la abundancia relativa de la transcripción, se utilizó el valor de ΔCt siguiendo la metodología propuesta por (Duran-Montgé *et al.*, 2009).

Análisis estadístico

El análisis estadístico para el peso de órganos y pH intestinal, así como para la expresión génica es un modelo factorial completamente al azar con un arreglo factorial (2 x 4), donde la edad postdestete y la dieta serán los principales factores (Steel *et al.*, 1997). Y para todos los casos se compararon medias empleando la prueba de Tukey



($P < 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso relativo de los órganos digestivos no varió ($P > 0.05$) entre los animales de los diferentes tratamientos, ni en su interacción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso relativo de órganos digestivos.

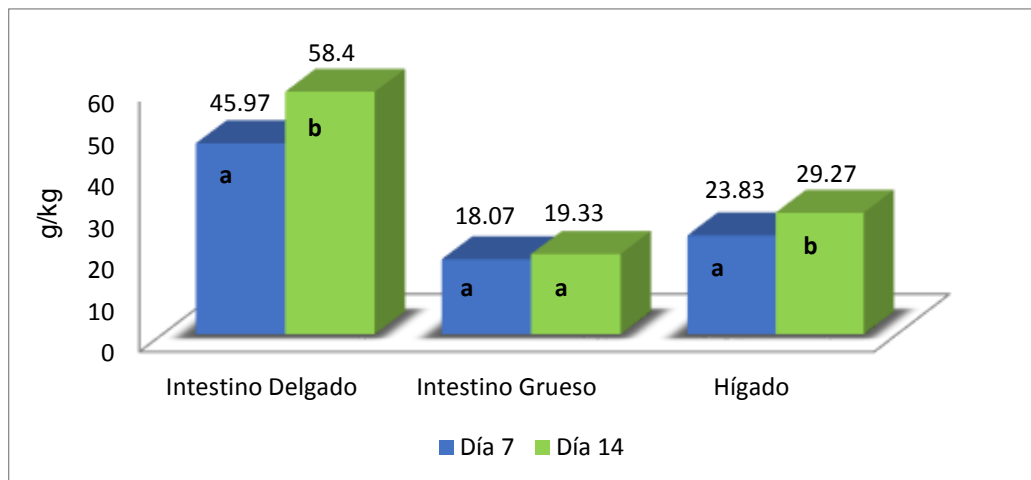
| Órganos (g/Kg) | Dietas | | | | P | | | EEM |
|-------------------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|------|
| | C+ | C- | Sb | Sc | D | E | DxE | |
| Estómago | 8.0 | 8.1 | 8.2 | 8.4 | 0.901 | 0.0012 | 0.4390 | 0.18 |
| I.D. | 53.9 | 50.1 | 51.6 | 53.2 | 0.563 | 0.0001 | 0.3006 | 1.04 |
| I.G. | 18.8 | 18.9 | 18.3 | 18.8 | 0.935 | 0.1086 | 0.3773 | 0.38 |
| Páncreas | 1.8 | 1.9 | 1.6 | 1.8 | 0.280 | 0.0386 | 0.8564 | 0.05 |
| Hígado | 26.1 | 25.4 | 27.6 | 27.1 | 0.325 | 0.0001 | 0.3675 | 0.45 |

C+: dieta con antibiótico; C-: dieta sin antibiótico ni probiótico; Sb: dieta adicionada con *Saccharomyces cerevisiae*; Sc: dieta adicionada con *Saccharomyces boulardii*. I.G.: Intestino grueso; I.D.: Intestino delgado; P: probabilidad estadística; D: efecto de la dieta; E: efecto de la edad; Dx E: efecto de la interacción edad y dieta. EEM: error estándar de la media; a, b, c, d: valores con diferentes literales en una misma fila indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta.

En el caso del efecto edad, no se observó diferencia en el intestino grueso ($P > 0.05$). Sin embargo, el peso relativo de estómago, intestino delgado, páncreas e hígado varió entre los días 7 y 14 postdestete ($P < 0.05$) (Figuras 1 y 2). La adaptación a una dieta sólida genera cambios morfológicos y funcionales del tracto digestivo, que pueden traducirse en un menor consumo de alimento, provocando que no se cubran los requerimientos de proteína y energía básicos del animal, finalmente todo esto

complicará su crecimiento inicial (Le Dividich y Sève, 2000). Este evento puede observarse principalmente durante la primera semana postdestete, ya que después el crecimiento del tracto gastrointestinal dependerá de la ingesta de alimento sólido. Mientras mayor es el consumo de alimento, mayor aporte de energía y por ende habrá un crecimiento superior de estómago, páncreas, intestino delgado e hígado, los cuales ocupan 50% de la energía total (Quiniou y Noblet, 1995; Nyachoti *et al.*, 1997).

Figura 1. Efecto de la edad en el peso relativo de los órganos digestivos.

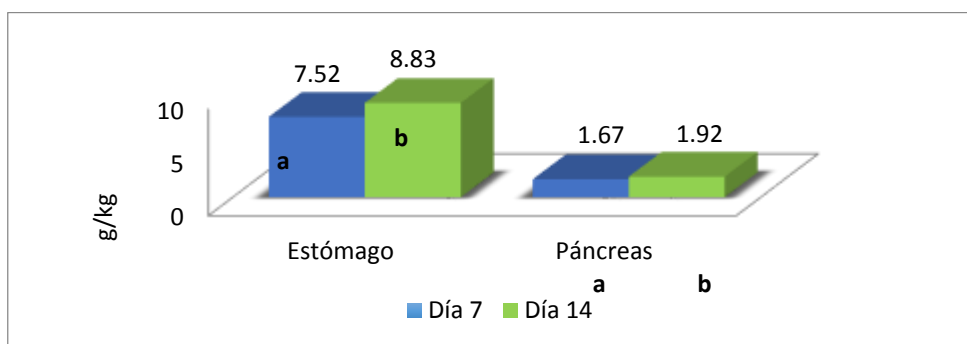


^{a,b} barras con diferentes literales en el mismo órgano indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta. Día 7 y 14 postdestete. Peso expreso en (g/kg).

En los resultados de pH se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el contenido intestinal del ciego, colon y estómago, mientras que en el caso del contenido de yeyuno e íleon no varió el pH de sus contenidos ni en edad, dietas o interacción de ambos (Cuadro 3). En el pH del contenido del estómago no se observaron diferencias según la dieta consumida, ni la interacción entre la dieta y la edad de los animales ($P < 0.05$); sin embargo, se encontró una variación

entre las dos edades, mostrando un pH más ácido durante el día 14 que el del día 7 postdestete (3.1 vs 3.6). Lo cual podría estar explicado porque la secreción de ácido clorhídrico es muy limitada en la primera semana postdestete. Así, el pH del estómago llega a valores más ácidos conforme la edad del animal avanza, teniendo niveles más apreciables hasta la tercera o cuarta semana (Reis de Souza *et al.*, 2012).

Figura 2. Efecto de la edad en el peso relativo de los órganos digestivos.



^{a,b} Barras con diferentes literales en el mismo órgano indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta. Día 7 y 14 postdestete. Peso expreso en (g/kg).



En el pH del contenido del estómago no se observaron diferencias según la dieta consumida, ni la interacción entre la dieta y la edad de los animales ($P < 0.05$); sin embargo, se encontró una variación entre las dos edades, mostrando un pH más ácido durante el día 14 que el del día 7 postdestete (3.1 vs 3.6). Lo cual podría estar explicado porque la secreción de ácido clorhídrico es muy limitada en la primera semana postdestete. Así, el pH del estómago llega a valores más ácidos conforme la edad del animal avanza, teniendo niveles más apreciables hasta la

tercera o cuarta semana (Reis de Souza *et al.*, 2012).

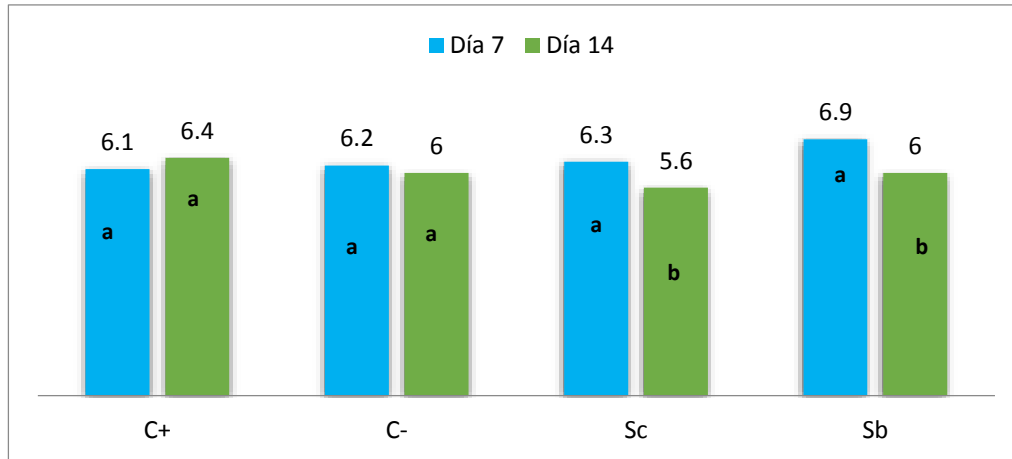
El pH del contenido del colon se vio afectado tanto por la dieta ($P < 0.001$), como por la edad ($P < 0.001$). La interacción dieta y edad mostró diferencia ($P < 0.001$), ya que en los animales que consumieron las dietas sin *Saccharomyces* (C+ y C-) el pH del contenido no varió entre los días 7 y 14 postdestete; sin embargo, en los lechones de las dietas con levaduras se observó una variación, con un pH más ácido en el día 14 a comparación del día 7 (Figura 3).

Cuadro 3. Efectos de las levaduras vivas sobre del pH en estómago, ciego, colon, yeyuno e íleon.

| | Dietas | | | | P | | | EEM |
|-----------------|--------|------|------|------|-------|--------|---------|------|
| | C+ | C- | Sb | Sc | D | E | DxE | |
| Estomago | 3.5 | 3 | 3.5 | 3.3 | 0.239 | 0.028 | 0.138 | 0.11 |
| Yeyuno | 6.8 | 6.7 | 6.9 | 6.7 | 0.543 | 0.596 | 0.062 | 0.05 |
| Íleon | 6.6 | 6.8 | 6.9 | 6.5 | 0.369 | 0.514 | 0.131 | 0.08 |
| Ciego | 6.04a | 5.7b | 6.1a | 5.8b | 0.006 | 0.0003 | 0.00001 | 0.05 |
| Colon | 6.3ab | 6.1b | 6.4a | 6.0b | 0.009 | 0.0007 | 0.0003 | 0.04 |

C+: dieta con antibiótico; C-: dieta sin antibiótico ni probiótico; Sb: dieta adicionada con *Saccharomyces cerevisiae*; Sc: dieta adicionada con *Saccharomyces boulardii*. I.G.: Intestino grueso; I.D.: Intestino delgado; P: probabilidad estadística; D: efecto de la dieta; E: efecto de la edad; Dx E: efecto de la interacción edad y dieta. EEM: error estándar de la media; a, b, c, d: valores con diferentes literales en una misma fila indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta.

Figura 3. Efecto de la edad y de la dieta consumida sobre el contenido del pH del colon.

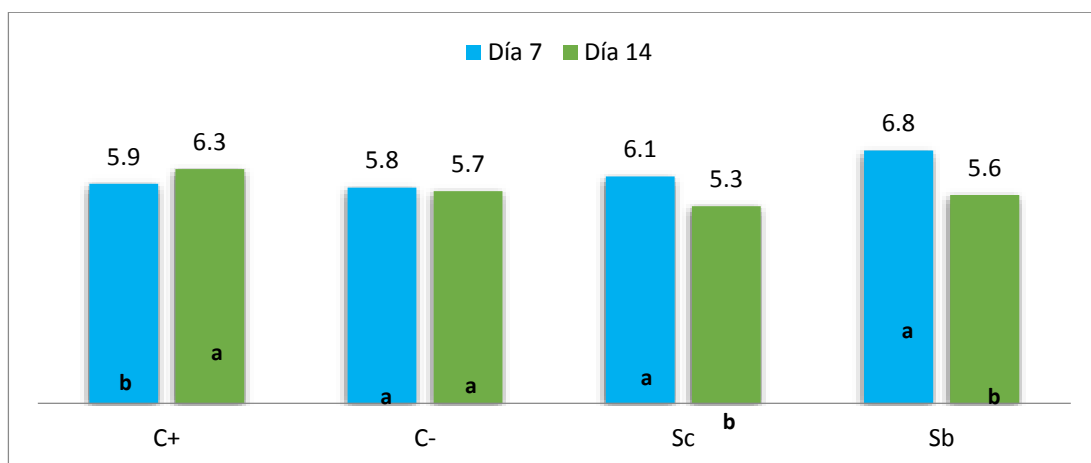


C+: dieta con antibiótico; C-: dieta sin antibiótico ni probiótico; Sb: dieta adicionada con *Saccharomyces cerevisiae*; Sc: dieta adicionada con *Saccharomyces boulardii*. ^{a,b} Barras con diferentes literales en el mismo órgano indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta.

Por otro lado, el pH del contenido del ciego se vio afectado por la dieta, la edad postdestete ($P < 0.001$) y la interacción ($P < 0.001$) de ambos. Primeramente, en el día 14 postdestete (Figura 4) los animales del control positivo mostraron

un pH menos ácido comparados con el día 14 (6.3 vs 5.9); mientras que en el caso de las dietas Sc y Sb el pH del día 14 fue más ácido a comparación del día 7 (5.3 vs 6.1 y 5.6 vs 6.8 respectivamente).

Figura 4. Efecto de la edad y tratamiento sobre el contenido del pH del ciego.



C+: dieta con antibiótico; C-: dieta sin antibiótico ni probiótico; Sb: dieta adicionada con *Saccharomyces cerevisiae*; Sc: dieta adicionada con *Saccharomyces boulardii*. ^{a,b} Barras con diferentes literales en el mismo órgano indican diferencias estadísticas significativas debidas a la interacción entre edad y dieta. Peso en g/Kg.



Esta disminución del pH intestinal es uno de los efectos que los probióticos tienen sobre el tracto gastrointestinal, ya que generan un ambiente favorable para bacterias no patógenas gracias a que en medios ácidos se estimula y se ve favorecida la absorción de nutrientes (Fuller, 1989; Vimala *et al.*, 2006).

Esto es explicado gracias a que la disminución del pH ayuda a una mejor absorción de agua, permitiendo un correcto funcionamiento del sistema de intercambio iónico en la célula. En este medio el colonocito posibilita la salida de bicarbonato, permitiendo la activación de la bomba sodio potasio en la membrana basal, lo cual permitirá la absorción de agua abriendo canales a nivel paracelular (Szmulowicz y Hull, 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el uso de levaduras en dietas sin antibióticos no afecta negativamente el desarrollo de los órganos digestivos, sin embargo tienen influencia en el pH de colon y ciego; evidenciando que *S. cerevisiae* y *S. boulardii* disminuyen el pH en estos compartimientos lo que muestra el efecto favorable de estos probióticos sobre el tracto gastrointestinal.

LITERATURA CITADA

Duran-Montgé, P., Theil P. K., Lauridsen C., Esteve-García E. 2009. Dietary fat source affects metabolism of fatty acids in pigs as evaluated by

altered expression of lipogenic genes in liver and adipose tissues. *Animal* 3: 535-542.

Fuller, R. y Cole C. B. 1989. The Scientific Basis of the Probiotics Concept. In: B: StarkandJ.Wilkinson (Eds.) Probiotics. Theory and Applications. Chalcome Publications, 1-14.

Lallès, J. P., Bosi P., Smidt H., Stokes C. R. 2007. Weaning, a challenge to gut physiologists. *Livest. Sci.*;108:82-93.

Le Dividich J. y Herpin P. 1994. Efectos de las condiciones climáticas en el rendimiento, el metabolismo y la salud estado de lechones destetados: una revisión. *Liv. Pinchar. Sci.* 38: 79-90.

Le Dividich, J. y Sève B. 2000. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments. *Domestic Anim. Endocrinol.*;19:63-74.

Nyachoti, C. M., De Lange C. F. M., Schulze H. 1997. Estimating endogenous amino acid flows at the terminal ileum and true ileal amino acid digestibilities in feedstuffs for growing pigs using the homoarginine method. *J Anim Sci*; 75: 3206-3213.

Quiniou, N. y Noblet J. 1995. Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. *J Anim Sci*; 73: 1567-1575.

Reis De Souza, T. C. y Mariscal-Landín G. 1997. El destete, la función digestiva y de la digestibilidad de los alimentos en cerdos jóvenes. *Técnica Pecuaria en México*. 35 (3): 145-159.

Reis de Souza TC, Mariscal-Landín G, Escobar-García K, Aguilera-Barreyro A, Magné-Barrón A. 2012. Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Vet Mex.* 43(2): 155-173.

Szmulowicz UM, Hull TL. Colonic physiology. In: Beck DE, editor. *The ASCRS Textbook of Colon and Rectal Surgery*. 2nd ed. New York: Springer; 2011. [Last accessed 2012 Sep 12]. pp. 23-39.

Vimala, Y. y Dileep P. 2006. Some aspects of probiotics. *Ind. J of Microbiol.*, 46, 1-7.



GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN UNA MICROCUENCA PERIURBANA

Martínez Pérez, JP; Pineda López, RF

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable en las cuencas hidrográficas por las actividades humanas, por consiguiente, el uso del sistema de alcantarillado es cada vez más común en comunidades rurales y periurbanas como medio de eliminación de aguas grises y negras. Sin embargo, el sistema de saneamiento sólo contempla la red de alcantarillado y generalmente las aguas residuales se vierten directamente a los cuerpos de agua y al suelo (Menchaca y Lozada, 2017).

El recurso hídrico, considerado como eje de interacción entre los elementos naturales y las actividades humanas, es uno de los recursos naturales más afectado por el mal manejo de las cuencas hidrográficas, debido principalmente a prácticas antropogénicas inadecuadas que generan el ingreso de contaminantes a cuerpos de agua, ríos y arroyos, los cuales han servido como medio de eliminación de aguas residuales, poniendo en riesgo su calidad y, por ende, la estructura y función de la cuenca (Solano, 2011).

De acuerdo con el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWDR) (2017), el aumento de la población y la carencia de un sistema de alcantarillado que integre el saneamiento de las aguas

residuales, ha ocasionado el deterioro de la calidad del agua afectando la cantidad de recursos hídricos disponibles para uso directo.

En México, el aumento de la población provoca mayor demanda de agua, servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales (Carabias, 2005). A nivel estatal, de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2005, la población en Querétaro era de 1, 598,139 y para el 2010 aumentó a 1, 827,937. Este incremento se refleja en la cobertura de drenaje, pasando de 302, 913 viviendas que contaban con el servicio en el 2005 a 409, 186 en el 2010.

Este incremento no se refleja en la depuración de aguas residuales, pues a pesar que le compete a la Comisión Estatal del Agua (CEA) no es un tema que se atienda de forma prioritaria, en el estado de Querétaro únicamente se cuenta con 51 plantas de tratamiento (CONAGUA, 2017), y muchas de ellas no se encuentran en operación o su capacidad de tratamiento ha sido rebasada.

Cabe destacar que los sistemas no convencionales (*in situ*) como las fosas sépticas, son los más utilizados por la política pública para viviendas individuales, comunidades dispersas, de baja densidad, zonas rurales y periurbanas. Sin embargo, en la mayoría



de los casos los sistemas se dejan en el abandono y no se les da mantenimiento, generando la pérdida de su capacidad de remoción de contaminantes y el desbordamiento de las aguas residuales (WWDR, 2017). Es importante mencionar que las fosas sépticas únicamente dan un tratamiento primario a las aguas residuales (Tilley, 2011).

A escalas menores también se presenta el mismo escenario, el Plan Rector de Producción y Conservación (2007) de la microcuenca Buenavista menciona que debido al crecimiento poblacional el requerimiento de servicios públicos se ha ido acentuando, lo cual queda manifestado en las peticiones de los habitantes, siendo la instalación y ampliación de agua potable, red de drenaje y sistemas de tratamiento de aguas residuales los servicios prioritarios en la mayoría de las comunidades. De acuerdo al censo poblacional 2010, la población en la microcuenca Buenavista creció 11% respecto al año 2005 (20,305 habitantes); mientras que, los servicios de drenaje y agua potable incrementaron 15% y 6% respectivamente.

Durante un primer acercamiento a las localidades de la microcuenca de estudio, se pudo observar que el alcantarillado público no tiene la infraestructura adecuada y suficiente para el almacenamiento y tratamiento de las aguas residuales; provocando el escurrimiento, evaporación e infiltración por calles aledañas.

En general, en la microcuenca Buenavista se carece de un sistema de alcantarillado eficiente, debido a que la política pública ha optado por la

implementación de tanques sépticos como único tratamiento de las aguas servidas, provocando que la disposición final de las mismas se haga directamente sobre campos agrícolas y cuerpos de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca Buenavista es parte de la Red Hidrológica Lerma Santiago (RH12), pertenece a la cuenca hidrográfica del Río Laja (H) y a la subcuenca Río Apaseo. Se ubica geográficamente al norte de la ciudad de Querétaro. Tiene una población total de 22,860 habitantes y comprende dieciocho localidades: Buenavista, Pie de Gallo, Puerto de Aguirre, Jofrito, La Luz, San Isidro Buenavista, La Barreta, La Monja, Cerro de la Cruz, Corea, Estancia de la Rochera, La Carbonera, Loma del Chino, Presa de Becerra, Cañada de la Monja, La Cantera, La Estancia de Palo Dulce y Lomas del Mirador.

Para conocer la disposición final del agua residual y el estado actual del alcantarillado en la microcuenca Buenavista, se realizaron recorridos de campo a las dieciocho comunidades que comprenden la zona de estudio. A partir de los recorridos exploratorios previos y considerando la información que se pretendía recopilar, se ubicaron espacialmente todas las descargas de aguas residuales dentro de la microcuenca de estudio.

Se aplicaron entrevistas para conocer el uso, tratamiento y disposición final del agua residual doméstica desde la perspectiva de los habitantes de la microcuenca y explorar la forma de



resolución de conflictos que puede haber por el mal manejo del agua residual. La estructura de la entrevista realizada se apoyó en los siguientes puntos: 1) Descarga final del agua residual, 2) Manejo público del agua residual, 3) Sistemas de tratamiento público y a nivel habitacional, 4) Reutilización de agua residual e 5) Interés para implementar un sistema accesible de tratamiento de agua residual.

Las entrevistas aplicadas fueron de dos tipos: semiestructurada e informal (Vázquez, 2010). Las entrevistas semiestructuradas se dirigieron a informante claves, mientras que la entrevista informal se aplicó al encargado del Departamento de Operaciones de la delegación de Santa Rosa Jáuregui. Los informantes claves son personas que tienen información directamente relevante con los objetivos de la entrevista (Valles, 1998; Vázquez, 2010). Para efectos de la investigación los informantes claves fueron habitantes de la microcuenca que tienen cargos como delegados o subdelegados.

Por último, para poder hacer la comparación con los datos encontrados en esta investigación, se obtuvo la información sobre aspectos demográficos y cobertura de servicios de drenaje del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos reportados por el INEGI (2010), el 86% de las 5263 viviendas asentadas dentro de la

microcuenca disponen de drenaje. Sin embargo, este estudio registró que algunas de las localidades incluidas en los datos del INEGI no cuentan con el servicio de red de drenaje público, como es el caso de Estancia de la Rochera, Presa de Becerra, Cañada de la Monja y La Cantera.

En general, la diferencia encontrada en la cobertura del sistema de alcantarillado en esta investigación y el reporte que hace el INEGI obedece a las formas de desalojo de aguas residuales que contempla, pues incluye también las fosas sépticas familiares y tuberías que van a dar a cuerpos de agua y arroyos (INMUJERES, 2011).

Se evidencia una desigualdad en la cobertura de drenaje público, siendo las localidades más pobladas mayormente beneficiadas con relación a este servicio. La insuficiente cobertura de recolección y depuración de aguas residuales ha ocasionado que los habitantes de la microcuenca Buenavista desarrollen otros mecanismos como letrinas y fosas sépticas a nivel habitacional para solventar dichas necesidades.

En las localidades La Monja y Estancia de Palo Dulce la descarga de aguas residuales se realiza directamente sobre la carretera. Mientras que la disposición final de las aguas residuales de las localidades Corea y San Isidro Buenavista se hace directamente en la presa Santa Catarina, punto de salida y principal cuerpo de agua de la microcuenca Buenavista. A pesar que las aguas residuales de la microcuenca de estudio son captadas en su mayoría por los sistemas de alcantarillado municipal,



Lo cierto es que no se cuenta con sitios formales para el tratamiento y descarga de aguas residuales. Esto coincide con lo expuesto por Menchaca *et al.* (2017), respecto a que el sistema de saneamiento sólo contempla la red de alcantarillado, omitiendo la depuración de las aguas residuales.

Se encontró que en seis de las localidades de la microcuenca Buenavista la evacuación de las aguas residuales se realiza en fosas sépticas comunales. Los tanques sépticos son obras por parte del gobierno para depurar las aguas residuales, sin embargo, estos sistemas se encuentran en estado de abandono y al no darles mantenimiento, los lodos que se producen en la depuración provocan atascamiento y desbordamiento de las aguas residuales generando molestia entre la población por los malos olores, además, de un impacto negativo sobre los recursos agua y suelo, afectando la parte baja de la microcuenca.

Lo anterior concuerda con lo expresado por Reyna (2011), al reconocer que la política pública se ha centrado únicamente en desarrollar tanques sépticos para el saneamiento de aguas residuales en las localidades rurales y periurbanas. Pese a que constituyen una buena alternativa para el tratamiento *in situ*; se trata de una depuración primaria. Además, se ha comprobado que estos sistemas remueven alrededor del 20% de cargas de DBO₅ y DQO, incumpliendo con lo establecido por la legislación (Villegas *et al.*, 2006; Mena, 2014). Por otra parte, en ocasiones estos sistemas no cuentan con la capacidad ni las características necesarias para evitar la

contaminación de mantos acuíferos y ante la falta de mantenimiento pierden su capacidad de remoción de contaminantes (Reyna, 2011).

Aunque hay avances en la cobertura de red de drenaje público, existen comunidades como Estancia de la Rochera, Presa de Becerra, Cañada de la Monja y La Cantera, que presentan un volumen de aguas contaminadas que repercuten en la economía familiar, al pagar la cantidad de \$470 pesos mensuales por el servicio de desazolve del sistema. Al satisfacer el saneamiento de aguas residuales, las familias tendrían la oportunidad de prescindir de este gasto, ahorrando en el transcurso del año la cantidad de \$5,640 pesos por este servicio.

Por otra parte, la insuficiente capacidad y la falta de mantenimiento de los sistemas de tratamiento primario utilizados en la microcuenca de estudio, está generando que algunos habitantes usen directa e indirectamente las aguas residuales en sus parcelas. Esto se debe a que el 40% de la microcuenca Buenavista es ocupado por la agricultura, principalmente de temporal y es ahí donde se descarga la mayor parte de las aguas servidas.

Encarar este problema plantea un dilema crucial, ya que por un lado, el agua residual constituye una fuente alternativa importante para el riego de los cultivos, pero por otro lado, existe una relación entre los tipos de suelo y el riesgo de salinidad por el ingreso de aguas residuales, el uso de este tipo de agua, sin un adecuado tratamiento, puede contribuir a la degradación de suelos



(Delgadillo *et al.*, 2010); alterando irremediablemente las condiciones de infiltración, escurrimiento, percolación y evapotranspiración del agua (Cotler *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

La problemática ambiental que se presenta en la zona de estudio es muy similar a la tendencia que ocurre en otras microcuencas de la periferia urbana, en donde debido al crecimiento poblacional el requerimiento de servicios públicos se va acentuando, siendo el agua potable, la red de drenaje y los sistemas de tratamiento de aguas residuales los servicios prioritarios. La falta de atención del sistema de alcantarillado provoca que las viviendas descarguen sus aguas contaminadas sobre los recursos naturales, poniendo en riesgo la estructura y función de la cuenca, además de la salud de los habitantes.

A pesar de ser uno de los servicios prioritarios, la cobertura del sistema de alcantarillado público de las localidades de la microcuenca Buenavista es menor que la reportada por las instituciones gubernamentales y únicamente contempla la conducción de las aguas residuales, las cuales terminan siendo descargadas sin ningún tipo de tratamiento, afectando al final a la presa Santa Catarina como vaso receptor.

Las autoridades se han centrado únicamente en desarrollar tanques sépticos para el tratamiento de las aguas contaminadas en la microcuenca Buenavista. Esta situación hace evidente la necesidad de planificar y gestionar adecuadamente el saneamiento de las aguas residuales, que permita un efluente

final aceptable para que su uso posterior no sea descartado.

Para tener una cobertura completa del saneamiento de aguas residuales es necesario emplear un sistema de tratamiento de bajo impacto ambiental, y económicamente viable para que pueda ser operado por los pobladores, ayudando a frenar la degradación de suelos y la contaminación de cuerpos de agua por descargas de aguas residuales. Por último, es necesario que las autoridades encargadas de los servicios básicos en zonas rurales y periurbanas consideren siempre el impacto ambiental de sus decisiones y contemplen no sólo las ganancias en los aspectos económicos a corto plazo, sino los beneficios ambientales en el mediano y largo plazo.

LITERATURA CITADA

- Carabias, J., y Landa, R. (2005). Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. México, D.F: El Colegio de México.
- Comisión Nacional del Agua. (2017). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Recuperado de <https://www.gob.mx/publicaciones/es/articulos/situacion-del-subsector-agua-potable-alcantarillado-y-saneamiento?idiom=es>
- Cotler, H., Garrido, A., Bunge, V., y Cuevas, M. L. (2010). Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. En A. Garrido, N. Luna, C. Enríquez, y M. Cuevas (Eds.), Las Cuencas Hidrográficas de México Diagnóstico y Priorización. (pp. 210-215). México: Pluralia.
- Delgadillo, D., Camacho, A., Pérez, L., y Andrade, M. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Cochabamba, Bolivia: Nelson Antequera.
- Fideicomiso de Riesgo Compartido (2007). Plan Rector de Producción y Conservación. Microcuenca Buenavista, Querétaro.



Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWDR). (2017). Aguas residuales el recurso desaprovechado. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Encuesta Intercensal. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/>

Instituto Nacional de las Mujeres. (2011). Estudio de la situación del agua desde el enfoque de género en el Estado de Querétaro. Recuperado de http://cedoc.inmujeres.gob.mx/ftpg/Qro/QRO_META_14_ESTUDIO_AGUA_2011.pdf

Mena, P. (2014). Evaluación de la eficiencia de tratamiento de aguas residuales domésticas, implementando un sistema de humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal (HAFSSH) en el Colegio Comfamiliar Siglo XXI, sede campestre corregimiento de San Fernando, Municipio de Pasto, Colombia (tesis de maestría). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Menchaca, S., y Lozada, R. (2017). Tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales: una propuesta para las zonas rurales. *UVserva*, (3), 14-22.

Reyna, N. (2011). Retos de la gestión sustentable de los servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales: caso de estudio de Tacotalpa, Tabasco. Ciudad de México, México: Naciones Unidas.

Solano, M. (2011). Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica.

Tilley, E. (2011). Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Recuperado de https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Compendium_Spanish_pdfs/compendio_sp.pdf

Vázquez, L. (2010). Situación del tratamiento de aguas residuales en los establos lecheros de Tijuana y los factores limitantes en su tecnificación (tesis de maestría). El colegio de la Frontera Norte, Baja California, México.



RELACIÓN ENTRE LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL PASADO DE LAS MADRES Y LAS PRÁCTICAS ALIMENTARIAS DE PREESCOLARES

Maya-Lozano, NE¹; Ronquillo-González, D^{1,2}; Caamaño-Pérez, MC^{1,2}; Oropeza-Ceja, LG²; García-Obregón, OP^{1,2}.

¹ Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. ² Investigación en Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La inseguridad alimentaria (IA) ocurre “cuando las personas carecen de acceso seguro a una cantidad de alimentos inocuos y nutritivos, suficiente para el crecimiento y desarrollo normales, para llevar una vida activa y sana” (FAO et al., 2017). Bajo esta premisa, se han desarrollado diferentes herramientas para medir la capacidad de acceso a los alimentos, ya sea en el pasado o en la actualidad (Kuyper et al., 2006; Pérez-Escamilla et al., 2007). Estas herramientas se basan en la percepción y la experiencia de la gravedad de la IA registrada a partir de respuestas directas a preguntas referentes al acceso a una alimentación adecuada (FAO et al., 2018).

Se ha observado que las personas que padecieron privación de alimentos durante la infancia pueden llegar a priorizar el mantener la seguridad alimentaria (SA) para ellos y sus familias en la etapa adulta (Allen y Wilson, 2005; Olson et al., 2007). Estas experiencias no solo contribuyen al desarrollo de ciertas prácticas de manejo de alimentos en el hogar, sino también a un apego

emocional y preferencias por cierto tipo de alimentos (Olson et al., 2007).

El periodo en el que se introducen alimentos a la dieta del niño, que va de los 6 meses a los 2 años, es la edad en la que ocurren retardo del crecimiento, deficiencias de ciertas vitaminas y minerales, al igual que enfermedades comunes como diarrea y afecciones respiratorias. Por eso, esta etapa es un momento clave para prevenir estos problemas, ya que después de los 2 años es difícil revertir el retardo del crecimiento y sus consecuencias sobre el desarrollo cognitivo del niño (Black et al., 2008). Durante la etapa preescolar, de 2 a 5 años, la alimentación debe garantizar una nutrición correcta que permita el desarrollo adecuado del niño sin que se presenten deficiencias ni excesos de energía (Kaufer-Horwitz et al., 2015).

Un estudio realizado en 2006 con mujeres inmigrantes en EE. UU. encontró que aquellas que presentaron mayor carencia de alimentos en su infancia pueden elegir comer fuera de casa más veces, servir porciones más grandes a sus hijos y reemplazar alimentos básicos con alimentos de bajo



aporte nutricional (Kuyper et al., 2006). Asimismo, se ha observado que la severidad de la IA en la infancia de las madres está asociada negativamente con el control de la ingesta de botanas y dulces en sus hijos (Kuyper et al., 2009). Actualmente, no se conoce la manera en la que la experiencia de IA en el pasado de las madres afecta a la alimentación de preescolares en una población mexicana. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es conocer la relación entre la IA en la infancia de las madres con las prácticas alimentarias de preescolares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos y población de estudio

Se reclutaron un total de 163 niños de 1 a 4 años en la Ciudad de Querétaro, en estancias infantiles, centros de salud y escuelas preescolares. No participaron en el estudio aquellos niños que padecieran alguna enfermedad metabólica, retrasos neurológicos o de desarrollo (ej. enfermedades del corazón, riñones o pulmones; anomalías cromosómicas, hipotiroidismo, etc.). El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales (42FCN2018) y se obtuvo consentimiento informado de las madres de los participantes para poder ser incluidos en el estudio.

Cuestionarios

A las madres de los participantes se les aplicaron una serie de cuestionarios en el siguiente orden: 1) historia clínica del participante, 2) cuestionario de nivel socioeconómico, 3) una versión adaptada del cuestionario de IA en el pasado (Kuyper et al., 2006).

Evaluación de las prácticas alimentarias
Se realizó un recordatorio de 24 horas de alimentos con el cual se obtuvieron datos para el indicador de alimentación para niños de 1 a 4 años, utilizando los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y se basó en los siguientes grupos de alimentos: a) cereales, raíces y tubérculos; b) leguminosas y nueces; c) frutas y verduras ricas en vitamina A; d) otras frutas y verduras; e) carnes; f) huevos; y g) lácteos (OMS, 2008). Se otorgó un punto a cada grupo de alimentos si al menos uno de los alimentos que lo compone se consumió de acuerdo con los registros. Un punto de corte de cuatro grupos de alimentos o más se definió como Diversidad Alimentaria Mínima (DAM). De igual forma, para conocer la Frecuencia Mínima de Comidas (FMC) se contabilizó el número de comidas que realizó cada participante, donde mínimo se definió como: a) tres veces para niños amamantados y b) cuatro veces para niños no amamantados; “comidas” se refirió tanto a comidas como refrigerios o meriendas. La frecuencia de comidas para los niños amamantados incluyó solamente las comidas no líquidas, mientras que para los niños no amamantados incluyó tanto las tomas de leche como las comidas (OMS, 2008). Finalmente, para conocer la adecuación de las prácticas alimentarias, se utilizó el indicador de Dieta Mínima Aceptable (DMA) en el cual clasificaron los niños amamantados que tuvieron al menos DAM y FMC; los niños no amamantados se clasificaron con DMA si además de



tener DAM y FMC consumieron al menos dos tomas de leche (OMS, 2008). Adicionalmente, se incluyeron dos grupos: uno de botanas altamente procesadas y otro de bebidas azucaradas, y se contabilizó si algún alimento de estos grupos fue consumido de acuerdo con los registros. Los niños que no contaron con DMA y que además consumieron alguna botana altamente procesada o bebidas azucaradas se clasificaron como expuestos a una “doble carga de alimentación subóptima” (Contreras et al., 2015).

Análisis estadístico

Se realizaron análisis descriptivos de las variables de interés para caracterizar a la población (medias \pm DE). Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para comparar las diferencias entre grupos, clasificados por nivel de IA. Asimismo, se realizó un análisis de χ^2 para comparar las variables categóricas.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22, y se consideró un valor de $p \leq 0.05$ como significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de participantes, el 54.3% fueron hombres y el 45.7% mujeres; la media de edad fue de 3.09 ± 0.97 años. La prevalencia de IA en la infancia de las madres se detalla en la figura 1, donde se puede observar que un total de 77.3% de las madres tuvieron algún grado de IA. En cuanto a las prácticas alimentarias, se observó que el 11.3% no tiene DAM, sólo el 1.9% no consume la FMC, y el 42.5% no alcanza la DMA; asimismo, el 85% de la muestra consume algún alimento no recomendado y el 37.5% tiene doble carga de alimentación subóptima

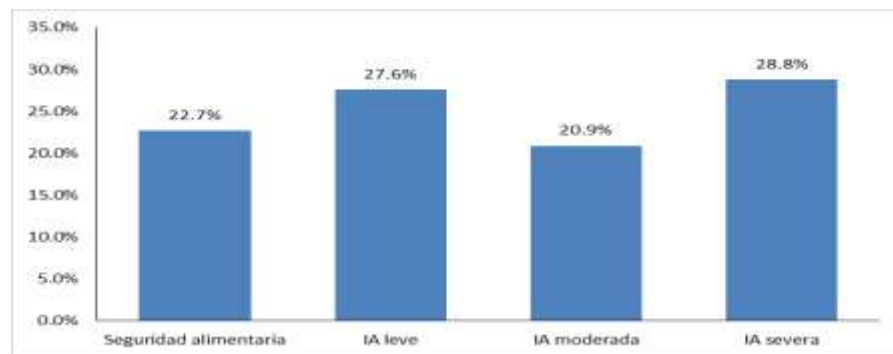


Figura 1. Prevalencia de inseguridad alimentaria (IA) en la infancia de las madres.

Al comparar las características socioeconómicas, según el nivel de IA en la infancia de las madres, se encontró una asociación significativa entre que la madre tenga una escolaridad de secundaria o menos y que haya padecido

IA moderada o severa en su infancia. De igual forma, se observó que a menor nivel socioeconómico mayor fue el grado de IA (Tabla 1). Estos resultados coinciden con estudios anteriores que han demostrado que la IA se asocia



positivamente con variables de pobreza, como los niveles bajos de escolaridad de los jefes de familia, pertenencia a quintiles bajos de condiciones de

bienestar y la afiliación a programas sociales de ayuda alimentaria (Mundo-Rosas et al., 2014; Shamah-Levy et al., 2014).

Tabla 1. Características sociodemográficas según el estado de inseguridad alimentaria en la infancia de las madres.

| | Total | | Seguridad Alimentaria | | Inseguridad alimentaria leve | | Inseguridad alimentaria moderada | | Inseguridad alimentaria severa | | p* |
|--------------------------------|-------|------|-----------------------|------|------------------------------|------|----------------------------------|------|--------------------------------|------|--------|
| | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| N | 163 | | 37 | 22.7 | 45 | 27.6 | 34 | 20.9 | 47 | 28.8 | |
| Sexo | | | | | | | | | | | 0.526 |
| Femenino | 75 | 45.7 | 17 | 45.9 | 17 | 37.8 | 15 | 44.1 | 25 | 53.2 | |
| Masculino | 89 | 54.3 | 20 | 54.1 | 28 | 62.2 | 19 | 55.9 | 22 | 46.8 | |
| Nivel socioeconómico | | | | | | | | | | | 0.003 |
| Bajo | 24 | 14.8 | 1 | 2.8 | 3 | 6.7 | 9 | 26.5 | 11 | 23.9 | |
| Medio | 100 | 61.7 | 20 | 55.6 | 30 | 66.7 | 21 | 61.8 | 28 | 60.9 | |
| Alto | 38 | 23.5 | 15 | 41.7 | 12 | 26.7 | 4 | 11.8 | 7 | 15.2 | |
| Escolaridad de la madre | | | | | | | | | | | 0.0001 |
| Secundaria o menos | 78 | 50.6 | 7 | 20.0 | 22 | 51.2 | 18 | 58.1 | 30 | 68.2 | |
| Medio-superior o más | 76 | 49.4 | 28 | 80.0 | 21 | 48.8 | 13 | 41.9 | 14 | 31.8 | |

* Prueba de χ^2 .

Al evaluar la adecuación de las prácticas alimentarias según el estado de IA en la infancia de las madres, no se encontraron asociaciones significativas en ninguno de los indicadores. Sin embargo, es posible observar que la prevalencia de niños que no alcanzaron la DAM es ligeramente mayor en niños con madres que tuvieron SA en la infancia (Figura 2), por lo que la proporción de niños que obtuvieron DMA fue mayor en los de madres que tuvieron IA en su infancia. Las personas que sufrieron IA en el pasado pueden llegar a priorizar el alcanzar y mantener la SA para ellos y sus familias en la etapa adulta (Allen y Wilson, 2005; Olson et al., 2007), por lo que se podría inferir que las madres con

IA pasada brindan una alimentación correcta a sus hijos para evitar que ellos padezcan las carencias que ellas experimentaron.

De igual manera, no se encontraron asociaciones significativas entre el consumo de alimentos no recomendados y la IA de las madres en la infancia. No obstante, como se observa en la figura 3, el porcentaje de niños que consumió alimentos no recomendados fue mayor en los niños de madres con IA en la infancia. Sin embargo, el porcentaje de niños con doble carga de alimentación subóptima fue similar entre seguros e inseguros (Figura 3). En México, el 62.5% de los preescolares consume

botanas, dulces y postres, el 74.% consume bebidas lácteas no endulzadas y el 38.2% consume bebidas lácteas endulzadas (Gaona-Pineda et al., 2018);

lo cual podría explicar el elevado consumo generalizado de alimentos no recomendados presente en este estudio.

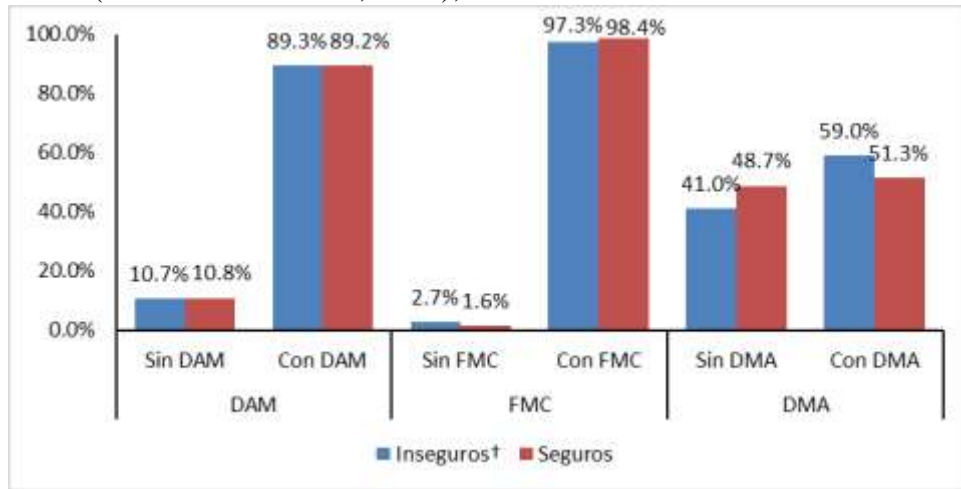


Figura 2. Diversidad alimentaria mínima (DAM), Frecuencia mínima de comidas (FMC) y Dieta mínima aceptable (DMA) según el estado de inseguridad alimentaria en la infancia de las madres. † Incluye IA leve, moderada y severa.

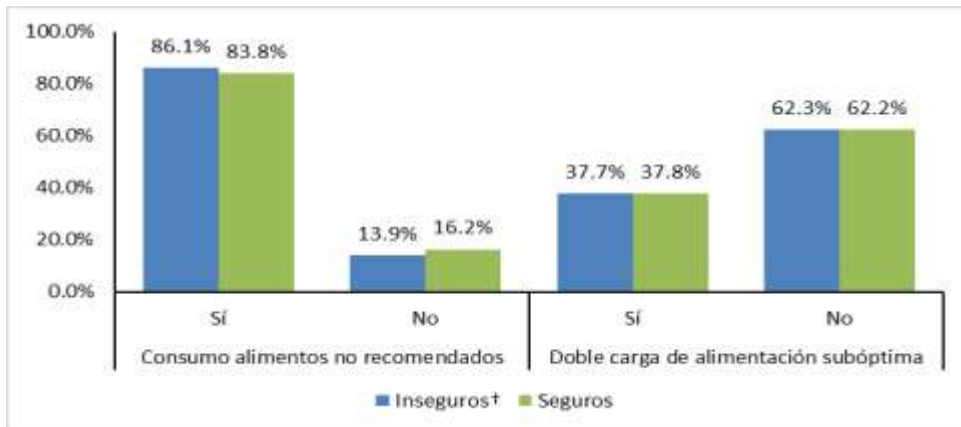


Figura 3. Prevalencia de consumo de alimentos no recomendados y de doble carga de alimentación subóptima según el estado de IA en la infancia de las madres. † Incluye IA leve, moderada y severa.

Al comparar por separado el consumo de botanas altamente procesadas y el de bebidas azucaradas se encontró que el consumo de botanas altamente procesadas está asociado con que las

madres hayan padecido IA en su infancia ($p=0.037$), pero no el consumo de bebidas azucaradas.

Este último hallazgo coincide con estudios donde se ha observado que las



madres que tuvieron IA en la infancia tienen menos probabilidades de controlar o registrar la ingesta de dulces y botanas en sus hijos (Crawford et al., 2007; Kuyper et al., 2009) y menos probabilidad de preocuparse por lo que comen sus hijos (Cheah y Van Hook, 2012). Además, los recuerdos de privación de alimentos dificultan que los padres nieguen las peticiones de alimentos a sus hijos (Olson et al., 2007; Herman et al., 2012; Rosa et al., 2018).

CONCLUSIONES

No se encontró relación entre la IA en el pasado de las madres y la adecuación de las prácticas alimentarias por DMA en preescolares. Sin embargo, la IA de las madres en la infancia se asocia con un mayor consumo de botanas altamente procesadas en sus hijos preescolares.

LITERATURA CITADA

Allen, M. W., y M. Wilson. 2005. Materialism and food security. *Appetite*. 45:314–323.

Black, R. E., L. H. Allen, Z. A. Bhutta, L. E. Caulfield, M. de Onis, M. Ezzati, C. Mathers, J. Rivera, y Maternal and Child Undernutrition Study Group. 2008. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* (London, England). 371:243–60.

Cheah, C. S. L., y J. Van Hook. 2012. Chinese and Korean immigrants' early life deprivation: An important factor for child feeding practices and children's body weight in the United States. *Soc. Sci. Med.* 74:744–752.

Contreras, M., E. Zelaya Blandón, L.-Å. Persson, A. Hjern, y E.-C. Ekström. 2015. Socio-economic resources, young child feeding practices, consumption of highly processed snacks and sugar-sweetened beverages: a population-

based survey in rural northwestern Nicaragua. *BMC Public Health*. 15.

Crawford, P. B., C. L. Lamp, Y. Nicholson, S. Krathwohl, M. Hudes, y M. S. Townsend. 2007. Food insecurity may be linked to childhood obesity in low-income Mexican-American families. *Calif. Agric.* 61:106–111.

FAO, FIDA, OMS, PMA, y UNICEF. 2017. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017. Fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria. Roma: FAO. Available from: <http://www.fao.org/3/a-I7695s.pdf>

FAO, FIDA, UNICEF, PMA, y OMS. 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. Roma: FAO.

Gaona-Pineda, E. B., B. Martínez-Tapia, A. Arango-Angarita, D. Valenzuela-Bravo, L. Gómez-Acosta, T. Shamah-Levy y S. Rodríguez-Ramírez. 2018. Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Publica Mex.* 60(3): 273-282.

Herman, A. N., K. Malhotra, G. Wright, J. O. Fisher, y R. C. Whitaker. 2012. A qualitative study of the aspirations and challenges of low-income mothers in feeding their preschool-aged children. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 9:132.

Kaufer-Horwitz, M., A. B. Pérez-Lizaur, y P. Arroyo. 2015. *Nutriología médica*. Panamericana.

Kuyper, E. M., G. Espinosa-Hall, C. L. Lamp, A. C. Martin, D. L. Metz, D. Smith, M. S. Townsend, y L. L. Kaiser. 2006. Development of a Tool to Assess Past Food Insecurity of Immigrant Latino Mothers. *J. Nutr. Educ. Behav.* 38:378–382.

Kuyper, E. M., D. Smith, y L. L. Kaiser. 2009. Does Food Insecurity Influence Child Feeding Practices? *J. Hunger Environ. Nutr.* 4:147–157.

Mundo-Rosas, V., I. M. G. Humarán, y T. Shamah-Levy. 2014. Caracterización de los hogares mexicanos en inseguridad alimentaria. *Salud Publica Mex.* 56:12-20.

Olson, C. M., C. F. Bove, y E. O. Miller. 2007. Growing up poor: Long-term implications for eating patterns and body weight. *Appetite*. 49:198–207.



OMS. 2008. Indicadores para evaluar las prácticas de alimentación del lactante y del niño pequeño, Parte 1: Definiciones. Geneva, Suiza: Organización Mundial de la Salud, Washington D. C., USA.

Pérez-Escamilla, R., H. Melgar-Quiñónez, M. Nord, M. C. Álvarez Uribe, y A. M. Segall-Correa. 2007. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). *Perspect. en Nutr. Humana*. Colombia:117–134.

Rosa, T. L., S. E. Ortolano, y K. L. Dickin. 2018. Remembering food insecurity: Low-income parents' perspectives on childhood experiences and implications for measurement. *Appetite*. 121:1–8.

Shamah-Levy, T., V. Mundo-Rosas, y J. A. Rivera-Dommarco. 2014. La magnitud de la inseguridad alimentaria en México: Su relación con el estado de nutrición y con factores socioeconómicos. *Salud Publica Mex*. 56:79–85.



EVALUACIÓN DE VARIANTES GENÉTICAS (SNPS) DE ELOVL (2, 5 Y 6) Y SU RELACIÓN CON MARCADORES DE OBESIDAD Y RESISTENCIA A INSULINA EN ADULTOS JÓVENES.

Maycotte-Cervantes, ML¹; Aguilar-Galarza, BA¹; Flores-Viveros, KL¹; Anaya-Loyola, MA¹; García-Gasca, T¹; Rodríguez-García, VM²; Moreno-Celis U¹.

¹ Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. ² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro, Querétaro, México.

INTRODUCCIÓN

La resistencia a la insulina (RI) y la obesidad son factores de riesgo clave en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (Brown y Walker, 2016). La obesidad es una condición que se caracteriza por la hipertrofia general del tejido adiposo, originado principalmente por un balance energético positivo mantenido en el tiempo, pero se sabe es de etiología multifactorial (Martinez, J., 2007). Representa una de las patologías endocrino-metabólicas más importantes, causando que, durante el ayuno la cantidad de ácidos grasos libres y de glicerol se vea aumentada, lo que puede conducir al desarrollo de resistencia a la insulina (Gutiérrez *et al.*, 2011). La RI se define como un defecto metabólico donde las concentraciones fisiológicas de insulina son incapaces de desarrollar una respuesta en hígado, músculo y tejido adiposo (Reyes y Plancarte, 2008). La utilización metabólica de nutrientes, los hábitos dietéticos, la actividad física, el estrés y la escasez de sueño son considerados los factores ambientales

que contribuyen al desarrollo de obesidad y RI. Estos factores se ven afectados por los genes que pueden influir en el gasto de energía, el metabolismo, la función de la fibra muscular, el apetito, los receptores de insulina (INSR), factores de transcripción, entre otros (González, E., 2011; Kotnik *et al.*, 2018). Muchas variantes genéticas se han asociado con la obesidad y la RI en humanos, usando los estudios de asociación del genoma completo (GWAS, por sus siglas en inglés), por lo que se ha demostrado que aproximadamente entre un 50 y un 70% de las variaciones en el índice de masa corporal (IMC) y del desarrollo de la enfermedad resultan atribuibles a diferencias genéticas propias de cada individuo (González, E., 2011; Li *et al.*, 2009). Dentro de las variaciones del DNA, los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) son las variantes genéticas más comúnmente encontradas en el genoma humano, pueden estar presentes en regiones codificantes y provocar un cambio en un aminoácido; a este tipo de SNP se le conoce como “no



sinónimos” o puede ser silenciosos (sinónimos), o simplemente ocurrir en regiones no codificantes. (Ramírez-Bello *et al.*, 2013)

Con el fin de contribuir al estudio de genes implicados en el desarrollo de la obesidad y resistencia a la insulina, en el presente trabajo se pretende estudiar las variantes genéticas de las enzimas elongasas (ELOVL) debido a que están implicadas en la síntesis endógena de los ácidos grasos siendo esenciales para el metabolismo energético y para mantener la sensibilidad a la insulina. Se sabe que Los polimorfismos de los genes Elov1 modulan la actividad enzimática de las elongasas y con ello la velocidad de la síntesis de AG poliinsaturados (Zhang *et al.*, 2016). A pesar de las investigaciones hechas en relación a las variantes genéticas y el desarrollo de obesidad, se han realizado muy pocos estudios que demuestren una relación entre los polimorfismos de las enzimas Elongasas con el desarrollo de obesidad y resistencia a la insulina, por lo que se pretende establecer una asociación entre los SNP de ELOVL 2, 5 y 6 y, biomarcadores de obesidad y RI.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fue seleccionada aleatoria una población de 675 estudiantes entre 17 a 26 años que participaron en el programa “Su Salud”. El estudio fue diseñado para investigar la incidencia de los trastornos metabólicos y marcadores de riesgo. Se realizó una historia clínica completa, mediciones antropométricas y bioquímicas. Las muestras de sangre y suero se almacenaron a -80°C para su análisis. El estudio fue aprobado por el Comité de

Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro bajo los lineamientos de la Declaración de Helsinki.

El ADN se extrajo utilizando el método fenol-cloroformo-álcool isoamílico (25:24:1).

La integridad del ADN se verificó por electroforesis horizontal utilizando un gel de agarosa 1%, 80 V por 60 min, en tampón 1x TAE (500 mM de Tris-HCl, 60 mM de ácido bórico y 83 mM de EDTA). La cantidad y calidad del ADN se determinó usando el espectrofotómetro Nano drop 2000 / 200C (Thermo Fisher Scientific, EE. UU.).

Ensayo de microarreglo.

Se realizó un panel de siete SNP de elongasas 2, 5 y 6, utilizando las sondas de hibridación TaqMan® específicas para ensayos de genotipificación en un micro chip open array, Applied Biosystems (Foster City, CA, EE.UU.) El chip se diseñó basándose en el ID de polimorfismo de la base de datos de polimorfismos NCBI. Las reacciones de PCR se llevaron a cabo en un volumen total de 5 μl que contenía 15 ng de DNA. La PCR se realizó mediante el uso de un sistema Quant Studio K12 (Applied Biosystems; EE.UU.). Los productos de PCR se analizaron por StepOne™ Software Ver2.01 (Applied Biosystems, EE.UU.)

Análisis genómico.

Se realizó un análisis de frecuencias alélicas y genotípicas de los sujetos de estudio por medio del complemento para Excel, GenA1Ex.

Análisis estadístico.



Se determinaron promedios \pm desviaciones estándar y se realizaron pruebas t de Student para variables continuas. Se realizó una ANOVA de una vía y un regresiones logísticas bloqueando por sexo y edad, para establecer la relación entre la obesidad, la resistencia a la insulina y los polimorfismos de ELOVL (2, 5 y 6), todo por medio del paquete estadístico

SPSS. En todos los casos, el nivel de rechazo de una hipótesis nula es de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que de 675 individuos, 367 (54.4%) fueron mujeres y 308 (45.6%) fueron hombres, con una edad promedio de 19.24 ± 1.89 . Las características generales de la población estudiada se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la población.

| Biomarcadores | Total (N=675) | | Mujeres (N=367) | | Hombres (N=308) | | p.value |
|--------------------------------|---------------|--------|-----------------|-------|-----------------|-------|---------|
| | Media | S.D. | Media | S.D. | Media | S.D. | |
| Edad (años) | 19.24 | 1.89 | 19.19 | 1.79 | 19.3 | 2.01 | 0.465 |
| Peso (kg) | 64.87 | 13.95 | 58.73 | 12.05 | 70.99 | 13.59 | 0.001 |
| IMC (kg/m ²) | 23.77 | 4.36 | 23.39 | 4.43 | 24.21 | 4.25 | 0.017 |
| circunferencia de cintura (cm) | 80.77 | 11.69 | 77.94 | 11.36 | 84.14 | 11.19 | 0.001 |
| índice Cintura Cadera | 0.83 | 0.071 | 0.81 | 0.067 | 0.86 | 0.061 | 0.001 |
| índice cintura estatura | 0.49 | 0.073 | 0.49 | 0.075 | 0.49 | 0.072 | 0.001 |
| Grasa corporal (%) | 26.65 | 9.27 | 31.06 | 7.78 | 21.38 | 8.08 | 0.001 |
| Glucosa (mg/dL) | 83.55 | 9.13 | 82.24 | 8.98 | 85.11 | 9.06 | 0.001 |
| Insulina (μ g/mL) | 7.96 | 5.88 | 8.01 | 6.35 | 7.89 | 5.26 | 0.801 |
| Índice HOMA | 1.65 | 1.24 | 1.63 | 1.29 | 1.67 | 1.17 | 0.680 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 157.48 | 157.48 | 157.15 | 28.62 | 157.88 | 33.53 | 0.759 |
| HDL (mg/dL) | 51.41 | 13.37 | 54.28 | 14.29 | 48.01 | 11.27 | 0.001 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 104.91 | 66.05 | 94.35 | 52.38 | 117.51 | 77.54 | 0.001 |

IMC: Índice de Masa Corporal; HDL: Colesterol de alta densidad. T-Student significancia estadística ($p < 0.05$).

Las prevalencias de alteraciones metabólicas en la muestra poblacional indican que la prevalencia acumulada de sobrepeso y obesidad según el IMC fue de 38%, en estudios similares en población mexicana, la prevalencia acumulada de sobrepeso y obesidad se ha reportado del 32% (González *et al.*, 2014). Con respecto al ICC, casi un tercio de la muestra (28.2%) se observó por encima de lo recomendado, afectando en mayor proporción a las mujeres que a los hombres. La alteración

antropométrica con mayor prevalencia fue el porcentaje de grasa corporal elevado con 45% de jóvenes alterados. Dentro de las alteraciones bioquímicas, se observó que los hombres tuvieron mayores promedios en glucosa, insulina y TG, mientras que las mujeres en colesterol HDL bajo; en otros estudios realizados en población mexicana joven coinciden con estos resultados, siendo c-HDL bajo y TG elevados las alteraciones más frecuentes.

(Munguía *et al.*, 2008). En el caso de insulina elevada y resistencia a la insulina, un 13% de la muestra presentó estas alteraciones.

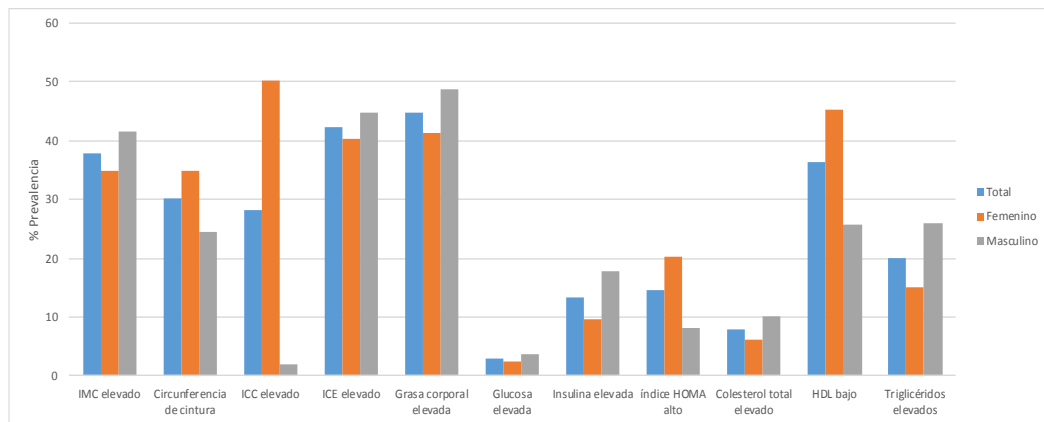


Figura 1. Prevalencia de alteraciones metabólicas en estudiantes universitarios.

Por otro lado, se calcularon las frecuencias alélicas y genotípicas en los sujetos de estudio, para tener una estimación de la población que podría estar en riesgo y la población sana.

Tabla 2. Frecuencias genotípicas y alélicas de los polimorfismos.

| | rs4532436 (%) | rs12195587 (%) | rs2073040 (%) | rs9370194 (%) | rs17041272 (%) | rs6824447 (%) | rs9997926 (%) | | | |
|------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|-------|---------|-------|
| Elovl2 | CC | 7.05 | AA | 0.3 | | | | | | |
| | CG | 37.18 | AG | 14.07 | | | | | | |
| | GG | 55.77 | GG | 85.63 | | | | | | |
| | Alelo G | 0.733 | Alelo G | 0.917 | | | | | | |
| Elovl5 | | | GG | 27.44 | CC | 72.95 | | | | |
| | | | AG | 46.65 | CT | 24.11 | | | | |
| | | | AA | 25.91 | TT | 2.94 | | | | |
| | | | Alelo A | 0.479 | Alelo C | 0.901 | | | | |
| | | | Alelo G | 0.493 | | | | | | |
| Elovl6 | | | | | CC | 82.93 | GG | 43.53 | CC | 91.74 |
| | | | | | CG | 16.17 | AG | 13.85 | CT | 8.11 |
| | | | | | GG | 0.9 | AA | 42.62 | TT | 0.15 |
| | | | | | Alelo C | 0.901 | Alelo G | 0.631 | Alelo C | 0.945 |
| | | | | | | | | | | |
| Consecuencia funcional | Variante UTR 3' | Genera sinónimo de codón | Variante de intrón | Variante de intrón | Variante río abajo (3') | Variante río arriba (5') | Variante de intrón | | | |

A: Adenina; T: Timina; G: Guanina; C: Citocina.

Los resultados de los homocigotos dominantes, homocigotos recesivos y de heterocigosidad para cada polimorfismo se muestran en la tabla 2 junto con sus consecuencias funcionales. En las distribuciones genotípicas, para elovl2 se

observa que G es el alelo principal en ambos SNP (0.733 y 0.917). Para elovl5, en la posición 040 la heterocigosidad fue dominante, mientras que en la posición 194 la frecuencia de C fue dominante (0.901), al igual que para las posiciones



272 y 926 de elov16 (0.901 y 0.945). Para la posición 447 G fue el alelo principal (0.632). Los homocigotos G/G en la posición 436 de elov12 tenían un porcentaje de grasa corporal significativamente más baja que los heterocigotos C/G o los homocigotos

C/C (P = 0.023) (Tabla 3). También tendían a mayor IMC, mayor circunferencia de cintura, niveles de insulina, índice HOMA, y triglicéridos, en ambas posiciones (436 y 587) aunque estos no fueron estadísticamente significativos.

Tabla 3. Características clínicas de acuerdo a los genotipos de los polimorfismos rs 4532436 y rs 12195587 del gen de ELOVL2.

| Parámetro | rs 4532436 | | | | | rs12195587 | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------------|---------------|-----------------|--------|------------|-----------------|--------------|-----------------|-------|
| | GG (n=372) | | CG+CC (n=295) | | P | GG (n=572) | | AG+AA (n=96) | | P |
| | Media | IC | Media | IC | | Media | IC | Media | IC | |
| Edad (años) | 19.19 | 18.99 - 19.39 | 19.29 | 19.08 - 19.51 | 0.472 | 19.23 | 19.07 - 19.39 | 19.34 | 19.02 - 19.66 | 0.585 |
| Peso (kg) | 64.42 | 63.01 - 65.82 | 65.49 | 63.86 - 67.12 | 0.325 | 64.65 | 63.54 - 65.76 | 66.85 | 63.42 - 70.30 | 0.153 |
| IMC (kg/m2) | 23.51 | 23.07 - 23.95 | 24.10 | 23.60 - 24.61 | 0.082 | 23.67 | 23.32 - 24.02 | 24.51 | 23.51 - 25.51 | 0.084 |
| Circunferencia de cintura (cm) | 80.30 | 79.15 - 81.46 | 81.33 | 79.94 - 82.72 | 0.261 | 80.57 | 79.63 - 81.51 | 82.11 | 73.39 - 84.84 | 0.231 |
| Índice Cintura Cadera | 0.834 | 0.827 - 0.841 | 0.831 | 0.822 - 0.839 | 0.612 | 0.831 | 0.825 - 0.837 | 0.840 | 0.824 - 0.855 | 0.26 |
| Glucosa (mg/dL) | 83.77 | 82.83 - 84.70 | 83.27 | 82.22 - 84.32 | 0.485 | 83.68 | 82.93 - 84.43 | 82.64 | 80.82 - 84.47 | 0.301 |
| Insulina (µg/mL) | 7.70 | 7.09 - 8.30 | 8.32 | 7.58 - 9.08 | 0.194 | 7.86 | 7.36 - 8.36 | 8.7 | 7.28 - 10.10 | 0.233 |
| Índice HOMA | 1.59 | 1.47 - 1.72 | 1.72 | 1.56 - 1.88 | 0.210 | 1.62 | 1.52 - 1.72 | 1.83 | 1.49 - 2.16 | 0.161 |
| Grasa corporal (%) | 25.91 | 24.94 - 26.88 | 27.58 | 26.51 - 28.65 | 0.023* | 26.48 | 25.69 - 27.27 | 27.92 | 26.12 - 29.71 | 0.164 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 156.40 | 153.43 - 159.37 | 159.15 | 155.34 - 162.95 | 0.256 | 157.79 | 155.28 - 160.30 | 156.69 | 149.85 - 163.51 | 0.746 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 103.38 | 96.99 - 109.77 | 107.64 | 99.55 - 115.74 | 0.410 | 104.62 | 99.43 - 109.80 | 109.70 | 92.98 - 126.42 | 0.487 |
| HDL (mg/dL) | 50.96 | 49.58 - 52.34 | 52.04 | 50.52 - 53.55 | 0.303 | 51.44 | 50.33 - 52.55 | 51.19 | 48.55 - 53.83 | 0.865 |

IMC: Índice de masa corporal. HDL: Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad. Índice HOMA: Evaluación del modelo homeostático de resistencia a la insulina. T-Student, significancia estadística (p<0.05).

Por otro lado, en la caracterización por los mismos marcadores para las posiciones 040 y 194 de elov15 (Tabla 4) ninguno mostró diferencias significativas, sin embargo, en 040 también se puede observar mayor IMC, circunferencia de cintura, porcentaje de grasa corporal, insulina, índice HOMA, colesterol total, y triglicéridos en

aquellos sujetos con A/G y GG. En el SNP 9370194 el IMC fue ligeramente menor, al igual que la circunferencia de cintura, de cadera el ICC y el porcentaje de grasa corporal; la glucosa, la insulina el colesterol total y los triglicéridos también fueron más bajos en la población con el homocigoto recesivo (T/T) y heterocigoto (C/T) (Tabla 4).

**Tabla 4. Características clínicas de acuerdo a los genotipos de los polimorfismos rs 2073040 y rs 9370194 del gen de ELOVL5.**

| Parámetro | rs 2073040 | | | | | rs9370194 | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|
| | AA (n=170) | | AG+GG (n=486) | | P | CC (n=472) | | CT+TT (n=175) | | P |
| | Media | IC | Media | IC | | Media | IC | Media | IC | |
| Edad (años) | 19.37 | 19.06 - 19.68 | 19.19 | 19.03 - 19.36 | 0.295 | 19.24 | 19.07 - 19.41 | 19.22 | 18.93 - 19.51 | 0.892 |
| Peso (kg) | 64.83 | 62.62 - 67.04 | 65.24 | 64.00 - 66.48 | 0.743 | 64.78 | 63.45 - 66.11 | 65.57 | 63.79 - 67.35 | 0.524 |
| IMC (kg/m ²) | 23.59 | 22.94 - 24.24 | 23.90 | 23.50 - 24.30 | 0.437 | 23.81 | 23.39 - 24.23 | 23.72 | 23.13 - 24.30 | 0.816 |
| Circunferencia de cintura (cm) | 80.71 | 79.00 - 82.43 | 81.02 | 79.96 - 82.09 | 0.771 | 80.93 | 79.84 - 82.02 | 80.49 | 78.83 - 82.17 | 0.679 |
| índice Cintura Cadera | 0.834 | 0.823 - 0.846 | 0.833 | 0.827 - 0.839 | 0.850 | 0.835 | 0.828 - 0.841 | 0.828 | 0.817 - 0.8376 | 0.25 |
| Glucosa (mg/dL) | 84.03 | 82.60 - 85.45 | 83.50 | 82.70 - 84.31 | 0.518 | 83.68 | 82.85 - 84.50 | 83.38 | 81.97 - 84.80 | 0.717 |
| Insulina (µg/mL) | 7.50 | 6.75 - 8.25 | 8.21 | 7.61 - 8.80 | 0.204 | 8.10 | 7.54 - 8.67 | 7.88 | 6.94 - 8.82 | 0.694 |
| Índice HOMA | 1.56 | 1.40 - 1.73 | 1.70 | 1.57 - 1.82 | 0.244 | 1.6 | 1.56 - 1.80 | 1.63 | 1.42 - 1.83 | 0.661 |
| Grasa corporal (%) | 26.24 | 24.87 - 27.62 | 26.75 | 25.89 - 27.61 | 0.551 | 27.00 | 26.15 - 27.85 | 25.47 | 24.02 - 26.92 | 0.070 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 157.15 | 152.47 - 161.83 | 157.88 | 155.10 - 160.66 | 0.792 | 158.05 | 155.24 - 160.86 | 156.97 | 152.30 - 161.63 | 0.695 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 100.32 | 90.60 - 110.05 | 107.26 | 101.25 - 113.28 | 0.243 | 105.96 | 99.85 - 112.06 | 105.59 | 96.94 - 116.23 | 0.915 |
| HDL (mg/dL) | 51.43 | 49.46 - 53.39 | 51.27 | 50.06 - 52.49 | 0.898 | 51.25 | 50.12 - 52.37 | 51.35 | 48.99 - 53.69 | 0.934 |

IMC: Índice de masa corporal. HDL: Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad. Índice HOMA: Evaluación del modelo homeostático de resistencia a la insulina. T-Student, significancia estadística (p<0.05).

En la tabla 5 se muestra la caracterización para los polimorfismos rs 9997926, rs 6824447y rs 17041272 de elovl6. En la posición 926 aquellos con la condición homocigota para T y con la condición de heterocigosidad (C/T) mostraron un ICC significativamente mayor que aquellos con el homocigoto dominante C/C (0.85 y 0.83; P = 0.041). IMC, circunferencia de cintura, insulina, índice HOMA y colesterol total fueron mayores aunque las diferencias no fueron significativas. En la posición 447, los niveles de IMC y porcentaje de grasa

corporal fueron significativamente menores para los portadores de los alelos A (homocigotos A/A y heterocigotos A/G); el IMC disminuyó de 24.78 a 23.65 con una significancia estadística de 0.024 y el porcentaje de grasa corporal disminuyó de 29.24 a 26.26 entre poblaciones (P = 0.005). La circunferencia de cintura, glucosa, insulina, y colesterol total también fueron menores, por lo que podría ser que el alelo A en la posición 447 sea un factor protector.

Tabla 5. Características clínicas de acuerdo a los genotipos de los polimorfismos rs 9997926, rs 6824447y rs 17041272 del gen de ELOVL6.



| Parámetro | rs9997926 | | | | | rs6824447 | | | | |
|--------------------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|--------|---------------|----------------|------------------|----------------|--------|
| | CC (n=611) | | CT+TT (n=55) | | P | GG (n=286) | | AG+AA (n=371) | | P |
| | Media | IC | Media | IC | | Media | IC | Media | IC | |
| Edad (años) | 19.25 | 19.10 -19.40 | 19.17 | 18.64 -19.69 | 0.751 | 19.25 | 18.84 -19.66 | 19.24 | 19.08 -19.40 | 0.955 |
| Peso (kg) | 64.95 | 63.83 -66.08 | 65.31 | 61.75 -68.88 | 0.855 | 67.13 | 64.15 -70.12 | 64.72 | 63.55 -65.88 | 0.128 |
| IMC (kg/m ²) | 23.78 | 23.43 -24.13 | 23.91 | 22.76 -25.05 | 0.840 | 24.78 | 23.75 -25.81 | 23.65 | 23.30 -24.01 | 0.024* |
| Circunferencia de cintura (cm) | 80.66 | 79.72 -81.59 | 82.57 | 79.43 -85.71 | 0.252 | 82.67 | 79.80 -85.54 | 80.56 | 79.61 -81.50 | 0.113 |
| índice Cintura Cadera | 0.83 | 0.825 -0.837 | 0.85 | 0.833 -0.870 | 0.041* | 0.832 | 0.816 -0.8468 | 0.833 | 0.827 -0.839 | 0.867 |
| Glucosa (mg/dL) | 83.57 | 82.86 -84.29 | 82.98 | 80.01 -85.89 | 0.650 | 83.78 | 82.09 -85.48 | 83.5 | 82.73 -84.26 | 0.782 |
| Insulina (µg/mL) | 7.93 | 7.43 -8.43 | 8.58 | 7.10 -10.07 | 0.460 | 8.61 | 7.25 -9.97 | 7.92 | 7.42 -8.43 | 0.335 |
| Índice HOMA | 1.64 | 1.54 -1.75 | 1.75 | 1.45 -2.06 | 0.548 | 1.78 | 1.49 -2.07 | 1.64 | 1.53 -1.75 | 0.349 |
| Grasa corporal (%) | 26.76 | 26.01 -27.52 | 25.62 | 22.98 -28.26 | 0.404 | 29.24 | 27.20 -31.27 | 26.26 | 25.48 -27.04 | 0-005* |
| Colesterol Total (mg/dL) | 157.64 | 154.71 -159.62 | 162.14 | 153.70 -170.57 | 0.254 | 158.76 | 152.83 -164.70 | 157.61 | 155.01 -160.21 | 0.742 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 105.40 | 100.10 -110.70 | 105.16 | 88.43 -121.88 | 0.979 | 102.00 | 90.60 -113.40 | 106.52 | 100.89 -112.15 | 0.548 |
| HDL (mg/dL) | 51.37 | 50.30 -52.44 | 51.72 | 48.14 -55.31 | 0.850 | 50.51 | 47.86 -53.17 | 51.44 | 50.32 -52.55 | 0.544 |

| Parámetro | rs17041272 | | | | |
|--------------------------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-------|
| | CC (n=554) | | CG+GG (n=114) | | P |
| | Media | IC | Media | IC | |
| Edad (años) | 19.25 | 19.09 -19.42 | 19.13 | 18.84 -19.43 | 0.538 |
| Peso (kg) | 64.67 | 63.53 -65.80 | 66.15 | 63.22 -69.08 | 0.302 |
| IMC (kg/m ²) | 23.68 | 23.31 -24.05 | 24.27 | 23.47 -25.08 | 0.190 |
| Circunferencia de cintura (cm) | 80.67 | 79.71 -81.64 | 81.32 | 78.99 -83.65 | 0.595 |
| índice Cintura Cadera | 0.833 | 0.827 -839 | 0.831 | 0.817 -0.845 | 0.775 |
| Glucosa (mg/dL) | 83.59 | 82.83 -84.36 | 83.27 | 81.54 -84.99 | 0.727 |
| Insulina (µg/mL) | 7.88 | 7.37 -8.40 | 8.45 | 7.27 -9.63 | 0.378 |
| Índice HOMA | 1.63 | 1.52 -1.74 | 1.76 | 1.49 -2.02 | 0.357 |
| Grasa corporal (%) | 26.56 | 25.76 -27.37 | 27.18 | 25.51 -28.84 | 0.534 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 157.06 | 154.51 -159.62 | 160.01 | 153.91 -166.11 | 0.355 |
| Triglicéridos (mg/dL) | 103.70 | 98.28 -109.13 | 113.08 | 99.84 -126.31 | 0.169 |
| HDL (mg/dL) | 51.45 | 50.35 -52.54 | 51.09 | 48.35 -53.82 | 0.794 |

IMC: Índice de masa corporal. HDL: Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad. Índice HOMA: Evaluación del modelo homeostático de resistencia a la insulina. T-Student, significancia estadística (p<0.05).

La tabla 6, muestra las asociaciones con un IC de 95% de padecer alteraciones antropométricas y bioquímicas con la presencia de los SNP de elovl 2, 5 y 6. Se puede observar que los portadores del polimorfismo rs 2073040 de elovl 5 tienen mayor riesgo de padecer

porcentaje de grasa corporal elevado e índice HOMA alto (P = 0.002 y P = 0.033), ajustando por edad y sexo. Y aquellos con el polimorfismo rs4532436 de elovl2 tienen mayor riesgo de padecer colesterol elevado (P = 0.009).



Tabla 6. Factores genéticos asociados con riesgo metabólico.

| Gen | SNP | IMC | | | ICC | | | %GC | | |
|--------|------------|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------------|--------|
| | | OR | (95% IC) | P | OR | (95% IC) | P | OR | (95% IC) | P |
| ELOVL2 | rs4532436 | 1.267 | 0.924 - 1.738 | 0.142 | 0.958 | 0.681 - 1.347 | 0.804 | 0.977 | 0.713 - 1.337 | 0.833 |
| ELOVL2 | rs12195587 | 1.174 | 0.755 - 1.825 | 0.477 | 1.01 | 0.624 - 1.663 | 0.969 | 1.126 | 0.716 - 1.771 | 0.607 |
| ELOVL5 | rs9370194 | 0.861 | 0.599 - 1.238 | 0.419 | 0.933 | 0.636 - 1.370 | 0.724 | 1.108 | 0.775 - 1.582 | 0.575 |
| ELOVL5 | rs2073040 | 1.203 | 0.835 - 1.734 | 0.321 | 1.286 | 0.876 - 1.887 | 0.199 | 1.75 | 1.221 - 2.509 | 0.002* |
| ELOVL6 | rs9997926 | 1.290 | 0.736 - 2.262 | 0.373 | 1.318 | 0.690 - 2.516 | 0.402 | 0.625 | 0.355 - 1.097 | 0.099 |
| ELOVL6 | rs6824447 | 0.782 | 0.499 - 1.226 | 0.284 | 0.815 | 0.491 - 1.352 | 0.428 | 0.725 | 0.456 - 1.153 | 0.174 |
| ELOVL6 | rs17041272 | 1.432 | 0.952 - 2.155 | 0.084 | 0.863 | 0.556 - 1.341 | 0.513 | 1.13 | 0.743 - 1.718 | 0.569 |

| Gen | SNP | Colesterol Total | | | Triglicéridos | | | HOMA-IR | | |
|--------|------------|------------------|---------------|--------|---------------|---------------|-------|---------|---------------|--------|
| | | OR | (95% IC) | P | OR | (95% IC) | P | OR | (95% IC) | P |
| ELOVL2 | rs4532436 | 2.105 | 1.191 - 3.723 | 0.009* | 0.956 | 0.653 - 1.401 | 0.819 | 0.731 | 0.487 - 1.097 | 0.13 |
| ELOVL2 | rs12195587 | 1.395 | 0.677 - 2.877 | 0.366 | 1.102 | 0.635 - 1.914 | 0.73 | 0.522 | 0.266 - 1.024 | 0.055 |
| ELOVL5 | rs9370194 | 0.965 | 0.511 - 1.825 | 0.914 | 1.018 | 0.657 - 1.577 | 0.938 | 1.075 | 0.694 - 1.665 | 0.747 |
| ELOVL5 | rs2073040 | 0.816 | 0.443 - 1.506 | 0.516 | 0.840 | 0.537 - 1.312 | 0.443 | 1.735 | 1.043 - 2.886 | 0.033* |
| ELOVL6 | rs9997926 | 1.173 | 0.447 - 3.080 | 0.746 | 0.790 | 0.411 - 1.517 | 0.478 | 1.062 | 0.536 - 2.104 | 0.862 |
| ELOVL6 | rs6824447 | 1.087 | 0.475 - 2.484 | 0.844 | 0.766 | 0.424 - 1.381 | 0.375 | 1.098 | 0.614 - 1.961 | 0.754 |
| ELOVL6 | rs17041272 | 1.610 | 0.833 - 3.114 | 0.154 | 0.711 | 0.477 - 1.247 | 0.289 | 0.953 | 0.565 - 1.608 | 0.857 |

Regresión logística ajustada por edad y sexo. Significancia estadística ($P < 0.05$). IMC: Índice de masa corporal. ICC: Índice Cintura-Cadera. %GC: Porcentaje de grasa corporal.

CONCLUSIONES

Una de las limitaciones del estudio es que la población muestreada es aparentemente sana y con baja exposición a factores de riesgo como estrés y mala alimentación, sin embargo, los resultados arrojados muestran que la interacción entre los factores ambientales y genéticos si podrían estar relacionados con el desarrollo de padecimientos como la obesidad y la resistencia a la insulina, lo que sugiera a las ELOVL como un futuro objetivo terapéutico en el tratamiento de enfermedades como síndrome metabólico o DM2.

LITERATURA CITADA

Brown, A. E., & Walker, M. (2016). Genetics of Insulin Resistance and the Metabolic Syndrome. *Current cardiology reports*, 18(8): 75. doi:10.1007/s11886-016-0755-4

González Jiménez, E. (2011). Genes y obesidad: una relación de causa-consecuencia. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 58(9): 492-496. doi: 10.1016/j.endonu.2011.06.004

González Sandoval C. E., Díaz Burke Y., Mendizabal Ruiz A. P., Medina Díaz E., Morales J. A. (2014). Prevalencia de obesidad y perfil lipídico alterado en jóvenes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 29(2): 315-321.

Gutiérrez Ruiz J., Velázquez Paniagua M., Prieto Gómez B. (2011). El tejido adiposo como órgano maestro en el metabolismo. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 19(4): 154-162.

Kotnik, P., Knapič E., Kokošar J., Kovač J., Jerala R., Battelino T., Horvat S. (2018). Identification of novel alleles associated with insulin resistance in childhood obesity using pooled-DNA genome-wide association study approach. *Int J Obes (Lond)*, 42(4): 686-695. doi: 10.1038/ijo.2017.293

Li, X., Monda, K. L., Göring, H. H. H., Haack, K., Cole, S. A., Diego, V. P., ... North, K. E. (2009). Genome-wide linkage scan for plasma high density lipoprotein cholesterol,



apolipoprotein A-1 and triglyceride variation among American Indian populations: the Strong Heart Family Study. *Journal of Medical Genetics*, 46(7): 472–479. <https://doi.org/10.1136/jmg.2008.063891>

Martinez, J. A. (2008). Body-weight regulation: causes of obesity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59(3): 337. doi: 10.1017/S0029665100000380

Munguía Miranda C., Sánchez Barrera R. G., Hernández Saavedra D., Cruz López M. (2008). Prevalencia de dislipidemias en una población de sujetos en apariencia sanos y su relación con la resistencia a la insulina. 50(5): 375–382.

Ramírez Bello, J., Vargas Alarcón, G., Tovilla Zárata, C., José, Y., Fragoso, M., Fragoso, J. M., Badiano, J. (2013). Polimorfismos de un solo nucleótido (SNP): implicaciones funcionales de los SNP reguladores (rSNP) y de los SNP-ARN estructurales (srSNP) en enfermedades complejas. *Revista Gaceta Médica de México*, 149(2): 220-228.

Reyes Olivares J.A., Arellano Plancarte A., (2008). Bases moleculares de las acciones de la insulina. *Revista de Educación Bioquímica* 27(1): 9-18.

Zhang, J. Y., Kothapalli, K. S. D., Brenna, J. T. (2016). Desaturase and elongase-limiting endogenous long-chain polyunsaturated fatty acid biosynthesis. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 19: 103–110. doi:10.1097/MCO.0000000000000254.



VARIABILIDAD GENÉTICA Y VIRULENCIA DE CEPAS DE *MYCOBACTERIUM BOVIS* Y SU RELACIÓN CON SU ALTA Y BAJA FRECUENCIA.

Nava Vargas, A¹; Mata Espinosa, D²; Marquina Castillo, BN²; Barrios-Payán, JA²; Hernández Pando, R²; Gutiérrez Pabello, JA³; Milián Suazo, F⁴; Cantó Alarcón, GJ⁴.

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, FCN-UAQ; ²Patología Experimental, INCMNSZ; ³FMVZ-UNAM; ⁴FCN-UAQ.

INTRODUCCIÓN.

La tuberculosis bovina (TBb) es una enfermedad bacteriana crónica causada por el bacilo *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*), una bacteria patógena intracelular obligada de crecimiento lento que se caracteriza por producir granulomas en diferentes órganos, especialmente pulmones y nódulos linfáticos de varias especies animales y el hombre. La TBb afecta a la ganadería, tanto en su nivel de producción como en la calidad de sus productos, causa una disminución aproximada del 10-20% de la producción lechera y cárnica, y limita la libre comercialización de animales y sus productos, por lo que su control, y eventual erradicación, es prioritario para que la ganadería nacional desarrolle su potencial productivo, con mejores condiciones sanitarias, que permita la exportación de ganado bovino en pie (Boland et al., 2010).

M. bovis es un patógeno intracelular que reside principalmente en los macrófagos, por lo tanto, existen modelos *in vitro* para determinar la sobrevivencia bacteriana de sus cepas de *M. bovis* en macrófagos, la cual está directamente relacionado con la virulencia, por ejemplo, Pabello and Adams, 2003 demostraron que una cepa virulenta sobrevive más que una cepa avirulenta en macrófagos de bovinos.

Existen diferentes modelos experimentales *in vivo* de la tuberculosis, establecidos

principalmente en ratones, cobayos, conejos y en el caso de la TBb existe el modelo de tuberculosis experimental en bovinos. Las desventajas de estos modelos (con excepción de los ratones) es que son genéticamente abiertos, lo que conlleva a obtener como resultados respuestas inmunitarias heterogéneas, además de la falta de reactivos necesarios para su caracterización específicos de especie y la desventaja principal es el tamaño de los animales en especial los bovinos, por lo que albergarlos para estudios de cinética de la enfermedad y control de bioseguridad es un problema importante, por tales motivos el modelo en ratón es muy conveniente para reproducir experimentalmente la enfermedad y ha sido utilizado para evaluar la virulencia y patogenicidad de diversos aislados clínicos de *M. tb.* y para diferentes genotipos de micobacterias (Hernández-Pando et al., 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizaron aislados de *M. bovis* previamente caracterizados genéticamente por espigotipificación y MIRU-VNTR's. Para los fines de este trabajo se seleccionaron cuatro cepas con genotipos de alta frecuencia y cuatro con genotipos de baja frecuencia Tabla 1.

**Tabla 1: Frecuencia de espoligotipo y VNTR-tipo de las cepas de *M. bovis* utilizadas en el estudio.**

| Codigo SB | VNTR | Estado de origen | ID | Frecuencia | |
|-----------|--------------|------------------|-----|------------|-----------------|
| SB0673 | 023404625334 | Coahuila | 777 | 155 | Alta frecuencia |
| SB0971 | 433363325242 | Aguascalientes | 833 | 70 | |
| SB0669 | 002060703320 | Estado de México | 351 | 124 | |
| SB0140 | 242352524244 | Hidalgo | 559 | 71 | |
| SB1495 | 403403625133 | Coahuila | 776 | 1 | Baja frecuencia |
| SB1118 | 452300824234 | Estado de México | 694 | 1 | |
| SB0290 | 403363525142 | Querétaro | 301 | 1 | |
| SB0131 | 252252323224 | Hidalgo | 906 | 1 | |

Modelo de Macrófagos

Las cepas se replicaron en medio Middlebrook 7H9 con enriquecimiento OADC y 0.5 g/l de Tween 80. Las bacterias se conservaron en alícuotas de 1 ml en medio RPMI complementado más 15% de suero fetal bovino a -70°C hasta su utilización. Cada inóculo bacteriano fue titulado para determinar la carga bacilar, esto mediante diluciones decuples seriadas sembradas en placas de agar Middlebrook 7H10 con enriquecimiento OADC.

La sangre venosa periférica se obtuvo de un bovino sano, previamente identificado como resistente. Los macrófagos se obtuvieron a partir de células mononucleares de sangre periférica, las cuales se aislaron por centrifugación en gradiente sobre una suspensión Histopaque -1077. Las células se cultivaron a 37°C con una atmósfera al 5% de CO_2 durante 12 días para que se diferenciaron a macrófagos.

Los ensayos bactericidas se realizaron como se describe por Qureshi et al. (1995), con algunas modificaciones. Las monocapas de macrófagos en cultivo celular en placas de Terasaki (1×10^4) se infectaron con *M. bovis* a una multiplicidad de infección (MOI) de 10:1, y se incubaron a 37°C con una atmósfera humidificada al 5% de CO_2 durante 4h para permitir la fagocitosis. Las células se lavaron con CRPMI fresco más 12% de suero autólogo para eliminar las

bacterias extracelulares, y se incubaron de nuevo a 37°C . Esto se consideró tiempo 0 h. Las células se cosecharon a las 0 y 24h (tiempo 1) después de la infección para el análisis. La fagocitosis bacteriana se calculó midiendo las diluciones en serie de las bacterias intracelulares vivas liberadas de los macrófagos después del tratamiento con Tween 20 al 0.5%. El crecimiento bacteriano se calculó como la relación entre el número total de bacterias intracelulares al final del ensayo y el número total de bacterias al inicio del ensayo expresado como porcentaje. Los resultados son el promedio de tres experimentos independientes, cada uno con tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Modelo murino.

Las cepas de campo de *M. bovis* se cultivaron en el medio Middlebrook 7H9 enriquecido con OADC, las cuales se recuperaron en la fase logarítmica media y se resuspendieron en buffer de fosfatos salino (PBS), se hicieron alícuotas y se congelaron a -70° .

Para el procedimiento de infección, se usaron ratones machos de la cepa BALB/c de 8 semanas de edad y 22 gr de peso proporcionados por el Departamento de Investigación Experimental y Bioterio (DIEB) del INCMNSZ. Los animales fueron anestesiados con vapor de sevoflurano (100



uL por ratón) dentro de una cámara de acrílico de 20x10x20 cm, para su inoculación intratraqueal (v.it.) los animales se colocaron sobre una placa de unícel revestida con aluminio y se les sujetaron los incisivos con una liga de caucho, se introdujo una cánula de calibre 22G x1.0" w/ y punta roma de 1.25 mm por la tráquea y se infectaron con 250,000 UFC de cada una de las cepas de campo de *M. bovis*, suspendidas en un volumen de 100 µl de PBS. Los animales utilizados se alojaron en cajas ventiladas bajo presión negativa y aire suministrado a través de filtros HEPA y manipulados bajo protocolos de Bioseguridad Animal Nivel 3.

En el experimento realizado para evaluar la sobrevivencia se infectaron 10 ratones de cada grupo y se registraron las muertes de los ratones por enfermedad, se le realizó un análisis estadístico con la prueba de Mantel-Cox.

Para determinar la virulencia de las cepas, se practicó la eutanasia a grupos de 6 ratones, fueron anestesiados con pentobarbital sódico vía intraperitoneal (v.ip.) a una dosis de 210 mg/kg y sacrificados por exsanguinación en los días 1, 3, 7, 14, 21, 28, 60 y 120 postinfección, estos días son patognomónicos en nuestro modelo experimental. El cálculo de la N se hizo en base a incidencias seriadas durante el desarrollo de los procedimientos para el desarrollo del protocolo (Amigo, 2014).

Se obtuvieron los pulmones derechos de 6 ratones en los tiempos de sacrificio mencionados previamente, para determinar la carga bacilar por conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC): se descongelaron los pulmones y se agregó 1mL de PBS-tween 0.05%. Se homogenizó el tejido con el sistema FastPrep24 (MP Biomedicals), posteriormente, se realizaron

diluciones decuples en una placa de 96 pozos y se sembraron en una caja petri con medio 7H10 enriquecido con OADC. Los procedimientos se realizaron en instalaciones de bioseguridad nivel III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el ensayo bactericida realizado *in vitro* se contaron UFC's para determinar la cantidad de bacteria fagocitada (Tiempo 0) y la cantidad de bacteria a las 24h (Tiempo 1), que mostraron la permisividad de los macrófagos para la replicación de las cepas de campo con genotipos de baja frecuencia con mayor cantidad de UFC's/ml en el tiempo 1. Igual ocurre con las cepas con genotipo de alta frecuencia, la cantidad de UFC's fue mayor en el tiempo 1; mientras que en BCG la carga bacilar disminuyó (Figura 1).

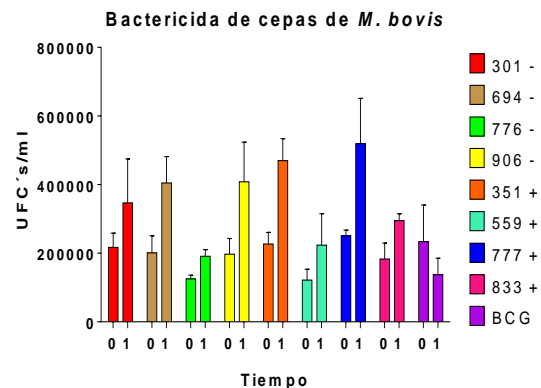


Figura 1: Unidades Formadoras de Colonias (UFC's) de *M. bovis* cuantificadas al tiempo 0 y 1; (-) Genotipo de baja frecuencia y (+) Genotipo de alta frecuencia, (BCG) Cepa control.

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las cepas 776 (SB1495) y 351



(SB0669) con genotipos de baja y alta frecuencia. La primera fue colectada de un bovino procedente del estado de Coahuila, y la segunda de uno del estado de México. También se observó diferencia significativa entre las cepas con genotipo de baja frecuencia 776 y 694. Finalmente, se observó diferencia significativa entre la cepa atenuada BCG y las cepas de campo analizadas (Figura 2).

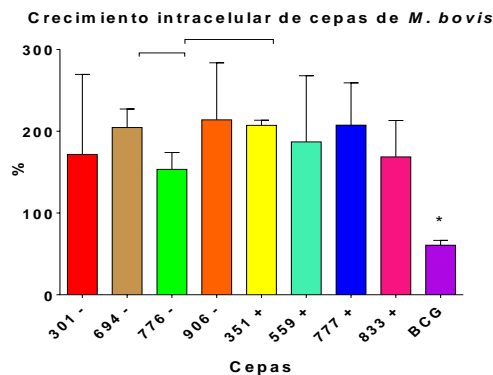


Figura 2: Análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon, del crecimiento intracelular de cepas con genotipo de baja (-) y alta (+) frecuencia y cepa control avirulenta (BCG) de *M. bovis* en macrófagos de bovino con fenotipo resistente.

Los resultados muestran diferencia estadística entre las cepas de campo y la cepa atenuada *M. bovis* BCG, donde esta última presentó una sobrevida menor al 65%, lo que confirma que los macrófagos provenían de un bovino con fenotipo resistente, según lo descrito por Qureshi et al., 1996, donde demostraron que los ensayos bactericidas son útiles para clasificar al ganado bovino con fenotipo resistente o susceptible, estableciendo el punto de corte para *M. bovis* BCG de un 65% de sobrevida bacteriana (Qureshi et al., 1996). Por su parte Gutiérrez-Pabello and Adams, 2003, realizaron ensayos bactericidas utilizando un cepa de campo, donde encontraron resultados similares a los nuestros en cuanto a la diferencia en la sobrevida con respecto a la cepa atenuada BCG, con un crecimiento del

165% en macrófagos de bovino resistente. Se encontraron diferencias estadísticas en 3 de las 8 cepas de campo, entre genotipos de alta y baja frecuencia, y dentro de este último grupo, lo que sugiere que la frecuencia del genotipo en el ganado no tiene relación con la virulencia de las cepas utilizando esta metodología.

En el modelo *in vivo*, como resultados preliminares se obtuvo la sobrevida animal y la carga bacteriana en el pulmón, quedando pendiente el análisis histológico. En la sobrevida se pudo observar que de las 8 cepas de campo evaluadas, 7 presentaron un índice de mortalidad muy elevado, 6 cepas causaron la muerte de los animales a partir de los 18 días postinfección llevando la sobrevida a 0 el día 33, en la cepa de referencia virulenta de *M. bovis* (AN5) y la cepa 906, la sobrevida llegó a 0 a los días 43 y 48 respectivamente, solo una cepa mantuvo una sobrevida del 100% durante los 120 días que duró el estudio (cepa 777) (Figura 3).

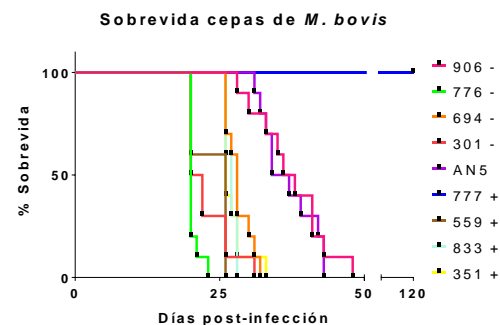


Figura 3: Tasas de sobrevida producida por cepas con genotipo de baja (-) y alta (+) frecuencia de *M. bovis* y la cepa control AN5. Diez ratones se infectaron con las cepas indicadas, por vía intratraqueal y se registró la muerte espontánea a lo largo de la infección. Estadísticamente significativo ($P < 0.05$), analizado mediante la prueba de Mantel-Cox.

A partir de estos resultados se seleccionaron 4 cepas (2 con genotipo de alta frecuencia y 2 con genotipo de baja frecuencia, además de la cepa control AN5) para analizarlas en una cinética de infección de tuberculosis pulmonar progresiva.

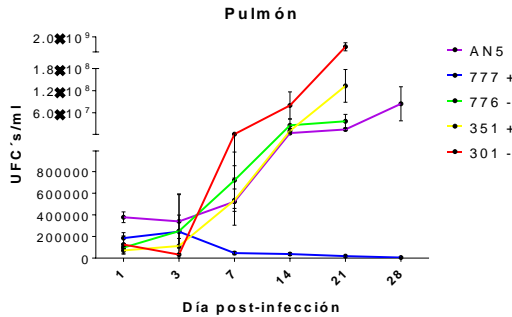


Figura 4: Cinética de las cargas bacilares pulmonares a lo largo de la infección. Se infectaron ratones BALB/c por vía intratraqueal con las cepas de *M. bovis* indicadas y se sacrificaron grupos de seis animales en diferentes puntos temporales después de la infección. Los animales infectados con la cepa de laboratorio AN5 se utilizaron como controles.

En el modelo experimental de tuberculosis pulmonar en ratones BALB/c, se evaluó la cepa 777 la cual es de genotipo de alta frecuencia y cuya sobrevivencia alcanzó el 100% al final del estudio, y las otras 3 fueron las cepas 776 y 301, ambas con genotipo de baja frecuencia y la cepa 351 de genotipo de alta frecuencia, estas 3 últimas mataron rápidamente a los animales. Las cinéticas correspondieron a lo visto en la sobrevivencia con respecto al tiempo de vida de los animales y se pudieron clasificar como: cepa atenuada (777) y cepas hipervirulentas (301, 351 y 776). Se puede ver que la carga bacilar de la cepa atenuada 777 disminuye durante cada tiempo evaluado, al contrario de las cepas hipervirulentas, en las cuales, la carga bacilar va en aumento. La cepa 301 se puede considerar como la más virulenta ya que muestra la carga más elevada a partir del día 7 postinfección, mientras que las cepas 351 y 776 mostraron menor cantidad de UFC's que la cepa 301, pero más que la cepa control AN5, la cual previamente fue clasificada como de virulencia media (Figura 4).

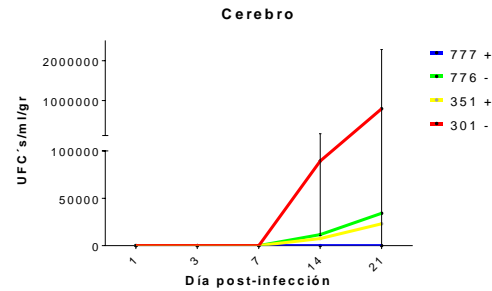


Figura 6: Cinética de las cargas bacilares de cerebro a lo largo de la infección. Se infectaron ratones BALB/c por vía intratraqueal con las cepas de *M. bovis* indicadas y se sacrificaron grupos de seis animales en diferentes puntos temporales después de la infección.

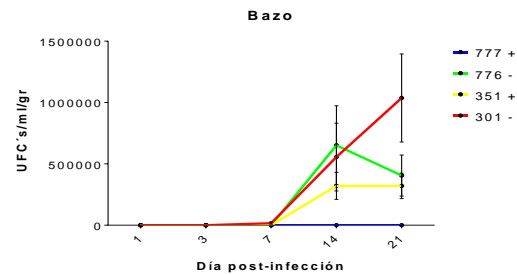


Figura 5: Cinética de las cargas bacilares de bazo a lo largo de la infección. Se infectaron ratones BALB/c por vía intratraqueal con las cepas de *M. bovis* indicadas y se sacrificaron grupos de seis animales en diferentes puntos temporales después de la infección.

Adicionalmente se evaluó la carga bacilar en bazo y cerebro. Mostrando que la cepa hipervirulenta 301 se detecta crecimiento micobacteriano a partir del día 7 postinfección, manteniéndose en mayor cantidad durante el resto de la cinética en comparación con las otras dos cepas hipervirulentas, mientras que en las cepas 351 y 776 presentan crecimiento a partir del día 14 postinfección, por su parte, en la cepa 777 no se detectó crecimiento en ningún punto evaluado (Figura 5).

Mientras que en cerebro las tres cepas hipervirulentas presentaron crecimiento bacilar a partir del día 14 postinfección, la



cepa 301 presento un mayor crecimiento bacilar durante los días 14 y 21 postinfección (Figura 6).

Existen estudios donde se ha tratado de asociar a los espiligotipos con la virulencia en el ganado, Garbaccio et al., 2014 relacionó el espiligotipo con el número de lesiones y el grado en la canal. Los resultados mostraron que los espiligotipos SB0273 y SB0520 tuvieron alta virulencia y fueron de poca frecuencia. Por otra parte Aguilar León et al., 2009, intentaron relacionar la virulencia con diferentes genotipos en un modelo de tuberculosis pulmonar progresiva en ratones, encontraron que los genotipos de animales silvestres son más virulentos que los aislados de humanos o ganado, sin embargo, se propone que *M. bovis* es altamente virulento en el modelo de ratón (Aguilar León et al., 2009).

En hatos de Irlanda del Norte se han identificado diferencias en el genotipo de patógenos por el tamaño del brote y la proporción de casos con lesiones visibles en la canal, lo que sugiere que genotipos de *M. bovis* estrechamente relacionados pueden variar en cuanto a la transmisibilidad. Los genotipos tienen diferencias en el nivel de virulencia, formación de lesiones y patrones de respuesta inmune, en cambio, los factores genéticos que determinan la asociación de diferentes genotipos con diferente grado de gravedad en la enfermedad, permanecen. En *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) se ha encontrado que entre sus seis principales genotipos existe variación en la inmunogenicidad, la virulencia y la patología, junto con la evidencia de una coevolución huésped-patógeno en las regiones donde se establecen estos genotipos (Wright et al., 2013).

CONCLUSIONES.

Los genotipos de las bacterias no están directamente relacionados con la virulencia y el modelo *in vitro* no es reproducible en un modelo *in vivo*. Este último realizado en ratón es importante, sin embargo, falta hacer una evaluación en el animal hospedero para poder establecer los parámetros que permitan reproducir y evaluar la enfermedad en el ratón, y aprovechar las ventajas que este modelo presenta (alimentación, manejo, albergue y singenicidad).

LITERATURA CITADA.

- Aguilar León, D., M. J. Zumárraga, R. Jiménez Oropeza, A. K. Gioffré, A. Bernardelli, H. Orozco Estévez, A. A. Cataldi, and R. Hernández Pando. 2009. *Mycobacterium bovis* with different genotypes and from different hosts induce dissimilar immunopathological lesions in a mouse model of tuberculosis. *Clin. Exp. Immunol.* 157:139–147.
- Amigo, A. R. 2014. Cálculo del tamaño muestral en procedimientos de experimentación con animales. Valoración de las incidencias. *Anim. Lab.* 31–33.
- Boland, F., G. E. Kelly, M. Good, and S. J. More. 2010. Bovine tuberculosis and milk production in infected dairy herds in Ireland. *Prev. Vet. Med.* 93:153–161. doi:10.1016/j.prevetmed.2009.09.021.
- Garbaccio, S., A. Macias, E. Shimizu, F. Paolicchi, N. Pezzone, G. Magnano, L. Zapata, A. Abdala, H. Tarabla, M. Peyru, K. Caimi, M. Zumárraga, A. Canal, and A. Cataldi. 2014. Association between spoligotype-VNTR types and virulence of *Mycobacterium bovis* in cattle. *Virulence.* 5:297–302. doi:10.4161/viru.27193.
- Gutiérrez-Pabello, J. A., and L. G. Adams. 2003. Sobrevivencia de *Mycobacterium bovis* en macrófagos de bovinos naturalmente resistentes y susceptibles a patógenos intracelulares. *Vet. México.* 34:277–281.
- Hernández-Pando, R., B. Marquina-Castillo, J. Barrios-Payán, and D. Mata-Espinosa. 2012. Use of mouse models to study the variability in virulence associated with specific genotypic lineages of *Mycobacterium tuberculosis*. *Infect. Genet. Evol. J. Mol. Epidemiol. Evol. Genet. Infect. Dis.* 12:725–731. doi:10.1016/j.meegid.2012.02.013.
- Qureshi, T., J. W. Templeton, and L. G. Adams. 1996. Intracellular survival of *Brucella abortus*,



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Mycobacterium bovis BCG, Salmonella dublin, and Salmonella typhimurium in macrophages from cattle genetically resistant to Brucella abortus. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 50:55–65.
Wright, D. M., A. R. Allen, T. R. Mallon, S. W. J. McDowell, S. C. Bishop, E. J. Glass, M. L. Bermingham,

J. A. Woolliams, and R. A. Skuce. 2013. Field-isolated genotypes of *Mycobacterium bovis* vary in virulence and influence case pathology but do not affect outbreak size. *PloS One.* 8:e74503. doi:10.1371/journal.pone.0074503.



USO CONJUNTO DE VECTORES DE IMPEDANCIA PARA AJUSTE DE PESO SECO Y SUPLEMENTACIÓN NUTRICIONAL ORAL EN PACIENTES SOMETIDOS A HEMODIÁLISIS

Nieves-Anaya I¹, Vargas Ojeda M², Garcia-Obregon OP¹, Atilano-Carsi X³

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Maestría en Nutrición Clínica Integral. Facultad de Ciencias Naturales UAQ. ³Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubiran.

INTRODUCCIÓN

En México existen 10 millones de personas (10.3%) con algún grado de enfermedad renal, de las cuales cerca de 129 mil se encuentran en etapas avanzadas y con requerimientos de diálisis peritoneal o hemodiálisis (Castro-Serralde 2014). La sobrehidratación y el desgaste energético proteico (DEP) son dos problemas que atañen a la población con enfermedad renal crónica bajo tratamiento conservador o sometido a diálisis, siendo imprescindible su manejo (Dong y Ikizler., 2009). El desgaste energético proteico (DEP) es un factor que puede contribuir a la sobrehidratación, por alteraciones en la presión oncótica y fuga de agua al espacio extracelular. En México se estima que el 23-76% de los pacientes en hemodiálisis suelen presentar este síndrome (Castro-Serralde 2014). La literatura indica que el desgaste energético proteico puede ser corregido con una intervención nutricional adecuada que incluya suplementación oral (Kalantar 2011). Los pacientes con ERCA sometidos a hemodiálisis presentan diversos problemas gastrointestinales como náusea, vómito, anorexia, disgeusia, entre otros, que comprometen su estado de nutrición, por lo que el soporte nutricional es una opción aséptica para alcanzar las recomendaciones

nutrimentales para este tipo de pacientes (Bossola 2010, Kalantar 2011). Otro importante problema que atañe a los pacientes con ERCA es la retención de líquidos. Alrededor del 90% de los pacientes sometidos a hemodiálisis tienen algún grado de sobrehidratación, siendo este, un predictor de muerte general y de origen cardiovascular (Wizemann 2009, Gallar-Ruiz 2012, Onofriescu 2012, Kalantar 2009). El logro de un estado de normohidratación, mediante la adecuada remoción de líquidos durante la hemodiálisis, es uno de los principales objetivos de la terapia, sin embargo la evaluación del estado de hidratación no es sencilla y las herramientas disponibles no siempre son fiables (Levin, 2001). Por lo tanto, una correcta determinación del peso seco es de vital importancia, ya que la sobrehidratación crónica presente en estos pacientes, favorece el desarrollo de hipertensión, hipertrofia del ventrículo izquierdo, falla cardiaca congestiva, así como inflamación crónica y desnutrición, complicaciones todas asociadas a una pobre supervivencia y alta mortalidad general y cardiovascular (Kalantar 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar el cambio de composición corporal y el estado de



hidratación de pacientes sometidos a hemodiálisis tras la obtención del peso seco y la suplementación oral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los pacientes fueron examinados hasta alcanzar los 6 meses de seguimiento. Semestralmente se realizaron medidas antropométricas, tamizaje nutricional “Malnutrition Inflammation Score”, índice de Bilbrey, cuestionario Kidney Disease Quality of Life—Short Form (KDQOL-SF) versión 1.3, fuerza de mano con un dinamómetro marca TAKEI modelo SMEDLEY III T-19D. La determinación de pruebas bioquímicas se llevó a cabo semestralmente y se tomarán los siguientes parámetros: creatinina sérica, proteínas totales, prealbúmina sérica, albumina sérica, leucocitos, linfocitos, potasio, fósforo, sodio, proteína C reactiva e interleucina 6. Se tomó el puntaje del índice de comorbilidad de Charlson al momento del inicio del estudio y se registró durante 1 año el número y días de hospitalización, así como la mortalidad. Se midió el estado de hidratación de todos los pacientes en la segunda sesión de hemodiálisis por medio de VIBE, durante los 6 meses de seguimiento.

Todos los pacientes del estudio fueron sometidos a ajuste de peso seco guiado por VIBE. La intervención para el ajuste de peso seco, se realizó conforme a los resultados del análisis de vectores. A los pacientes asignados de manera aleatoria al grupo A se les suministró 5 latas por semana de suplemento nutricional y un plan de alimentación específico para paciente renal durante 6 meses y al grupo B durante el periodo de intervención, solo se le proporciono plan de alimentación específico para paciente renal.

Los datos fueron procesados con el programa SPSS versión 16 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Se realizó un análisis inicial de datos para determinar si se observa una distribución normal y considerar realizar pruebas paramétricas. Se llevaron a cabo pruebas de estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central. Se aplicó la prueba de t de Student para la comparación de medias entre sexos y una t de Student pareada para comparar las variables de composición corporal pre y post hemodiálisis. Los análisis de correlación entre los valores de resistencia y reactancia estandarizadas, así como entre las variables de composición corporal se realizaron por el coeficiente de Pearson. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), para comparar los cambios en la composición corporal de acuerdo al diagnóstico nutricional. Se realizaron pruebas de Kaplan-Meier para evaluar sobrevida y regresión de Cox para mortalidad. Para comparar los vectores de impedancia se utilizó la prueba T2 de Hotelling con el programa BIVAMEAN (1998). En todos los casos se consideró significativa una $p < 0.05$.

El protocolo fue registrado y aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de ciencias naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro con el número 25FCN2016 y el comité de ética del ISSSTE. A todos los pacientes participantes se les explicó el procedimiento y los objetivos del estudio para obtener la firma del consentimiento informado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estudiaron un total de 37 pacientes pertenecientes a la unidad de hemodiálisis del ISSSTE en el Estado de Querétaro, de los



cuales 5 fueron eliminados por no completar el seguimiento debido a cirugía de trasplante (n=1), migración (n=1) y defunción (n=3). La muestra final se conformó por 32 pacientes, de los cuales 15 estaban asignados al grupo control y 17 al grupo suplementado.

Las principales causas de ERCA en la población se muestran en la Figura 1 siendo la nefropatía diabética y la nefroangioesclerosis hipertensiva las primordiales para ambos grupos de estudio.

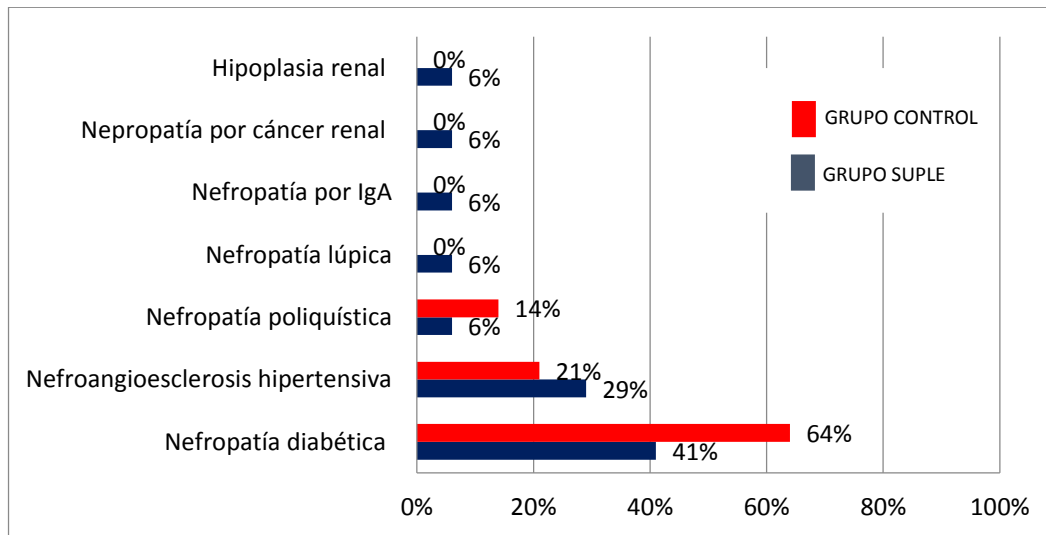


Figura 1. Etiología de la ERC

El 74.5% de la muestra total correspondió al sexo masculino. La media de edad fue de 55.76 ± 17.6 años para el grupo suplementado y $54.71 + 11.64$ para el grupo no suplementado, con un tiempo en hemodiálisis de 24.47 ± 5.08 meses y 16.88 ± 11.04 respectivamente, la presión arterial media pre y postdiálisis fue de 104.3 ± 0.7 y 97.7 ± 8.5 mmHg respectivamente. El número de antihipertensivos usados por paciente al inicio del estudio fue de 1.4 ± 0.5 para el grupo suplementado y 1.3 ± 0.5 para el grupo control. No se encontraron diferencias iniciales significativas entre los grupos.

En cuanto a los análisis bioquímicos observamos que tras los 6 meses de suplementación las concentraciones de albumina aun permanecen disminuidas (3.3

mg/dl grupo Suplementado y 3.2 mg/dl grupo control) relacionadas a la desnutrición presente en los pacientes de los grupos de estudio. El valor de KTV del grupo suplementado de 1.08 y 0.96 para el control se encuentra disminuidas con respecto a lo indicado para pacientes en hemodiálisis (1.3) relacionado con una baja depuración de toxinas. El fósforo muestra concentraciones séricas de 5.9 mg/dl para el grupo suplementado y 5.4 mg/dl para el grupo control, ambas fuera de los rangos recomendados para pacientes en hemodiálisis, situación que podría atribuirse al consumo de suplemento para el grupo control y el bajo apego a la dieta de ambos grupos. La diferencia de los análisis bioquímicos basales y finales de los grupos de estudio muestra la disminución de sodio y



BUN estadísticamente significativos en ambos grupos de estudio, sin embargo al comparar las concentraciones finales de estos dos componentes entre grupos no se muestra diferencia significativa. (Tabla 1)

| Tabla 1. Comparación de la diferencia de los análisis bioquímicos basales y finales de los grupos de estudio. | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|------------------------|-------|-------|
| | Grupo Suplementado N= 17 | | Grupo Control N= 15 | | p** |
| | Delta | P | Delta | P | |
| Creatinina (mg/dl)* | -0.10 ± 4.6 | 0.85 | -0.15 ± 3.3 | 0.71 | 0.75 |
| BUN (mg/dl)* | -25.8 ± 29.8 | 0.003 | -21.4 ± 19.6 | 0.001 | 0.55 |
| Sodio (mg/dl)* | -3.7 ± 3.1 | 0.000 | -4.7 ± 2.1 | 0.000 | 0.497 |
| Potasio (mg/dl)* | 0.39 ± 0.85 | 0.75 | 0.73 ± 0.7 | 0.69 | 0.082 |
| Fosforo (mg/dl)* | 0.28 ± 1.7 | 0.50 | -0.33 ± 2.7 | 0.65 | 0.541 |
| Albúmina (g/dl)* | -0.05 ± 0.46 | 0.61 | -0.006 ± 0.6 | 0.96 | 0.34 |
| KTV* | 0.05 ± 0.21 | 0.26 | 0.006 ± 1.9 | 0.77 | 0.79 |
| PCR* | -0.10 ± 4.6 | 0.92 | 0.15 ± 3.3 | 0.85 | 0.39 |

* Se muestra el media ± desviación estándar. **BUN:** nitrógeno de urea. **KTV:** Dosis de diálisis **PCR:** Proteína C, Reactiva. ** Comparación entre grupos (Suplementado final vs. Control final)

En la Figura 2 podemos observar como inicialmente la desnutrición grave representaba el 29% para el grupo suplementado y el 20% para el grupo control, y al finalizar el tiempo de intervención, este mismo tipo de desnutrición se incrementa para el grupo control un 13% más, llegando hasta un 33%; la desnutrición leve se incrementa para el grupo suplementado 36% mientras que para el grupo control el incremento es del 6%. El grupo control pierde el 7% de los pacientes con un estado de nutrición adecuado al finalizar el estudio.

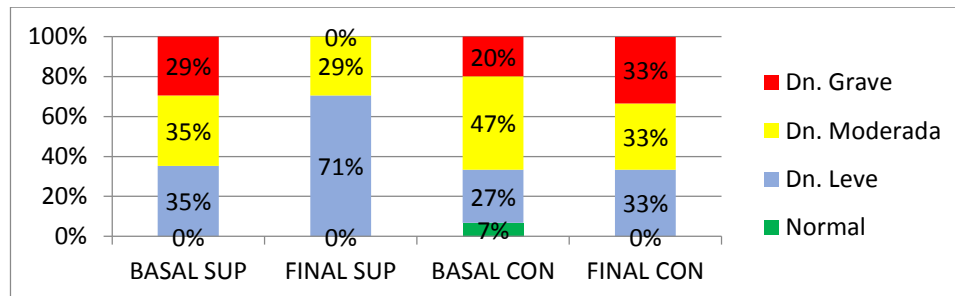


Figura 2. Estado de nutrición de los grupos de estudio.



En base a los resultados individuales de los vectores de impedancia, al inicio del estudio, el 100% de los pacientes pertenecientes al grupo suplementado se encontraban con alteraciones en el estado de hidratación (sobrehidratación), mientras que para el grupo control el 94.7% mostraba sobrehidratación y el 5.2% deshidratación. Los vectores de impedancia al mes 6 muestran que el 100% de los pacientes tanto del grupo control como el grupo suplementado han alcanzado su peso seco. Como se muestra en la Figura 3, los vectores de impedancia postdiálisis basales de ambos grupos, se encontraban en el cuadrante inferior derecho, indicando sobrehidratación y desnutrición, sin haber diferencias significativas entre ellos. Después de los seis meses de intervención, los vectores del grupo suplementado en el periodo postdiálisis mostraron un claro desplazamiento hacia la parte superior de las elipses, encontrándose dentro de las elipses del 50 y 75% a lo largo del eje mayor y el eje menor, indicando menor cantidad de líquidos corporales y mejor estado nutricional. Los vectores postdiálisis del grupo control, de la misma forma se desplazaron hacia la parte superior de las elipses sobre el eje mayor, sin embargo sobre el eje menor los vectores permanecen fuera de las elipses del 75% y 90% indicando menor cantidad de líquidos corporales y agravación del estado de nutrición.

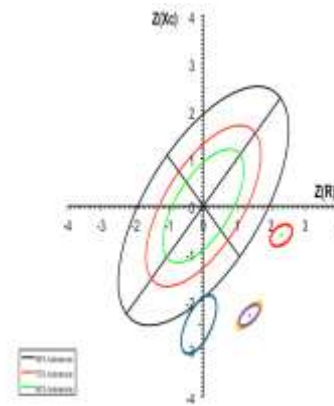


Figura 3. Comparación de los vectores basales y al 6to mes post diálisis de los grupos de estudio

CONCLUSIONES

El uso conjunto de la suplementación nutricional oral y el método de vectores de impedancia bioeléctrica para determinar el peso seco mejoran el estado nutricional en pacientes sometidos a hemodiálisis. La suplementación nutricional oral disminuye el número de hospitalizaciones y mortalidad en los pacientes sometidos a hemodiálisis.

LITERATURA CITADA

- Atilano-Carsi X, Miguel JL, Martínez Ara J, Sánchez R, González E, Selgas R. Vectores de impedancia bioeléctrica como herramienta para la determinación y ajuste del peso seco en pacientes sometidos a hemodiálisis. *Nutr Hosp*, 2015; 31(5): 2220-2229.
- Espinosa-Cuevas MA, Rivas-Rodríguez L, González-Medina EC, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatríste P, Correa-Rotter R. Vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. *Revista de Investigación Clínica* 2007; 59(1): 15-24.
- Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, Franch H, Guarnieri G, Ikizler



- TA, Kaysen G, Lindholm B, Massy Z, Mitch W, Pineda E, Stenvinkel P, Trevinho-Becerra A, Wanner C. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein–energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int*, 2008; 73: 391–398.
- Gallar-Ruiz P, Di-Gioia C, Lacalle C, Rodríguez-Villareal I, Laso-Arias N, et al. Body composition in patients on haemodialysis: relationship between the type of haemodialysis and inflammatory and nutritional parameters. *Nefrología* 2012; 32(4): 467-76.
- Hakim RM, Lazarus JM. Initiation of dialysis. *J Am Soc Nephrol* 1995; 6(5):1319-1328.
- Hemodialysis Patients: A Narrative Review. *J Ren Nutr*, 2010; 20(4): 213-223.
- Inflammation and improves physical function in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr*, 2015; 25(3): 276 – 283.
- Kalantar-Zadeh K, Cano NJ, Budde K, Chazot C, Kovesdy C, Mak RH, Mehrotra R, Raj D, Sehgal A, Stenvinkel P, Ikizler A. Diets and enteral supplements for improving outcomes in chronic kidney disease. *Nat. Rev. Nephrol*, 2011; 7: 369–384.
- May R. Effects of renal insufficiency of nutrient metabolism and endocrine function. In: Mitch W, Klahr S, editors. *Nutrition and the Kidney*. USA: Little Brown, 1993: 35-60.
- Nieves-Anaya I, Atilano-Carsi X, Sabath-Silva E, Rojo-Trejo ME. Uso de vectores de impedancia bioelectrica para el ajuste de peso seco en pacientes sometidos a hemodiálisis, en vías de publicación.
- Onofriescu M, Mardare N, Segall L, Voroneanu L, Cusai C, et al. Randomized trial of bioelectrical impedance analysis versus clinical criteria for guiding ultrafiltration in hemodialysis patients: effects on blood pressure, hydration status, and arterial stiffness. *Int Urol Nephrol* 2012; 44: 583–591.
- Outcomes in malnourished patients with chronic kidney disease on hemodialysis. *JPEN*, 2014; 38: 960-965.
- Pérez J, Llamas F, Legido A. Insuficiencia Renal Crónica: revisión y tratamiento conservador. *Archivos de Medicina* 2005; 1(3):1-10.
- Piccoli A, Pastori G, Guizzo M, Rebeschini M, Naso A, Cascone C. Equivalence of information from single versus multiple frequency bioimpedance vector analysis in hemodialysis. *Kidney Int* 2005; 67(1):301-313.



VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS NATURALES DE LA MICROCUENCA EL PUEBLITO JOAQUÍN HERRERA, QUERÉTARO.

Ochoa Medrano, MC; Hernández Guerrero JA

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

La manipulación de los sistemas que constituyen el medio por intervención del hombre se ha visto de forma ineludible en la historia ambiental, la interacción y alteración en su condición, estructura y función, rompe con un estado de equilibrio (Cabrerizo y Rodríguez, 2010; Valdés, 2018). De tal forma, la calidad ambiental del medio disminuye y tiene repercusiones negativas que, en ocasiones, son cuasi-irreversibles (RGPEIA, 2004; Observatorio Ambiental de la Unión Europea, 2010).

En áreas urbanas, especialmente las de acelerado crecimiento, el deterioro ambiental es más evidente por la velocidad con que se dispone y degradan los recursos naturales (Grimmond, 2007 en Hernández, 2015). Respecto a la periferia, la calidad ambiental suele cambiar en tiempos relativamente cortos debido a la complejidad de la propia dinámica de ese sector, resultando frágiles y susceptibles, ya sea por el rápido cambio de uso de suelo, fragmentación espacial o segregación, que coexiste a través de un mercado ambiental diferenciado (Hernández, 2015). Estos procesos perjudiciales al ambiente, son rápidos y generan una condición que transforma, casi definitiva, al paisaje (Brenner, 2002)

Es de reconocer que en la periferia se pueden utilizar barrios, fraccionamientos,

localidades rurales, asentamientos irregulares o unidades censales (AGEB o manzana urbana), pero en algunos casos las unidades son muy específicas, y en otros están atomizadas, por ello en el presente trabajo se piensa que la unidad por cuenca hidrográfica puede apoyar una mejor evaluación ambiental del sistema natural contiguo con el área urbana (Cotler, *et al.*, 2013; García, 2016; Luna, 2016).

A fin de evaluar la calidad ambiental de cuencas en espacios periurbanos, el uso índices de valoración visual para el análisis ambiental puede ofrecer diagnósticos, evaluaciones y priorizar zonas, a la vez que los resultado detallan el problema (Hernández, 2015 y 2018; Briceño y Gil, 2003; Muñoz, 2004).

La cuenca El Pueblito-Joaquín Herrera se localiza en la periferia sur de la ciudad de Querétaro, específicamente esa sección corresponde al municipio de Corregidora. La cuenca tiene una superficie de 65.34 Km² y forma parte de una cuenca mayor llamada El Batán, la cual es seccionada por el río El Pueblito, afluente que nace en la presa El Batán y se une con el Río Querétaro en la zona conocida como Las Adjuntas (PMPMQ, 2015).

Esta zona presenta una importante presión que, entre otras, ejerce el acelerado crecimiento y expansión de la ciudad de Querétaro, siendo una de las ciudades con alta tasa de crecimiento, 2.5% en los



últimos 35 años, representado por el aumento de 13,417 habitantes en 1980 a 91,235 habitantes en el 2015 (INEGI, 2015; Hernández, 2018; PDU Corregidora, 2014). En tanto la mancha urbana en el mismo periodo creció 10.7 veces, esto es, pasó de 2.57 Km² a 27.49 Km² (PDU Corregidora, 2014; CEI, 2015). Aun con los procesos acelerados, se dispone de una considerable superficie natural que incluye la reserva ecológica El Batán que beneficia la calidad ambiental de la cuenca.

Con base en los argumentos anteriores, se toma el caso de estudio de la cuenca El Pueblito-Joaquín Herrera con el objetivo de realizar la valoración visual de la calidad ambiental del área natural de la cuenca para determinar sitios prioritarios de atención ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con Panagopoulos (2001) y Hernández (2015) la valoración visual es un elemento de análisis y diagnóstico que, autores como Vallina (2001), Montoya, et.al. (2003) y García, Mendoza y Galicia, (2005), utilizado para determinar la calidad ambiental en espacios naturales.

En tanto, para determinar la calidad ambiental de las zonas naturales o con poca intervención humana de la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera, se tomó como base la propuesta metodológica sobre valoración visual del paisaje de Montoya et al. (2003); índice de Calidad y Fragilidad visual del Paisaje (ICFVP).

Este índice refiere a una base física y biológica que considera la evaluación desde la perspectiva de la calidad y fragilidad del paisaje visual, además busca un análisis óptimo de los recursos naturales (Martínez, Martín y Romero, 2003). Con esta herramienta, el observador es capaz de apreciar en un determinado territorio la

calidad ambiental y posibles patrones de antropización (Serrano, 2015).

Con base en lo anterior y a fin de contestar el objetivo, se establecieron tres etapas: 1) determinación de zonas funcionales; 2) Definición de indicadores ambientales para obtener la calidad ambiental; y 3) elaboración del índice y cartografía temática.

La delimitación de las zonas funcionales se realizó con los aportes de Valdés y Hernández (2018), método adecuado para la escala de la cuenca de estudio. Los insumos requeridos para su delimitación fueron curvas de nivel escala 1:50,000, mismas que corresponden a las cartas topográficas F14C55 y F14C65 (INEGI, 2015).

Posteriormente, se realizó la selección de indicadores y variables adecuadas y específicas para la microcuenca El Pueblito-Joaquín Herrera, considerando integrar y reflejar la condición real de las zonas de transición o periurbanas.

Por medio de una ficha y recorrido piloto, se identificaron 7 indicadores para la calidad visual (desnivel, complejidad de formas, diversidad de formaciones, calidad visual de las formaciones, presencia de cuerpos de agua, densidad de carreteras y densidad de población) agrupados en cuatro temas (Fisiografía, cubierta vegetal, agua y grado de humanización) y 6 indicadores para la fragilidad visual (Topoformas, pendiente, vegetación y usos del suelo, forma y tamaño de la cuenca visual, distancia de carreteras y distancia de población) agrupados en 3 temas (Fisiografía, unidad y distancia de humanización).

Cada uno de los indicadores considerados ha sido puntuado del uno al cinco, donde uno corresponde a la valoración mínima y



cinco a la valoración máxima. Los valores resultantes se han codificado en cinco clases de calidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja de acuerdo a con los criterios para cada indicador.

El levantamiento de información se realizó en 29 puntos de observación que constituyen la totalidad de las zonas naturales, dejando fuera la mayor concentración urbana de la cuenca El Pueblito Joaquín Herrera. Durante cuatro meses (mayo y septiembre del 2018) se llevó a cabo el levantamiento de 75 fichas de campo. Se requirieron 3 observadores por cada punto de observación para realizar el levantamiento de las fichas y evitar sesgos en la valoración de análisis perceptivo. En ese sentido, los trabajos con información cualitativa-cuantitativa deben contar con un mínimo de tres observadores (Stewart et al., 1983, en Hernández, 2018). A partir de los resultados del levantamiento de la ficha de campo se elaboraron las bases de datos (en hojas de cálculo) de cada indicador por sección y se determinaron medidas de tendencia central y frecuencias. Posterior a ese ejercicio, las bases de datos se manipularon en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se transformaron a datos de tipo vector de puntos. Después se transformaron en datos con formato raster, por medio de la opción de interpolación de distancia inversa (IDW por sus siglas en inglés *inverse distance weighted*). Esta herramienta es necesaria para genera la continuidad espacial respecto a la proximidad del valor, y este a su vez, con el punto más cercano por indicador (Hernández, 2018). De esta forma se obtienen un total de 13 capas, correspondiente a 13 indicadores aplicados. Para identificar la zonificación de calidad ambiental para la microcuenca, se generó

cartografía, a partir de análisis multicriterio, las capas raster de cada indicador se aplicó álgebra de mapas para sumar los indicadores según grupo temático, previamente reclasificada en cinco clases (1=Muy baja, 2=Baja, 3=Media, 4=Alta y 5=Muy Alta).

La suma de cada grupo temático se realizó con un ponderador por grupo de Calidad Visual (Fisiografía 0.25, Cubierta vegetal 0.25, Agua 0.24 y Grado de Humanización 0.26) y Fragilidad visual (Fisiografía 0.35, Unidad 0.15 y Distancia de Humanización 0.5). Esa ponderación fue establecida de la experiencia de la recolección de información y de los trabajos previos de Montoya y Padilla (2001), Montoya et al. (2003), Martínez et al. (2003) y Serrano (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general, la microcuenca EPJH presentó calidad visual del paisaje de nivel medio, mientras que la fragilidad visual refleja valores altos en todo el territorio. Esto explica que el territorio es físicamente frágil y susceptible, aun cuando no presente transformaciones, por lo mismo cualquier alteración es independiente a cualquier gradiente de calidad.

Por otro lado, los indicadores en grupos temáticos se compararon entre zonas funcionales. De esta forma se resaltan las atenciones necesarias para cada región. Así, las deficiencias de la calidad visual se ven reflejada principalmente en la zona baja mediante la alta densidad de las vialidades y centros de población (Figura 1). De igual forma, la fisiografía es representada por un valle continuo de elevaciones poco accidentadas, los cuales no impiden ni interrumpen el campo visual, y por consecuencia, la diversidad de formaciones es muy baja. Esta región



contiene la más grande concentración urbana en el municipio, además pertenece al área conurbada de la ciudad de Querétaro, ello manifiesta de forma

explícita la constante dinámica y modificación de esas zonas.

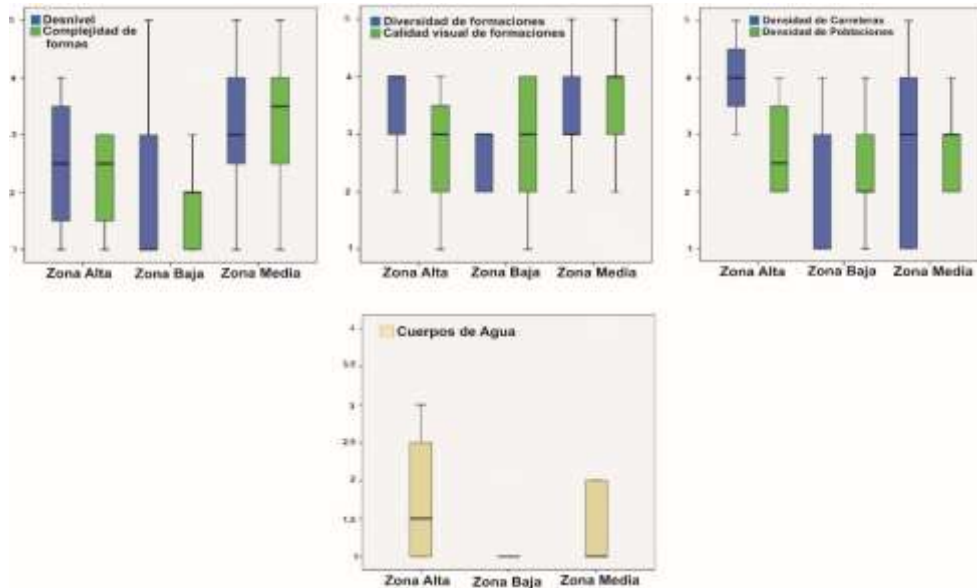


Figura.1. Variables por grupo temático para la Calidad visual del paisaje en la microcuenca
Fuente: Elaboración con base en la valoración visual.

Las zonas media y alta, mantienen valores medios en general, las variaciones de los valores resultantes entre ambas zonas fueron mínimas, sin embargo, para la zona media en algunos indicadores se eleva tan solo un poco por encima, como lo reflejan los indicadores de humanización y cubierta vegetal. Pendientes marcadas y la complejidad de formas y la poca concentración de vialidades atravesando esta superficie, la cubierta vegetal se observa con menor perturbación. Esta condición es deducida por la presente ANP “El Batán”, la cual está inmersa en esta zona media.

Caso distinto se observa con los valores para la fragilidad visual, no hay una marcada diferencia, lo cual indica que las

circunstancias de esta microcuenca están afectando a toda la superficie en general. Por ejemplo la cercanía de los centro de población y construcción de vialidades que conectan y permiten la movilidad entre poblaciones, se está expandiendo y los valores para este indicador lo presentan las 3 zonas de igual forma en rangos altos (Figura 2). Las sutiles diferencias son identificadas por las condiciones naturales, aun presentes en las zonas media y alta. Reiterando de la misma forma que sucede con la calidad visual, esta zona de importancia ecológica (ANP), refleja diferencias entre lugares donde el impacto urbano está muy presente y donde aún es ligero.

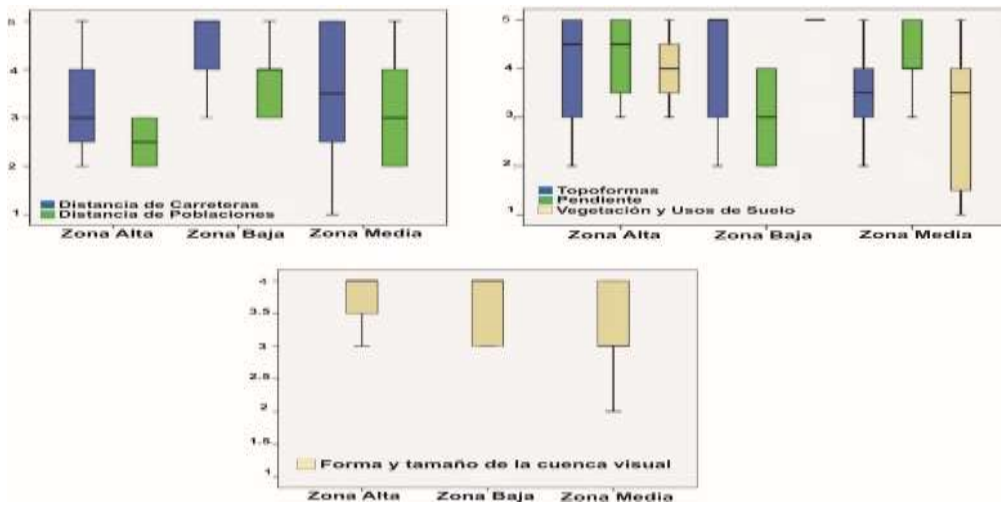


Figura.1. Variables por grupo temático para la Fragilidad visual del paisaje en la microcuenca. Fuente: Elaboración con base en la valoración visual

La Figura 3 es la síntesis de la Calidad Visual y Fragilidad Visual representada en un mapa. Aquí se representan aquellos sitios que, de acuerdo a sus valores, resultan más adecuadas para recibir nuevas actuaciones, o de lo contrario, mantener intactas para conservación y mejorar el sistema general de la cuenca. Un porcentaje importante del territorio (43.08%) tiene una

capacidad muy alta para recibir nuevas actuaciones, asociadas a la susceptibilidad del territorio, e incluso el impacto ya está generado por las actividades de las zonas contiguas; al igual que, la zona llamada permutable, considera una vasta extensión territorial con 13 km² ello equivale al 20% del área de estudio, misma que comprende modificaciones al sistema natural.

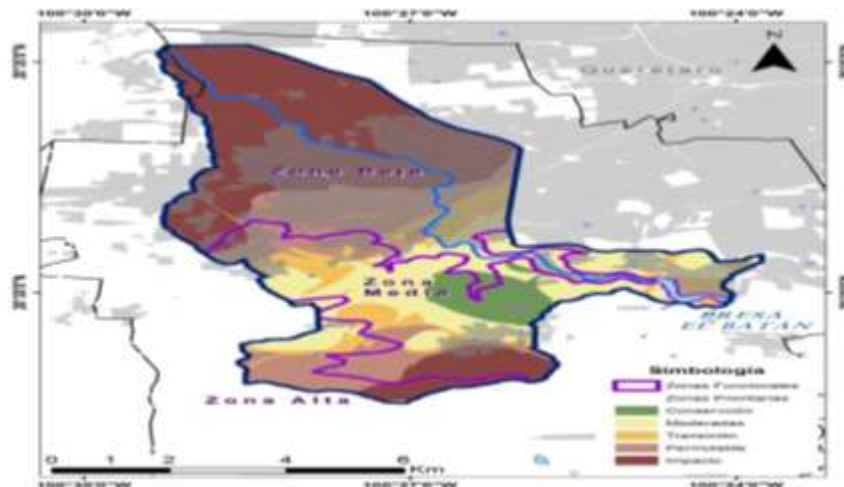


Figura. 3. Distribución espacial de las zonas prioritarias en la microcuenca Fuente: Elaboración con base en la valoración visual.



Por otro lado, la menor superficie la obtienen las zonas de conservación con 3.4 km², que corresponde al 4.62%. Sin embargo, las zonas subsiguientes, de moderación y transición ocupan en conjunto el 32.31% de superficie, específicamente, 15 y 6 km² respectivamente, lo que significa, que el territorio presenta una franja de amortiguamiento.

CONCLUSIÓN

Los resultados permitieron dar cuenta que la calidad ambiental del área natural de la microcuenca establece una importante “fragilidad” frágil, a la vez que esa área se encuentra en la dirección de la expansión urbana de la ciudad de Querétaro, en suma condiciona la susceptibilidad a los cambios de uso de suelo. Asimismo, la estimación de la calidad ambiental a través del método de valoración visual de paisaje, permitió reconocer el estado de los elementos presentes en el territorio, lo cual conduce a posibles estrategias complementarias en distintas áreas mediante la planeación territorial.

En este sentido destacó el impacto de la expansión urbana, así como las zonas donde se puntualizan las soluciones y acciones para remediar o aminorar problemáticas más asequibles por medio de análisis integrales. Desde esa perspectiva, el presente trabajo contribuye en acciones encaminadas a la organización o reorganización territorial con lineamientos para el resguardo ecológico y manejo de los recursos naturales, mejoras dirigidas a la calidad ambiental, así como una posible recuperación del sistema por causa de acciones derivadas de una expansión urbana mal considerada.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Brenner N. y Theodore N. (2002). Cities and Geographies of “Actually Existing Neoliberalism” en Spaces of Neoliberalism: Urban Restructuring in North America and Western Europe (1-32) USA: Editorial Board of Antipode.
- Briceño, M., y Gil, B. (2003). Calidad Ambiental de la Imagen Urbana. Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología, 13(38), 445–482. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70503804>
- Cabrerizo S.C. y Rodríguez C.I. (2010). Ciudad y territorio en clave de paisaje urbano contemporáneo en España y México. Cuadernos de vivienda y urbanismo. 3(6) 182-195.
- Comisión Estatal de Infraestructura (CEI) del Gobierno del Estado de Querétaro. (2015). Actualización del plan maestro pluvial de la cuenca del río querétaro definida por los municipios de corregidora, querétaro, el marqués, colón y huimilpan 2015-2030.
- Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R. y Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión, (Cuaderno de divulgación ambiental. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable). D.F. México: SEMARNAT/Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas.
- García, H. M. (2016). Valoración del paisaje para la planeación territorial de la microcuenca San José el Alto, Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Hernández, G. J. (2018). Diferenciación socio-ambiental en paisajes periurbanos de las ciudades de Querétaro y Morelia. Proyecto FOFI-2015. Modalidad Ciencias Sociales. Línea de Investigación Geografía ambiental, procesos urbano-regionales (Calidad urbano-ambiental del paisaje).
- Hernández, J. (2015). Valoración visual de la calidad ambiental del área urbana de Querétaro, México: La compleja sencillez de valorar el entorno urbano. Revista de Geografía Norte Grande, 2015(61), 45–



64. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000200004>
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Archivos Vectoriales de las Cartas Topográficas F14C55 y F14C65 Escala1: 50 000 Querétaro.
- Luna, M.M. (2016). Analisis del impacto socio-ambienta provocado por la actividad minera en la microcuenca Maconí, Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Martínez V. J.M., Martín I. y Romero C.R. (2003), Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves Carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", *GeoFocus*, núm. 3, pp. 1-21.
- Montoya A. R., Padilla, R.J., Stanford, C.S. (2003). Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el valle de Zapotitlán de las salinas, Puebla (México). *Boletín de la A.G.E.*, 35, 123-136.
- Montoya, R. y J. Padilla (2001). Utilización de un SIG para la valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. *Actas del XVII Congreso de Geógrafos Españoles*. Oviedo, Universidad de Oviedo-AGE. 181-184.
- Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>
- Observatorio Ambiental De La Unión Europea (2010). Concepto de Calidad Ambiental. Recuperado de: <http://www.observatorio-camaravalladolid.com/>
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano Corregidora (PDU) (2014). Secretaria de Desarrollo y Obras Públicas del Municipio de corregidora. Reglamento General de Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, (RGPEIA) (2004). Decreto Ejecutivo No. 31849, del 28 de junio del 2004.
- Serrano G., D. (2015). Valoración escénica de paisaje periurbano con utilidad en planeamiento territorial. Estudio de caso en la Región Metropolitana de Barcelona. *Boletín Investigaciones Geográficas*, 88,109-121, <dx.doi.org/10.14350/rig.45090>.
- Valdés-Carrera, A., & Hernández-Guerrero, J. (2018). Zonas funcionales y unidades de paisaje físico-geográfico en la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México. *Revista Geográfica De América Central*, 1(60), 189-230. Disponible en: <https://doi.org/10.15359/rgac.60-1.7>



ACCESO, DISTRIBUCIÓN Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA SAN JOSÉ EL ALTO, QUERÉTARO

Olvera Rodríguez, KJ.; Hernández Guerrero, JA.

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional y la extensión del área urbana de la cuenca del río Querétaro se intensificó a partir de 1970. Este crecimiento incrementó la demanda de vivienda y servicios básicos (Delgado, 1993), entre los que destacó el abastecimiento de agua para uso doméstico, para riego y, principalmente, para la industria. La demanda del recurso se satisfacía a través de los acuíferos del Valle de Querétaro y Huimilpan, pero para el año 2010 comenzaron a presentar déficits (Granados Muñoz, 2015). Debido a esto, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión Estatal de Aguas (CEA) implementaron el Acueducto II para trasvasar agua desde los manantiales de El Cañón del Infiernillo de la Cuenca del Río Pánuco (CEA, 2018). Sin embargo, dichas estrategias de gestión no han logrado resolver las problemáticas respecto a la disponibilidad y distribución del agua en la ciudad (De la Llata-Gómez et al., 2010); especialmente en las periferias que no tienen acceso al líquido en cantidad y calidad suficientes.

Ejemplo de esto es la microcuenca San José el Alto (SJA), ubicada en la zona periurbana noroeste de la ciudad de Querétaro cuyo crecimiento urbano se ha intensificado a partir del año 2013. En esta microcuenca se encuentran asentamientos habitacionales irregulares, colonias originarias de vocación rural,

fraccionamientos de reciente creación y colonias populares que poseen un acceso desigual a infraestructura y servicios, principalmente de agua potable (Martínez-Romero, 2013). De las 13,520 viviendas registradas solo 9,623 se encuentran habitadas; de esta cifra el 82% posee agua dentro de su vivienda. Los habitantes de la microcuenca que no poseen servicio de red potable acceden al agua de bordos y manantiales, hidrantes o pipas. Sin embargo, en la zona también se ubican 10 localidades rurales y 5 localidades irregulares o en construcción, de las cuales no existe información, por lo que el porcentaje de cobertura de servicios se encuentra subestimado.

Ante el crecimiento de la zona urbana de la microcuenca, la degradación de la cobertura vegetal y la pérdida de áreas naturales y sus servicios ecosistémicos resulta sumamente necesario analizar el acceso, la distribución y la disponibilidad del agua en la microcuenca desde un enfoque de cuenca. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es analizar las problemáticas de acceso y distribución del agua en la microcuenca de San José el Alto, con la finalidad de generar una propuesta de gestión integrada del agua en la microcuenca. A partir de la gestión y el manejo integrado del agua y la microcuenca se propone preservar su función hidrológica y así poder contribuir



al acceso al agua por medio de la captación de agua de lluvia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca San José el Alto se ubica en el noreste del municipio de Querétaro y

tiene una superficie de 58.73 km² (Fig. 1), pertenece a la subcuenca La Laja, dentro de la cuenca Lerma-Chapala en la región hidrológica Lerma-Santiago.

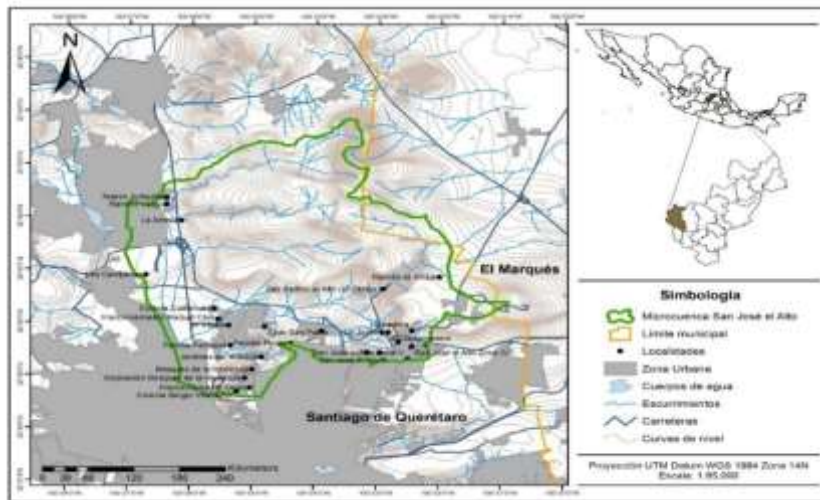


Figura 5. Ubicación geográfica de la microcuenca San José el Alto. Fuente: elaboración propia con base en el INEGI (2013).

Para analizar las problemáticas de acceso y distribución del agua en la microcuenca San José el Alto se realizaron recorridos exploratorios y se aplicaron encuestas en la zona periurbana. Los recorridos exploratorios se realizaron para lograr un primer acercamiento al área de estudio y contacto con los habitantes mediante pláticas informales. Durante el recorrido se realizó observación directa, se recolectó evidencia fotográfica y se llenaron fichas técnicas para identificar la presencia de manantiales, bordos, cauces, hidrantes, tuberías, pipas, mangueras y tomas domiciliarias.

A partir de los recorridos exploratorios se seleccionaron 10 localidades en las que se identificaron diferencias y problemáticas respecto al acceso y la distribución del agua

y se agruparon en dos bloques. En el bloque A, se incluyeron las colonias con acceso al agua por medio de la red potable: El Salitre, El Obraje, Rancho Largo, Paseos del Pedregal, Juriquilla y Palmas. En el bloque B se agruparon las colonias con acceso al agua por medio de pipas o hidrantes: Laderas del Salitre, San José del Salitre, La Joyita y Las Margaritas.

Para cada bloque se diseñó una encuesta semiestructurada con respuestas de opción múltiple y respuestas abiertas tomando como referencia a Martínez-Romero (2013), Carrasco-Lozano (2014) y Fragkou & McEvoy (2016). Se aplicaron un total de 122 encuestas, considerando 10 cuestionarios mínimos por colonia como lo sugiere Domènech, March y Saurí (2011). La técnica de aplicación fue *Uno a Uno* por



medio de recorridos aleatorios por las colonias y localidades. La encuesta se aplicó a hombres y mujeres mayores de 15 años durante un horario de 9 am a 2 pm de lunes a viernes. Se respetó el anonimato de las personas participantes que así lo desearon. La información obtenida se sometió a análisis de estadística descriptiva para identificar los patrones de las problemáticas y se graficó.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de la microcuenca SJA el servicio de agua potable lo administra la Comisión Estatal de Aguas (CEA), un organismo operador estatal, y Provincia Juriquilla, una empresa privada; las colonias que no se encuentran conectadas a la red potable

pública ni privada, acceden al agua por medio de pipas (Fig. 2). Las Margaritas y La Joyita no tienen toma domiciliaria hacia la red pública, sino que poseen hidrantes que opera la CEA. A partir del hidrante existen conexiones de manguera hacia las casas, que los mismos habitantes implementaron.

Esta diferencia en la forma de acceso implica una disparidad en el costo por el líquido; mientras que los habitantes con servicio público emiten un pago mensual de entre \$150 y \$806, los habitantes que compran a las pipas realizan un pago semanal o cada tercer día de entre \$200 y \$600. Sin embargo, el monto total mensual del agua de pipas sobrepasa al monto que los habitantes pagan por el servicio público.

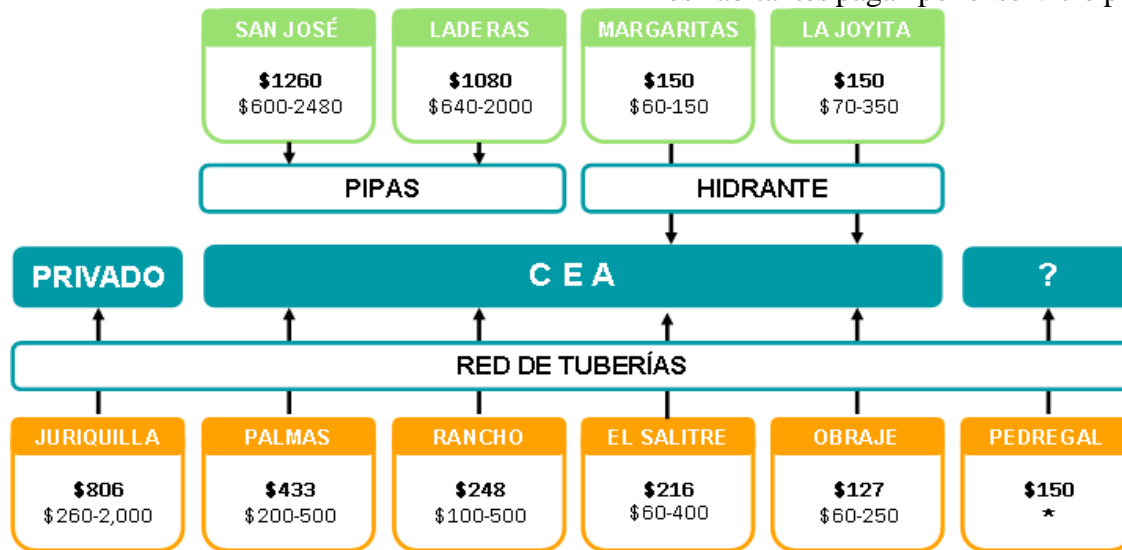


Figura 6. Acceso y costo del agua mensual en la microcuenca San José el Alto. Respecto al costo se muestra el promedio, así como el rango más bajo y más alto. Elaboración propia.

Respecto a la disponibilidad y calidad del agua, en Juriquilla, Palmas y El Obraje el agua está disponible diario durante todo el día, mientras que en El Pedregal existen cortes menores a tres horas ocasionalmente. Sin embargo, en Rancho

Largo frecuentemente tienen cortes que pueden durar hasta 12 horas, mientras que en el Salitre puede haber cortes de 4 a 8 horas cada 4 o 6 días. En El Obraje, los habitantes mencionan que en verano no



tienen agua por semanas, por lo que previamente almacenan raciones extra. Respecto a la calidad, el 87.1% de los encuestados opinó que el agua que recibe en su domicilio es transparente, solo destaca El Obraje, cuyos habitantes comentaron que constantemente el agua tiene un color amarillento. Respecto al olor, el 36% de los habitantes de las colonias del Bloque A mencionaron que el agua huele a cloro; a diferencia del Bloque B, el cual solo el 11% mencionó un olor a cloro (Fig. 3). Esto se debe a que el agua suministrada por la CEA recibe un tratamiento potabilizador, mientras que posiblemente el agua de las pipas no lo reciba, ya que, según los habitantes, se extrae de pozos.

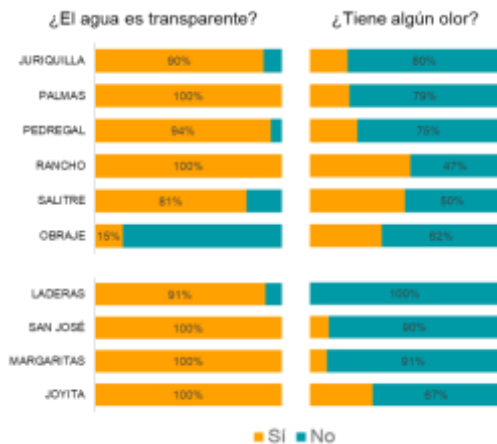


Figura 7. Percepción de la calidad del agua de la microcuenca SJA.

Dentro de los usos más comunes que los habitantes le dan al agua destacan la higiene personal, la limpieza de la casa y la lavandería (Fig. 4). Solo el 60% utiliza el agua potable para cocinar, ya que prefieren utilizar el agua de garrafón. De manera similar, destaca que el 94% de los encuestados beben agua de garrafón porque es más saludable (58%), por su sabor

(19%), por costumbre (19%) o por prevención (4%). En promedio los habitantes compran dos garrafones por semana. El 8% restante la consume directo de la llave, hervida o filtrada, algunos habitantes comentaron que comprar garrafones puede ser muy costoso.

Respecto al re uso o reciclaje del líquido, existe una enorme diferencia entre bloques. Los habitantes del bloque A hacen un primer uso del agua para la higiene personal (sanitarios y duchas), para lavar alimentos y loza, para la lavadora y para la limpieza de la casa. Posteriormente, el 74% de los habitantes menciona que re usa el agua que sobra de la limpieza de la casa para lavar el patio, regar plantas o el jardín. Sin embargo, los habitantes comentan que rara vez reutilizan el agua de la lavadora, ya que ésta se encuentra conectada al drenaje. Tanto el agua del sanitario, como de la regadera, no la reutilizan, sino que se va directo al drenaje (Figura 4).

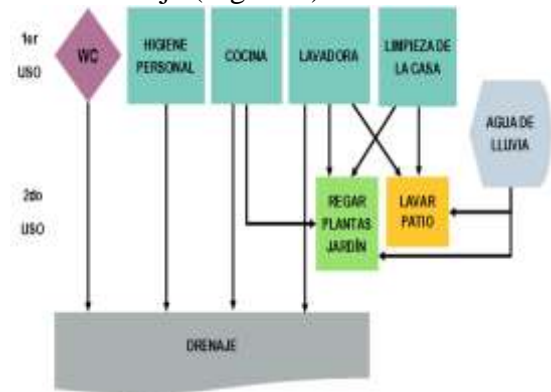


Figura 4. Diagrama de uso del agua en viviendas del Bloque A

Por otro lado, el manejo del agua de los habitantes del Bloque B se basa en el re uso y reciclaje (Fig. 5). El agua de primer uso de destina para la higiene personal, la cocina y la lavadora. Los habitantes



almacenan el agua en tambos y tinacos, y conforme la usan la van sacando de los contenedores. El baño se realiza con cubetas o en tinas, que posteriormente la usan para el sanitario. El agua de la lavadora la pueden usar para el sanitario, para regar las plantas, para lavar el patio o para trapear. Incluso algunos habitantes, la reúsan para lavar más cargas de ropa hasta que el agua esté muy sucia, posteriormente la echan al sanitario. En estas colonias no hay red de drenaje, sino que las viviendas tienen fosas sépticas.

presentan para el abastecimiento de agua. En las zonas periurbanas es común que existan asentamientos irregulares que hagan uso de pipas y pozos, así como sistemas de distribución de autoconstrucción como una estrategia ante la incapacidad las instituciones gestoras del agua (Castro, 2007; García-Estrada, 2018). Desafortunadamente, estas estrategias implican mayores costos para los habitantes de las zonas periurbanas, quienes hacen un uso más eficiente del agua en comparación con los usuarios del servicio de red pública y/o privada.

CONCLUSIONES

La intensa expansión de la ciudad y el aumento acelerado de la población ha ocasionado la pérdida de áreas naturales y servicios ecosistémicos en la cuenca del río Querétaro. El crecimiento de la ciudad hacia las zonas periurbanas ha generado localidades marginadas e irregulares en las que dotar servicios es complejo, especialmente para el abastecimiento de agua. Ejemplo de esto es la microcuenca San José del Alto, que se ubica en la zona norte de la ciudad. En esta microcuenca existen diversas colonias que no poseen acceso al agua en cantidad y calidad suficiente.

Sin embargo, las zonas periurbanas de la cuenca ofrecen un espacio ideal para la gestión integrada del agua. Por medio de una aproximación sistémica, donde la cuenca es la unidad de gestión y manejo, se propone una gestión del agua urbana que busque la rehabilitación y conservación de la función hidrológica por medio de la captación de agua de lluvia y así contribuir al acceso, distribución y disponibilidad del agua en las localidades mencionadas. La microcuenca San José el Alto es una zona vulnerable a la expansión urbana en donde

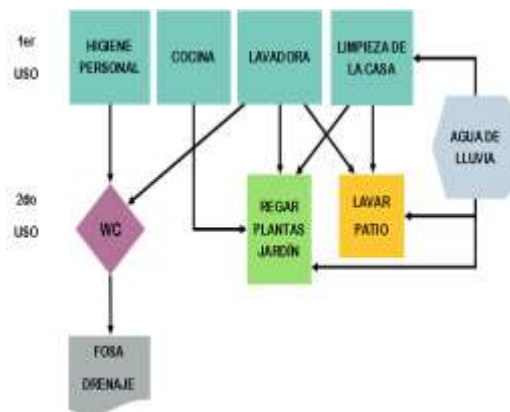


Figura 5. Diagrama de uso del agua en viviendas del Bloque B

Finalmente, el 53% de los habitantes del Bloque B captura el agua de lluvia, a diferencia del Bloque A que solo el 31% la capta. Los habitantes mencionan que, al captar la lluvia pueden ahorrarse dinero y tener una reserva extra. Sin embargo, la mayoría de los habitantes tienen limitaciones de espacio y dinero para instalar un sistema de captación de lluvia. La diferencia en el acceso y la distribución del agua en los diversos asentamientos de la microcuenca San José el Alto resalta los desafíos que las zonas periurbanas



podría agudizarse los conflictos del agua, especialmente en el acceso, disponibilidad y distribución si no se gestiona y maneja de forma sustentable y equitativa, teniendo una visión holística y previsor.

LITERATURA CITADA

- Carrasco-Lozano, M.E. (2015). Acceso al agua, uso y gestión. Un estudio con mujeres urbanas, periurbanas y rurales del municipio de Tlaxcala. *Revista Académica Ingeniería*, 19(1), 73-84.
- Castro, J.E. (2007). El estudio interdisciplinario de los conflictos por el agua en el medio urbano: una contribución desde la sociología. *Cuadernos del CENDES*, 24(66), 21-46.
- De la Lata-Gómez *et al.* (2010). *Escenarios de abasto y uso del agua en la Zona Metropolitana de Querétaro*. Centro Queretano de Recursos Naturales. Reporte técnico No. 16. Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro.
- Delgado, J. (1993). Querétaro: hacia la ciudad-región. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 8(3), 655-699.
- Domènech, L., March, H. & Saurí, D. (2011). Degrowth initiatives in the urban water sector? A social multi-criteria evaluation of non-conventional water alternatives in Metropolitan Barcelona. *Journal of Cleaner Production*, 38, 1-12.
- Fragkou, M.C. & McEvoy, J. (2016). Trust matters: why augmenting water supplies via desalination may not overcome perceptual water scarcity. *Desalination*, 397, 1-8.
- García-Estrada, M.L. (2018). *Ciclo hidrosocial en la periferia urbana de la ciudad de Morelia, México. Accesibilidad al agua en la localidad de La Aldea, 1997-2017*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Granados Muñoz, L.E. (2015). *Historia de las gentes y las cosas del Acueducto II de Querétaro: emulación hidráulica, nobleza y negocios*. Tesis doctoral. El Colegio de San Luis, A.C.
- Martínez-Romero, G. (2013). *Usos y manejos locales de los cuerpos de agua en la microcuenca San José el Alto frente al crecimiento urbano del municipio de Santiago de Querétaro*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro.



DESARROLLO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA PREVENCIÓN, CONTROL Y TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD DIRIGIDA A NIÑOS.

Otero Laredo EM, Rosas Vera E, Terán Gómez OA, Ronquillo González D, Moreno Celis U y Anaya-Loyola MA.

Especialidad en Nutrición Actividad Física y Salud. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias S/N. Juriquilla, Querétaro, Qro, 76230.

INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública más graves del siglo XXI. La Organización mundial de la salud (OMS) reporta que en el 2016 más de 41 millones de niños menores de cinco años en todo el mundo tenían sobrepeso o eran obesos. (OMS, 2016). La prevalencia de la obesidad varía según la raza factores étnicos y socioeconómicos (Kumar S y col, 2016).

En México, la Encuesta Nacional de Salud Pública de medio camino 2016 (ENSANUT MC 2016) reportó que la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en niños y niñas de 5 a 11 años fue mayor en localidades urbanas que en las rurales (34.9% vs 29.0%) y las diferencias entre regiones no fueron estadísticamente significativas (Secretaría de Salud, 2016).

Las causas del sobrepeso y obesidad son variadas incluyendo factores ambientales, genéticos, endocrinos, desórdenes del sueño y alimentarios, así, como la falta de actividad física. Las comorbilidades en los niños pueden ser pulmonares, gastrointestinales, endocrinas, músculo esqueléticas, cardiometabólicas, cardiovasculares, psicosociales, dermatológicas, neurológicas, todas ellas pueden afectar a largo plazo y continuar o exacerbarse en la edad adulta (Kumar S, 2016).

La obesidad y el sobrepeso en bebés y niños también pueden asociarse a una respuesta inmunológica reducida e inflamatoria a su vez pueden estar relacionados con el empeoramiento de las enfermedades o sus síntomas como el asma (Roya y col, 2017). Los niños con sobrepeso son más propensos a tener diabetes y enfermedad coronaria en edad adulta, pero también se han visto relacionados con un mayor riesgo de cáncer en la edad adulta (Llewellyn y col, 2015).

Actualmente existen diversos tratamientos para la obesidad en niños que van desde las intervenciones clínicas, farmacológicas y bariátricas. (Gurnani M y col, 2015). Pero también se han propuesto diversas intervenciones a nivel escolar para la prevención, tratamiento y erradicación de la obesidad, y se ha observado en diversos estudios que la infancia es la mejor etapa para prevenir obesidad y hacer cambios en la alimentación y en el estilo de vida. También se han estudiado los efectos sociales de la obesidad infantil a largo plazo, se demostró que la presencia de obesidad en la infancia se asociaba en la edad adulta temprana con tener un bajo nivel educativo, es decir los niños obesos pocas veces lograban concluir estudios de nivel medio y superior (Hagman E, 2017). Dentro de las intervenciones que han tenido éxito en diferentes países destacan las relacionadas con la realización de en



actividad física y nutrición y recientemente aquellas que utilizan nuevas tecnologías tales como herramientas web y aplicaciones en dispositivos móviles. La duración de cada intervención varía entre 4 y 6 años, y en las ocasiones en que se apoyan de las escuelas se muestra un efecto significativo en la disminución de peso de los niños en edad escolar (Verotti y col, 2014).

Por todo lo anterior, este estudio tiene como objetivo se propone una guía que fomente la actividad física y la nutrición adecuada en la etapa escolar, donde los niños tengan acceso a la información de manera didáctica, acorde a su etapa de crecimiento con el fin de prevenir o dar tratamiento al sobrepeso y la obesidad infantil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en pubmed de artículos científicos de 5 años a la fecha con las palabras clave (childhood obesity, childhood obesity causes, consequences, and management, childhood exercise, childhood nutrition and childhood prevention obesity)

Para realizar el boceto de la aplicación se utilizaron herramientas computacionales de uso libre Canva, Storyboardthat y Vyond.

Las actividades desarrolladas como material informativo sobre el tema de obesidad en niños son inclusivas, sin distinción de género y están basadas en los procesos cognitivos y psicomotores del crecimiento del infante de fase sensibles (Hirtz y Spengler, 1984).

También se desarrolló un cuestionario para evaluar la herramienta educativa con 5 preguntas cerradas aplicadas a 10 niños en un rango de edad de (5 a 12 años):

1. ¿Las instrucciones del juego te parecen claras?
2. ¿Te dan ganas de hacer más actividad física?
3. ¿Te gustan los juegos propuestos?
4. ¿Te parece divertido?
5. ¿Las actividades en los juegos son fáciles para ti?

RESULTADOS

Módulo: Actividad física y Nutrición en Niños: Guía para el desarrollo de la aplicación para prevención de obesidad enfocada en la promoción de la actividad física y la nutrición en Niños de 5 a 12 años.

Objetivo: Promover la actividad física y los buenos hábitos de alimentación en niños

Actividad 1. (5 a 7 años): Juegos con pelotas.

Objetivo: Se pretende que los niños conozcan diferentes tipos de juegos con pelota y se promueva la actividad física retándolos a jugar alguno de ellos.

Duración estimada : 25 min

Eje del material: Cognoscitiva y Física

La actividad consiste en leer una pequeña historieta animada para después jugar a unir nombres de juegos de pelotas con la pelota correspondiente y posteriormente ser retados a jugar con la pelota durante 15 minutos. Al final de cumplir cada reto se gana 5 estrellas.



Figura 1. Historieta Actividad 1 (5 a 7 años)



Figura.2 Juego en aplicación (5 a 7 años)



Figura. 3. Reto 1 (5 a 7 años)

Actividad 2. (7 a 12 años): Juegos en equipo

Objetivo: Se pretende que los niños conozcan diferentes tipos de juegos en equipo y se promueva la actividad física retándolos a jugar alguno de ellos.

Duración estimada: 25 min

Eje del material: Cognoscitiva y física

La actividad consiste en leer una pequeña historia contada por una niña y un niño sobre los deportes en equipo para después unir imágenes con nombres de deportes en equipo y ser retados a jugar alguno durante 15 minutos. Al final del reto se gana 10 estrellas.



Actividad 3. (5 a 7 años): Capacidades coordinativas (Bajo presión del tiempo, espacio, sentido del tiempo, arriba o abajo)
Objetivo: Desarrollar capacidades coordinativas del sentido del tiempo y del espacio por ejemplo arriba o abajo, derecha o izquierda, mediante ejercicios en cuadrantes.
Eje del material: Cognoscitiva y física
Duración: 15 min

La actividad consiste en escoger un personaje, habrá opciones para que el niño vaya construyendo su propia secuencia rítmica en el cuadrante, así como dificultad del mismo, el niño tendrá que ir aumentando las secuencias hasta llegar completar los diferentes niveles para imitar sus movimientos durante un tiempo total de 15 minutos. Al finalizar cada secuencia en cuadrante ganas 1 estrella.



Actividad 4. (7 a 12 años): Capacidades coordinativas (Capacidad de reacción acústica, de ritmo, equilibrio).

Objetivo: Desarrollar capacidades coordinativas de reacción acústica, ritmo y equilibrio

Eje del material: Cognoscitiva y física

Duración: 15 minutos

La actividad consiste en escoger un personaje para imitar sus movimientos

durante 15 minutos. Será un juego en el que el niño tiene opciones de elegir su propia secuencia y lograr completarla, la dificultad aumentara en cuanto al número de cuadrantes y movimientos a realizar, la duración será de 3 minutos con 30 segundos de descanso y cambiara el ritmo sonido para señalar cada secuencia. Al finalizar cada secuencia ganas 1 estrella.



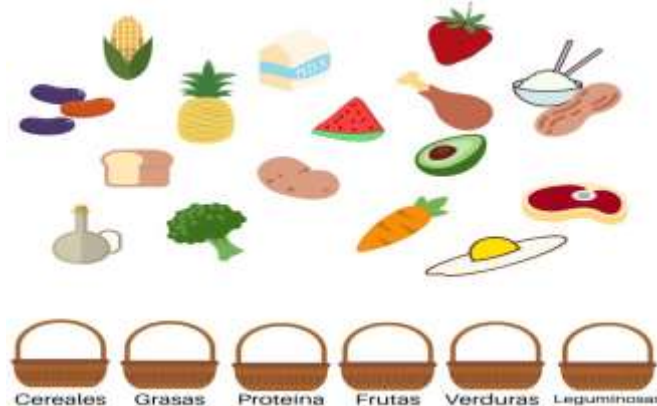


Actividad 5: Video animado (5 a 12 años):
La importancia de la buena alimentación.

Objetivo. Explicar de manera dinámica la importancia de la buena alimentación durante la niñez y los grupos de alimentos para que el niño pueda escoger lo mejor para su crecimiento

Duración aproximada: 5 minutos. Eje:
Cognoscitivo

La actividad consiste en un video animado que explica la importancia de una buena alimentación incluyendo todos los grupos de alimentos. Después de ver el video debes colocar en cada canasta el alimento que corresponde a su grupo.



LITERATURA CITADA

Butte N y col (2015). Global metabolomic profiling targeting childhood obesity in the Hispanic population, the American Journal of Clinical Nutrition (102):256–67.

Felső R y col (2017). Relationship between sleep duration and childhood obesity: systematic review including the potential underlying mechanisms, Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. (9):751-761

Gurnani M y col (2015). Childhood Obesity Causes, Consequences, and Management, Pediatric Clin N Amm. (4):821-40

Hagman E (2017). Childhood Obesity, Obesity Treatment Outcome, and Achieved Education: A Prospective Cohort Study, Journal of Adolescent Health. (61): 508-513.

Heinz SU (1984). Las capacidades Físicas en Niños y Jóvenes Revista científica, Leistungssport Frankfurt OEIN Alemania. (2): 43-43.

Kumar S y col, (2016). Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment, Mayo Clinic (2):251-265

Secretaría de Salud (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (2016). Informe final de resultados. Instituto Nacional de Salud Pública. (1603): 1-151

Verotti A y col (2014). Childhood obesity: prevention and strategies of intervention. A systematic review of school-based interventions in primary schools, Italian Society of Endocrinology. (12):1155-64



INSTRUMENTO PARA DETERMINAR LA DEMANDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA ZOM, QUERÉTARO

Palma-Hernández DB, Pineda-López RF

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.

INTRODUCCIÓN

En una microcuenca periurbana existen servicios ecosistémicos que brindan a la ciudad beneficios de uso directo como son: la producción de alimentos, provisión y regulación de agua, el control de inundaciones, de erosión, pestes y plagas, entre otros. A su vez están los beneficios de uso indirecto los cuales se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema como son: el ciclo de nutrientes y de valores estéticos, espirituales y culturales (Carpenter *et al.*, 2009; de Groot *et al.*, 2010).

La ciudad de Querétaro ha tenido un desarrollo económico y social, como consecuencia un crecimiento poblacional acelerado y una tendencia de dispersión de urbanización muy marcada, provocando con ello un deterioro de los ecosistemas, pérdida de servicios ecosistémicos, alteración en la estructura y función de las microcuencas (Felix, 2011). De 2000 a 2018, Querétaro ha tenido una tasa de crecimiento medio anual de 1.64%, convirtiéndolo en una zona metropolitana con más de un millón de habitantes (CONAPO, 2018).

Dentro del Municipio de Querétaro, se encuentra la Zona Occidental de Microcuencas (ZOM), decretada como área natural protegida (ANP) en 2006, contemplando siete microcuencas: Buenavista, Santa Rosa Jáuregui, Santa María del Zapote, El Nabo, Tlacote el Bajo,

Puerto de Nieto y El Potrero. Su superficie corresponde al 45% de las áreas de muy alta infiltración del municipio, teniendo una riqueza de flora importante que brinda servicios ecosistémicos (CONACYT, 2014).

La microcuenca El Nabo, es la más pequeña en extensión, pero debido a su ubicación periurbana y su cobertura vegetal, se considera como la zona más conservada de toda el ANP, al respecto se ha estimado la captura de carbono, así como el caudal máximo en tres escenarios (actual, ideal, negativo), por lo que el objetivo de este trabajo es diseñar los procesos metodológicos para determinar la demanda de servicios ecosistémicos de la ZOM por los habitantes de la ciudad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo mediante las siguientes fases:

Se realizó una búsqueda sistemática en internet y revistas científicas sobre metodologías de valoración de servicios ecosistémicos.

Una vez identificadas las referencias relevantes, se hizo un filtrado de las posibles metodologías de apoyo para la ZOM.

Una vez determinados los esquemas de valoración de servicios ecosistémicos, se construyeron y ordenaron los procesos metodológicos adaptados a la microcuenca El Nabo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de los servicios es importante en la economía e incluye los valores de uso directo e indirecto (Manson & Moreno-Cassasola, 2006). Habitualmente los bienes ambientales que consumimos (madera, frutos, agua, suelo, entre otros) tienen un valor económico en el mercado, sin embargo, aún no se reconoce plenamente el valor de otros servicios cuyos beneficios son indirectos; tal es el caso de servicios como el secuestro de carbono, la regulación del clima, belleza escénica y el control de la erosión (CONABIO, 2009).

De acuerdo con Tietenberg y Lewis (2012) el valor económico total de un ecosistema se compone de la suma de tres valores:

Valor de uso, el cual refleja el uso directo que los seres humanos hacen de un ecosistema.

Valor de opción, el cual es el que una persona le atribuye a un ecosistema por tener la opción de usarlo en el futuro.

Valor de no uso, es el que una persona le da a un ecosistema que no planea usar nunca.

Existen distintos métodos de valoración de servicios ecosistémicos, con valor de mercado y sin valor de mercado como:

Costo de viaje: Utilizado para valorar áreas naturales que cumplen función de recreación y se obtiene calculando el área debajo de la curva de demanda, que relaciona la cantidad de visitas a un lugar con los gastos que tienen los visitantes para llegar a ese lugar (Salazar, 1997).

Valor contingente: Busca valorar bienes y servicios que carecen de mercado, a través de la creación de un mercado hipotético. Se determina mediante la aplicación de encuestas (Riera, 1994).

Transferencia de beneficio: El valor económico de un servicio puede calcularse a partir de otros estudios realizados y

constituye una aproximación para los tomadores de decisión (Múnera, 2006).

Costo reemplazo: Valora el costo potencial de la contaminación y otros impactos ambientales sobre los bienes y servicios de los ecosistemas (López, 2012).

Costo evitado: Es el costo por evitar daños y preservar la calidad ambiental. Utiliza los costos de bien o servicio como medida de beneficio proporcionadas por el ecosistema (Porras, 2003).

Valoración intrínseca del ecosistema: Valora el ecosistema sin partir de la utilidad que puede significar para el hombre (WWF, 2014).

A partir de estas metodologías y de la oferta de servicios ecosistémicos evaluados en la ZOM, se plantean los siguientes pasos metodológicos para determinar la demanda:

Para tener una evaluación cualitativa sobre la demanda de los servicios ecosistémicos de la cuenca, se considera la metodología propuesta por Burkhard *et al.* (2009), en donde se analizan datos estadísticos, modelos, censos o entrevistas y se elabora una matriz, que muestra las hipótesis iniciales sobre la demanda de servicios ecosistémicos. Los valores en la matriz de demanda indican: 0= ninguna demanda relevante; 1=baja demanda relevante; 2= demanda relevante; 3= demanda relevante media; 4= alta demanda relevante y 5= demanda relevante muy alta. La matriz de demanda se llena teniendo conocimiento del lugar, la cantidad de personas, ocupaciones y necesidades.

Para determinar la demanda, se plantea el uso del método de valoración contingente, donde se estima el valor económico que las personas están dispuestas a pagar por un SE a través de encuestas. Los pasos son los siguientes:



Determinar la cuenca de influencia, los servicios ecosistémicos a valorar y la población objetivo.

Diseñar un esquema de los servicios ecosistémicos para presentar a la población y propiciar su información sobre el tema.

Presentar la propuesta a los representantes locales de colonias y fraccionamientos.

Con base en los resultados obtenidos de los pasos anteriores, se decidirá si la encuesta será aplicada por email, aplicación, teléfono o en persona.

Diseñar la encuesta y pilotarla mediante un sondeo muestral con grupos focales.

Se aplica la encuesta a la muestra aleatoria diseñada estadísticamente.

Realizar análisis de los resultados para identificar la disponibilidad a pagar y qué cantidad aportarían los habitantes urbanos a los servicios ecosistémicos provistos por las zonas rurales.

CONCLUSIONES

Al implementar la metodología, la interpretación de resultados permitirá conocer la importancia que los habitantes tienen por los servicios ecosistémicos y cuánto estarían dispuestos a pagar para poder realizar un aprovechamiento y conservación sustentable de estos.

A su vez, los resultados ayudarán a los tomadores de decisiones y a la población a reconocer los servicios ecosistémicos y así poder contribuir a conservarlos, restaurarlos y aprovecharlos, mediante incentivos económicos.

LITERATURA CITADA

Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online*, 1–22.

Carpenter S. et al. (2009). *Science for managing ecosystem services: Beyond the MEA*. Proceedings of the National Academy of Science.

CONABIO. (2009). *Servicios Ambientales. Biodiversidad Mexicana*.

CONAPO. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*.

De Groot, et al. (2010). *Estimates of monetary values of ecosystem services*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. London.

Felix, L. (2011). *Estudio Comparativo de la Dinámica Ecosistémica de tres Cauces Periurbanos de la Ciudad de Querétaro*. Universidad Autónoma de Querétaro.

López, C. (2012). Valoración de servicios hidrológicos por costo de reemplazo: Análisis de escenarios para el Bosque de Agua. Documento de trabajo de la Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico, Instituto Nacional de Ecología. México.

Manson, R., & Moreno-Cassasola, P. (2006). Servicios Ambientales que proporciona la zona costera. In *Estrategia para el manejo costero integral: el enfoque municipal* (Vol. 1).

Múnera, J. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y aplicaciones. *Semestre económico*, 9 (18), 107-124.

Porrás, I. (2003). Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas. III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, "Desarrollo Sostenible en Cuencas Hidrográficas", Arequipa, Perú, organizado por FAO.

Salazar, S. (1997). Los métodos indirectos del coste de viaje y de los precios hedónicos: Una aproximación. *Economía Agraria*. 167-190.

Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Instituto de Estudios Fiscales.

Tietenberg, T., y Lewis, L. (2012). *Environmental and Natural Resource Economics*. New Jersey: Pearson.

WWF, (2014). *Guía práctica para la valoración de servicios ecosistémicos en Madre de Dios*. Perú



IMPORTANCIA DEL CALOSTRO EN LA PRESENTACIÓN DE BABESIOSIS Y ANAPLASMOSIS EN BECERROS DE ZONAS ENDÉMICAS DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS*.

Patiño Botello, LF1.; Cantó Alarcón, GJ1; Milián Suazo, F; Hernández Silva, DJ.; Guerreo Solorio, RI.; Vega y Murguía, CA.; CA.; Calderón Robles R.C.2

1Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

INTRODUCCIÓN

La babesiosis y la anaplasmosis se encuentran presentes en las zonas tropicales y subtropicales de México, están distribuidas de acuerdo a la presencia del vector, la garrapata del género *Rhipicephalus spp* (Solorio y Rodríguez-Vivas, 1997). Las pérdidas económicas relacionadas a estas enfermedades están estimadas en más de 500 millones de dólares a nivel mundial (Bock *et al.*, 2004). Estas pérdidas son ocasionadas de manera directa por la morbilidad y mortalidad de animales, la disminución en los parámetros de producción (kilogramos de leche y/o carne, calidad de la piel), y de manera indirecta por la compra de medicamentos y productos para el control del vector (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017); además, dificulta la implementación de programas para el mejoramiento genético en las regiones donde estas enfermedades son endémicas (Yusuf, 2017). La babesiosis es causada por un protozooario intraeritrocítico obligado, en México se encuentran dos especies de importancia para la producción bovina, *Babesia bigemina* y *B. bovis* (Bock *et al.*, 2004; Gohil *et al.*, 2013; Gashaw *et al.*, 2018). La anaplasmosis es una enfermedad causada por una bacteria Gram -, perteneciente al orden de los Rickettsiales, en el país, la especie de interés para la producción bovina es *Anaplasma marginale* (Rodríguez *et al.*, 2009; Kocan *et al.*, 2010). El cuadro clínico de estas enfermedades se

caracteriza por cursar con una anemia hemolítica, fiebre, depresión y ocasionalmente la muerte (Suárez y Noh, 2011).

Los bovinos, por su tipo de placentación, son dependientes del consumo de calostro; ya que, este los provee de inmunoglobulinas y de componentes de la respuesta inmune innata (Tizar, 2009; Stelwagen *et al.*, 2009). Se ha descrito que, parte de la respuesta inmune en animales jóvenes contra la babesiosis y la anaplasmosis proviene de la ingesta de calostro (Mahoney, 1964; Mahoney *et al.*, 1973; Meléndez *et al.*, 2003). También, diversos autores mencionan que la respuesta se debe principalmente a elementos de la inmunidad innata como componentes celulares, activación de sustancias opsonizantes y del óxido nítrico presente en monocitos. (Lohr, 1973; Brown y Logan, 1992; Brown *et al.*, 1993; Wyatt *et al.*, 1994; Bock *et al.*, 1999; Shoda *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2001; Goff *et al.*, 2001; Goff *et al.*, 2002; Brown, 2012).

El siguiente trabajo tuvo como objetivo comprobar si el calostro interviene en la inmunidad contra *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* en becerros recién nacidos y hasta los 6 meses de edad, en una zona endémica de *Rhipicephalus microplus*. Conocer esta información permitirá identificar los procesos de las enfermedades en condiciones naturales en zonas endémicas, ya que, la



mayoría de los trabajos publicados se han realizado bajo condiciones experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 26 becerros nacidos de madres localizadas en una zona endémica de babesiosis y anaplasmosis. Aleatoriamente, diez de los becerros recibieron calostro comercial (CC), se administró siguiendo las instrucciones de la compañía productora. 16 de los becerros mamaron calostro materno (CM) al libre acceso durante 6 horas.

A las madres se les tomó sangre antes del parto. Al grupo de CC se le tomó una muestra de sangre previa a la ingesta de calostro. Para los becerros del grupo de CM, se les tomó la muestra entre 4 y 6 horas posteriores a la alimentación. Se realizó un esquema de muestreo a los dos grupos a las 24 horas, a los 8 días y semanalmente, hasta cumplir los seis meses de edad.

Cada tercer día se realizó un hematocrito y frotis sanguíneo por animal, para el control del cuadro clínico. Los animales fueron tratados cuando el volumen celular aglomerado (VCA) disminuyó por debajo del 50% del hematocrito original observado a la segunda semana del nacimiento; cuando había presencia del agente en sangre y fiebre de más de 42C°.

Las muestras de sangre se centrifugaron a 10.000 rpm por 10 min, se retiró el plasma y se almacenó a -20°C. Posteriormente, se

extrajo ADN mediante el kit comercial GE Healthcare illustra blood genomicPrep mini Spin®.

Se realizó un diagnóstico por métodos serológicos y moleculares para cada enfermedad. Se realizó un prueba de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) siguiendo el protocolo para diagnóstico de *Babesia spp.* descrito por Figueroa *et al.*, (1993), modificado por Álvarez en el 2018. Por otro lado, *Anaplasma marginale* se diagnosticó siguiendo el protocolo descrito por Echaide, *et al.*, (1998). Se realizó un ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) para el diagnóstico de *Anaplasma marginale* (Robles *et al.*, 1986) e inmunofluorescencia indirecta (IFI) para *Babesia bigemina* y *B. bovis* (Todorovic, 1975).

Mediante una prueba T student se determinó la diferencia entre grupos, y un análisis de varianza (ANOVA) de muestras pareadas independientes para la comparación de medias entre los grupos, Los análisis estadísticos se realizaron por medio del programa estadístico SPSS versión 23®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas serológicas y moleculares a las madres con la finalidad de demostrar la endemicidad en la zona, los resultados se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados para inmunofluorecencia indirecta (IFI) y PCR de *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* entre los grupos de calostro comercial y calostro materno en la madres.

| | |
|--|----------------------------------|
| | Total de madres positivas |
|--|----------------------------------|



| | <i>Babesia bovis</i> | | <i>B. bigemina</i> | | <i>Anaplasma marginale</i> | |
|---------------------------|----------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | IFI | PCR | IFI | PCR | ELISA | PCR |
| Calostro comercial | 9/10=90% | 10/10=100% | 9/10=90% | 5/10=50% | 7/10=70% | 10/10=100% |
| Calostro materno | 13/13=100% | 15/16=93.7% | 12/13=92.3% | 6/16=37.5% | 12/13=92% | 14/16=87% |
| Prevalencia | 22/23=95.6% | 25/26=96.1% | 21/23=91.3% | 11/26=42.3% | 19/23=83% | 24/26=92.6% |

La seroprevalencia obtenida se encontró elevada en comparación con la reportada por Ortega en (1982), la cual fue obtenida en la misma región que el presente estudio; donde, para *Babesia spp.* se reportó 59.9%. En tanto, Lira *et al.*, (2015) reportan una prevalencia en el sitio experimental “Aldama” localizado en Tamaulipas de 90.2% para *B. bovis* y de 83.7% para *B. bigemina*. También, en el centro experimental “La Posta” situado en el estado de Veracruz, las prevalencias reportadas fueron de 73.1% para *B. bigemina* que se asemeja a los resultados de este trabajo. En tanto para *B. bovis* tuvo una prevalencia de 64.5% En contraste de lo encontrado en nuestro trabajo

La seroprevalencia de anaplasmosis se encuentra dentro de los rangos reportados por García-Tapia (1996), quien reportó, en zonas cercanas a la región donde se realizó este trabajo, un porcentaje del 76 al 100% de animales positivos. Por otro lado, Cossío-Bayugar *et al.*, (1997) en la zona norte de Veracruz reportaron una prevalencia del 54.6%, y Rodríguez-Vivas *et al.*, (2004) reportan, para el estado de Yucatán, una

seroprevalencia de 69.75%, estas se encuentran por debajo de las presentadas en este trabajo; esto puede deberse al tipo de pruebas utilizadas ya que en los trabajos antes mencionados las pruebas utilizadas fueron la fijación del complemento y aglutinación en placa. Para el reporte del estado de Yucatán, este se llevó a cabo en ganado *Bos indicus*, esta especie posee una resistencia a la infestación por garrapata con respecto al ganado cruzado (*Bos indicus* x *Bos Taurus*) (Rogers, 1979)

Durante el periodo experimental, los animales fueron monitoreados mediante frotis sanguíneo, para el cual, en ninguno de los animales se detectó la presencia de *Babesia bovis*, 4 animales fueron positivos a *Babesia bigemina* y todos los animales resultaron positivos a *Anaplasma marginale*. Se realizaron pruebas serológicas y moleculares a los becerros a las 8 semanas de vida, con excepción de la prueba de ELISA para *Anaplasma marginale* que se realizó a las 14 semanas después del nacimiento. Los resultados se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de los becerros para inmunofluorescencia indirecta (IFI) y PCR de *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* entre los grupos de calostro comercial



y calostro materno a las 8 semanas de vida y ELISA para *Anaplasma marginale* a las 14 semanas de vida

| | <i>Babesia bovis</i> | | <i>Babesia bigemina</i> | | <i>Anaplasma marginale</i> | |
|---------------------------|----------------------|-------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------|
| | IFI | PCR | IFI | PCR | ELISA | PCR |
| Calostro comercial | 10/10=100 % | 9/10=90% | 8/10=80% | 9/10=90% | 4/10=40% | 9/10=90% |
| Calostro materno | 14/16=87.5 % | 16/16=100 % | 13/16=81.25 % | 16/16=100 % | 9/16=56.25% | 12/16=75% |
| Prevalencia | 24/26= 92.3 | 25/26=96.1 | 21/26= 80.7 | 25/26=96.1 | 13/26=50 | 21/26=80.7 |

Según lo reportado por Osorio *et al.*, (2010) se puede determinar epidemiológicamente una zona estable a babesiosis si se tiene una seropositividad mayor al 75% en animales con edades entre los tres y nueve meses de edad. Por lo cual y en comparación a lo encontrado en este trabajo, podemos determinar la estabilidad enzoótica en los animales hacia *Babesia spp.*, ya que a los 2 meses de edad hay una seropositividad mayor al 75%. A su vez, Solís-Calderón *et al.*, (1998), evaluaron la dinámica de los anticuerpos para *B. bigemina* en animales jóvenes, encontrando una prevalencia de presencia de inmunoglobulinas del tipo G en animales menores a los tres meses de edad de 57.3%, la cual es inferior a lo encontrado en este trabajo con edades similares.

El monitoreo constante de los animales durante este trabajo permitió observar anaplasmosis clínica. Se determinó muerte experimental a 7 de 10 animales del grupo de CC por lo que fueron tratados para la enfermedad, a su vez 13 de 16 animales para el grupo de CM fueron tratados por la mismas situación. Con base en el descenso de VCA se realizó una prueba de T student,

para determinar la diferencia entre los grupos, en la cual no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$). Además, se realizó una ANOVA para determinar diferencia entre los grupos en cuanto a la presentación clínica de anaplasmosis, no encontrado diferencia significativa ($P > 0.05$).

CONCLUSIONES

La prevalencia encontrada para cada enfermedad, de las madres, determinó la endemidad de babesiosis y anaplasmosis en la zona.

Los animales, desde su nacimiento, se encuentran expuestos al vector y a la infección por *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*.

Los animales jóvenes se encuentran en estabilidad enzoótica para babesiosis, por lo que, sin importar la fuente de calostro, son capaces de controlar la infección a *Babesia spp.*

Para *A. marginale*, los animales presentan la enfermedad de manera aguda sin importan el origen del calostro que hayan consumido.



LITERATURA CITADA

- Bock R., Jackson L., De Vos A., & Jorgensen W. (2004). Babesiosis of cattle. *Parasitology*, 129(S1), S247-S269.
- Brown W. C., Ruef B. J., Norimine J., Kegerreis K. A., Suarez C. E., Conley P. G., & Rice-Ficht A. C. (2001). A novel 20-kilodalton protein conserved in *Babesia bovis* and *B. bigemina* stimulates memory CD4+ T lymphocyte responses in *B. bovis*-immune cattle. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 118(1), 97-109.
- Brown W. C., Zhao S., Woods V. M., Dobbelaere D. A. E., & Ficht A. R. (1993). *Babesia bovis*-specific CD4+ T cell clones from immune cattle express either the Th0 or Th1 profile of cytokines. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 46(1-2), 65-69.
- Brown W. y Logan K., 1992, *Babesia bovis*: Bovine helper T cell lines reactive with soluble and membrane antigens of merozoites, *Experimental parasitology*, vol. 74, (2) 188-199
- Brown W., Logan K., Wagner G. y Tetzlaff C., 1991, Cell-mediated immune response to *Babesia bovis* merozoite antigens in cattle following infection with tick-derived or cultures parasites, *Infect. Immun*, 59 (7) 2418-2426.
- Brown W.C. (2012). Adaptive immunity to *Anaplasma* pathogens and immune dysregulation: implications for bacterial persistence. *Comp. Immunol. Microbiol. Infectar. Dis*, 35(3), 241-252.
- Enbiyale G., Yirga A., Tesfaye A., Negash A., Aman E., & Debalike D. (2018). Review of Heart Water Disease in Domestic Animals. *Aust. J. Agric. Res.* 3(09).
- Goff W., Johnson W., Parish S., Barrington G., Elsasser T., Davis W. y Valdez R., 2002. IL-4 and IL-10 inhibition of IFN- γ - and TNF- α - dependent nitric oxide production from bovine mononuclear phagocytes exposed to *Babesia bovis* merozoites, *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 84. 237-251.
- Goff W., Johnson W., Parish S., Barrington G., Tou W. y Valdez R., 2001, The age-related immunity in cattle to *Babesia bovis* infection involves the rapid induction of interleukin-12, interferon- γ and inducible nitric oxide synthase mRNA expression in the Spleen, *Parasite Immunol.*, 2001 (23) 463-471.
- Gohil S., Herrmann S., Günther S., y Cooke BM (2013). Babesiosis bovina en el siglo XXI: avances en biología y genómica funcional. *International parasitology journal*, 43(2), 125-132.
- Hein WR. Y Mackay CR. 1991. Prominence of gamma-delta T cells in the ruminant immune system. *Immunol.* 12, 3024
- Kocan K. M., de la Fuente J., Blouin E. F., Coetzee J. F., y Ewing S. A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Vet. Parasitol*, 167(2-4), 95-107.
- Lira A. J. J., Vargas U. P., Cantú C. A., Castañeda A. R. O., Álvarez M. J. A., Rojas M. C. y Figueroa M. J. V. prevalencia de babesiosis bovina en dos explotaciones del país utilizando prueba serológica con antígenos recombinantes prevalence of bovine babesiosis in two cattle farms using a serological test with recombinant antigen. *secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*, 217.
- LOhr KF. 1973: Susceptibility of non-splenectomized and Splenectomized Sahiwal cattle to experimental *Babesia bigemina* infection. *Zentralbl Veterinarmed A*. 20, 52-56.
- Mahoney D., 1964, Bovine Babesiosis: an assessment of the significance of complement fixing based upon experimental infection, *Aust Vet J*, 40, 369-375.
- Mahoney DF, Wright IG y Mirre GB (1973) Babesiosis bovina: la persistencia de la inmunidad contra *Babesia* argentina y *B. bigemina* en terneros (*Bos taurus*) después de una infección adquirida naturalmente, *Trop Med Parasitol*, 67: 2, 197-203
- Melendez R. D., Benítez M. T., Niccita G., Moreno J., Puzzar S., & Morales, J. (2003). Humoral immune response and hematologic evaluation of pregnant Jersey cows after vaccination with *Anaplasma centrale*. *Vet. Microbiol.*, 94(4), 335-339.
- Ortega O.L.G., 1982, Prevalencia de anticuerpos contra *Anaplasma marginale* y *Babesia* spp. en bovinos de la raza pardo Suizo y Cebú en el clima Af(c). Tesis de licenciatura. Fac. de Est. Sup. Cuautitlán. UNAM.
- Ríos O.L., Zapata S.R., Reyes J., Mejía J. y Baena A., 2010, Estabilidad enzoótica de babesiosis bovina en la región de Puerto Berrio, Colombia, *Revista Científica*, 50(5) 485-492.
- Robles M.T., Alvarez M.J., Ramos A.J., Aboytes R.T. y Cantó A.J.G., 1986, La prueba de ELISA en el



- diagnostico de la anaplasmosis, Tec. Pec. Mex. 52, 45-50.
- Rodríguez SD, Ortiz M. Á. G., Ocampo RJ, & y Murguía V.C.A (2009). Epidemiología molecular de la anaplasmosis bovina con un enfoque particular en México. *Infect. Genet. Evol*, 9 (6), 1092-1101.
- Rodríguez -Vivas R., Grisi L., Pérez de León, A., Silva Villela, H., Torres-Acosta J., Fragoso H., Romero D., Rosario R., Saldierna F., García D., (2017) Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Review Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, vol. 8, pp. 61-74
- Rodríguez-Vivas RI, Mata-Méndez Y., Pérez-Gutiérrez E., y Wagner G. (2004). El efecto de los factores de manejo en la seroprevalencia de *Anaplasma marginale* en el ganado *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Trop Anim Health Prod*, 36 (2), 135-143.
- Rogers RJ (1979). Epidemiología y control de la anaplasmosis en Australia. *J S Afr Vet Assoc.*, 50 (4), 363-366.
- Shoda L., Palmer G., Florin-Christensen J., Florin-Christensen M., Godson D. y Brown W., 2000, *Babesia bovis*-Stimulated Macrophages express Interleukin-1B, Interleukin-12, Tumor Necrosis Factor Alpha, and Nitric Oxide and Inhibit Parasite replication in vitro, *Infect. Immun*, 68, (9), 5139-5145.
- Solís-Calderón J.J., Rodríguez-Vivas R. I., y Dajer-Abimerhi A. (1998). Monitoreo serológico de anticuerpos (IgG e IgM) contra *Babesia bigemina* (Haemosporidia: Babesiidae) en becerros del trópico mexicano. *Rev. biol. trop.*, 1125-1130.
- Solorio R.J.L y Rodríguez-Vivas R., 1997, Epidemiología de la babesiosis. I. componentes epidemiológicos, *Rev Biomed.*:37-47
- Stelwagen K., Carpenter E., Haigh B., Hodgkinson, A. Wheeler, T. T. (2009). Immune components of bovine colostrum and milk. *J Anim Sci*, 87(suppl_13), 3-9.
- Suárez CE, y Noh S. (2011). Perspectivas emergentes en la investigación de la babesiosis bovina y la anaplasmosis. *Vet. Parasito.*, 180 (1-2), 109-125.
- Tizard Ian R. 2009, introducción a la inmunología veterinaria, El sevier, Texas, 18, 223-236
- Todorovic, R. A. (1975). Serological diagnosis of babesiosis: A review. *Trop Anim Health Prod*, 7(1), 1-14.
- Wyatt CR., MAdruga C, Cluff C., 1994. Differential distribution of gamma -delta T-cell receptor lymphocyte subpopulations in blood spleen of young and adult cattle. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 40, 187-199
- Yusuf JJ. 2017, Review on Bovine Babesiosis and Its Economical Importance. *Austin J Vet Sci & Anim Husb.* 4(2): 1035.



ANÁLISIS PROTEÓMICO COMPARATIVO Y CARACTERIZACIÓN BIOINFORMÁTICA DE LAS PROTEÍNAS EXPRESADAS DIFERENCIALMENTE EN LAS GLÁNDULAS SALIVALES DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* SUSCEPTIBLES Y RESISTENTES A IVERMECTINA

Peña-Trujillo, R.E.1, Aguilar-Tipacamú, G.1, Alvarez-Sánchez, M.E. 2, Rodríguez-Torres, A.1, Carbajal-Gámez, B.1, Mosqueda-Gualito, J.J.1

1Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. De las ciencias S/N Juriquilla, Qro., México CP 76230, **2**Universidad Autónoma de la Ciudad de México, San Lorenzo 290, col. Del Valle, CDMX., México CP 03100.

INTRODUCCIÓN

La garrapata *Rhipicephalus microplus* (*R. microplus*) es el ectoparásito del ganado bovino de mayor importancia ya que es vector de patógenos como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale*, (Johnsons *et al.*, 2008 Pérez-Cogollo, *et al.*, 2010; Ojeda, *et al.*, 2011), además de ocasionar pérdidas económicas por los daños directos e indirectos. Uno de los métodos químicos para controlarlas es la aplicación de los ixodicidas, sin embargo, su uso continuo ha ocasionado la presencia de garrapatas multirresistentes. Las lactonas macrocíclicas (LM) como la ivermectina (IVM) forman parte de los medicamentos de última generación para el control de endoparásitos y por su ventaja de acumularse en grasa ha sido utilizada para el control de *R. microplus*, actualmente se han reportado casos de poblaciones de garrapatas con resistencia a IVM en Uruguay, Brasil y México. (Martins y Furlong, 2001; Pérez-Cogollo *et al.*, 2010; Fernández-Salas *et al.*, 2012). Por lo que resulta importante identificar los mecanismos moleculares de resistencia a IVM. En garrapatas se han realizado varios estudios con el objeto de

identificar los mecanismos moleculares que atribuyen la característica de resistencia a los ixodicidas, dentro de la fase I del metabolismo de los fármacos se ha asociado a la actividad catalítica del citocromo P450 y a las carboxylesterasas, en la fase II a las glutathion S-transferasas (Bellgard *et al.*, 2012). Y en la fase III se ha asociado a las proteínas transportadoras ABC conocidas así por sus siglas en inglés ATP binding cassette, que son moléculas muy conservadas, encontradas en prácticamente cualquier ser vivo y se encargan del transporte activo de moléculas ayudando a detoxificar diferentes metabolitos. Estos transportadores de membrana han sido caracterizados como mecanismo de resistencia a la quimioterapia en células cancerígenas y algunos patógenos (Lage, 2008; Pohl *et al.*, 2011), en el caso de ivermectina también se han identificado mutaciones puntuales en la secuencia que codifica al canal de cloro dependiente de glutamato que es el sitio de acción de las LM, pero aún no se han asociado a la resistencia, hasta el momento no se ha reportado el mecanismo molecular específico de resistencia a ivermectina, (Aguilar *et al.*, 2015; Maldonado *et al.*, 2017). Por ello el



presente trabajo tiene como objetivo comparar el proteoma de las glándulas salivales de garrapatas susceptibles y resistentes a ivermectina, para identificar y caracterizar bioinformáticamente las proteínas de expresión diferencial.

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Cepas de Rhipicephalus microplus

Se utilizaron dos cepas de garrapata *R. microplus*; una cepa de referencia nacional llamada Media Joya la cual tiene la característica de ser susceptible a todos los ixodicidas, y una cepa resistente que se generó en la Universidad Autónoma de Querétaro, para ello se utilizó la misma cepa Media Joya y se presionó constantemente con subdosis de 200 µl por Kg de peso vivo por vía subcutánea y una presión in vitro a partir de la concentración letal cincuenta (CL50) concentración de IVM que permite la sobrevivencia del 50% de la población, esto se realizó consecutivamente hasta la obtención de un índice de resistencia (IR) de (2.2) según la escala de (Castro-Janer et al., 2011). Las cepas de este estudio se han mantenido en bovinos de aproximadamente 300kg que tienen libre acceso a alimento y agua. Las cepas son monitoreadas cada generación para la obtención de su IR utilizando la técnica de inmersión de larvas descrita por (Klafke et al., 2006).

2.2 Obtención de la muestra

Para la obtención de las glándulas salivales, se realizó la disección de 80 garrapatas con ayuda de un microscopio estereoscópico Leica Zoom 2000^{MR} durante la disección, los órganos extraídos se mantenían en inhibidor de proteasas a -4°C, e hidratados con una solución tamponada de fosfatos de 1X con un pH de 7, se conservaron y almacenaron en inhibidor de proteasas (complete protease inhibitor cocktail. Cat. No. 11697 498 001, ROCHE) a -80°C por

juegos de 16 órganos (Rodríguez et al., 2012).

2.3 Extracción y purificación de las proteínas de las glándulas salivales

Para la extracción de proteínas un juego de 16 órganos fue descongelado y lavado con PBS (1X pH 7), las muestras fueron centrifugadas por 14000rpm por 5 minutos, el sobrenadante fue descartado, se adicionaron 500 µl de TNTE y 20 µl de inhibidor de proteasas para rehidratar la pastilla, la muestra fue sonicada (20 sonicaciones /20 segundos al 80%) posteriormente se centrifugó a 14000 rpm por 5 minutos, para obtener el extracto total de proteínas, posteriormente se purificaron mediante el Kit ReadyPrep 2-D Cleanup (No. Cat. 163-2130. BIO-RAD) de acuerdo con las instrucciones del proveedor. Las proteínas fueron cuantificadas por el método de Bradford con una lectura de longitud de onda de 595nm por medio del ELISA BLOK-TEK, SOFTWARE: KC junior, se realizó un análisis de integridad por medio de una electroforesis SDS en gel de poliacrilamida al 12%, el gel se tiñó con azul de Commassie R-250 durante 12 horas, y desteñido para su visualización con el Software Image TM (Bio-Rad).

2.4 Electroforesis 2D

210 µg de proteínas totales de glándulas salivales de cada cepa fueron utilizadas para la separación de proteínas, se realizó un isoelectroenfoque (IEF) mediante tiras de IPG de 7 cm con un gradiente de pH de 4-7 Bio-Rad, a las tiras se les aplicó la proteína y se hidrataron pasivamente durante 12 horas. El IEF se realizó por medio del (Protean IEF system Bio-Rad) con el siguiente protocolo: Paso 1: 250 V con una duración de 40min Lineal. Paso 2: 4000 V con una duración de 30min Lineal. Paso 3: 4000 V con una duración de 3 horas lineal a



10000 V\hr. Para la doble dimensión las tiras fueron equilibradas, mediante una reducción (DTT al 1%) y una alquilación (iodoacetamida 2.5%) durante 15 minutos en cada uno. En el amortiguador de equilibrio (Glicina 192 mM, Tris base 25 mM y SDS 0.1%), las tiras equilibradas fueron separadas en un SDS-PAGE al 12% y teñidos con azul de Coomassie G-250 durante 24 horas, los geles fueron desteñidos, digitalizados por PharosFXTM Plus Molecular Imager (Bio-Rad). vez y analizados en el programa PdQuest (PdQuest Advanced 2D Analysis Software, BIO-RAD). Las imágenes de cada condición fueron comparadas al sobreponerlas, en el análisis se establecieron los valores de concentración de las proteínas y los datos obtenidos fueron normalizados mediante un modelo de regresión lineal para la reducción de variación entre los geles, de esta manera de identificaron las proteínas que se expresaron diferencialmente y fueron cortadas del gel e identificadas por espectrometría de masas.

2.5 Análisis de proteínas

Los resultados de los péptidos encontrados fueron analizados mediante el programa ProteinPilot con la base de datos de UniProt. Se determinaron los pesos moleculares y puntos isoelectricos predichos de las proteínas identificadas mediante las bases de datos ExPasy pI/Mw, se identificaron los genes que codifican para las proteínas obtenidos del NCBI y se determinó la

ubicación subcelular y la ontología de genes predichos por medio de predict Protein

RESULTADOS

Un total de 104 proteínas de las glándulas salivales de garrapatas susceptibles se presentaron en el proteoma, 84 en las glándulas salivales de garrapatas resistentes y 10 compartidas (Figura 1), de estas proteínas se seleccionaron 11 para su identificación por espectrometría de masas de las cuales 4 fueron expresadas únicamente en las glándulas de garrapatas susceptibles, 3 sobre expresadas en estas mismas y 4 sobre expresadas en las glándulas de garrapatas resistentes (Figura 2), Se recopilaron los datos para la caracterización bioinformática de cada una de las proteínas que lograron identificarse (Cuadro1) y dentro de la caracterización se ubicó la localización subcelular predicha en donde se pudieron encontrar 7 proteínas de citoplasma (64%), 3 en mitocondria (27%) y 1 en la membrana de la mitocondria (9%),(Figura 3) en cuanto a la función biológica predicha de acuerdo a la ontología de genes se encontró; 1 proteína asociada a la apoptosis (9%), 1 a crecimiento y traducción (9%), 1 con plegamiento de proteínas (9%), 2 con transporte de protones (18%), 2 con contracción muscular (18%), 2 que se encuentran asociadas con el proceso de autofagia (18%), 1 con el catabolismo del glutamato (9%) y 1 con la endocitosis (9%) (Figura 4).

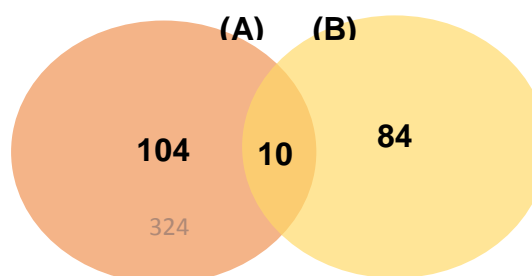




Figura 1. Diagrama de Venn euler: (A) proteínas expresadas en el extracto de proteínas de las glándulas salivales de la cepa susceptible, **(B)** proteína expresadas en el extracto de proteínas de las glándulas salivales de la cepa resistente a ivermectina

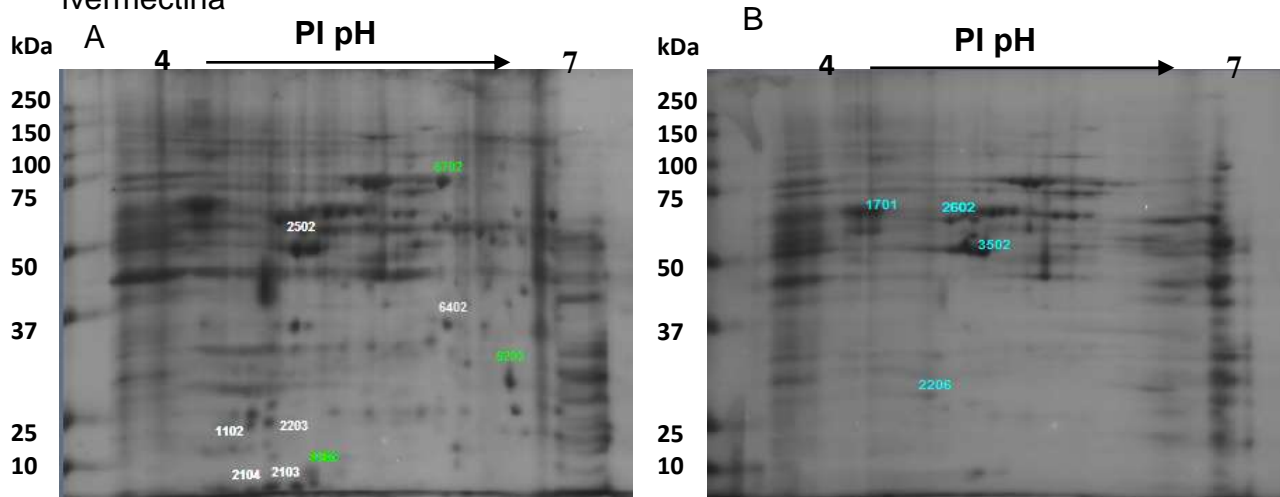


Figura 2. Análisis comparativo de expresión diferencial de proteínas. A: Proteínas de glándulas salivales de garrapatas susceptibles media joya, B: Proteínas de glándulas salivales de garrapatas resistentes. Geles 2D pH 4-7, teñidos con Azul de Comassie G-250. proteínas identificadas diferencialmente en gel de poliacrilamida al 12 % (210 µg de proteínas) de extractos de proteínas de glándulas salivales de garrapatas *R.*

microplus susceptibles y resistentes a ivermectina.

En blanco los números de identificación de las proteínas únicamente se encontraron presentes en susceptibles

En verde los números de identificación de las proteínas l sobre expresadas en susceptibles

En azul los números de identificación de las proteínas sobre expresadas en resistentes

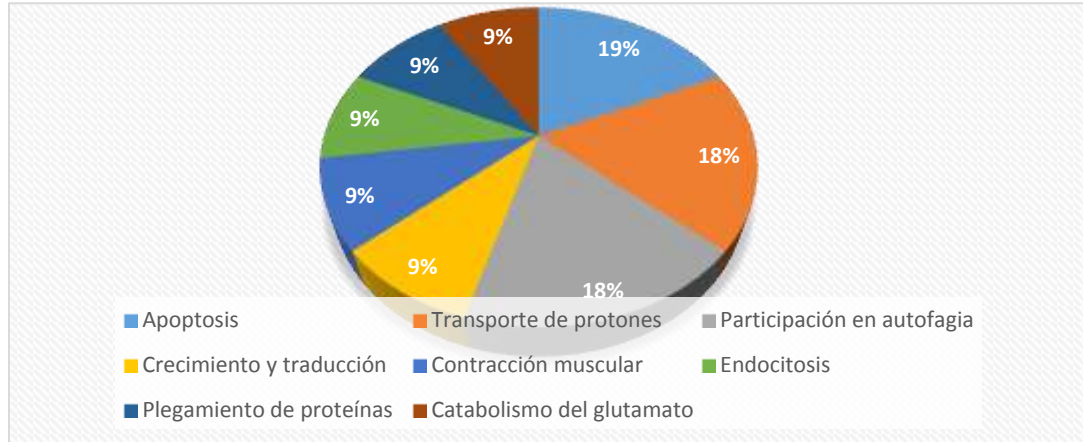


Figura 3. Localización subcelular de las proteínas expresadas diferencialmente e identificadas en glándulas salivales de

garrapatas *R.microplus* susceptibles y resistentes a ivermectina

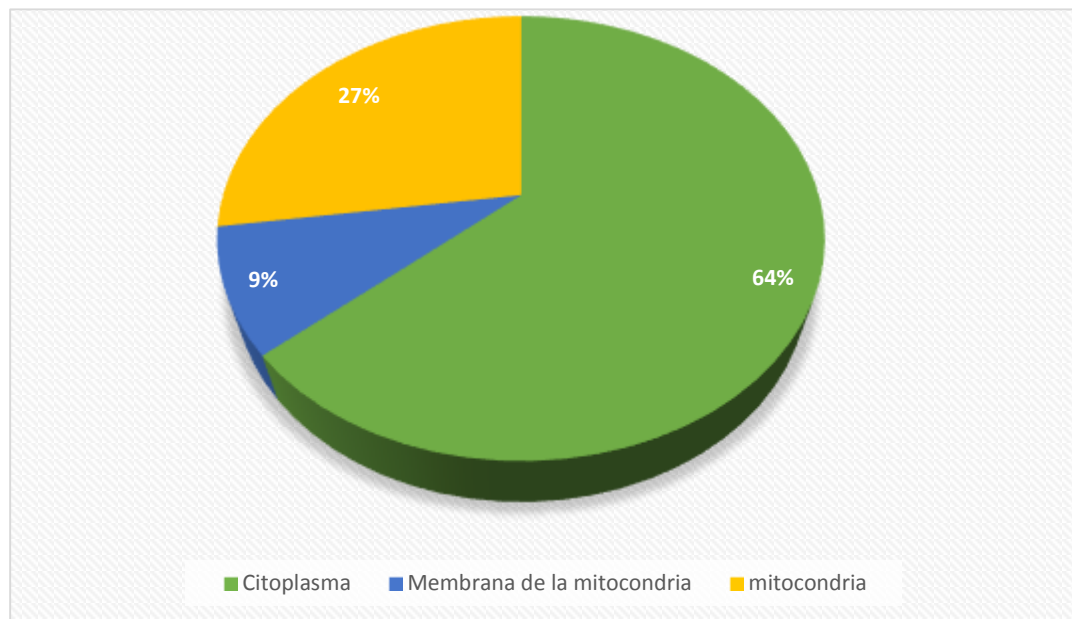


Figura 4. Función biológica de las proteínas expresadas diferencialmente e identificadas en glándulas salivales de

garrapatas *R.microplus* susceptibles y resistentes a ivermectina



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

| ID de mancha | Proteína | No. De acceso (UNIPROT) | Expresión | Masa (KDa) | pI | Cobertura (%) | Longitud (a.a) | Gen | Locus / locus tag |
|--------------|--|-------------------------|-----------|------------|-------|---------------|----------------|--------------|--------------------------|
| 2203 | Tropomyosin 2 (TMII) | P43689 | S | 32.60942 | 4.55 | 19 | 284 | LOC106078167 | NW_013478250.1 unplaced |
| 2502 | ATP synthase, beta subunit | Q05825 | S | 54.10800 | 5.14 | 58.4 | 505 | ATPsynbeta | 102F6-102F6; 4-0 cM |
| 2103 | Ras and Rab interactor 1 | P97680 | S | 84.72665 | 8.67 | 2.5 | 774 | Rin1 | 1q43 |
| 2104 | 60S ribosomal protein L2 | Q75AP7 | S | 27.35430 | 1.101 | 7.9 | 254 | AGOS_ADL127C | AGOS_ADL127C |
| 6702 | Heat shock protein family A (Hsp70) member 9 | P38646 | 2.4 S > R | 73.68050 | 5.87 | 44.6 | 679 | HSPA9 | 5q31.2 |
| 8203 | Prohibitin | P67779 | 4.4 S > R | 29.82010 | 5.57 | 21 | 272 | Phb | 10q26 |
| 3502 | ATP synthase F1 subunit beta | Q9PTY0 | 1.8 R > S | 55.24737 | 5.50 | 48.3 | 518 | atp5f1b | NC_031704.1 Chromosome 8 |
| 2602 | FLBA_EMENI Developmental regulator flbA | P38093 | 2.3 R > S | 78.79875 | 8.64 | 3.3 | 719 | AN5893.2 | NT_107009.1 |
| 2206 | FLBA_EMENI Developmental regulator flbA | P38093 | 3.6 R > S | 78.79875 | 8.64 | 3.3 | 719 | AN5893.2 | NT_107009.1 |
| 1701 | Full=IAP-like protein p27 | P68765 | 2.2 R > S | 26.55790 | 9.31 | 7.1 | 224 | IAPL_ASFP5 | |
| 3102 | Glutamate synthase 1 | Q9ZNZ7 | 1.4 S > R | 176.7510 | 5.94 | 1.2 | 1622 | GLU1 | AT5G04140 |



4.DISCUSIÓN

La presencia de poblaciones de garrapatas multirresistentes dificulta su control limitando las opciones de ixodicidas disponibles en el mercado (Rodríguez *et al.*, 2012). Las glándulas salivales juegan un papel fundamental en la alimentación de la garrapata, fijación al hospedero y en la homeostasis, estos órganos producen una gran cantidad de moléculas bioactivas de interés (Sonenshine *et al.*, 2013) y son responsables de generar diferentes tipos de respuesta humoral (Rocha *et al.*, 2017) dependiendo de la línea genética del bovino. La proteómica comparativa de las glándulas salivales determina una aproximación de la comprensión de los mecanismos moleculares de resistencia a la IVM, además de presentar una herramienta para identificar moléculas que pudieran proponerse como antígenos vacunales o biomarcadores. En este estudio se encontraron 11 proteínas de las cuales 1 ya se ha descrito en *R. microplus* esto debido a que el genoma de la garrapata no se encuentra secuenciado en su totalidad, esta proteína es la tropomiosina, es una proteína altamente conservada e inmunogénica (Rocha *et al.*, 2017) propuesta con anterioridad como un antígeno vacunal para ácaros como *Dermanyssus gallinae*, (Harry *et al.*, 2016), en garrapatas como *Hyalomma anatolicum* (Manjunathachar *et al.*, 2018) y en *R. microplus* (Mohamamd *et al.*, 2015) por otro lado las otras 10 proteínas fueron identificadas en organismos similares, también se observó que el proteoma de las glándulas salivales de garrapatas

susceptibles tiene un mayor número de proteínas expresadas, en comparación con las de la cepa resistente, esto debido a que los ambientes adversos provocan la adaptación de un organismo regulando la expresión de proteínas en presencia del agente estresor. En conclusión, el proteoma de las glándulas salivales provenientes de una cepa susceptible presenta una expresión diferencial de 20 proteínas con respecto a las glándulas salivales de la cepa resistente, la proteína tropomiosina que se vio sub expresada en la cepa resistente sugiere que este tipo de antígenos vacunales podrían no ser funcionales para poblaciones de garrapatas resistentes. Por lo que se resalta la importancia de continuar con este tipo de estudios para identificar más blancos terapéuticos, antígenos vacunales o biomarcadores.

LITERATURA CITADA.

- Aguilar, T.G., Mosqueda, G.J., Cantó, A.G., Klafke, G.M, Arellano, C.F., Alonso, D.M., Rodríguez, V.R. (2016) Identification of mutations in the glutamate-dependent chloride channel in *Rhipicephalus microplus* resistant and susceptible to ivermectin, *Quehacer cient.*, 11, 20-26
- Bellgard, M.I., Moolhuijzen, P.M., Guerrero, F.D., Schibeci, D., Rodríguez-Valle, M., & Peterson, D.G. (2012). Cattle TickBase: An integrated Internet-based bioinformatics resource for *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Int J Parasitol.* 42(2), 161-169.
- Castro-Janer, E., Rifraín, I., González, P., Niell, C., Piaggio, J., Gil, A., Schumaker, T.T. (2011). Determination of the susceptibility of *Rhipicephalus (Boophilus) (Acari:Ixodidae) microplus* to ivermectin and fipronil by the larval immersion test (LIT) in Uruguay. *Veterinary Parasitology.* 178:148-155.
- Fernandez, S.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Alonso, D.M.A., (2012) First report of a *Rhipicephalus*



- microplus tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 186: 338342.
- Harry W.W, Kathryn B, Huntley J., Nisbet A. (2016) Characterisation of tropomyosin and paramyosin as vaccine candidate molecules for the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, *Parasit Vectors* 9:544
- Jonsson N.N., Bock R.E., Jorgensen W.K., (2008) Productivity and health effects of anaplasmosis and babesiosis on *Bos indicus* cattle and their crosses, and the effects of differing intensity of tick control in Australia. *Vet Parasitol* 155:1–9
- Klafke, G.M., Sabatini, G.A., Albuquerque, T.A., Martins, J.R., Kemp, D.H., Miler, R., Schumaker, T.T., (2006) Larval inmersión test with ivermectin in populations of cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari ixodidae) from state of Sao Paulo, Brazil, *Veterinary Parasitology*, 14, 386-390.
- Maldonado, J.M., Castro S.E., Lagunes, Q.R., Granjeno, C.G., Hernández, O.R. (2017), Amplification of the gene coding glutamate-gated chloride channel from TICK *Rhipicephalus (B.) microplus*. *Rev. Nal. Pec.* 31-33
- Martins J, Furlong J. (2001) Avermectin resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* in Brazil. *Vet Rec*, 149: 64.
- Ojeda-Chi, M. M., Rodríguez-Vivas, R I., Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutiérrez, R. & Cruz-Velázquez, C. (2011). Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatígeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2 (2).
- Pérez, C.L., Rodríguez, V.R., Ramírez, C.J., Rosado, A.J., (2010) Survey of *Rhipicephalus microplus* resistance to ivermectin at cattle farms with history of macrocyclic lactones use in Yucatan México, *Veterinary parasitology*, 172, 109-113.
- Pohl, CP., Klafke, MG., Carvalho, DD., Martins, JR., Daffre, S., Da Silva, IV., & Masuda, A. (2011). ABC transporter efflux pumps: A defense mechanism against ivermectin in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *International Journal of Parasitology*. 41, 1323-1333.
- Rodríguez, HE., Mosqueda, J., Álvarez, SME., Falcón, NA., Méndoza, HG., & Camacho, NM. (2012). The identification of a VDAC-like protein involved in the interaction of *Babesia bigemina* sexual stages with *Rhipicephalus microplus* midgut cells. *Veterinary Parasitology*. 187, 538-541.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Hodgkinson, J. E., J.Trees, A. (2012). Acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: Current status and mechanisms of resistance. *Rev mex de cien pecu.* 3: 9-24
- Manjunathachar HV, Kumar, Saravanan BC, Choudhary S, Mohanty AK, Nagar G, Chigure G, Ravi Kumar GV, de la Fuente J, Ghosh S., (2018) Identification and characterization of vaccine candidates against *Hyalomma anatolicum*-Vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus. *Transbound Emerg Dis.* 66422-434.
- Rocha G.G., Maruyama, S.R., Nelson, K.T., Chaves R.J., Gardinassi G.L., Mendes M.A., Rossetti F.B., Kooyman N.J., de Miranda I.I., (2017) Immune recognition of salivary proteins from the cattle tick *Rhipicephalus microplus* differs according to the genotype of the bovine host *Parasites & Vectors* 201710:144
- Mohamamd M R., Shishir K. Ghorban G., Sedigheh N., Alireza S., Mohammad T., Sahar E., Maryam T. (2015) Designing and Modeling of Complex DNA Vaccine Based on Tropomyosin Protein of *Boophilus* Genus Tick, *Appl Biochem Biotechnol* 175:323–33
- Paitoon K., Roger W. Stich G. R. Needham S., (2008) Molecular Analysis of Calreticulin Expressed in Salivary Glands of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Indigenous to Thailand



ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDADES FÍSICAS DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ROLLER DERBY DE QUERÉTARO

Pérez Aguilar MJ., Ramírez Reséndiz N, Manoatl de la Cruz EA, Rodríguez García E, Aguilar Galarza BA, Vásquez González DL, Sandoval Cuellar JMA, López Martínez FJ y Anaya-Loyola M.A.

Especialidad en Nutrición, Actividad Física y Salud (ENAFyS), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

El Roller Derby (RD) es un deporte femenino de contacto que se juega con patines de paralelo sobre una pista ovalada que además de contacto es un deporte de velocidad y estrategia, en donde se patina siempre en el sentido contrario al reloj, se juega en dos tiempos de 30 min cada uno que se dividen en carreras de 2 min llamados JAM(J), hay dos equipos formados por 5 jugadores cada uno, el grupo de 8 jugadores está formado por 4 bloqueadores de cada equipo, a la cabeza se sitúa el Pivot (P) de cada equipo, que se distingue de los demás por una franja en su casco. El P se encarga de organizar al grupo o pack y la estrategia de su equipo. Hay un árbitro que vigila el conteo de los puntos que hace cada jammer y hay otros árbitros que vigilan al pack, (Roller derby, Madrid). La jammer líder puede terminar el jam antes de los 2 min cuando toque repentinamente sus caderas. Este deporte utiliza muchas capacidades físicas como son la fuerza, resistencia y velocidad al igual que otras capacidades como son la flexibilidad, el equilibrio, el

ritmo y la agilidad. Las cuales mediante el entrenamiento practican para llegar al grado más alto de desarrollo físico, esto condiciona a determinar la aptitud física del individuo también llamada condición física (Velázquez, 2019). La composición corporal es también importante en este deporte, la cual constituye un peldaño cuantitativo entre la estructura y función del cuerpo con ella podemos determinar biotipos específicos para cada disciplina deportiva esto es importante para optimizar el rendimiento deportivo. (Lozano y Contreras 2006). Una parte importante para determinar la composición corporal es el perfil antropométrico que forma parte de un conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (Esparza, 1993; Ramos, 2016), nos da información acerca de la las capacidades de un deportista, ya sea en competición o en entrenamiento (pretemporada y temporada), pudiendo ajustarse por medio de las cargas externas de trabajo físico, para mejorar su rendimiento y condición. (Villa et al., 2000) (Gambarara, y otros, 1994; Nigam



2011). La composición corporal aunada a las características físicas, fisiológicas, psicológicas y técnicas son determinantes para tener un buen desempeño en cualquier deporte (Ross, 1983). Dentro de la composición corporal es importante conocer la masa grasa ya que es una reserva de energía del organismo, es fundamental en el ejercicio para determinar la planificación y desarrollo del plan de entrenamiento. (Acosta, 2013). Hay numerosas investigaciones a nivel internacional sobre la composición corporal y las capacidades físicas puesto que son fundamentales para controlar y optimizar el rendimiento del deportista; sin embargo, en el tema de RD y los deportes en patines las investigaciones son muy escasas sobre la composición corporal y las capacidades físicas. (Fernández 2016, Lozano, 2013). Es por ello que este estudio tienen como objetivo analizar la composición corporal y capacidades físicas de los integrantes del equipo de RD de Querétaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio transversal descriptivo participaron 15 estudiantes y personal de la Universidad Autónoma de Querétaro (México) que practican RD dentro de la Facultad de Ciencias Naturales. A cada participante se le explicaron los alcances y beneficios del estudio y por medio de su consentimiento informado fueron incluidos en el estudio durante los meses de Febrero y Marzo del 2019.

Al inicio del estudio se les pidió a los participantes que se presentaran en

ayuno de al menos 8-10 hrs, con ropa deportiva en, se les pidió que tomaran al levantarse un vaso de agua simple de aproximadamente 350 ml, para facilitar la toma de sangre y medición de la composición corporal. En sangre se determinaron las concentraciones de glucosa, perfil de lípidos (colesterol, triglicéridos, HDL y LDL), marcadores del estado nutricional de proteínas (ácido úrico, proteínas totales, albúmina, globulinas, creatinina y urea); también se determinó la presencia de anemia por medio de una biometría hemática. Se aplicó también una historia clínica realizada por el médico para conocer sus antecedentes personales de enfermedades y estilo de vida. Además se contestaron los cuestionarios de recordatorio de 24 horas, frecuencia de alimentos y un cuestionario de actividad física a cada participante. La evaluación también incluyó una valoración nutricional en la que comprendieron mediciones antropométricas, tales como peso, talla, circunferencia de cintura y cadera de acuerdo con el procedimiento de la certificación ISAK. Para complementar la valoración nutricional integral se realizó un análisis de su composición corporal por medio de un equipo de impedancia bioeléctrica en un equipo Seca-mBCA 514, el proporcionó los resultados del índice de masa corporal (IMC), grasa, magra, masa muscular, agua corporal total y extracelular, agua corporal así como el gasto energético en reposo. Al término de las evaluaciones se les entregó un pequeño refrigerio para posteriormente realizar las pruebas de capacidades



físicas que se llevaron a cabo bajo la supervisión de personal capacitado. Las pruebas físicas usadas ayudaron a determinar la flexibilidad, fuerza, resistencia cardiorrespiratoria y coordinación de los integrantes del equipo de RD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los datos de los 15 participantes, el 33.3% fueron hombres y el 66.7% mujeres, en un rango de edades de 23-55 años. Sus características de composición corporal pueden observarse el Cuadro 1. En donde el valor promedio del IMC se encontró en rangos normales. Sin embargo, la mitad tanto de hombres como mujeres presentaron sobrepeso y obesidad (Figura 1). De acuerdo a su porcentaje de grasa, fue 30.18% el total en ambos sexos, en hombres el porcentaje de grasa fue de 27.1% y en mujeres fue 33.2%, en el cual se muestra en la siguiente (Figura 2), Los resultados de la gráfica nos indican que los jugadores de RD superaron la cantidad de tejido adiposo en relación con la tabla del sistema propuesto por Lohman (1992), para pacientes sanos. Aunque en esta disciplina no hay muchos estudios sobre su porcentaje de grasa para RD tomamos de referencia una disciplina similar que es el Rugby en la cual se tomó la estimación del porcentaje de grasa corporal en jugadores universitarios que practican este deporte, en la cual según Jardine (1988) deben de tener un porcentaje de grasa corporal del 13.5% lo cual los jugadores amateur de RD no cumple con esta estimación, el

resto del equipo que solo representa el 20% de la muestra si cumplen con la estimación de (Jardine 1988), (Figura 3). Otra variable a analizar es la masa muscular en donde los jugadores de RD, mostraron un peso de masa muscular de 23.2kg en ambos sexos, en hombres fue de 22.8 kg y en mujeres fue 23.5 kg, se comparó sus kg de masa muscular con los jugadores de rugby en el cual los jugadores de RD no tiene la suficiente masa muscular para realizar un entrenamiento o estar en competencia. (Moreno, 2017), La composición corporal está relacionada con las capacidades físicas porque un determinado rendimiento físico tiene una composición corporal determinada, (Monteiro 1994). Los resultados de esta investigación afirman esto, a pesar de encontrar relación entre variables, donde, quienes poseen más cantidad de grasa (kg) realizan la prueba más lento y con menos recorridos en metros. (Figuras 4, 5, 6 y 7) (Flores 2009). Con todos estos resultados se obtuvieron valores promedio por debajo de los valores normales, indicando baja condición física en estos integrantes del equipo de RD (Cuadro 2). Las **Resistencia (medida por el VO2 max)**, Es la capacidad física que soporta y es constante un esfuerzo durante un tiempo determinado, frente a esfuerzos largos o de recuperación rápida. Esta depende de un factor como la técnica de ejecución de los ejercicios, esto determina el estado funcional del cuerpo del individuo. (Velázquez, 2008). La resistencia y la fuerza son dos elementos importantes de la aptitud muscular para realizar



actividades físicas habituales. **Fuerza:** es la capacidad muscular para desarrollar, una fuerza contráctil máxima contra una resistencia en una contracción muscular de forma estática o dinámica. Todas estas capacidades físicas son necesarias para tener un buen desarrollo físico del deportista que practica RD, sin embargo además de las capacidades físicas la composición corporal juega un papel importante para favorecer su

rendimiento del deportista. (Leone y Lariviere 2002). Sin embargo los deportistas de RD carecen de información sobre la composición corporal ya que es un deporte nuevo pero existen algunos deportes similares que podrían ser de gran importancia para determinar su composición corporal. Los marcadores bioquímicos promedio estuvieron dentro de los valores normales (Cuadro 3). Se encontró que

Cuadro 1. Características antropométricas y de composición corporal.

| | Total | | Mujeres | | Hombres | |
|--|-------|------|---------|------|---------|------|
| | Media | DE | Media | DE | Media | DE |
| Edad, años | 25.7 | 8.5 | 23.7 | 8.0 | 27.6 | 8.8 |
| Peso, kg | 68.4 | 12.1 | 67.9 | 12.3 | 68.9 | 12.2 |
| Estatura, m | 1.7 | 0.1 | 1.7 | 0.1 | 1.7 | 0.1 |
| Grasa Corporal, % | 19.4 | 8.4 | 18.8 | 9.2 | 20.0 | 7.7 |
| Masa Libre de grasa, kg | 49.0 | 7.5 | 49.0 | 7.2 | 48.9 | 8.0 |
| Masa muscular, kg | 23.2 | 4.6 | 23.5 | 4.4 | 22.8 | 5.0 |
| Masa muscular torso, kg | 10.6 | 2.5 | 10.8 | 2.3 | 10.5 | 2.7 |
| Masa muscular (pierna derecha), kg | 4.9 | 0.9 | 5.0 | 0.8 | 4.8 | 0.9 |
| Masa muscular (pierna izquierda), kg | 4.9 | 0.8 | 5.0 | 0.8 | 4.9 | 0.9 |
| Masa muscular (brazo derecho), kg | 1.3 | 0.3 | 1.3 | 0.3 | 1.3 | 0.3 |
| Masa muscular (brazo izquierdo), kg | 1.4 | 0.3 | 1386.0 | 0.3 | 1.4 | 0.3 |
| Agua corporal total, L | 35.8 | 5.4 | 35.9 | 5.3 | 35.7 | 5.7 |
| Agua extracelualr, L | 14.4 | 1.8 | 14.3 | 1.8 | 14.5 | 1.9 |
| Índice de masa corporal, kg/m ² | 24.8 | 4.0 | 24.7 | 4.1 | 25.0 | 4.1 |
| Índice de masa libre de grasa, kg/m ² | 17.7 | 2.1 | 17.8 | 1.9 | 17.7 | 2.3 |
| Índice de masa grasa, kg/m ² | 7.1 | 3.2 | 6.9 | 3.4 | 7.3 | 2.9 |

algunos presentaron microalbuminuria y creatinuria alteradas (Figura 8).

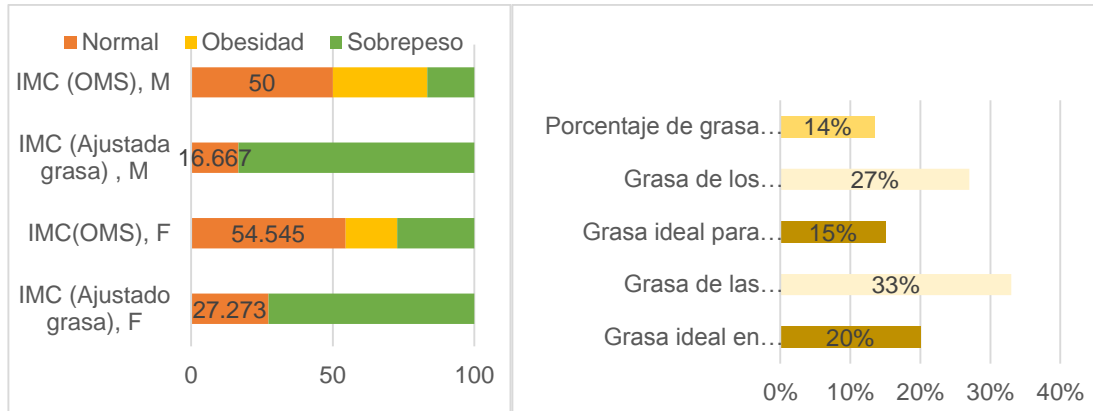


Figura 1. Distribución de participantes de acuerdo al IMC y su porcentaje de grasa corporal.

Figura 2. Porcentaje de grasa corporal de los jugadores con sobrepeso y obesidad amateur de RD de acuerdo al sistema propuesto por Lohman (1992) y Jardine M.A (1988) para Rugby categoría universitaria.

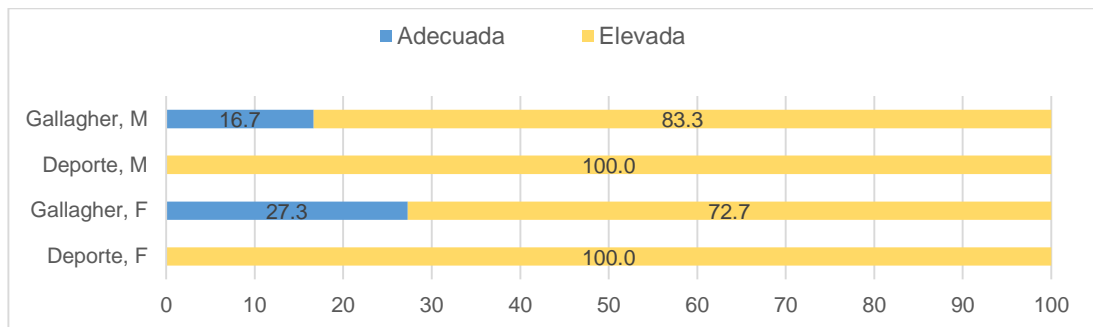


Figura 3. Clasificación de integrantes del RD de acuerdo a su grasa corporal

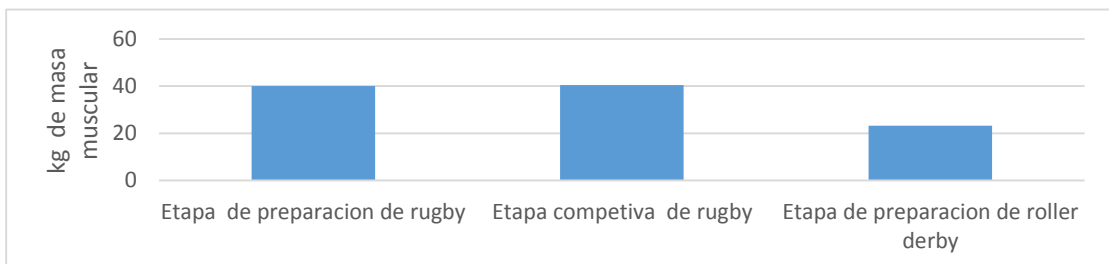


Figura 4. Comparación de la masa muscular por etapa de competencia de jugadores de Rugby y RD

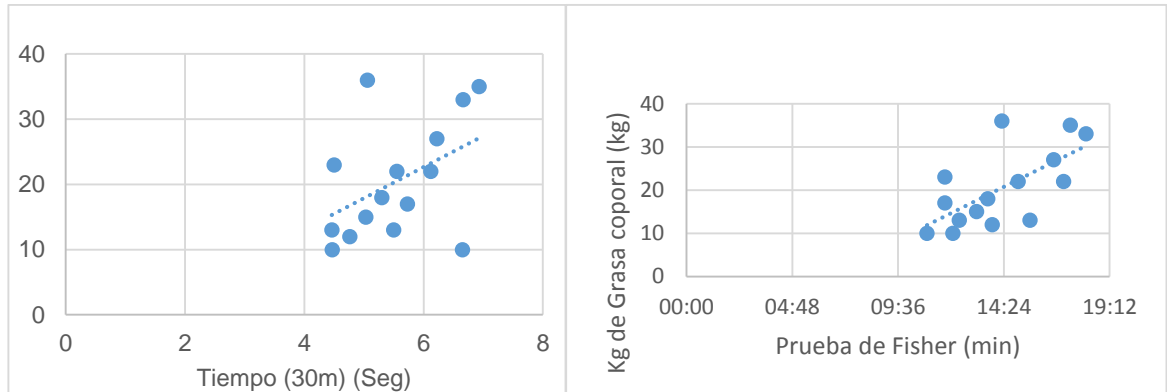


Figura 5. Grafica de Pearson entre la masa grasa (kg) y el tiempo en la prueba de Velocidad en 30m entre ambos sexos.

Figura 6. Grafica de Pearson entre la masa grasa (kg) y el tiempo (min) en la prueba de Resistencia de Fisher entre ambos sexos.

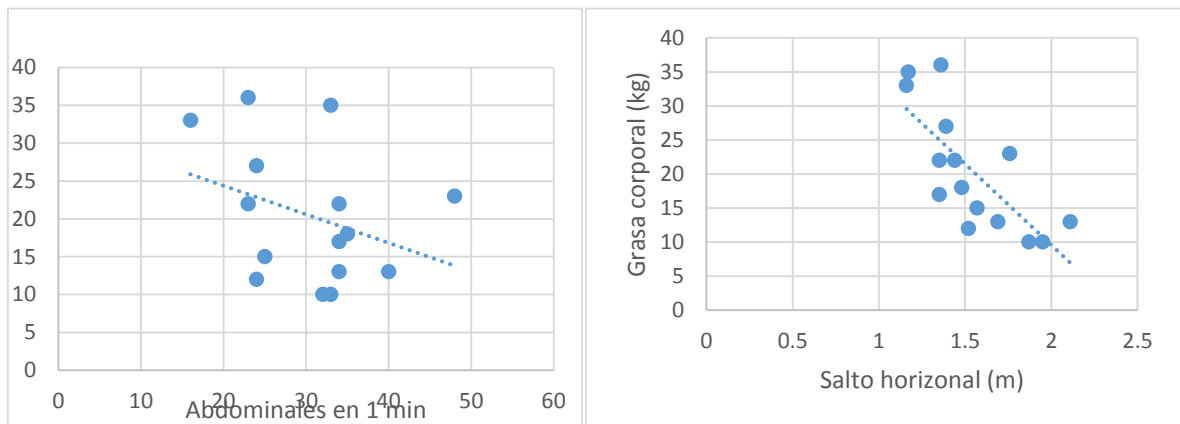


Figura 7. Grafica de Pearson entre la masa grasa (kg) y número de abdominales en 1 min

Figura 8. Grafica de Pearson entre la masa grasa (kg) y los metros recorridos en salto horizontal.

| Cuadro 2. Capacidades Físicas evaluadas | | | |
|---|-------|---|------|
| | Media | ± | DE |
| VO2 max L/hr | 33.6 | ± | 11.9 |



| | | | |
|--------------------------------|------|---|------|
| Abdominales, # | 32.8 | ± | 10.1 |
| Flexiones, # | 23.2 | ± | 14.1 |
| Fuerza brazo derecho, kg | 31.6 | ± | 7.2 |
| Fuerza brazo izquierdo, kg | 31.8 | ± | 8.3 |
| Fuerza miembros superiores, kg | 31.7 | ± | 7.5 |

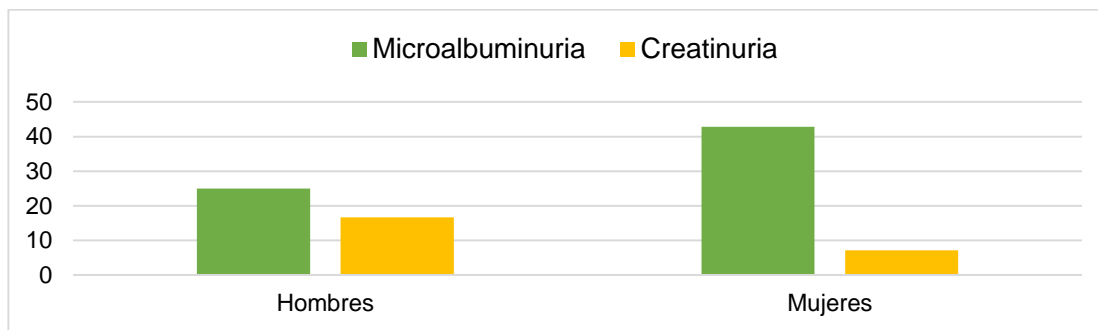


Figura 8 Prevalencias de Microalbuminuria y Creatinuria alteradas.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación bioquímica en sangre y orina.

| | Media | ± | DE | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
|----------------------|-------|---|------|-------|---|------|-------|---|------|
| Séricos | | | | | | | | | |
| Acido Urico, mg/dL | 5.4 | ± | 1.7 | 4.1 | ± | 1.2 | 6.2 | ± | 1.4 |
| Albumina, mg/dL | 4.7 | ± | 0.3 | 4.7 | ± | 0.3 | 4.8 | ± | 0.3 |
| Colesterol, mg/dL | 154.0 | ± | 35.4 | 163.6 | ± | 28.2 | 148.3 | ± | 38.4 |
| HDL, mg/dL | 43.0 | ± | 11.5 | 49.8 | ± | 13.3 | 38.9 | ± | 8.2 |
| Creatinina, mg/dL | 1.0 | ± | 0.2 | 0.9 | ± | 0.1 | 1.1 | ± | 0.1 |
| HDL, mg/dL | 43.0 | ± | 11.5 | 49.8 | ± | 13.3 | 38.9 | ± | 8.2 |
| Creatinina, mg/dL | 1.0 | ± | 0.2 | 0.9 | ± | 0.1 | 1.1 | ± | 0.1 |
| Glucosa, mg/dL | 89.1 | ± | 7.0 | 89.4 | ± | 5.7 | 89.0 | ± | 7.8 |
| Proteínas, mg/dL | 7.1 | ± | 0.5 | 7.1 | ± | 0.5 | 7.1 | ± | 0.5 |
| Triglicéridos, mg/dL | 106.3 | ± | 57.2 | 101.3 | ± | 61.3 | 109.3 | ± | 56.1 |
| Urea, mg/dL | 28.9 | ± | 8.2 | 26.3 | ± | 6.2 | 30.5 | ± | 9.0 |
| BUN | 13.5 | ± | 3.9 | 12.3 | ± | 2.9 | 14.3 | ± | 4.3 |
| Globulina, mg/dL | 2.4 | ± | 0.5 | 2.4 | ± | 0.5 | 2.4 | ± | 0.5 |
| A/G | 2.1 | ± | 0.3 | 2.0 | ± | 0.0 | 2.1 | ± | 0.3 |



| | | | | | | | | | |
|-------------|------|---|------|------|---|------|------|---|------|
| VLDL, mg/dL | 21.3 | ± | 11.4 | 20.3 | ± | 12.2 | 21.9 | ± | 11.2 |
| LDL, mg/Dl | 89.7 | ± | 30.0 | 93.4 | ± | 25.4 | 87.5 | ± | 32.8 |

CONCLUSIONES:

Los integrantes del equipo de RD, presentan grasa elevada, y una masa muscular deficiente, además que no poseen buenas capacidades físicas, lo cual puede afectar su rendimiento físico y salud, además el aumento en el consumo de calorías influye en su reserva de grasa por lo que es primordial establecer buenos programas de entrenamiento, nutrición y evaluación periódica para lograr mejores resultados deportivos y evitar poner en riesgo su salud.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, C., García, G. (2013). "La cineantropometría aplicada al deporte de alta competición." *Revista cubana de medicina del deporte y cultura física*, 2013.

Esparza, RF. "Manual de Cineantropometría." *Colección de Monografías de Medicina del Deporte*, 1993.

Fernández, P. Sergio y Alvero C., J. Ramón. " LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN CINEANTROPOMETRÍA: DATOS DE REFERENCIA DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO." *Archivos de Medicina del Deporte.* , 2016: 17-35.

Flores, Atilio Aldo Almagià. "Variables Antropométricas y Rendimiento Físico en Estudiantes Universitarios de Educación Física." *Int. J. Morphol*, 2009: 971-975.

Gambarara, D, M Giampietro, G Caldarone, P Benelli, and M. Di Troilo. " La valutazione antropométrica nella pallacanestro." *Rivista di Cultura Sportiva.*, 1994: 70-75.

Jardine, M. A., T. M. Wiggins, K. H. Myburgh, T. D. Noakes. "hysiological characteristics of rugby players including muscle glicogen content and muscle fibre composition." *South Afr. Med*, 1988: 529-532.

Leone, M., and G. & Comtois, A. S. Lariviere. "Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports." *J. Sports Sci.*, 2002: 443-9.

Lozano, R., Cárdenas, W. "Análisis de la composición corporal en la preparación de los patinadores de velocidad de la selección Norte de Santander participantes en los juegos nacionales del 2012." *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano.*, 2013.

Lozano, Rafael E., and Dennis G y Navarro, Libardo A. Contreras. "Descripción antropométrica de los patinadores de velocidad sobre ruedas participantes en los Juegos Deportivos Nacionales de Venezuela." *Revista Digital (www.efdeportes.com)* , 2006.

Monteiro, H. L. & Goncalves, A. "Salud colectiva y actividad física: Evolución de las principales concepciones y prácticas." *Revista de Ciencias de la Actividad Física, Chile*, 1994: 33-45.

Moreno, Ricardo Arencibia. "Perfil Antropométrico y Energético Nutricional del Equipo de Rugby Cerberos RFC Masculino, Cerberos Rugby Football Club, Quito." *Nutr. clín. diet. hosp*, 2017: 28-35.

Nigam, S.S. "Relationship between different swimming styles and somatotype in national level swimmers." *ritish Journal of Sports Medicine.*, 2011.

Ramos, A., Medina, I., Ortiz, A., Ruiz, Y., Medina, L., Elena, J. "Perfil antropométrico de jugadoras de balonmano femenino de élite." *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 2016.

Roller derby Madrid. 09 23, 2018. www.rollerderbymadrid.com.

Ross W. D., Ward R., Lahy R.M., Day J.A. "Proporcionality of Montreal ." *athletes. Med and Sport* , 1983: 87-116.

Velázquez, Leopoldo Cuevas. *capacidades fisicas* . 03 07, 2019. <https://deportivasfeszaragoza.files.wordpress.com/2008/09/capacidades-fisicas-corregido.pdf>.



XII FORO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Villa, J.G., J García, and C. Moreno. "Influencia de una pretemporada en el perfil

cineantropométrico de futbolistas." *Archivos de Medicina del Deporte*. XVIII, 2000: 9-20.



RELACIÓN ENTRE OBESIDAD SARCOPÉNICA Y HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN MUJERES DE 40 A 59 AÑOS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO.

Pérez Barragán, B; Caamaño Pérez, MC; Lara Pompa, NE; Martínez González, O; Martínez Peña, MG; Rangel Peniche, DB.

Maestría en Nutrición Clínica Integral, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

El término obesidad sarcopénica (OS) surge en 1996, por Heber y colaboradores, quienes la describen como “*la masa magra reducida fuera de proporción en relación al tejido adiposo en exceso*”. La presencia de enfermedades endocrinas, una dieta con bajo contenido en proteínas y la inactividad física están relacionados con disminución de la masa muscular y aumento en la masa grasa corporal, que sinérgicamente potencializan el riesgo sobre la discapacidad física, trastornos metabólicos y mortalidad (Kim, et al., 2009). La baja masa muscular, se ha asociado con resistencia a la insulina y con alteraciones en el metabolismo de la glucosa; cuando la sarcopenia coexiste con obesidad pueden acentuar la resistencia a la insulina (Srikanthan, 2010); en el paciente que vive con diabetes un control glucémico deficiente ($HbA1c > 8.0\%$) se ha asociado con una menor calidad muscular, así como al aumento de la infiltración de grasa en el músculo esquelético, que puede promover una calidad muscular deficiente (Yoo Jm, 2016). Considerando lo anterior se busca identificar si existe alguna relación entre

la presencia de obesidad sarcopénica y niveles alterados de hemoglobina glucosilada en mujeres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tamaño de la muestra: Mediante un muestreo no probabilístico a conveniencia, se evaluaron a las mujeres que acudieron a la Clínica Universitaria de Nutrición “Dr. Carlos Alcocer Cuarón” en un período de 11 meses, de Mayo del 2018 a Marzo del 2019.

Criterios de inclusión: Se estudiaron a mujeres en el rango de edad de 40 a 59 años, con o sin menopausia.

Criterios de exclusión: Pacientes con dificultades para realizarse DXA (marcapasos, prótesis metálica, amputación de alguna extremidad, edema, ascitis, embarazo, con más de 120 kg de peso), con diagnóstico previo de hipotiroidismo e hipertiroidismo, enfermedad renal crónica, insuficiencia cardíaca y hepática así como enfermedades autoinmunes

VARIABLES A ESTUDIAR

Todas las pruebas se realizaron en la Clínica Universitaria de Nutrición “Dr. Carlos Alcocer Cuarón”, previo consentimiento informado.

Glucosa y hemoglobina glucosilada: Se tomó muestra sanguínea de las pacientes



con 8 a 10 horas de ayuno, las cuales fueron procesadas en la Clínica de Nutrición por métodos estándares.

Peso, talla, circunferencia de cintura, Índice de masa corporal (IMC): Mediante una evaluación antropométrica de acuerdo a la técnica ISAK, a excepción de la circunferencia de cintura que se midió en el punto medio entre la última costilla y cresta ilíaca. Las mediciones se realizaron en un espacio, limpio, amplio y privado.

Fuerza muscular: Fue medida por medio de un dinamómetro manual, Takei/TKK-5401. Se realizó una fuerza de prensión máxima, con 1 minuto de reposo entre cada repetición, la medición se llevó a cabo por duplicado donde el valor más alto fue el que se empleó para el análisis. *Rendimiento físico:* Valorado mediante la Batería corta sobre Rendimiento Físico, que evalúa el equilibrio, velocidad de marcha y capacidad para levantarse y sentarse de una silla.

Índice de masa muscular apendicular (IMMA) y porcentaje de grasa corporal

(% de grasa): Por medio de absorciometría dual de rayos X (DXA), en el equipo Hologic Discovery Wi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron a 58 mujeres que acudieron a la Clínica de Nutrición “Dr. Carlos Alcocer Cuarón” de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el período Mayo del 2018 a Marzo del 2019, de las cuales 46 reunieron las características para ser incluidas en el estudio, las participantes no contaban con diagnóstico o con datos previos de alteraciones en niveles de hemoglobina glucosilada y glucosa.

El rango de edad evaluado fue de 40 a 59 años, siendo 48.9 la media de edad, con DE de ± 6.2; el 52.1 % de las mujeres estudiadas estaba en la cuarta década de la vida y el 47.8 % en la quinta década de la vida.

En la tabla 1 se detallan las características generales de la muestra de estudio

Tabla 1. Características generales de la población

| | Media ± DE (n=31) |
|--|-------------------------------|
| Edad, años | 48.96 ± 6.27 |
| Peso, kg | 63.51 ± 9.02 |
| Talla, cm | 157.07 ± 6.45 |
| Índice de Masa Corporal kg/cm ² | 26.10 ± 3.99 |
| IMMA, kg/cm ² | 6.02 ± 0.92 |
| Grasa, % | 38.34 ± 5.35 |
| Circunferencia de cintura , cm | 84.65 ± 14.73 |
| Glucosa, mg/dl | 99.92 ± 55.20 |
| Hemoglobina glucosilada, % | 5.60 ± 1.69 |
| Fuerza máxima, kg | 23.35 ± 3.23 |



Actividad física, minutos 170.11 ± 167.89

Con respecto a la prevalencia de OS, debido a la falta de un criterio unificado para su diagnóstico, las prevalencias oscilan desde el 0.8% al 9% (Kim, et al, 2009; Young et al., 2019). En la presente investigación, cuando el diagnóstico de OS se realizó evaluando sarcopenia y obesidad por separado, es decir, tomando en cuenta cuatro parámetros (elevado porcentaje de masa grasa, baja masa muscular, baja fuerza muscular y/o bajo rendimiento físico) se presentaron 2 casos, representando una prevalencia del 4.3%. Algunos autores sugieren que el diagnóstico de obesidad sarcopénica puede evaluarse con dos parámetros

principalmente, la masa muscular y la masa grasa (Baumgartner, et al, 1998); cuando se realizó el diagnóstico de OS a través de estos parámetros, el número de casos aumentó a 7 (Tabla 2), representando así una prevalencia del 15.2%. Tener criterios de diagnóstico comúnmente aceptados contribuye a un adecuado diagnóstico y por lo tanto un adecuado tratamiento de la obesidad sarcopénica. Al correlacionar la hemoglobina glucosilada con los parámetros diagnósticos no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa.

Tabla 2. Frecuencia en las alteraciones de los parámetros de composición corporal y fuerza muscular.

| | (n=46) | |
|-----------------------------------|--------|------|
| | Fx | % |
| Obesidad sarcopénica 1 | 2 | 4.3 |
| Obesidad sarcopénica 2 | 7 | 15.2 |
| Baja fuerza muscular | 6 | 13.0 |
| Elevado % de grasa (>38%) | 27 | 58.6 |
| Masa muscular disminuida (<5.11%) | 6 | 13.0 |

Para el análisis de la composición corporal, la muestra fue dividida en quienes mostraban alteraciones en los niveles de hemoglobina glucosilada y quienes no, considerando un punto de corte ≤5.6 % como niveles óptimos (ADA, 2019). Los parámetros para diagnóstico de obesidad sarcopénica se muestran en la tabla 3, la única variable

que muestra diferencia estadísticamente significativa entre grupos fue el porcentaje de grasa corporal (p=0.03). De acuerdo a la literatura, la cantidad de grasa corporal, en lugar del exceso de peso, se ha asociado con un alto Índice HOMA y factores de riesgo cardiometabólicos (Gokulakrishnan et al., 2011)

**Tabla 3. Parámetros para diagnóstico de Obesidad sarcopénica**

| | Grupo sin alteración en HbAC1 (n=31) | Grupo con alteración en HbAC1 (n= 15) | P |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------|
| | Media \pm DE | Media \pm DE | |
| Índice de Masa Corporal, kg/cm ² | 25.99 \pm 4.10 | 26.33 \pm 3.88 | 0.71 |
| Índice de Masa Muscular Apendicular, kg/m ² | 6.01 \pm 0.94 | 6.04 \pm 0.92 | 0.80 |
| Porcentaje de grasa, % | 37.81 \pm 6.02 | 39.44 \pm 3.51 | 0.03 |
| Fuerza Máxima, kg | 22.73 \pm 3.23 | 24.62 \pm 2.93 | 0.75 |
| Batería sobre Rendimiento físico, puntaje | 9.5 \pm 163.8 | 238.00 \pm 160.54 | 0.76 |

Los datos se expresan en medias y desviación estándar. Diferencia significativa en Prueba T ($p < 0.05$)

Se ha documentado que los cambios en la composición corporal están relacionados a la edad (Zúñiga, 2015). Se analizó la correlación de parámetros de composición corporal con la edad, de acuerdo a los resultados, ninguno logra

una correlación estadísticamente significativa, a excepción del índice de masa muscular apendicular (Tabla 4). La edad se ha postulado como factor importante en la disminución de la masa muscular (Jentof, et al., 2018).

Tabla 4. Correlación de Pearson de edad con parámetros de composición corporal

| | R | P |
|-------------------------------------|-------|------|
| Índice de masa muscular apendicular | -0.31 | 0.03 |
| Porcentaje de grasa | 0.27 | 0.60 |
| Fuerza muscular | 0.21 | 0.16 |
| Rendimiento físico | -0.21 | 0.15 |

Ninguno de los factores analizados en el presente estudio alcanzó la significancia estadística, y, aunque presentar alteraciones en la hemoglobina glucosilada (OR = 1.6 (0.32 \pm 8.73), no

realizar actividad física y tener menopausia pudieran representar factores de riesgo y no consumir alcohol ser factor protector, no se cuenta con el suficiente poder estadístico para afirmarlo (Tabla 5).

Tabla 5. Razón de momios para distintos parámetros evaluados



| Variable | Obesidad Sarcopénica | |
|-------------------------|----------------------|------|
| | O.R. (IC 95%) | P |
| Hemoglobina glucosilada | 1.6 (0.32 ± 8.73) | 0.53 |
| Consumo de alcohol | 0.19 (0.53 ± 1.79) | 0.19 |
| Actividad física | 1.11 (0.18 ± 6.55) | 0.90 |
| Menopausia | 2.63 (0.45 ± 15.2) | 0.28 |

Por otra parte, tener una baja masa muscular y un elevado porcentaje de grasa pueden aumentar el riesgo de presentar alteraciones en la hemoglobina

glucosilada, pero de igual manera, no se cuenta con el suficiente poder estadístico para afirmarlo.

Tabla 6. Razón de momios para alteración de hemoglobina glucosilada

| Variable | Hemoglobina glucosilada | |
|-----------------------------|-------------------------|------|
| | O.R. (IC 95%) | P |
| Baja masa muscular | 1.0 (0.16 ± 6.42) | 0.96 |
| Baja fuerza muscular | 0.37 (0.03 ± 3.5) | 0.38 |
| Elevado porcentaje de grasa | 2.57 (0.67 ± 9.88) | 0.16 |

CONCLUSIONES

La coexistencia de la obesidad y sarcopenia, denominada obesidad sarcopénica (OS) ha tomado relevancia en los últimos años, sin embargo, no se cuenta con criterios unificados para su diagnóstico, las prevalencias presentadas en esta investigación varían entonces respecto a dichos criterios diagnóstico (4.2% al 9.0%). De acuerdo a los resultados, en este estudio la obesidad sarcopénica no tuvo una relación estadísticamente significativa con los niveles de hemoglobina glucosilada, sin embargo, se encontró significancia estadística para el porcentaje de grasa entre grupos, con y sin alteración en HbA1c, y la edad tuvo una importante correlación con la masa muscular,

coincidiendo con los cambios graduales en la composición corporal mediados por la edad y estado fisiológico. Es importante considerar este tipo de estudio con un mayor número de muestra.

LITERATURA CITADA

- Gokulakrishnan K, Deepa M, Monickaraj F, Mohan V. (2011) Relación de la grasa corporal con la resistencia a la insulina y los factores de riesgo cardiometabólicos en sujetos normales con tolerancia a la glucosa. J Posgrado Med, 57 (3): 184-8. doi: 10.4103 / 0022-3859.85200.
- Jung Kim, Young Hwang, Hye Soo.(2019). Proportion and characteristics of the subjects with low muscle mass and abdominal obesity among the newly diagnosed and drug-Naïve type 2 diabetes mellitus patients. Diabetes Metab J, 43:105-113.
- Zuñiga R. (2015) Conceptos básicos sobre obesidad sarcopénica en el adulto mayor.



Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD, 5(3), 1–7. https://doi.org/10.15517/rc_ucr-hsjd.v5i3.19919

Milewska M, Mioduszewska M, Pańczyk M, Kucharska A, Sińska B, Dąbrowska-Bender M, Michota-Katulska E, Zegan M. (2016) Modelo de dos compartimentos de composición corporal y área de grasa abdominal en mujeres posmenopáusicas - estudio piloto. *Wiad Lek.* 2016; 69 (2 Pt 2): 169-73.

Kim TN, Yang J, Yoo J, Lim I, Kang J, Song W, Seo A, Kim G, Baik S, Choi M. prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *Journal of Obesity*, 33, 885-892

Yoon JW, Ha YC, Kim KM, y otros. La hiperglucemia se asocia con una alteración de la calidad muscular en hombres mayores con diabetes: el estudio longitudinal coreano sobre la salud y el envejecimiento. *Diabetes Metab J* 2016; 40 : 140–6. [10.4093 / dmj.2016.40.2.140](https://doi.org/10.4093/dmj.2016.40.2.140)

Cruz Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer A, Schnerider S, Sieber C, Topinkova E, Vandewoude M, Visser M, Zamboni M. (2018). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. European Working group of sarcopenia in older people 2, guidelines.

Diabetes Care 2019 Jan; 42(Supplement 1): S4-S6. <https://doi.org/10.2337/dc19-Srev01>
Summary of Revisions: Standards of Medical Care in Diabetes—2019

Baumgartner R., Koehler K. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New México. *Am J Epidemiol.* 147(8), 755–763.

Srikanthan P, Hevener L, Karlamangla S. (2010). La sarcopenia exacerba la obesidad asociada a la Resistencia a la Insulina y la disglucemia: hallazgos de la Encuesta de Examen Nacional de Salud y Nutrición III. *Plos One.* Vol 5. doi: [10.1371/journal.pone.0010805](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010805)



DETERMINANTES SOCIOCULTURALES EN TORNO A LA LACTANCIA MATERNA EXCLUSIVA EN MADRES DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO, QRO.

Pérez Ramírez, GR; Carbot de la Torre, K; Chávez Alabat EF; Reyes Rocha, BL; Ojeda Navarro, LR.

Maestría en Nutrición Clínica Integral, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales

INTRODUCCIÓN

La lactancia materna se refiere a la alimentación del bebé con leche materna que le brinda todos los requerimientos nutricionales, a la vez proporciona defensas inmunológicas y fomenta la relación y vínculo entre la madre y el hijo. (Comisión Nacional de Protección Social en Salud, 2010) Es también una parte integral del proceso reproductivo con importantes implicaciones en la salud de la madre (World Health Organization, 2019).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), el 40% de los lactantes menores de seis meses reciben leche materna como alimentación exclusiva. En México, según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012) el porcentaje está muy por debajo de esta prevalencia; donde sólo el 14.4% de los niños menores de 6 meses son alimentados con lactancia materna exclusiva (LME), siendo los principales factores que provocan su deserción el medio hostil hacia la lactancia, separación inmediata del bebé después del parto, introducción temprana de líquidos y que el personal de salud no tiene las competencias suficientes para ayudarle a la madre a

resolver los problemas y recurre a la introducción de la fórmula.

Según el Encuesta Nacional de Acceso a la Información Pública y Datos Personales (ENAIID, 2014), de los infantes con lactancia materna, solo a 11% se les da de forma exclusiva (sin ningún otro líquido o alimento) por un periodo de seis meses. Las causas principales para no dar leche materna son: “nunca tuvo leche” (33.4%), “el (la) niño(a) la rechazó” (25.9%) y “estaba enferma” (14.2 por ciento).

Lo que más llama la atención es el índice de deserción de la LME en los primeros meses post parto. En México, al año sólo la tercera parte de las niñas y niños recibe LM, y a los dos años tan sólo la séptima parte. Un estudio retrospectivo realizado en España muestra que el 63.5% de los niños inician con LME, de los cuales 43.4% abandonaron la LM a los 3 meses y el 64.4% a los 6 meses (Morán, et. al., 2009).

A pesar de que el amamantamiento natural es una intervención con mayor evidencia científica para la disminución de la morbilidad y mortalidad infantil, y de los esfuerzos realizados anteriormente, aún no se han conseguido los avances esperados (World Health Organization, 2003). Observándose en México que su prevalencia se encuentra



por debajo de lo logrado en otros países de América Latina. (Aguilar & Fernández, 2000)

Para lograr el incremento de los niños que reciben leche materna como alimentación exclusiva durante los primeros 6 meses se necesita conocer tanto los determinantes socioculturales que están influyendo para que ésta no se esté llevando a cabo durante este tiempo, sobre todo aquellos determinantes que están provocando el alto índice de deserción; así como aquellos factores que se presentan en las madres que mantienen una lactancia materna exclusiva exitosa durante los primeros seis meses de vida.

Partiendo de esto se pueden plantear y realizar estrategias eficaces para el fortalecimiento de los determinantes socioculturales que se presentan en las madres que mantiene la lactancia materna exclusiva exitosa, así como buscar soluciones o alternativas para aquellos determinantes que provocan la deserción de ésta. Y de esta manera contribuir al incremento de la lactancia materna exclusiva y por consecuencia reducir la morbilidad tanto de la madre como del lactante y prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de correlación, descriptivo y longitudinal. El universo estuvo conformado por las madres que cursaban su puerperio inmediato durante el período de noviembre 2018 a enero de 2019. La muestra se obtuvo en forma no probabilística. Las unidades de análisis se seleccionaron a partir de un muestreo por conveniencia. Se incluyó a madres de

edad y número de gestación indistinta que fueron atendidas en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, residentes del municipio de Querétaro y que aceptaron participar en el estudio previo consentimiento o asentimiento informado, este último en el caso de las madres menores de edad. Se excluyó a las madres que no aceptaron participar en las entrevistas de seguimiento. Se eliminaron a las madres que abandonaron el estudio.

La recolección de datos se realizó en tres momentos: Entrevista inicial durante la primera semana postparto (T0); primera entrevista de seguimiento a las cuatro semanas postparto (T1); segunda entrevista de seguimiento a los tres meses postparto (T2). Para dichas entrevistas se utilizó la siguiente batería de instrumentos: a) Ficha de identificación. Consta de 10 preguntas orientadas a obtener información sobre variables sociodemográficas. b) Aspectos socio afectivos de la madre. Se compone de 36 preguntas organizadas en dos dimensiones (aceptabilidad del embarazo, calidad de la relación afectiva). c) Escala de Edinburg. Evalúa a través de 10 preguntas el riesgo de tener síntomas de depresión post parto. d) El proceso de la LM. Se compone de 38 preguntas organizadas en tres dimensiones: experiencia y percepciones de la lactancia, intención de la alimentación del bebé, Conocimiento sobre la lactancia. e). Autoeficacia de la lactancia materna. Consta de 14 preguntas encaminadas a determina la



confianza que tiene la madre en alimentar a su bebé al pecho.

La aplicación del primer cuestionario se llevará a cabo durante su estancia en el hospital después del parto. El segundo y tercer cuestionario se llevarán a cabo vía telefónica. Su número telefónico al igual que el resto de los datos recabados serán confidenciales. Los datos se analizaron con estadística descriptiva, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares corresponden a 12 mujeres con una media de edad de 25.6 años (rango de 17 a 35 años). El 25% tiene como nivel de educación más alto la primaria completa, el 50% la secundaria completa, el 8.3% la preparatoria incompleta y el 16.7% la preparatoria completa. Actualmente el 100% viven con su pareja, de las cuales el 16.7% refieren ser solteras, el 25% son casadas y el 58.3% viven en unión libre. El 83.3% tienen suficiente conocimiento de lactancia materna y el 16.7% tienen un deficiente conocimiento de lactancia materna.

El 91.7% refieren no trabajar actualmente fuera de casa y el 100% cuentan con Seguro Popular.

El 16.7 % de las mujeres presentan probabilidad baja de depresión postparto y el 8.3% probabilidad alta de depresión postparto.

El 91.7% tienen intención de amamantar a su bebé exclusivamente hasta los 6

meses de edad, el resto tienen la intención de no amamantar del todo.

De acuerdo al nivel educativo presentado por la mayoría de las madres (secundaria completa), comparado con la literatura, se espera un abandono de la lactancia materna antes del 4 mes del bebé (Broche, Sánchez, Rodríguez, & Pérez, 2010). Sin embargo el alto porcentaje de mamás que tienen la intención de amamantar podría ser un factor que influya positivamente la duración de la lactancia materna exclusiva durante seis meses (Meedya, Fahy, & Kable, 2010); aunado a esto el suficiente conocimiento sobre lactancia materna que tienen la mayoría de las madres (83.3%) y que la el 91.7% no trabaje fuera de casa podría disminuir la incidencia de abandono de la lactancia materna exclusiva (Camargo F, Latorre L, & Porras C, 2011).

CONCLUSIONES

La baja prevalencia de lactancia materna exclusiva en México, a pesar de los esfuerzos realizados, nos habla de que las estrategias a favor de la lactancia materna no están siendo eficaces. Se espera que concluyendo el estudio se describan los factores que influyan positivamente la lactancia materna exclusiva para que estos se refuercen en todas las madres y aquellos que ocasionan el abandono de esta para irlos trabajando con el fin de incrementar el número de niños alimentados con leche materna; y así obtener los beneficios tanto para la madre como para el bebé que tiene la Lactancia Materna.



REFERENCIAS

- Aguilar, M., & Fernández, M. (2000). *Lactancia materna exclusiva*. México, D.F.: UNAM.
- Broche, R. C., Sánchez, O. L., Rodríguez, D., & Pérez, L. E. (2010). Factores socioculturales y psicológicos vinculados a la lactancia materna. *Colaboración Médica Internacionalista*.
- Camargo F, F. A., Latorre L, J. F., & Porrás C, J. A. (2011). Factores Asociados al abandono de la lactancia materna exclusiva. *Hacia la Promoción de la Salud*, 56-72.
- Comisión Nacional de Protección Social en Salud. (2010). *Yo quiero, yo puedo ... darle pecho, jugar contigo y acostarte boca arriba*. México.
- ENLM. (2014-2018). *Estrategia Nacional de Lactancia Materna*. Obtenido de http://cneqsr.salud.gob.mx/contenidos/descargas/SMP/ENLM_2014-2018.pdf
- Meedya, S., Fahy, K., & Kable, A. (2010). Factors that positively influence breastfeeding duration to 6 months: A literature review. *Elsevier*, 135-145.
- Morán Rodríguez, M., Naveiro Rilo, J., Blanco Fernández, E., Cabañero Arias, I., Rodríguez Fernández, M., & Peral Casado, A. (2009). Prevalencia y duración de la lactancia materna. Influencia sobre el peso. *Nutrición Hospitalaria*, 213-217.
- OMS. (2019). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/topics/breastfeeding/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2017, de http://www.who.int/nutrition/topics/exclusive_breastfeeding/es/
- World Health Organization. (2003). *UNICEF Global strategy for infant and young child feeding*. Geneva.



ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ANTIGÉNICA DE BMVDAC Y SUBOLESINA, DOS CANDIDATOS VACUNALES CONTRA *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* EN AISLADOS DE DIFERENTES ESTADOS DE MÉXICO

Pérez-Soria MME1,3, Aguilar-Tipacamú G2, Cantó- Alarcón GJ2, Mosqueda J2,3,

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Facultad de Ciencias Naturales. UAQ ³ Laboratorio de Investigación en Inmunología y Vacunas

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas ocasionan pérdidas económicas en el ganado en todo el mundo, parasitan a una amplia gama de huéspedes vertebrados y son el grupo de artrópodos que transmiten la mayor variedad de agentes patógenos ¹. La garrapata *Rhipicephalus microplus* se alimenta de la sangre del ganado bovino que es su hospedero, y es considerada como uno de los parásitos más dañinos en el ganado de zonas tropicales y subtropicales ². La infestación por garrapata *R. microplus* afecta negativamente la productividad del ganado, transmite patógenos tales como *Babesia* spp. y *Anaplasma marginale*³. Las pérdidas económicas en la industria ganadera son resultado de la actividad directa en la alimentación de las garrapatas en su hospedero y el costo que ocasiona controlar tanto a las garrapatas como a las enfermedades producidas por los patógenos que ellas transmiten ⁴. En México las pérdidas ocasionadas por las garrapatas son de \$573 millones de pesos anuales ⁵. De acuerdo al reporte emitido por SENASICA referente a la situación

actual del control de la garrapata, la superficie del territorio mexicano considerado en erradicación es del 3.4%, mientras que el 30.60% es considerado como libre y el 65.96% del territorio nacional está considerado en control⁶. El método tradicional para el control de garrapatas está basado en el uso de químicos acaricidas a los cuales las garrapatas han desarrollado resistencia ^{7,8}. Otros inconvenientes del uso de acaricidas incluyen la contaminación del medio ambiente, carne y leche. Esta problemática reafirma la necesidad de una estrategia alternativa para el control de la garrapata, tomando en cuenta la seguridad del medio ambiente, la salud humana y salud animal ⁹. Dicha alternativa para el control de la garrapata es el desarrollo de la inmunidad en el hospedero al administrar antígenos de la garrapata por medio de vacunas ¹⁰ En los años noventa aparecieron comercialmente las vacunas mono antigénicas Gavac y TickGARD, las cuales contenían el antígeno Bm86. Sin embargo, los porcentajes de eficacia han sido muy variables en diferentes áreas



geográficas, debido a variaciones alélicas en el gen *Bm86*. Por ejemplo, una diferencia del 3.4% en la secuencia de *Bm86* entre las diferentes cepas puede ser suficiente para causar una respuesta inmune ineficiente¹¹¹². Se sugiere que existe una correlación inversa entre la eficacia de la vacuna y la variación del locus de *Bm86*¹.

Existe un gran número de proteínas de garrapatas que han sido evaluadas como componentes para las vacunas, obteniendo diferentes porcentajes de protección, entre las que se encuentran *bmvdac* y *subolesina*². La proteína *bmvdac* está presente en las células del intestino de la garrapata, es una porina mitocondrial, interviene en regulación de la apoptosis en células infectadas, y tiene una sobre expresión importante durante la invasión de *Babesia bigemina*³. La proteína *Subolesina* se localiza en diferentes órganos de la garrapata como los ovarios, las glándulas salivales y el intestino. Además, interviene en la digestión de la sangre, la reproducción y el desarrollo de la garrapata⁴. Un aspecto importante en la selección de antígenos que protejan contra las garrapatas, es la evaluación de la variabilidad antigénica en las cepas de garrapatas de diferentes zonas geográficas; la identificación de péptidos conservados en estos candidatos vacunales con lo que se lograría una mejor protección contra los diferentes aislados^{5 6}. Derivado de lo anterior, el objetivo del presente trabajo es analizar la variabilidad antigénica en las secuencias de los antígenos vacunales *bmvdac* y *subolesina* de *R. microplus* en

aislados provenientes de diferentes estados de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de proteínas de *R. microplus*
Con las dos proteínas seleccionadas se utilizaron los siguientes programas: Oligoanalyzer version 3,4 (www.idtdna.com/analyzer/Application/OligoAnalyzer/), el programa Primer Blast de la base de datos *National Center of Biotechnology Information (NCBI)* Se seleccionaron dos proteínas con base en su eficiencia como antígenos candidatos vacunales, las cuales fueron: *bmvdac* y *subolesina*. Se obtuvieron las secuencias de la base de datos NCBI, con los números de acceso GU994210.1y ABA62328.1, respectivamente.

Diseño de iniciadores

Para el diseño de iniciadores *Center of Biotechnology Information (NCBI)* (www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/) y el programa GENTle (<http://gentle.magnusmanske.de/>).

Colección de garrapatas *R. microplus* de México

Los aislados seleccionados de *R. microplus* fueron colectados de los estados de Jalisco, Tabasco, Chiapas, Nayarit, Querétaro, Tamaulipas, Guerrero y Sinaloa, además de la cepa de referencia Media Joya. Estos se utilizaron para amplificar el gen *bmvdac*. Para el gen *subolesina*, se utilizaron los aislados provenientes de Yucatán, Nayarit, Chiapas, Tamaulipas, Querétaro, Sinaloa y Veracruz, además de la cepa Munoz utilizada como referencia

Amplificación de los genes en los diferentes aislados



Los iniciadores utilizados para la amplificación de los genes en los diferentes aislados de *R. microplus* fueron, para el gen *bmvdac*: 5' ATGGCTCCTCCGTGCTACGC 3'(sentido) y 5' CTTGTGTCCTCCCTGGTTGAA 3' (antisentido), utilizando como referencia la secuencia de *bmvdac* reportada en GenBank (cepa Media Joya) número de acceso GU994210.1. Para la amplificación del gen *subolesina*, la secuencia fue obtenida del GenBank (cepa Munoz) con número de acceso ABA62328.1. Los iniciadores utilizados fueron: 5' CATTGAGCATCTCGGCTGC 3' (sentido) y 5' ACGGCTCCGAATGACAAACA 3' (anti sentido). Para amplificar el gen *bmvdac*, el ADN genómico fue extraído de los 8 diferentes aislados de *R. microplus* de México mediante el kit DNeasy Blood&Tissue (Quiagen, Hiden, Alemania), de acuerdo a las indicaciones del proveedor. La transcriptasa reversa (RT)-PCR fue utilizada para amplificar el mRNA extraído utilizando el kit EZ-10 Spin Column Total RNA Miniprep (Bio Basic.inc, Toronto, Canadá) de los diferentes aislados de *R. microplus* provenientes de Yucatán, Nayarit, Tamaulipas, Chiapas, Querétaro, Sinaloa y Veracruz, el cDNA fue sintetizado con SuperScript III First-Strand Synthesis System Kit (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) de acuerdo a las instrucciones del proveedor. Para la reacción de PCR se utilizó un volumen de reacción total 20 µL: ADN 1 µL, (50 ng/µL), 1 µL de cada iniciador,

10µL de PCR Master Mix (Promega) y 7 µL de agua libre de nucleasas. La reacción se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones: 1 ciclo de desnaturalización a 95°C por 3 minutos seguida de 34 ciclos de desnaturalización a 95°C por 30 segundos, alineamiento de 56°C por 30 segundos y una extensión a 72°C por 1 minuto y el paso final de extensión a 72°C por 5 minutos. Los productos de PCR se utilizaron para realizar la electroforesis en gel de agarosa a una concentración de 1.5%. Los geles fueron observados en el fotodocumentador para verificar que las amplificaciones presentaran la medida correcta, 780 pb para *bmvdac* y 484 pb para *subolesina*. Las bandas de los amplicones esperados fueron cortados del gel de agarosa y purificados utilizando el kit comercial de purificación de ADN Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega, USA). El ADN purificado fue enviado a secuenciar por el método automatizado de Sanger al Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Autónoma de México. Los resultados de la secuenciación fueron analizados utilizando el software Chromas 2.6.5 www.technelysium.corp.au para obtener las secuencias de los genes. Obtención de secuencias consenso, alineamiento múltiple y análisis bioinformático. A las secuencias de nucleótidos obtenidas del análisis y ensamblaje del resultado de la secuenciación se les realizó un análisis de búsqueda de marco de lectura abierto u ORF (Open Reading Frame) mediante el algoritmo



bioinformático ORF finder (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/gorf/>) que busca en la secuencia de nucleótidos la presencia de codones de inicio y de paro necesarios para su traducción a aminoácidos. De esta forma se obtuvo la secuencia de aminoácidos predicha correspondiente a cada gen de los diferentes aislados. Los análisis siguientes fueron realizados con estas secuencias.

Las secuencias de los diferentes aislados seleccionados fueron analizadas mediante el programa de alineamiento multiple Clustal Omega (Basic Logical Alignment SearchTool). También se usó el programa BLAST para la identificación de las regiones conservadas.

Para el análisis de identidad y similitud entre las diferentes secuencias se utilizó el programa SIAS (Sequence Identities and Similarities) <http://imed.med.ucm.es/Tools/sias>.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aislados de *R. microplus* fueron obtenidos de diferentes zonas geográficas de México como se muestra en la tabla 1.

La secuencia utilizada como referencia para *bmvdac* corresponde al fragmento de los nucleótidos 1 al 819¹³, y para *subolesina* la secuencia del fragmento utilizado va de 1 al 484 nucleótido¹⁴, ambas reportadas en GenBank.

Se analizaron nueve aislados de *R. microplus* mas la secuencia de referencia reportada en GenBank para el alineamiento múltiple de *bmvdac* (Figura 1). En las secuencias de los ocho aislados provenientes de las diferentes zonas

geográficas de México como, Jalisco, Tabasco, Chiapas, Nayarit, Media Joya, Querétaro, Tamaulipas, Guerrero y Sinaloa, se observó un porcentaje promedio tanto de identidad como de similitud del 99.59 % en las secuencias de aminoácidos. En promedio se observa un porcentaje de variabilidad de .41% en similitud e identidad entre las secuencias de *bmvdac*. De los ocho aislados cuatro presentaron 99.73% de identidad y similitud entre las secuencias de aminoácidos tal es el caso de Querétaro, Tamaulipas, Guerrero y Media Joya. Para Jalisco, Tabasco y Sinaloa presentaron el 99.43%, Nayarit presento el 99.51% y finalmente Chiapas presento un 99.21% en identidad y similitud.

En el alineamiento múltiple de *subolesina* con siete diferentes aislados provenientes de Yucatán, Nayarit, Querétaro, Chiapas, Sinaloa, Veracruz y Tamaulipas, más la cepa Munoz de referencia (Figura 2), se observó un porcentaje promedio de identidad del 99.87% y similitud del 100% entre las secuencias de aminoácidos. Siete secuencias presentaron porcentaje de identidad del 99.91%, mientras que para la secuencia de Nayarit el porcentaje fue de 99.39%. La variabilidad promedio observada entre las secuencias de aminoácidos fue del .13%.

Los porcentajes de identidad y similitud resultantes en el presente estudio muestran la presencia de zonas conservadas entre las diferentes secuencias tanto para *bmvdac* como para *subolesina* ; con base en lo reportado por ^{7 1}, referente a que el polimorfismo puede ser la causa de la variabilidad en la



eficacia de la vacuna con el antígeno Bm86; *bmvdac* y *subolesina* presentan potencial para ser considerados como candidatos vacunales para el control de la garrapata *R. microplus* en México.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo reportado por Kaewmongkol et al.⁸, la variabilidad en la secuencia obtenida de la garrapata *R. microplus* para Bm86 es una posible explicación referente al rango de eficacia presentada en la vacuna contra este parásito, utilizando como antígeno la proteína recombinante Bm86. Debido a esto, para amplificar *bmvdac* y *subolesina* se seleccionaron aislados representativos de diferentes áreas geográficas de México (Figura 1), para de esta manera determinar la variabilidad entre las secuencias provenientes de diferentes estados del país.

Este reporte representa la primera investigación respecto a la variabilidad entre aislados de *R. microplus* de diferentes estados en México para *bmvdac* y *subolesina*. La variabilidad entre las secuencias de aminoácidos de los aislados presenta un .41% para *bmvdac*. Para *subolesina* se observa una variabilidad del .13% en la secuencia de aminoácidos. Ambos *bmvdac* y *subolesina* son antígenos que se encuentran conservados en las diferentes secuencias de *R. microplus*. Considerando la variabilidad presentada entre las secuencias de los aislados de *R. microplus* de los diferentes estados de México, se concluye que tanto *bmvdac* como *subolesina* son antígenos que presentan secuencias altamente conservadas, por lo que pueden ser

considerados como potenciales candidatos vacunales, por lo tanto, esta información es relevante para la selección de antígenos empleados en las vacunas contra garrapatas *R. microplus*.

LITERATURA CITADA

1. Manjunathachar, H. V. et al. Economic importance of ticks and their effective control strategies. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* **4**, S770–S779 (2014).
2. Alan S. Bowman, Patricia A. Nuttall-Ticks_ Biology, Disease and Control (2009).pdf.
3. Jonsson, N. N. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to Bosindicus cattle and their crosses. *Vet. Parasitol.* **137**, 1–10 (2006).
4. Mulenga, A., Sugimoto, C. & Onuma, M. Issues in tick vaccine development: identification and characterization of potential candidate vaccine antigens. *Microbes Infect. Inst. Pasteur* **2**, 1353–1361 (2000).
5. Rodríguez-Vivas, R. I. et al. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Review. Rev. Mex. Cienc. Pecu.* **8**, 61–74 (2017).
6. Agroalimentaria, S. N. de S., Inocuidad y Calidad. Situación actual del control de la garrapata boophilus spp. *gob.mx* Available at: <http://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>. (Accessed: 25th February 2018)
7. Fernández-Salas, A., Rodríguez-Vivas, R. I. & Alonso-Díaz, M. A. First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. *Vet. Parasitol.* **183**, 338–342 (2012).
8. Graf, J. F. et al. Tick control: an industry point of view. *Parasitology* **129 Suppl**, S427–442 (2004).
9. World Livestock 2011 - Livestock in food security. Available at:



<http://www.fao.org/docrep/014/i2373e/i2373e00.htm>. (Accessed: 9th August 2016)

10. De La Fuente, J. & Kocan, K. M. Strategies for development of vaccines for control of ixodid tick species. *Parasite Immunol.* **28**, 275–283 (2006).

11. Kaewmongkol, S. *et al.* Variation among Bm86 sequences in Rhipicephalus (Boophilus) microplus ticks collected from cattle across Thailand. *Exp. Appl. Acarol.* **66**, 247–256 (2015).

12. García-García, J. C. *et al.* Sequence variations in the Boophilus microplus Bm86 locus and implications for immunoprotection in cattle

vaccinated with this antigen. *Exp. Appl. Acarol.* **23**, 883–895 (1999).

13. Rodríguez-Hernández, E. *et al.* BmVDAC upregulation in the midgut of Rhipicephalus microplus, during infection with Babesia bigemina. *Vet. Parasitol.* **212**, 368–374 (2015).

14. Almazán, C. *et al.* Identification and characterization of Rhipicephalus (Boophilus) microplus candidate protective antigens for the control of cattle tick infestations. *Parasitol. Res.* **106**, 471–479 (2010).



MECANISMO DE ACCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DE *PSIDIUM GUAJAVA* EN EL NEMATODO *CAENORHABDITIS ELEGANS*

Piña-Vázquez, D.M.¹, Salazar-Olivo, L.A², Acevedo-Whitehouse K.A.¹, Rodríguez-Torres, A¹, Bárcenas-Luna R.T¹ y Arellano Carbajal, F.¹

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²División de Biología Molecular. IPICYT.

INTRODUCCIÓN

Las infecciones causadas por helmintos son enfermedades tropicales que la OMS ha categorizado como desatendidas y que planteó tratar en el Plan Mundial 2008-2015 (OMS, 2007). La eficacia de los antiparasitarios es fundamental para el control de estas enfermedades y aunque algunas clases de antihelmínticos han aparecido en el mercado a lo largo de cincuenta años, ha sido ineficiente la generación de nuevos fármacos (Harder, 2002; Mehlhorn, 2007). En 1963, Tiabendazol fue introducido en el mercado y desde ese momento una amplia variedad de antihelmínticos se comercializan para la desparasitación de ganado, animales domésticos y seres humanos (Martin y Robertson, 2007). Sin embargo, el fenómeno de resistencia se ha presentado en distintos hospederos incluido el humano y se ha generalizado en todo el mundo. La resistencia hacia los antihelmínticos utilizados en medicina veterinaria y humana disponibles actualmente representa una problemática latente, incluso algunas especies de parásitos presentan multiresistencia, por lo tanto es importante comprender los mecanismos

que desarrollan estos organismos para adquirir esta capacidad (Martin, 2007; Papadopoulos et al., 2012). Una estrategia planteada para abordar esta problemática es la búsqueda de nuevos antihelmínticos procedentes de fuentes naturales y la comprensión de sus mecanismos de acción (Kaplan, 2004). Se han realizado estudios in vivo e in vitro para validar el potencial antihelmíntico de extractos botánicos y proponerlos como alternativas para el control. No obstante, la mayoría de los ensayos se enfocan en evidenciar la presencia o ausencia del efecto sobre la fertilidad y motilidad de sus modelos de estudio (Githiori et al., 2003). El uso etnofarmacológico de *Psidium guajava* para tratar trastornos gastrointestinales asociados con parásitos ha sido documentado (Castillo et al., 2009; Giovannini y Heinrich, 2009). Sin embargo, no se han realizado estudios sobre el mecanismo de acción de sus compuestos activos, información que podría validar su utilidad como posibles fármacos o complementos de los existentes (Mali y Mehta, 2008). Información concluyente sobre los mecanismos de acción y resistencia hacia



los antihelmínticos se ha derivado de estudios utilizando como modelo al nematodo *Caenorhabditis elegans* (Geary y Thompson, 2001). Por ejemplo, los Bencimidazoles actúan interfiriendo con la polimerización de la tubulina, mecanismo que se logró entender gracias a un estudio realizado por Lincey (1988) en complemento con los estudios genéticos realizados en *C. elegans* por Driscoll et al. (1989). Asimismo Cully et al. (1996) usando como modelo a *C. elegans* definieron que las lactonas macrocíclicas (ivermectina), tienen un impacto en la apertura de los canales de cloruro glutamato. Utilizando cepas de *C. elegans* resistentes a avermectina Dent et al. (2000), demostraron que las mutaciones simultáneas en tres genes (*avr-14*, *avr-15* y *glc-1*) que codifican subunidades tipo α de los canales cloro-glutamato, confieren un alto nivel de resistencia a avermectina. Por lo tanto se considera a *C. elegans* como un organismo modelo válido para identificar las dianas de nuevos fármacos o compuestos aislados de plantas cuyo mecanismo de acción no se ha identificado y que podría ser novedoso. Este estudio tuvo como objetivo entender el mecanismo de acción de un extracto acuoso de *Psidium guajava* que previamente fue evaluado y detectado como antihelmíntico (Piña-Vázquez et al., 2017), con base en el efecto de parálisis e inhibición de la ovoposición que ejerce contra *Caenorhabditis elegans*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante mutagénesis en el genoma de *C. elegans* se obtuvo un fenotipo que presentó resistencia al extracto de *Psidium guajava*. Posteriormente se identificaron los genes que subyacen la resistencia. La mutagénesis fue mediada por el transposón *Mos1* siguiendo la técnica de Boulin y Bessereau (2007). Se hicieron cruces entre las cepas EG2762 (transposasa) y EG1470 (transposón), de esta forma se obtuvo una cepa doble transgénica. Hermafroditas fueron sujetas a choque térmico para activar la enzima transposasa. La enzima cataliza la transposición de *Mos1* dentro de una localización cromosomal.

2.1. Prueba de eficiencia de transposición

De la población F2 se seleccionaron diez individuos dobles transgénicos para medir la tasa de transposición. Se realizó extracción de ADN y se usaron cebadores específicos para detectar las inserciones. Se determinó la tasa de transposición dividiendo el número de clones positivos por el número total de clones analizados.

2.2. Selección de mutantes

Las generaciones de dobles transgénicos fueron marcadas como TT1, TT2, TT3 etc. Se trabajó con individuos TT3. De esta población se tomaron cincuenta individuos y se colocaron en una placa para realizar el choque térmico y promover las inserciones de *Mos1*. Se realizaron 8 réplicas para ampliar la probabilidad de encontrar el fenotipo de interés. Posterior a doce horas de recuperación, se seleccionaron individuos de diez en diez y colocaron en



placas de 8 cm con 500 μ l de alimento (40 placas con 10 individuos). 36 horas después del choque térmico se retiraron los individuos, posterior a este tiempo la F1 no llevará inserciones de *Mos1*. Una vez que la población F1 ovipositó por 36 horas, se retiraron los adultos lavando la placa con 2.5 ml de buffer M9. Se realizó el bioensayo de motilidad con los individuos F2 que eclosionaron en la placa. Se lavó la placa con 2.5 ml de M9 para recuperar el mayor número posible de individuos F2, se resuspendieron en un placa de 6 cm y se adicionó el tratamiento (extracto de *P. guajava*), para alcanzar una concentración 50 mg/ml, que paraliza al 100% de los individuos de la cepa silvestre de *C. elegans* en un periodo de 2 horas. Se inspeccionó visualmente cada placa a partir de la segunda hora de exposición y cada dos horas hasta las 8 horas y una inspección final a las 12 horas. Se seleccionaron individuos que mantuvieron un movimiento sinusoidal constante (fenotipo resistente) y se separaron en placas individuales. Se realizó bioensayo con las generaciones subsiguientes (F3) para corroborar el fenotipo.

2.3. Identificación de *Mos1* en la línea mutante

Para incrementar la probabilidad de identificar las inserciones del transposón se realizó una cruce con N2, de esta forma se obtiene un mapeo preliminar. De la cruce se seleccionaron 24 clones independientes. Se seleccionaron individuos F2 para realizar un bioensayo y corroborar el fenotipo. Individuos con el fenotipo resistente se eligieron de cada

clon independiente y se confirmó por PCR si llevaban inserto a *Mos1*.

2.4. Localización de las inserciones de *Mos1* por PCR inverso

Se extrajo ADN de los nematodos obtenidos de la cruce entre la cepa MR1 y N2. Se utilizó el kit DNEasy DNA extraction Kit de la marca Qiagen para extraer y purificar el ADN. La digestión del DNA genómico se realizó usando las enzimas de restricción AluI y Sau3AI. Se ligaron los productos con ligasa T4 incubando toda la noche a 4°C. Se realizó un PCR inverso usando los cebadores OJ103 y OJ114 para los productos cuya digestión se realizó Sau3AI y los cebadores iPCR1a, iPCR1b AluI. Un PCR anidado se realizó para enriquecer los productos que se corrieron en un gel de agarosa al 1.8%.

2.5. Clonación y extracción de plásmido

Los productos de la anidación del PCR inverso fueron clonados usando el kit TOPO TA Cloning y el kit Plasmid Miniprep-Qiagen fue utilizado para la obtención de los plásmidos. El ADN fue extraído del plásmido Pcr 4-TOPO con el kit Plasmid Miniprep de Qiagen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El ADN fue secuenciado por la empresa MacroGen Korea. Los cebadores que se usaron para la secuenciación son los M13. Las lecturas se alinearon con el genoma de referencia (*Caenorhabditis elegans*) utilizando BLAST del NCBI. Con los genes que se obtuvo identidad, se realizó una búsqueda en la base de datos WormBase para conocer su implicación en el fenotipo de interés.



2.6. Caracterización extracto de *Psidium guajava*

Se analizó una muestra seca de extracto acuoso mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) en un cromatógrafo Agilent 1200 (Palo Alto, CA, USA) sobre una columna analítica Synergi 4 mm Hydro-RP C18 80 Å (250 mm 4.6 mm, Phenomenex). La fase móvil fue acetonitrilo/agua, con un gradiente de elución de 40% de acetonitrilo entre los 0 y 15 min y 95% de acetonitrilo a partir del minuto 15, con una tasa de flujo de 0.80 ml/min. El extracto de *P. guajava* se disolvió en agua (1 mg / ml) y se inyectaron 5 ml en el sistema de HPLC. El ácido gálico y el ácido elágico se incluyeron como estándares.

2.7. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se realizaron para muestras independientes con pruebas ANOVA de una vía (Software estadístico R, versión 7.0). Todas las pruebas estadísticas incorporaron pruebas de homogeneidad de varianza, y se consideró que reflejaban diferencias significativas si * P <0.05, ** P <0.01, o *** P <0.001.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la cruce entre las cepas EG2762 (transposasa) y EG1470 (transposón), se obtuvo una doble transgénica que reúne la maquinaria necesaria para llevar a cabo una mutagénesis por transposón. La transposasa acoplada a un promotor de choque de calor y al ser activada, corta y pega múltiples copias del transposón

Mos1. Para asegurar la eficiencia de la mutagénesis y como control del proceso se monitorea la tasa de transposición, de esta manera se asegura la movilización del transposón en la población de interés. Se analizaron 26 clonas de las cuales 19 resultaron positivas, por lo tanto para esta población la eficiencia de transposición fue considerada alta (73.07 %), por lo tanto se amplificó la población para realizar la búsqueda del fenotipo de interés (nematodos resistentes). Se seleccionaron los individuos que mantuvieron un movimiento sinusoidal constante posterior a 8 horas de incubación con 50 mg/ml del extracto acuoso de *P. guajava*, se identificaron como individuos con un fenotipo resistente (MR1). *Psidium guajava* paraliza a los nematodos de la cepa silvestre desde la segunda hora de exposición a esta concentración, en contraste con los individuos resistentes que se mantienen moviendo. Los nematodos resistentes se separaron en placas individuales y se realizó un bioensayo con la F3 donde se corroboró el fenotipo. Se realizó una cruce entre la cepa mutante (MR1) y la silvestre (N2), de la progenie se extrajo y purificó ADN del cual se midió la calidad e integridad. En un gel de agarosa al 1% se pudo constatar la integridad del ADN genómico observando claramente una banda sin barrido. Posterior a la digestión con la enzima de restricción AluI y Sau3AI pudimos ver la degradación del ADN teniendo como evidencia un barrido en el gel de agarosa. Después de que el ADN fue digerido y los fragmentos ligados en sí mismos con los



cebadores específicos, se realizó PCR inverso para amplificar las secuencias de ADN genómico que flanquean al transposón. En un gel de agarosa al 1% pudimos observar una banda de ~190 pares de bases lo cual corresponde al tamaño mínimo cortado con la enzima AluI y una banda de ~250 pares de bases lo que evidencia el corte con Sau3AI. Los productos de la anidación del PCR inverso se clonaron. *E. coli* fue transformada con el vector Pcr 4-TOPO y fue inoculada en dos placas con medio LB sólido con kanamicina. Las colonias resistentes crecieron en el medio. Los cebadores utilizados para amplificar el producto en el PCR de colonia fueron los M13 del vector. Los amplicones fueron de ~250 y ~190 pares de bases, para los cortes hechos con Sau3AI y AluI respectivamente, de esta forma se corroboró el éxito de la clonación. Para la extracción de plásmido las colonias positivas que se sembraron en medio LB líquido con kanamicina crecieron exitosamente. Se observó enturbiamiento en el medio por lo tanto se obtuvo un precipitado de buen tamaño. Después de la extracción con el kit constatamos la integridad del ADN en un gel de agarosa al 1%. Las mediciones de calidad son de 1.84 para la relación de absorbancias 260/280. Bajo estas condiciones consideramos que la muestra tenía las características adecuadas para su inmediata secuenciación. La calidad de la secuencia se consideró buena, por lo tanto se utilizó para realizar la búsqueda en BLAST. El gen que tuvo identidad con la secuencia fue *cpr-3*. Este gen codifica para la

proteína *cathepsina B* la cual tiene actividad de peptidasa y está relacionada al sistema inmune y es expresada en el intestino, faringe, válvula del tracto faringe-intestino y células de la glándula rectal.

3.7. Análisis cromatográfico

El análisis de HPLC de *Psidium guajava* mostró un perfil de elución con tres picos principales que eluyen a 2.245 (1), 2.427 (2) y 3.379 min (3) (Fig. 12). En las mismas condiciones de HPLC, un estándar de ácido elágico se eluyó de la columna a 1.982 min y un estándar de ácido gálico se eluyó a 2.082 min.

CONCLUSIONES

El elemento transponible *Mos1* es una herramienta que permite mutagenizar el genoma de *C. elegans* con la ventaja de localizar y mapear las inserciones con relativa facilidad y rapidez. De esta forma el enfoque genético que pretende identificar genes y su relación a un fenotipo particular se simplifica. No obstante es importante corroborar la identidad del gen candidato (*cpr-3*) amplificándolo con cebadores específicos. Asimismo realizar una prueba de ganancia de función para comprobar que este gen está directamente implicado en la resistencia de la cepa mutante (MR1).

LITERATURA CITADA

- BoulinT. y Bessereau J.L. (2007). *Mos1*-mediated insertional mutagenesis in *Caenorhabditis elegans*. *Nature Protocols*, 2, 1276-1278.
- Castillo, J., González, V., Jaime, A., Martínez, G., Linares, E., Bye, R. y Romero, T. 2009. Anti-*Helicobacter pylori* activity of plants used in Mexican traditional medicine for gastrointestinal disorders. *Journal of Ethnopharmacology*. 122: 402-405.



- Cully, D., Vassilatis, D., Liu, K., Pares, P., Van der P., Schaeffer y Arena, J. 1996. *Nature* (London) 371, 707–711.
- Dent, J.A., Smith, M.M., Vassilatis, D.K., Avery, L. 2000. The genetics of avermectin resistance in *Caenorhabditis elegans*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 97, 2674–2679.
- Driscoll, M., Dean, E., Reilly, E., Bergholz, E. and Chalfie, M. 1989. Genetic and molecular analysis Of a *Caenorhabditis elegans* beta-tubulina that conveys benzimidazole sensitive. *J. Cell Biol.* 109:299-3003.
- Geary, T.G., y Thompson, D.P. 2001. *Caenorhabditis elegans*: how good a model for veterinary parasites? *Vet. Parasitol.* 101, 371–386
- Giovannini, P. y Heinrich, M. 2009. Xki yoma' (our medicine) and xki tienda (patent medicine)—Interface between traditional and modern medicine among the Mazatecs of Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnopharmacology.* 121: 383–399.
- Githiori, J.B., Höglund, J., Waller, P., Baker, L. 2003. Evaluation of anthelmintic properties of extracts from some plants used as livestock dewormers by pastoralist and smallholder farmers in Kenya against Heligmosomoides polygyrus infections in mice. *Vet. Parasitol.* 118: 215–226.
- Harder, A. 2002. Chemotherapeutic approaches to nematodes: current knowledge and outlook. *Parasitol. Res* 88, 272–277
- Lara, O.F., Marquez, A.C. 1996. *Plantas Medicinales de México. Composición Usos y Actividad Biológica.* UNAM, México, D.F, pp. 137–139.
- Mali, R.G., Mehta, A.A. A review on anthelmintic plants. *Natural Product radiance.* 2008. 7(5): 466-475.
- Martin, R.J., Robertson, A.P., Bjorn, H. and Sangster, N. 1997. Heterogeneous levamisole receptors: a single-channel study of nicotinic acetylcholine receptors from *Oesophagostomum dentatum*. *Eur J Pharmacol.* 322: 249-257.
- Mehlhorn, H. (ed). 2007. *Encyclopedic Reference of Parasitology*, Springer
- Papadopoulos, E., Gallidis, E., Ptochos, S. 2012. Anthelmintic resistance in sheep in Europe: A selected review. *Vet Parasitology.* 189 (1): 85–88.



REVERSIÓN DEL DAÑO INTESTINAL CAUSADO POR LA ADMINISTRACIÓN DE UNA FRACCIÓN DE LECTINAS DE FRIJOL TÉPARI (*PHASEOLUS ACUTIFOLIUS*) EN RATAS

Pita López, W^{1*}; Blanco Labra, A²; Aguilera Bareiro, A¹; Reis de Souza, TC¹; Ferriz Martínez, RA; García Gasca, T¹

*Doctorado en Ciencias Biológicas. ¹Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, México ²Laboratorio de Mecanismos de Defensa de Plantas. CINVESTAV-Irapuato.

INTRODUCCIÓN

Las lectinas son proteínas o glicoproteínas de origen no inmune, que se encargan de reconocer de manera específica carbohidratos de la superficie celular. Las lectinas vegetales han presentado un amplio potencial en el tratamiento de cáncer en el sistema digestivo (Estrada-Martínez y col., 2017), sin embargo, al plantearse el uso de lectinas como terapias anticancerígenas, es necesario tener en cuenta que éstas, son consideradas factores antinuticios (González de Mejía y Priescaru, 2005). Se adhieren a los carbohidratos de membrada del intestino delgado, lo cual provoca daños en la pared intestinal, como atrofia de vellosidades e hiperplasia de criptas, lo que genera una relación negativa relación-criptas y aumento de la producción de moco intestinal (Radberg y col., 2001, Lajolo y Genovese, 2002, Alatorre-Cruz y col., 2018).

Actualmente se está estudiando una fracción concentrada de lectinas (FCL) de frijol Tépari, la cual presenta efecto

antiproliferativo *in vitro* (García-Gasca y col., 2012). Estudios *in vivo* han mostrado baja toxicidad y buena tolerabilidad; sin embargo tras la administración de la FCL vía intragástrica en dosis de 50 mg/kg por 6 semanas ha mostrado pérdida en la ganancia de peso del 10% con respecto al control así como efecto sobre el sistema inmune (Ferriz-Martínez y col., 2015). Se ha observado adelgazamiento de las paredes intestinales, así como una marcada atrofia de las vellosidades intestinales observadas desde los 10 días de tratamiento (datos no publicados), lo cual se profundizan con el paso del tiempo (Alatorre-Cruz y col., 2018).

Los efectos antinuticios de las lectinas están ampliamente caracterizados, sin embargo, los estudios sobre si son reversibles son en su mayoría antiguos y escasos, hablan de una sola administración con harina de frijol y una rápida recuperación, lo cual habla de un tiempo de recuperación proporcional al tiempo de administración (King y col., 1980; Weinmant y col., 1989). Estudios actuales sobre la FCL no han observado



recuperación, dado que los tiempos de estudio posteriores a la finalización de la administración son muy cortos (Alatorre-Cruz y col., 2018). Por tanto, este estudio evaluó los efectos de la FCL sobre el daño intestinal tras 6 semanas de administración y 6 semanas posteriores a la finalización de la administración, lo cual es imprescindible para poder continuar con la evaluación de la FCL como un agente terapéutico contra el cáncer.

MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción de la fracción concentrada en lectinas fue previamente descrita (García-Gasca y col., 2012).

Ensayo en vivo: se realizó con ratas Sprague Dawley de 5 semanas de edad. Los animales se dejaron durante dos semanas en aclimatación antes de comenzar los experimentos. Los protocolos experimentales se basaron en los estándares mexicanos oficiales (NOM-062) y fueron aprobados por el Comité de Bioética del Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Después de la aclimatación, las ratas se asignaron al azar al control y al grupo tratado con FCL (n= 12 por grupo). Las ratas tratadas recibieron 50 mg/kg de FCL (4000 unidades de aglutinación/mg de proteína) en solución salina por administración intragástrica cada tercer día durante 43 6 semanas) y se les permitió permanecer durante 43 días más sin tratamiento. A las ratas de control solo se les administró solución salina. El peso de las ratas se determinó utilizando una báscula para rata (báscula de 3 barras de Ohaus). Las ratas se sacrificaron por

decapitación los días 43 (n= 6 por grupo), período de administración y 86 (n=6 por grupo) periodo sin tratamiento.

Los intestinos fueron disectados posteriormente al sacrificio, se obtuvo su peso mediante una balanza analítica (300 g \pm 0,0001 g), la longitud del intestino delgado y del colon se determinaron utilizando una cinta métrica de fibra de vidrio (Dry Mark). El peso y la longitud de los intestinos se ajustaron al peso corporal individualmente y se normalizaron con respecto a la media del grupo de control.

Cuantificación del moco intestinal: Una porción de 45 cm de longitud del yeyuno fue colocada sobre una base fría y cortada para exponer la mucosa intestinal. El moco fue raspado con ayuda de una espátula de metal y colocado en tubos de plástico donde se cuantifico en mililitros el contenido. Se obtuvo su peso mediante una balanza analítica (300 g \pm 0,0001 g).

Análisis histopatológico: Una sección de cada porción de los intestinos fue fijada en formaldehído al 10% y se tiñeron con hematoxilina-eosina para su posterior análisis histológico por microscopía óptica (VE-BC3PLUS Velab) se interpretaron utilizando el software analizador de imágenes IScapture donde fueron analizados 36 cortes diferente para cada sección del intestino por cada grupo.

Análisis estadístico: Para determinar las diferencias entre tratamientos se utilizó el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 18. Se realizaron pruebas t-Students para muestras independientes con el fin de



comparar las ratas de control con las tratadas y las ratas del tratamiento contra las del descanso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La administración de la FCL no presentó efecto sobre el desarrollo de las ratas tratadas con respecto al control (datos no mostrados).

Efecto sobre la producción de moco intestinal: Tras el sacrificio se llevó a cabo la evaluación de la cantidad de moco intestinal donde se observó que tras el tratamiento las ratas tratadas con la FCL presentaron un aumento de su volumen de 0.5 mL y un aumento de peso de 0.5 g con respecto al control. El moco encontrado en las ratas tratadas con la FCL presentó una coloración amarillo fuerte, mientras que la del grupo control apenas fue perceptible el color amarillo, así mismo el moco del grupo administrado presenta una mayor viscosidad. Este aumento del moco intestinal ha sido reportado en cerdos con anterioridad, tras la administración de lectina de soya (Radberg y col., 2001) y es considerado un mecanismo de defensa contra las lectinas, dado que éste es una barrera física contra antígenos y bacterias. Después del descanso, no se observó aumento del moco intestinal en el grupo administrado con la FCL, lo que sugiere un efecto reversible.

Efecto sobre los intestinos: El peso y la longitud del intestino delgado no presentaron diferencias con respecto al control tras el tratamiento y después del descanso (datos no mostrados).

En el estudio histológico de las diferentes secciones del intestino delgado se observó que tras el tratamiento con la FCL, las vellosidades presentaron una marcada atrofia, dada por la disminución de la altura de las vellosidades. Lo anterior fue corroborado por las pruebas histomorfométricas, donde se observó que entre más distal es la sección del intestino menor es la disminución de la altura, por tanto el duodeno presentó una disminución significativa con respecto al control del 36.60% (327.5 μm), mientras que el yeyuno y el íleon presentaron tendencia a la disminución con un 11.12% (70.90 μm) y 5.7% (30.76 μm), respectivamente, sin ser estadísticamente significativos. Este resultado puede deberse al aumento del moco intestinal en el yeyuno e íleon, lo cual puede estar disminuyendo la interacción lectinas-epitelio intestinal y por tanto el daño es significativamente menor en relación al duodeno (Figura 1). Así mismo, las vellosidades presentaron fusión, lo cual les confirió una apariencia triangular (anchas en la base y delgadas en la parte apical), esto fue corroborado al medir el ancho de las vellosidades donde se observó un aumento de aproximadamente 76% (265.35 μm) (Figura 2). Las criptas después de 43 días de tratamiento presentaron hiperplasia marcada en el duodeno, con un aumento de la profundidad de la cripta del 65% (299.64 μm), lo cual indica un mal funcionamiento; mientras que la hiperplasia del yeyuno y el íleon presentó aumento moderado de 43.32% (199.59 μm) y 36.42% (186.37 μm), respectivamente; sin embargo, se

observaron algunas criptas funcionales (Figura 3).

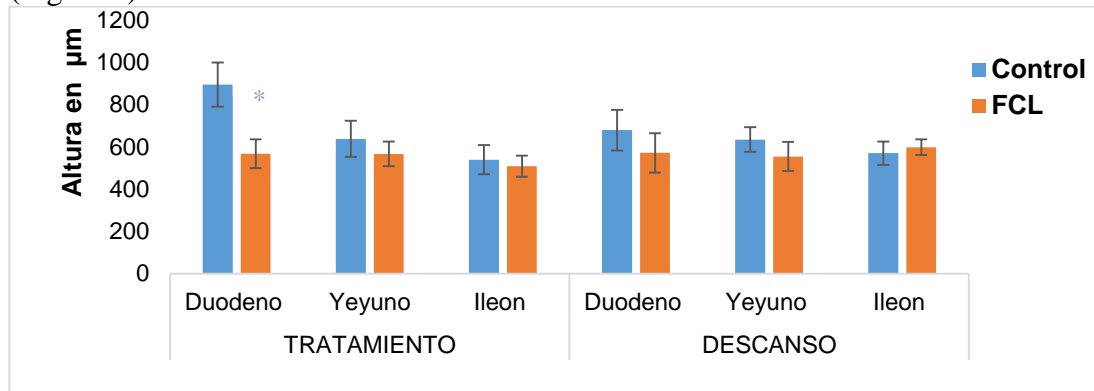


Figura 1. Efecto de la FCL sobre la altura de las vellosidades. Los asteriscos representan diferencia estadística significativa entre grupos (T-student $p > 0.05$), las barras de error representan el error estándar.

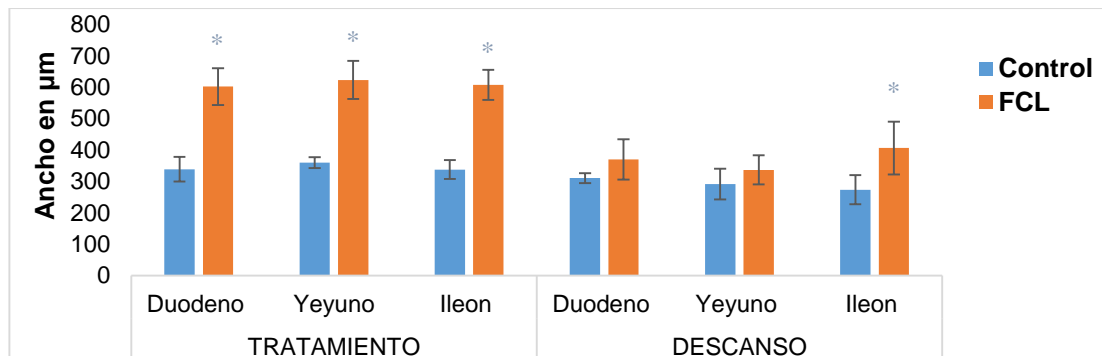


Figura 2. Efecto de la FCL sobre el ancho de las vellosidades. Los asteriscos representan diferencia estadística significativa entre grupos (T-student $p > 0.05$), las barras de error representan el error estándar.

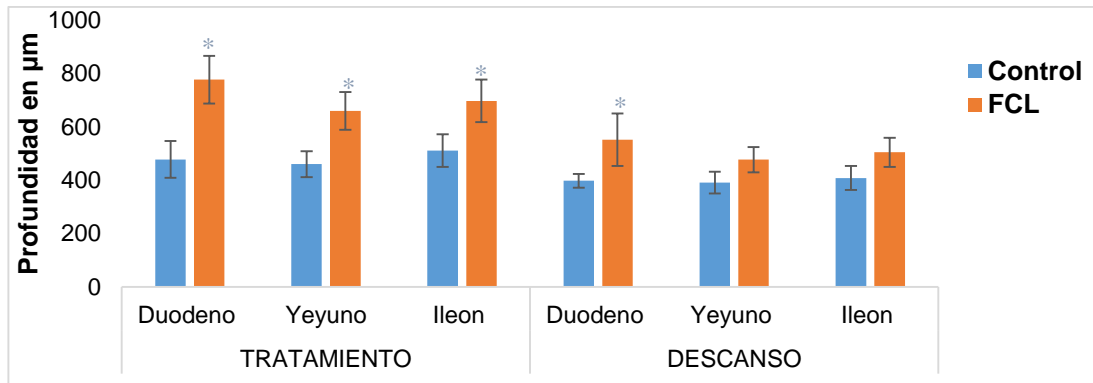


Figura 3. Efecto de la FCL sobre la profundidad de las criptas. Los asteriscos representan diferencia estadística significativa entre grupos (T-student $p > 0.05$), las barras de error representan el error estándar

Tras la administración de la FCL se observó atrofia de las vellosidades y displasia de las criptas, lo cual ha sido reportado por otras lectinas vegetales incluida la FCL (Lima y col., 2016; Stutz y col., 2015; Van Buul y Brouns, 2014; Alatorre-Cruz y col., 2018).

Después del descanso del tratamiento la altura de las vellosidades no presentó diferencias con respecto al control. En cuanto al ancho de las vellosidades se observó un aumento del 19.16% (59.48 µm) en el duodeno y 15.79% (45.39 µm) en el yeyuno, sin diferencias significativas, mientras que el íleon presentó un aumento de 48.68% (132.9 µm), lo cual sugiere que sigue presente la atrofia de las vellosidades. En cuanto a la profundidad de las criptas, se observó un aumento significativo en el duodeno con un 38.55% (153.67 µm), mientras que el íleon con 23.5% (96.10 µm) y el yeyuno

con 22.04% (86.27 µm) no presentaron diferencias significativas.

Al comparar los resultados de la administración y el descanso, se observó un aumento del 17.7% (90 µm) en la altura de las vellosidades del íleon, una disminución en promedio del 39.19% (239.72 µm) del ancho de las vellosidades y una disminución en promedio de la profundidad de las criptas de 28.10% (200.43 µm) tras el descanso. Lo anterior sugiere una recuperación de los daños causados por la administración de la FCL.

En cuanto al colon se observó deterioro del tejido conectivo a los 43 días en el grupo tratado con la FCL, sin embargo, después del descanso este deterioro fue imperceptible. La profundidad de las criptas no presentó diferencias durante el tratamiento, ni después del descanso (Figura 4).

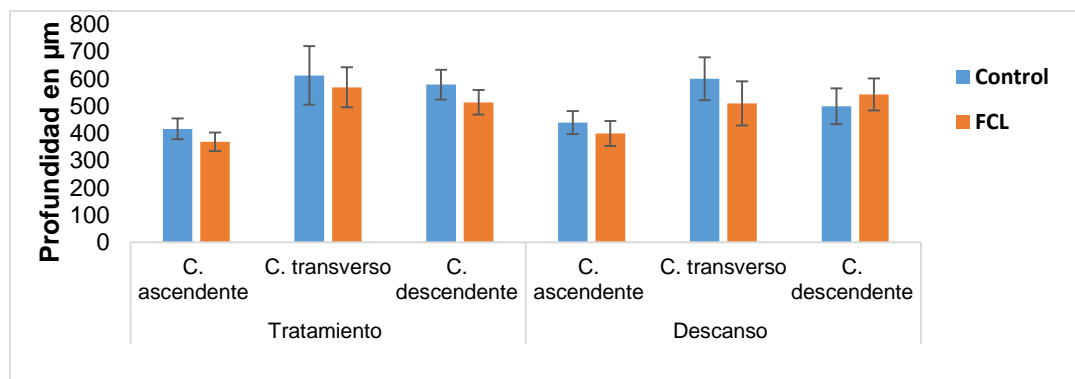


Figura 4. Efecto de la FCL sobre la profundidad de las criptas del colon. Los asteriscos representan diferencia estadística significativa entre grupos (T-student $p > 0.05$), las barras de error representan el error estándar.

CONCLUSIONES

La administración de la FCL provocó atrofia de vellosidades intestinales, displasia de criptas y un aumento considerable del moco intestinal, así como el cambio en el color y la consistencia del mismo, sin embargo, tras 6 semanas de descanso el daño fue revertido. Lo anterior sugiere que el tiempo de recuperación es proporcional a la duración del tratamiento.

LITERATURA CITADA

Alatorre-Cruz JM, Pita-López W, López-Reyes RG, Ferriz-Martínez RA, Cervantes-Jiménez R, de Jesús Guerrero Carrillo M, Vargas PJA, López-Herrera G, Rodríguez-Méndez AJ, Zamora-Arroyo A, Gutiérrez-Sánchez H, de Souza TR, Blanco-Labra A, García-Gasca T. 2018. Effects of intragastrically-administered Tepary bean lectins on digestive and immune organs: Preclinical evaluation. *Toxicology reports*, 5, 56–64.

Estrada-Martínez LE, Moreno-Celis U, Cervantes-Jiménez R, Ferriz-Martínez RA, Blanco-Labra A, García-Gasca T. 2017. Plant

Lectins as Medical Tools against Digestive System Cancers. *Int. J. Mol. Sci.* 18, no. 7: 1403.

Ferriz-Martínez R, García-García K, Torres-Arteaga I, Rodríguez-Mendez AJ, Guerrero-Carrillo MJ, Moreno-Celis U, Angeles-Zaragoza MV, Blanco-Labra A, Gallegos-Corona MA, Robles-Alvarez JP, Mendiola-Olaya E, Andrade-Montemayor HM, García OP, García-Gasca T. 2015. Tolerability assessment of a lectin fraction from Tepary bean seeds (*Phaseolus acutifolius*) orally administered to rats. *Toxicology Reports*. 2:63-69.

García-Gasca T, García-Cruz M, Hernández-Rivera E, López-Matínez J, Castañeda-Cuevas AL, Yllescas-Gasca L, Rodríguez-Méndez AJ, Mendiola-Olaya E, Castro-Guillén JL y Blanco-Labra A. 2012. Effects of Tepary Bean (*Phaseolus acutifolius*) Protease Inhibitor and Semipure Lectin Fractions on Cancer cells. *Nutrition and Cancer*, 64(8), 1269–1278.

González de Mejía E, Prisecaru V. 2005. Lectins as bioactive plant proteins: A potential in cancer treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:425-445.

King TP, King TP, Pusztai A, Clarke EMW. 1980. Kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectin-induced lesions in rat small intestine: 1. Light microscope studies. *J Comp Path* 01;90:585-95.



Lima TA, Fernandes KM, Oliveira APS, Dornelles LP, Martins GF, Napoleão, TH and Paiva PM. 2017, Termiticidal lectins from *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) cause midgut damage when ingested by *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae) workers. *Parásito. Manag. Sci.*, 73: 991-998.

Lajolo F, Genovese M. 2002. Nutricional significance of lectins and enzyme inhibitors from legumes. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 6592-6598.

Radberg KM, Biernat A, Linderoth R, Zabielski SG, Pierzynowski SG, and Weström BR. 2001. Enteral exposure to crude red kidney bean lectin induces maturation of the gut in suckling pigs. *J. Anim. Sci.* 79: 2669-2678.

Stutz K, Kaech A, Aebi M, Künzler M, Hengartner MO. 2015. Disruption of the *C. elegans* Intestinal Brush Border by the Fungal Lectin CCL2 Phenocopies Dietary Lectin Toxicity in Mammals. *PLoS ONE* 10(6): e0129381. doi:10.1371/journal.pone.0129381

Van Buul VJ, Brouns FJPH. 2014. Health effects of wheat lectins: A review. *J Cereal Sci.* 59: 112–117.

Weinman MD, Allan CH, Trier JS and Hagen SJ. 1989. Repair of microvilli in the rat small intestine after damage with lectins contained in the red kidney bean. *Gastroenterology.* 97, Issue 5, 1193 – 1204



COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CAROTENOIDES EN PIEL Y MARCADORES DE DAÑO HEPÁTICO EN PACIENTES ADULTOS CON ESTEATOSIS HEPÁTICA Y ESTEATOHEPATITIS NO ALCOHÓLICA

Portillo Minjares R. Robles Osorio M. L, Martínez González O., Sabath Silva E. F. García Solis P.

Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Maestría en Nutrición Clínica Integral

INTRODUCCIÓN

La esteatosis hepática no alcohólica (EHNA) es una patología compleja y multifactorial que se caracteriza por acumulación de grasa en el hígado principalmente en forma de triglicéridos, histológicamente hay infiltración de grasa en >5% de los hepatocitos (Simões et al., 2018).

En México existen pocos estudios epidemiológicos acerca de la prevalencia de la esteatosis hepática, Lizardi-Cervera y cols. reportaron una prevalencia del 14.3% en un estudio que incluyó 2503 pacientes, reportando de los cuales el 83.38% presentaba sobrepeso u obesidad; en este estudio un 34.2% de los participantes tuvieron elevación de AST y 37.6% de ALT, lo cual podría representar un subgrupo de pacientes con esteatohepatitis no alcohólica. Castro-Martínez y cols. evaluaron mediante ultrasonido a pacientes con síndrome metabólico y reportaron una prevalencia de esteatosis hepática del 82.9%, siendo

63% leve, 27% moderada y 10% grave (Lizardi-Cervera et al. 2006) (Castro-Martínez et al, 2012).

La EHNA tiene un espectro de presentación clínica muy amplio y va desde la acumulación de grasa sin inflamación, denominado esteatosis simple hasta la esteatohepatitis no-alcohólica cuando existe depósito de grasa acompañada de inflamación que puede progresar a la fibrosis, cirrosis y finalmente el cáncer hepático. Se estima que de un 10 a 25% de los casos de esteatosis simple evolucionan a esteatohepatitis (Simões et al., 2018)

Esta patología es resultado de la interacción de diversos mecanismos metabólicos, genéticos y ambientales. La circulación excesiva de ácidos grasos y su oxidación contribuyen a la acumulación de grasa a nivel hepático, todo esto favorecido por el estado de resistencia a la insulina que antecede a las alteraciones metabólicas propias de esta patología. Otro factor importante que propicia la progresión es el estrés oxidativo, esto debido a la producción



excesiva de especies reactivas de oxígeno (ROS) y a una depleción en los sistemas antioxidantes que actúan como mecanismos de defensa (Chen *et al.*, 2016) (Yilmaz *et al.*, 2015).

Dentro de los sistemas antioxidantes con mayor importancia biológica se encuentran los carotenoides. Estos compuestos juegan un papel importante en la fisiología humana debido a sus extraordinarias funciones, como sus efectos contra el estrés oxidativo y la inflamación.

Los carotenoides son pigmentos liposolubles, usualmente rojos, naranjas y amarillos que se adquieren por medio de la dieta, principalmente en el consumo de frutas y verduras. (Bonet *et al.*, 2016).

Una dieta rica en carotenoides se ha asociado como factor de prevención contra cardiopatía, enfermedad cerebrovascular y varios tipos de cáncer. A su vez, niveles elevados de carotenoides séricos se relacionan con menor riesgo de desarrollar dislipidemia y síndrome metabólico, dos componentes fisiopatológicos claves en el desarrollo de la EHNA. (Rensburg & Wendhold, 2016) (Sugiura *et al.*, 2015).

Algunos estudios han reportado una asociación inversamente proporcional entre los niveles séricos de carotenoides y de transaminasas en pacientes sin hepatopatía; además otra investigación realizada en Alemania encontró que los pacientes que presentaban EHNA

también tenían niveles más bajos de carotenoides séricos comparados contra un grupo control. (Erhardt *et al.*, 2011) (Lee, Gross & Jacobs, 2004)

Diversos estudios han encontrado una correlación inversa entre los niveles de carotenoides y factores como el índice de masa corporal, la resistencia a la insulina, inflamación sistémica y estrés oxidativo; todos estos mecanismos se ven afectados dentro de la fisiopatología de la esteatosis hepática (Andersen *et al.*, 2017) (Sugiura *et al.*, 2006) (Chaves *et al.*, 2008).

Conocer los niveles de estos antioxidantes en este grupo de pacientes resultaría particularmente importante dado lo comentado anteriormente así como el potencial terapéutico que guardan estos pigmentos en el desarrollo de alimentos funcionales y nuevas intervenciones nutricionales efectivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y diseño de estudio.

Estudio observacional y descriptivo de corte transversal.

Universo y muestra.

Pacientes con diagnóstico de esteatosis hepática referidos al Hospital General ciudad de Querétaro así como pacientes referidos por médicos del servicio particular.

Para el cálculo de la *n* se utilizó la fórmula para comparación de dos grupos un grupo analítico con correlación a dos



colas con un error tipo 1 de 0.05 y el error tipo 2 de 0.2 con un coeficiente de correlación esperado de -0.3 obteniendo un total de 85.

Criterios de selección

Grupo 1. Esteatosis hepática simple

Criterios de inclusión:

Hombres y mujeres de 18 a 70 años
Esteatosis hepática confirmada por ultrasonido con o sin sobrepeso u obesidad y/o con síndrome metabólico.
Sin intolerancia o alergia a carotenoides dietéticos

Grupo 2. Esteatohepatitis no alcohólica

Criterios de inclusión:

Hombres y mujeres mayores de 18 a 70 años
Esteatosis hepática confirmada por ultrasonido acompañada de elevación de alaninoaminotransferasa (ALT) y/o gamma-glutamil transferasa (GGT) 1 vez por arriba del rango de referencia en pacientes con o sin sobrepeso u obesidad y/o con síndrome metabólico.
Sin modificaciones de más del 5% del peso actual en los últimos 3 meses.
Sin antecedentes de intolerancia y/o alergia a los carotenoides dietéticos.

Criterios de exclusión para ambos grupos:

Pacientes con infección actual por virus de hepatitis B y C
Consumo de alcohol mayor a 20 gr/día (2 bebidas/día) en mujeres y mayor de 30 gr/día (3 bebidas al día) hombres.
Trastornos hepáticos diagnosticados de origen autoinmune o inducido por fármacos.
Enfermedades complejas o graves concomitantes como insuficiencia

cardiaca, falla hepática grave, enfermedad renal, etc.

Criterios de eliminación

Se eliminarán a los pacientes de los que no se cuenten con datos completos

Metodología

Se realizó una revisión de estudios de ultrasonido que confirmaran el diagnóstico de esteatosis hepática así como perfil hepático en pacientes del grupo de esteatohepatitis no alcohólica para garantizar que cubrieran criterios de inclusión.

Se procedió a la explicación detallada y firma del consentimiento informado que se anexó al expediente clínico que cuenta con información médico-nutricional relevante para las competencias del estudio.

Se inició con el llenado de una historia clínica completa por medio de interrogatorio directo que incluyó: datos generales, antecedentes personales no patológicos y patológicos, descripción del padecimiento actual, consumo de medicamentos y otra información relevante.

Se procedió a la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos que incluía una lista de 63 ítems clasificados de acuerdo al nivel de carotenoides para posteriormente calcular el promedio de consumo diario de los mismos.

A continuación se realizaron las siguientes mediciones antropométricas: talla, peso, circunferencia de cintura y circunferencia de cadera de acuerdo con el manual de procedimientos para proyectos de nutrición del Instituto



Nacional de Salud Pública. (Hernández; and Rivera, 2006) para calcular posteriormente el índice de masa corporal así como el índice de cintura cadera. También se evaluó la composición corporal por medio de bioimpedancia utilizando una báscula Tanita BC-418.

Se obtuvo una muestra de sangre y para analizar las siguientes variables bioquímicas: glucosa, insulina, colesterol total, colesterol de baja densidad (LDL), colesterol de muy baja densidad (VLDL), colesterol de alta densidad (HDL) triglicéridos, aspartato aminotransferasa (AST), alanino aminotransferasa (ALT) y gamma-glutamyl transferasa (GGT).

Finalmente se midieron los niveles de carotenoides por medio de la técnica de espectroscopia de Raman en piel utilizando el equipo de Pharmanex BioPhotonic Scanner S3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportan los resultados parciales que correspondientes a 25 pacientes de los 85 de la muestra total. De esta muestra el 24% de los pacientes fueron hombres (n=6) y el 76% mujeres (n=19). El promedio de edad en el sexo masculino fue de 49 años y en sexo femenino de 47, difiriendo levemente de lo reportado previamente en la literatura donde mayor incidencia se reporta entre los 35-45 años de edad. (Lizardi-Cervera et al. 2006)

Dentro de los hallazgos antropométricos se encontró un IMC promedio en hombres de 28 kg/m² y en mujeres de 29 kg/m² correspondiendo al diagnóstico de sobrepeso acorde a los criterios de la OMS. Ambos sexos estuvieron por

arriba del rango recomendado en la medición de perímetro de cintura para población mexicana siendo en hombres el promedio de 104 cm y en mujeres de 97 cm (NOM-043-SSA2-2012)

Respecto al análisis de composición corporal por bioimpedancia el porcentaje de grasa promedio en hombres fue de 28% mientras que en mujeres fue de 37%, estos rangos se encuentran por encima del punto de corte de 20.8% y 35% respectivamente por lo que con estos criterios ambos grupos entran en el diagnóstico de obesidad. (Villatoro-Villar, 2015)

En el análisis estadístico se encontró una diferencia significativa entre el grupo de esteatosis simple vs esteatohepatitis en el porcentaje de grasa corporal (\bar{X} 38.9% \pm DE 6.15 vs \bar{X} 32.9% \pm DE 7.5 p= 0.041) así como en los niveles de las transaminasas AST (\bar{X} 29 \pm DE 7.6 vs \bar{X} 64 \pm DE 28.5 p= 0.001) y ALT (\bar{X} 28 \pm DE 10.8 vs \bar{X} 100 \pm DE 59.5 p= 0.001).

No se observó correlación entre los niveles de carotenoides medidos en piel y transaminasas hepáticas lo que difiere de lo reportado en el estudio de Erhardt et al en donde se encontraron niveles disminuidos de carotenoides y vitamina E en este grupo de pacientes; sin embargo cabe mencionar que estos autores midieron carotenoides séricos y no en piel como en nuestro estudio.

Por otro lado se encontró una correlación entre los niveles de carotenoides y el de triglicéridos (p= 0.013) así como con el índice de HOMA (p= 0.045) en los pacientes con esteatosis simple, hallazgos similares a lo reportado



previamente en la literatura fortaleciendo la evidencia de que altos niveles de estos antioxidantes podrían indicar un factor protector contra la dislipidemia y la resistencia a la insulina. (Sugiura et al., 2015)

Tanto la ingesta de carotenoides como los niveles en piel fueron más altos en mujeres que en hombres aunque la diferencia no es estadísticamente significativa. Esto pudiera deberse a que en general, y acorde a lo reportado en la ENSANUT 2016, las mujeres conocen más medidas y acciones a llevar a cabo para tener una alimentación más balanceada y saludable, ya sea por fines de salud o bien estéticos.

CONCLUSIONES

El presente estudio encontró una correlación significativa entre los niveles de carotenoides en piel y porcentaje de grasa corporal así como con niveles de triglicéridos, índice de HOMA y transaminasas en pacientes con esteatosis hepática no alcohólica; con estos hallazgos se fortalece la evidencia de que mayores niveles de carotenoides están relacionados con un mejor estado de salud y menor riesgo cardiovascular.

LITERATURA CITADA

Andersen, L., Jacobs D., Gross M., Schereiner P., Williams O., Duk-Hee L. (2017) 'Longitudinal associations between body mass index and serum carotenoids: the CARDIA study. Br J Nutr, 2006 (95), pp. 358–365.
Bonet M., Ribot J., Palou A. (2016) Carotenoids in Nature. Suiza. Springer
Castro-Martínez M., Banderas-Lares D., Ramírez-Martínez J., Escobedo-de la Peña J.

(2012) "Prevalencia de hígado graso no alcohólico en individuos con síndrome metabólico", Cir Cir (80) 128–132.

Chen G., Ni Y., Nagata N., Xu L., Ota T. (2016) 'Micronutrient antioxidants and nonalcoholic fatty liver disease' Int. J. Mol Sci. (17) 1379.

Erhardt A., Stahl W., Sies H., Lirussi H., Donner A, (2011) 'Plasma Levels of Vitamin E and Carotenoids are decreased in patients with Nonalcoholic Steatohepatitis (NASH) Eur J Med Res (16) 76–78.

Lee D., Gross M., Jacobs D. (2004) "Association of Serum Carotenoids and Tocopherols with Glutamytransferase: The Cardiovascular Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study" Clinical Chemistry (50), pp. 582–588.

Lizardi-Cervera J., Becerra-Laparra I., Chavez-Tapia N., Ramos-Ostos M., Uribe-Esquivel M. (2006) "Prevalencia de hígado graso no alcohólico y síndrome metabólico en población asintomática" Rev. Gastroenterol Mex. (71) pp. 453–459.

Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (2016)

Shamah L., Villalpando-Hernández S., Rivera-Dommarco J. (2006) Manual de procedimientos para proyectos de nutrición. Instituto Nacional de Salud Pública.

Simões I., Fontes A, Pinton P., Zischka H., Wieckowski M. (2018) "Mitochondria in non-alcoholic fatty liver disease" International Journal of Biochemistry and Cell Biology. (95) pp. 93–99.

Sugiura M., Nakamura M., Ikoma Y., Yano M., Ogawa K., Matsumoto H., Kato M., Ohshima M., Nagao A. (2006) "Serum carotenoid concentrations are inversely associated with serum aminotransferases in hyperglycemic subjects" Diabetes Research and Clinical Practice (71) pp. 82–91.

Sugiura M., Nakamura M., Ogawa K., Ikoma Y., Yano M. (2015) "High serum carotenoids associated with lower risk for the metabolic syndrome and its components among Japanese subjects: Mikkabi cohort study", British Journal of Nutrition (114) pp. 1674–1682.



Van Rensburg A., Wendhold, F. (2016) "Validity and Reliability of Field Resonance Raman Spectroscopy for Assessing Carotenoid Status" *J. Nutr Sci Vitaminol* (62) pp. 317–321.

Villaça G., Elaine S., Saboya C., Ramalho A. (2008) "Non-alcoholic Fatty Liver Disease and Its Relationship with the Nutritional Status of Vitamin A in Individuals with Class III Obesity", *Obes Surg* (18) 378–385.

Villatoro-Villar M., Mendiola-Fernandez R., Alcaráz-Castillo X., Mondragón-Ramirez G. (2015) "Correlación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en la evaluación del sobrepeso y la obesidad" *Rev Sanid Milit Mex* (69) pp. 568–578.

Yilmaz B, Sahin K, Bilen H, Bahcecioglu IH, Bilir B, Ashraf S, Halazun KJ, Kucuk O. Carotenoids and non-alcoholic fatty liver disease. *HepatoBiliary Surg Nutr* 2015;4(3):161-171.



EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE FIBRA INSOLUBLE SOBRE LA MICROBIOTA CECAL Y FECAL EN CONEJOS DE ENGORDA POSITIVOS A ENTEROPATÍA EPIZOÓTICA

Puón-Peláez XD1, McEwan NR2, Álvarez-Martínez RC3, Mariscal-Landín G4, Nava-Morales GM5, Mosqueda-Gualito JJ3, Olvera-Ramírez AM3

1) Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México 2) School of Pharmacy and Life Sciences, Robert Gordon University, Aberdeen, Scotland 3) Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. 4) Centro Nacional de Investigación en Fisiología Animal – INIFAP, Ajuchitlán Querétaro, México 5) Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

INTRODUCCIÓN.

La enteropatía epizootica del conejo (EEC), es una enfermedad digestiva que afecta la producción cunícola mundial (1). En México, representa el 32% de los padecimientos digestivos y ocasiona pérdidas hasta el 20% en el número de gazapos destetados (2). Aunque su etiología de la EEC no está completamente descrita, algunos autores (3, 4, 5, 6) reportan que *Bacteroides* y *Clostridium perfringens* y sus toxinas están relacionadas con la enfermedad. Sin embargo, otros autores (10, 11, 12) han encontrado diferentes microorganismos y familias involucradas, o hasta una reducción taxonómica de la diversidad y cambios en diferentes poblaciones. No obstante, a pesar de no saberse con exactitud los microorganismos realmente relacionados con la enfermedad, el uso de antibiótico por vía oral ha sido el tratamiento utilizado para su control (7, 13, 14). Lo cual incrementa la resistencia

bacteriana (9), los cambios en la diversidad de la microbiota cecal (2, 15), y posiblemente de los metabolitos producidos y absorbidos en el ciego (3). Por lo que es imprescindible revisar otras alternativas para poder controlar dicha enfermedad. La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la inclusión de fibra detergente neutro sobre la microbiota cecal de conejos con EEC durante la etapa de engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El experimento se realizó en la unidad de experimentación cunícola no. 2 localizada en el campus Amazcala de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. La cual está ubicada en Amazcala, Municipio del Marqués, a los 20° 42' 40.8 N y 100° 15' 24.7" O con altura de 1930 msnm; con clima de tipo templado semi seco y con precipitación anual promedio de 400 a 500 mm³ (16). Cuatro grupos de 4 conejos de raza Nueva Zelanda de 32 días de edad fueron



alojados en jaulas tipo americana (90X60X40) con comedero y bebedero, la alimentación fue *ad libitum* con las dietas asignadas a cada grupo. Los grupos experimentales fueron: T1: Sanos con dieta FDN 31%, T2: Sanos con dieta FDN 36%, T3: Positivos a EEC con dieta FDN 31%, T4: Positivos a EEC con la dieta FDN 36%. La dieta experimental se elaboró con un incremento de fibra detergente neutro de 31% y un 36%. Las dietas se formularon con los mismos ingredientes: harina de alfalfa, pasta de canola, salvado de trigo, harina de girasol, sal común, carbonato de calcio, vitaminas y minerales.

Durante el experimento se evaluó dolor y sufrimiento conforme lo establece la Comisión Ética Asesora para la Experimentación Animal, Universidad de Zaragoza (17). A los 70 días de edad, se tomaron muestras de cecotrofos y heces de los conejos. La recolección se realizó utilizando collares cónicos de poliuretano (6cm de diámetro angosto y 27cm de diámetro ancho), los cuales se colocaron durante cuatro horas (7:00 a 11:00 am). Las muestras obtenidas (cecotrofos y heces) fueron colocadas en tubos de 1.5 ml libres de ARNasas y ADNasas y congeladas al momento en nitrógeno líquido, para su conservación y transporte al laboratorio de Microbiología Veterinaria, de la FCN, UAQ, donde fueron guardadas a -80 °C. Posteriormente se realizó la extracción de DNA mediante un kit comercial de extracción con columnas de sílice y micro perlas (QIAamp, Qiagen) y se verificó la integridad del DNA por gel de agarosa y se colocaron en tubos de 1.5 ml

libres de ARNasas y ADNasas, con un total de 50 ng en un volumen de 10 µl y evaluada por espectrofotometría (Nanodrop, ThermoFisher Scientific Inc.) con las relaciones 260/230 y 260/280 mayor a 1.5. Las muestras se enviaron a la Unidad de Secuenciación e Identificación de Polimorfismos Instituto Nacional de Medicina Genómica en la Ciudad de México, donde se realizó la secuenciación (Illumina MiSeq® System) de la región V3-V4 del gen 16s. Las secuencias obtenidas se procesaron filtrando las lecturas de baja calidad y recortando los adaptadores de la secuenciación, dejando lecturas de 480pb con Trimmomatic (18), adicionalmente se hizo una inspección de la calidad de los datos con FastQC (19). Posteriormente, se realizó la guía de trabajo propuesta por Callahan y colaboradores (20), utilizando el software R Project for Statistical Computing, para determinar la abundancia y la diversidad. Por último, la comparación de los datos se llevó a cabo mediante un PERMANOVA siguiendo la metodología descrita en el manual del paquete Vegan (21).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De las muestras cecales se procesaron 846,589 secuencias, de las cuales se obtuvieron 419,240 unidades taxonómicas operacionales (OTU), que se agruparon en 80 géneros (Cuadro 1). En la prueba PERMANOVA se encontró diferencia al comparar los sanos con los enfermos ($P= 0.05$), las comparaciones de grupo y dieta no presentaron diferencia.



| Cuadro 1. Secuencias obtenidas de muestras cecales | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Data | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Número de secuencias | 164,382 | 259,136 | 272,098 | 150,978 |
| Operational Taxonomic Unit (OTU's) | 92,293 | 89,465 | 154,381 | 83,101 |
| Géneros identificados | 33 | 35 | 72 | 35 |

En los grupos control (EEC- 31% FDN y EEC+ 31% FDN) se obtuvieron 164,382 y 272,098 secuencias y en los grupos con tratamiento (EEC- 36% FDN y EEC+ 36% FDN) se obtuvieron 259,136 y 150,978 secuencias. Los phyla más abundante en todos los grupos fueron Bacteroidetes y Firmicutes, en el caso de las familias más abundantes podemos mencionar, *Ruminococcaceae*, *Bacteroidaceae*, *Clostridiales_vadinBB60_group* y *Barnesiellaceae* destacándose los géneros *Bacteroides*, *Alistipes* y *Ruminococcaceae*.

Las familias más abundantes para el grupo EEC- 31% FDN *Firmicutes* 51%, *Bacteroidetes* 34%, *Tenericutes* 5%, *Proteobacteria* 3%, *Cyanobacteria* 2% y otros 5%, siendo los géneros más abundantes: *Oscilibacter* 18.33%, *Bacteroides* 9.85%, *Lachnoclostridium* 6.98%, *Parabacteroides* 5.40% y *Akkermansia* 3.67%. En el caso del grupo EEC+ 31% FDN los phyla fueron: Bacteroidetes 43%, Firmicutes 37%, Tenericutes 10%, Proteobacteria 3%, Cyanobacteria 1% y otros 6%, donde los géneros más abundantes fueron:

Bacteroides 17.53%, *Rumminococcus* 10.41%, *Parabacteroides* 8.26% y *Akkermansia* 0.35%. Los phyla más abundantes en el grupo EEC- 36% FDN fueron: Firmicutes 62%, Bacteroidetes 21%, Tenericutes 6%, Proteobacteria 4%, Cyanobacteria 2% y otros 5%, en los cuales los géneros más abundantes fueron: *Rumminococcus* 15.66%, *Bacteroides* 12.36%, *Lachnoclostridium* 11.60%, *Oscilibacter* 6.03% y *Akkermansia* 2.40%. Para el grupo EEC+ 36% FDN los phyla fueron: Firmicutes 47%, Bacteroidetes 35%, Tenericutes 4%, Proteobacteria 3%, Cyanobacteria 3% y otros 8% y los géneros fueron: *Oscilibacter* 13.83%, *Lachnoclostridium* 10.06%, *Rumminococcus* 8.81% y *Akkermansia* 2.04%.

En el caso de las muestras fecales se procesaron 1, 152,003 secuencias, de las cuales se obtuvieron 893,555 unidades taxonómicas operacionales (OTU) y se agruparon en 90 géneros bacterianos (Cuadro 2). En la prueba PERMANOVA se encontró diferencia en todas las comparaciones, grupo (P= 0.03), dieta (P= 0.01) y sanos vs enfermos (P= 0.03).



| Cuadro 2. Secuencias obtenidas de muestras fecales | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Data | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Número de secuencias | 256,412 | 268,214 | 384,230 | 243,146 |
| Operational Taxonomic Unit (OTU's) | 156,740 | 204,319 | 312,953 | 219,543 |
| Géneros identificados | 63 | 64 | 66 | 58 |

En los grupos control (EEC- 31% FDN y EEC+ 31% FDN) se obtuvieron 256,412 y 384,230 secuencias y en los grupos con tratamiento (EEC- 36% FDN y EEC+ 36% FDN) se obtuvieron 268,214 y 243,146 secuencias. Los phyla más abundante en todos los grupos fueron Firmicutes y Verrucomicrobia, en el caso de las familias más abundantes podemos mencionar, Ruminococcaceae, Verrucomicrobiaceae,

Clostridiaceae y Lachnospiraceae destacándose los géneros Akkermansia, Ruminococcaceae_UCG-001 y Ruminococcus.

Las familias más para el grupo EEC-31% FDN Firmicutes 31%, Lachnospiraceae 12%, Ruminococcaceae 10%, Verrucomicrobiaceae 9% y los géneros más abundantes fueron: Ruminococcaceae_UCG-001 32.21%, Ruminococcus_1 21.31%, Lachnospiraceae_NK4A136_group 11.61%, Akkermansia 9.58% y Ruminiclostridium 5.74%. En el caso del grupo EEC+ 31% FDN los phyla fueron: Verrucomicrobia 57%, Firmicutes 27% y Bacteroidetes 3%, los géneros más abundantes fueron: Akkermansia

57.25%, Ruminococcus_1 15.73%, Ruminococcaceae_UCG-001 9.13%, Lachnospiraceae_NK4A136_group 3.95% y Alistipes 2.88%. Los phyla más abundantes en el grupo EEC- 36% FDN fueron: Firmicutes 67%, Bacteroidetes 7% y Verrucomicrobia 2%, los géneros más abundantes fueron: Ruminococcus 43.81%, Ruminococcaceae_UCG-001 23.03%, dgA-11_gut_group 4.04%, Bacteroides 3.85% y Ruminiclostridium 3.40%. Para el grupo EEC+ 36% FDN los phyla fueron: Firmicutes 54% y Verrucomicrobia 24%, los géneros fueron: Ruminococcus_1 27.30%, Akkermansia 23.60%, Ruminococcaceae_UCG-001 20.67% y Ruminiclostridium 5.70%.

En la microbiota cecal, al comparar los grupos entre si solo se observa diferencia entre animales sanos y enfermos. Sin embargo, al observar la descripción de la microbiota de los grupos experimentales, el grupo T3 el cual corresponde a animales positivos a EEC con dieta control, presenta mayor cantidad de géneros como lo describen Abecia *et al.* (5) y Jin *et al.* (6), que en los conejos con signología positiva a EEC. No obstante, al observar los phyla y familias más



abundantes difieren de los reportados por los autores antes mencionados en los grupos positivos al síndrome, pero son similares a lo reportado en grupos de conejos que fueron los únicos sobrevivientes de su camada (5). Los grupos T1, T2 y T4 presentan características de su microbiota muy similares entre sí y se asemejan a la microbiota de conejos sanos reportada por otros autores (2, 5, 6, 22). Respecto a los cambios en la riqueza de la microbiota, el grupo T3 presentan un perfil similar a lo reportado en estudios anteriores (2, 4, 13), con una mayor abundancia en la familia Bacteroides, en comparación con el grupo T4 positivo al síndrome que recibió la dieta con 36% de FDN, que presentó un perfil similar al grupo T1; sin embargo, los géneros asociados a la EEC en este trabajo difieren a lo reportado por otros autores (2, 6, 12) quienes reportaron el género *Escherichia* el cual no se halló en el presente estudio. No obstante, la presencia de *Akkermansia muciniphila* en los grupos positivos a EEC encontrados en este trabajo y su posterior disminución en los grupos tratados la asocia fuertemente a este síndrome. Cabe destacar que con un 36% de FDN es posible manipular la microbiota cecal de conejos enfermos, lo cual se refleja en una disminución de la actividad proteolítica y un aumento en las comunidades hemicelulolíticas de conejos positivos a EEC.

Respecto a las muestras fecales se observó una clara diferencia en la prueba de PERMANOVA, sin embargo, cabe mencionar que los estudios sobre esta

enfermedad se enfocan en las muestras cecales. No obstante, podemos observar como se ve afectada la microbiota colónica con este síndrome por el aumento en la familia *Verrucomicrobia* a la cual pertenece *Akkermansia muciniphila*, género más abundante en el grupo T3.

CONCLUSIONES.

La inclusión de un porcentaje de 31% de FDN, tiene un efecto positivo sobre los signos asociados a EEC, sin embargo, no soluciona la disbiosis que causa dicho síndrome. No obstante, la inclusión de 36% de FDN, permite manipular la microbiota cecal de conejos enfermos; lo cual se refleja en una disminución de la actividad proteolítica y un aumento en las comunidades hemicelulolíticas de conejos positivos a EEC.

LITERATURA CITADA

1. Le Bouquin, S., Jobert, J. L., Larour, G., Balaine, L., Eono, F., Boucher, S., ... & Michel, V. (2009). Risk factors for an acute expression of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome in rabbits after weaning in French kindling-to-finish farms. *Livestock science*, 125(2-3), 283-290.
2. Bäuerl, C., Collado, M. C., Zúñiga, M., Blas, E., & Martínez, G. P. (2014). Changes in cecal microbiota and mucosal gene expression revealed new aspects of epizootic rabbit enteropathy. *PLoS One*, 9(8), e105707. from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0105707>
3. Dewrée, R., Meulemans, L., Lassence, C., Desmecht, D., Ducatelle, R., Mast, J., ... & Marlier, D. (2007). Experimentally induced epizootic rabbit enteropathy: clinical, histopathological, ultrastructural, bacteriological and haematological findings. *World Rabbit Science*, 15(2).
4. Romero, C., Nicodemus, N., Jarava, M. L., & Menoyo, D. (2011). Characterization of



Clostridium perfringens presence and concentration of its α -toxin in the caecal contents of fattening rabbits suffering from digestive diseases. *World Rabbit Science*, 19(4), 177-189.

5. Abecia, L., Rodríguez-Romero, N., Martínez-Fernández, G., Martínez-Vallespín, B., & Fondevila, M. (2017). Pyrosequencing study of caecal bacterial community of rabbit does and kits from a farm affected by epizootic rabbit enteropathy. *World Rabbit Science*, 25(3), 261-272.

6. Jin, D. X., Zou, H. W., Liu, S. Q., Wang, L. Z., Xue, B., Wu, D., ... & Peng, Q. H. (2018). The underlying microbial mechanism of epizootic rabbit enteropathy triggered by a low fiber diet. *Scientific reports*, 8(1), 12489.

7. Dip R, Nemet Z, Schiessl B, Klein U, Strehlau G. Efficacy and tolerability of early administration of valnemulin hydrochloride premix on epizootic rabbit enteropathy. *Vet J*. 2015;204(3):309–14.

8. Bywater R, McConville M, Phillips I, Shryock T. The susceptibility to growth-promoting antibiotics of *Enterococcus faecium* isolates from pigs and chickens in Europe. *J Antimicrob Chemother*. 2005;56(3):538–43.

9. Gomez MS, García J, Chamorro S, Eiras P, Rebollar PG, Pérez De Rozas A, et al. Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J Anim Sci*. 2007;85(12):3313–21.

10. Pérez de Rozas M, Carabaño R, García J, Rosell J, Díaz J V, Barbé J, et al. Etiopatogenia de la enteropatía epizootica del conejo. XXX Symp Cunicult Valladolid Ed Boletín Cunicult lagomorpha. 2005;139(1):167–74.

11. Huybens, N., Houeix, J., Licois, D., Mainil, J., & Marlier, D. (2013). Pyrosequencing of epizootic rabbit enteropathy inocula and rabbit caecal samples. *The Veterinary Journal*, 196(1), 109-110.

12. Marlier, D., Dewrée, R., Lassence, C., Licois, D., Mainil, J., Coudert, P., ... & Vindevogel, H. (2006). Infectious agents associated with epizootic rabbit enteropathy: isolation and attempts to reproduce the syndrome. *The Veterinary Journal*, 172(3), 493-500.

13. Xiccato G, Trocino A, Carraro L, Fragkiadakis M, Majolini D. Digestible fibre to starch ratio and antibiotic treatment time in growing rabbits affected. *Nutrition and Digestive Physiology*. Italia; 2007 Jun;847–52.

14. Jacquier, V., S. Combes, I. P. Oswald, C. Rogel-Gaillard, and T. Gidenne. 2014. "Early Modulation of the Cecal Microbial Activity in the Young Rabbit with Rapidly Fermentable Fiber: Impact on Health and Growth." *Journal of Animal Science* 92 (12): 5551–59. doi:10.2527/jas2014-7604.

15. Wiseman J. Methods to estimate the health status and to measure the risk of digestive troubles related with major nutrients imbalance. In: de Blas C, Wiseman J, editors. *Nutrition of rabbit*. CAB Intern. Francia: CAB; 2010. p. 179–99.

16. INAFED, E. D. P. (2014). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*.

17. Comisión Ética Asesora para la Experimentación Animal. *Evaluación del dolor en el conejo*. Zaragoza, España; 2013.

18. Bolger, A. M., Lohse, M., & Usadel, B. (2014). Trimmomatic: A flexible trimmer for Illumina Sequence Data. *Bioinformatics*, btu170.

19. Andrews S. 2018. FastQC A Quality Control tool for High Throughput Sequence Data. <http://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>

20. Callahan, B. J., Sankaran, K., Fukuyama, J. A., McMurdie, P. J., & Holmes, S. P. (2016). Bioconductor workflow for microbiome data analysis: from raw reads to community analyses. *F1000Research*, 5.

21. Oksanen J, F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlinn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs, Helene Wagner. 2019. *Community Ecology Package*. <https://github.com/vegandevs/vegan>

22. Zhu, Y., Wang, C., & Li, F. (2015). Impact of dietary fiber/starch ratio in shaping caecal microbiota in rabbits. *Canadian journal of microbiology*, 61(10), 771-784.



ANÁLISIS EN LA INGESTA NUTRICIONAL Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL ENTRE JÓVENES UNIVERSITARIOS PRACTICANTES DE BALONCESTO, VOLEIBOL Y FÚTBOL

Ramírez-Reséndiz NI1, Rodríguez García Elizabeth2, Aguilar Galarza BA3, Pérez Aguilar MJ4, Sandoval Cuellar JMA5, Manoatl de la Cruz EA6, Vázquez González D7, López Martínez FJ8, Anaya-Loyola MA1.

1Especialidad en Nutrición, Activación Física y Salud. 2Clínica Universitaria de Nutrición Dr. Carlos Alcocer Cuarón. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Av. De las Ciencias S/N. Juriquilla, Querétaro. 76230.

INTRODUCCIÓN

El deporte dentro de la universidad es un ambiente de esparcimiento mental y social para los estudiantes, que hacen de este un escape de la cotidianidad académica y sistemática de las carreras profesionales que ofrecen las instituciones de educación superior, por que convierten dicho espacio en un nicho de transformación y aprendizaje personal. Por consiguiente, el ser deportista es un privilegio que encierra diferentes requerimientos psicológicos, mentales y sobre todo físicos que hacen de una persona del promedio alguien sobresaliente en una disciplina deportiva (Gómez López, 2010).

Aunque el deporte universitario siempre se ha manejado como una actividad para todos, también es cierto que el significado de selección representativa Universitaria encierra un concepto de carácter competitivo, lo que termina llevando a escoger para cada equipo los mejores individuos en la especificidad de cada disciplina deportiva. Es en este

punto donde todo tipo de pruebas se hacen necesarios en cada equipo, como las pruebas psicológicas, técnico-tácticas, los test de funcionalidad y las pruebas antropométricas, siendo estas últimas las más populares por sus resultados precisos y objetivos, entregándole a cada entrenador herramientas necesarias para el análisis de selección y formación de los deportistas.

Actualmente el estudio de la composición corporal se ha convertido en un factor importante, dentro de las variables de condición física necesarias para el desarrollo de cualquier deporte. Además, se ha sugerido que el porcentaje de grasa corporal puede influenciar la carga que un jugador puede soportar durante un partido, por tanto un porcentaje de grasa corporal bajo crearía menor demanda fisiológica (Rico -Sanz, 1997).

Se ha observado que el tamaño del cuerpo del jugador hace que dicho jugador adquiera ciertas habilidades y mecanismos gravitacionales que se



relacionan en mayor medida con ciertos roles dentro del equipo (Reilly, 1996)

Dentro de la población deportista, la valoración del componente de masa muscular tiene interés debido a la amplia variedad de modalidades deportivas, en que los atletas difieren más en su desarrollo muscular, que en la cantidad de grasa corporal; siendo determinante en el rendimiento físico, más que la propia grasa. La fuerza es una cualidad cada vez más importante en el gesto deportivo, existiendo una relación directa entre la fuerza máxima y la masa muscular. Por tanto, a la hora de elaborar el perfil fisiológico de los atletas, la masa muscular puede ser un parámetro esencial (Martin, 1990; Spent, 1993).

El rendimiento deportivo está condicionado por un conjunto de factores entre los que se incluyen los factores genéticos, el entrenamiento, la motivación, las condiciones físicas, el medio ambiente y la nutrición (Terrados y Leibar, 2002)

La alimentación debe ser suficiente, equilibrada y adaptada a cada individuo de acuerdo a sus características personales, necesidades energéticas y tipo de actividad que realiza. En este sentido la alimentación del deportista, como la de cualquier otra persona, debe realizarse atendiendo a sus necesidades nutricionales (Grijota, Barrientos, Casado, Muñoz, Robles y Maynar, 2016).

Con el entrenamiento se produce un importante aumento de los procesos metabólicos, lo que conlleva a un mayor gasto de sustratos energéticos, de elementos fundamentales como hidratos

de carbono, lípidos, vitaminas y minerales que se pierden, por ejemplo, a través del sudor o por su utilización para obtener energía en el metabolismo (Jnekins, 1993; Maughan 2008).

Por otro lado, podemos decir que un déficit de nutrientes causado por una mala alimentación podría provocar una disminución en la capacidad del esfuerzo físico de cualquier persona (González-Gross, Anget, Ruíz y Castillo, 2001).

En este caso, tratamos tres deportes (baloncesto, fútbol y voleibol) intermitentes que alternan periodos de esfuerzo cortos de máxima intensidad sucedidos de periodos de descanso alternos cuya duración total es aeróbica, dando lugar a una compleja participación de los tres sistemas de obtención energía. Por lo tanto, los objetivos perseguidos con la realización de este trabajo son analizar la composición corporal y la ingesta nutricional en jóvenes universitarios que ingresan a un equipo de voleibol, baloncesto y fútbol representativo para competencia, con el fin de evaluar posibles factores de riesgo y así evitar problemas a la salud causados por la práctica del ejercicio.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio transversal, descriptivo participaron 24 estudiantes de ambos sexos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) (8 mujeres y 16 hombres), con edades entre 18 y 29 años. Los participantes fueron instruidos para



no realizar actividad física 24 horas antes de la medición.

Una vez firmado el consentimiento informado (aprobado por el comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ, se le aplicó a cada participante una evaluación médica, incluyendo medición de la presión arterial, complementada con el cuestionario de estratificación de riesgo para la evaluación previa a la práctica del ejercicio, establecido por la American Heart Association (AHA) y el American College of Sports Medicine (ACSM). El consumo dietario se determinó mediante un cuestionario de frecuencia de alimentos semi-cuantitativo (NUTRIDIET) conteniendo 116 alimentos y a su vez se aplicó un recordatorio de 24 horas.

Para evaluar el gasto de energía en METS por día, se les aplicó el un cuestionario de actividad física en formato de 24 y una historia clínica nutricional. Además, se midieron parámetros antropométricos como: estatura, peso, circunferencias de brazo en relajación, brazo en contracción máxima, cintura mínima, cintura al ombligo, cadera, pantorrilla, pliegue subescapular, tricípital, bicipital, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo, pantorrilla y diámetros humeral y femoral. Dichas mediciones se realizaron en base a los estándares establecidos por la ISAK utilizando una cinta antropométrica metálica Lufkin (rango de medición 0-220cm), un plicómetro Slim Guide (apertura de 80mm, precisión de 2mm) y un antropómetro SmartMET (apertura de 154mm, precisión de 1mm).

Se analizó la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica (BIA) en un equipo de multifrecuencia (seca medica Body Composition Analyzer) con capacidad para 300 kg y compuesto por 16 electrodos. El consumo dietario se determinó mediante un cuestionario de frecuencias de alimentos semi-cuantitativo computarizado (NUTRIDIET) conteniendo 116 alimentos, con el que se estimó la tendencia de los participantes al consumo frecuente de determinados alimentos.

Así mismo, se recolectó una muestra de 10 mL de sangre en ayuno para determinar concentraciones de glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, albúmina, proteínas totales, nitrógeno ureico en sangre, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL, colesterol VLDL, eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, volumen globular medio, concentración media de hemoglobina, concentración media de hemoglobina corpuscular, plaquetas, volumen plaquetario medio, leucocitos totales, linfocitos, neutrófilos y mezcla de monocitos, basófilos y eosinófilos, por medio de un equipo semiautomatizado Mindray BS120. Se les pidió llenar un frasco con una muestra de orina en ayunas para para evaluar color, aspecto, densidad, pH, presencia de glucosa, cuerpos cetónicos, hemoglobina, proteína, urobilinógeno, nitrógeno y leucocitos, mediante tiras reactivas Multistix 10SG.

El análisis de datos incluyó estadística descriptiva, mostrando las medias y desviación estándar de las variables de



composición corporal, clínicas, dietarias y de actividad física.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran las principales diferencias del análisis de las características generales y de composición corporal (obtenida por bioimpedancia eléctrica) de acuerdo al sexo y tipo de deporte realizado.

Se reportó el Índice de masa corporal, a pesar de que es un parámetro muy cuestionado en el ámbito deportivo. Por ejemplo, en el cuadro 1 podemos observar como dicho índice muestra peso

normal en las mujeres practicantes de voleibol, sin embargo, el porcentaje de grasa de estas mismas se muestra levemente por encima del rango normal. En comparación tenemos a las mujeres practicantes de baloncesto con una media de IMC muy cercana al sobrepeso y un porcentaje de grasa más elevado que las jugadoras de voleibol (cuadro 2).

En relación a la cantidad de masa muscular en brazos se encuentra dentro del rango en las practicantes de voleibol mientras que en las jugadoras de baloncesto se observa notablemente disminuida (cuadro 2).

Cuadro 1. Características generales y composición corporal en mujeres practicantes de Voleibol

| MUJERES | Total | | | Voleibol | | |
|---|----------|---|---------|----------|---|---------|
| | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
| Índice de masa corporal, kg /m ² | 21.4 | ± | 2.498 | 21.4 | ± | 2.498 |
| Grasa Corporal, % | 29.64 | ± | 4.892 | 29.64 | ± | 4.892 |
| Grasa Corporal, kg | 18.3 | ± | 5.105 | 18.3 | ± | 5.105 |
| Masa libre de grasa, kg | 42.62 | ± | 5.176 | 42.62 | ± | 5.176 |
| Masa muscular, kg | 19.602 | ± | 3.225 | 19.602 | ± | 3.225 |
| Masa muscular (torso), kg | 8.186 | ± | 1.558 | 8.186 | ± | 1.558 |
| Masa muscular (pierna derecha), kg | 4.562 | ± | 0.654 | 4.562 | ± | 0.654 |
| Masa muscular (pierna izquierda), kg | 4.572 | ± | 0.616 | 4.572 | ± | 0.616 |
| Masa muscular (brazo izquierdo), kg | 1.116 | ± | 0.238 | 1.116 | ± | 0.238 |
| Masa muscular (brazo derecho), kg | 1.17 | ± | 0.251 | 1.17 | ± | 0.251 |
| Agua corporal total, L | 31.1 | ± | 4.039 | 31.1 | ± | 4.039 |
| Agua extracelular, L | 12.9 | ± | 1.62 | 12.9 | ± | 1.62 |
| Edad | 41.6 | ± | 1.14 | 41.6 | ± | 1.14 |
| Peso, kg | 60.92 | ± | 9.142 | 60.92 | ± | 9.142 |
| Estatura, m | 1.686 | ± | 0.085 | 1.686 | ± | 0.085 |
| Gasto energético total, kcal | 2495.302 | ± | 331.459 | 2495.302 | ± | 331.459 |



Cuadro 2. Características generales y de composición corporal en mujeres practicantes de baloncesto.

| Variable | Total | | | Mujeres | | |
|---|--------|---|----|---------|---|---------|
| | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
| Índice de masa corporal, kg /m ² | 24.9 | | | 24.9 | ± | 4.511 |
| Grasa Corporal, % | 31.893 | | | 31.893 | ± | 6.179 |
| Grasa Corporal, kg | 19.713 | | | 19.713 | ± | 6.403 |
| Masa libre de grasa, kg | 40.937 | | | 40.937 | ± | 3.813 |
| Masa muscular, kg | 18.973 | | | 18.973 | ± | 2.136 |
| Masa muscular (torso), kg | 8.197 | | | 8.197 | ± | 0.712 |
| Masa muscular (pierna derecha), kg | 4.363 | | | 4.363 | ± | 0.66 |
| Masa muscular (pierna izquierda), kg | 4.38 | | | 4.38 | ± | 0.601 |
| Masa muscular (brazo izquierdo), kg | 0.983 | | | 0.983 | ± | 0.085 |
| Masa muscular (brazo derecho), kg | 1.05 | | | 1.05 | ± | 0.105 |
| Agua corporal total, L | 30.033 | | | 30.033 | ± | 2.909 |
| Agua extracelular, L | 12.2 | | | 12.2 | ± | 1.418 |
| Peso, kg | 60.65 | | | 60.65 | ± | 9.71 |
| Estatura, m | 1.563 | | | 1.563 | ± | 0.038 |
| Gasto energético total, kcal | 2539.5 | | | 2539.5 | ± | 418.328 |

AEC= Agua extracelular, ACT= Agua corporal total

Cuadro 3. Características generales y de composición corporal en hombres practicantes de baloncesto.

| Variable | Total | | | Hombres | | |
|---|--------|---|-------|---------|---|-------|
| | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
| Índice de masa corporal, kg /m ² | 25.23 | ± | 3.732 | 25.23 | ± | 3.732 |
| Grasa Corporal, % | 24.544 | ± | 7.678 | 24.544 | ± | 7.678 |
| Grasa Corporal, kg | 18.878 | ± | 8.581 | 18.878 | ± | 8.581 |
| Masa libre de grasa, kg | 55.172 | ± | 4.572 | 55.172 | ± | 4.572 |
| Masa muscular, kg | 27.456 | ± | 2.934 | 27.456 | ± | 2.934 |
| Masa muscular (torso), kg | 13.106 | ± | 1.318 | 13.106 | ± | 1.318 |
| Masa muscular (pierna derecha), kg | 5.574 | ± | 0.731 | 5.574 | ± | 0.731 |
| Masa muscular (pierna izquierda), kg | 5.55 | ± | 0.695 | 5.55 | ± | 0.695 |
| Masa muscular (brazo izquierdo), kg | 1.588 | ± | 0.184 | 1.588 | ± | 0.184 |
| Masa muscular (brazo derecho), kg | 1.646 | ± | 0.179 | 1.646 | ± | 0.179 |
| Agua corporal total, L | 40.22 | ± | 3.384 | 40.22 | ± | 3.384 |
| Agua extracelular, L | 15.38 | ± | 1.46 | 15.38 | ± | 1.46 |
| Peso, kg | 74.05 | ± | 12.41 | 74.05 | ± | 12.41 |



| | | | | |
|------------------------------|-----------|---------|-----------|---------|
| Estatura, m | 1.714 ± | 0.067 | 1.714 ± | 0.067 |
| Gasto energético total, kcal | 3029.76 ± | 299.287 | 3029.76 ± | 299.287 |

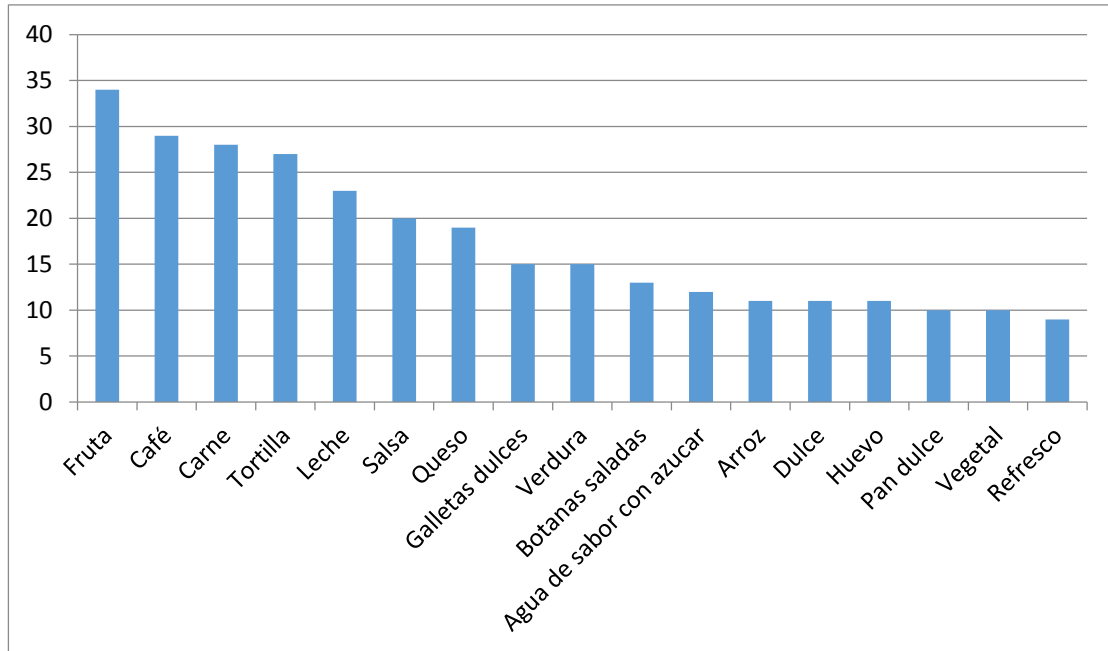
AEC= Agua extracelular, ACT= Agua corporal total

Cuadro 4. Características generales y de composición corporal en hombres practicantes de fútbol soccer.

| Variable | Total | | | Hombres | | |
|---|----------|---|-------|---------|---|-------|
| | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
| Índice de masa corporal, kg /m ² | 25.475 | ± | 4.991 | 25.475 | ± | 4.991 |
| Grasa Corporal, % | 21.326 | ± | 8.373 | 21.326 | ± | 8.373 |
| Grasa Corporal, kg | 15.601 | ± | 8.339 | 15.601 | ± | 8.339 |
| Masa libre de grasa, kg | 53.836 | ± | 5.187 | 53.836 | ± | 5.187 |
| Masa muscular, kg | 26.195 | ± | 3.302 | 26.195 | ± | 3.302 |
| Masa muscular (torso), kg | 12.22 | ± | 1.573 | 12.22 | ± | 1.573 |
| Masa muscular (pierna derecha), kg | 5.465 | ± | 0.716 | 5.465 | ± | 0.716 |
| Masa muscular (pierna izquierda), kg | 5.38 | ± | 0.717 | 5.38 | ± | 0.717 |
| Masa muscular (brazo izquierdo), kg | 1.554 | ± | 0.221 | 1.554 | ± | 0.221 |
| Masa muscular (brazo derecho), kg | 1.577 | ± | 0.246 | 1.577 | ± | 0.246 |
| Agua corporal total, L | 38.963 | ± | 4.075 | 38.963 | ± | 4.075 |
| Agua extracelular, L | 15.038 | ± | 1.46 | 15.038 | ± | 1.46 |
| Peso, kg | 69.438 | ± | 12.2 | 69.438 | ± | 12.2 |
| Estatura, m | 1.652 | ± | 0.032 | 1.652 | ± | 0.032 |
| Edad, años | 21.625 | ± | 3.777 | 21.625 | ± | 3.777 |
| Gasto energético total, kcal | 3084.296 | ± | 291.9 | 3084.3 | ± | 291.9 |

AEC= Agua extracelular, ACT= Agua corporal total

Gráfica 1. Frecuencia de consumo de alimentos



CONCLUSIONES

El diseño de cualquier programa de alimentación y acondicionamiento físico debe basarse en el análisis de las principales fuentes energéticas del deporte en particular. Debido a los componentes de velocidad y potencia necesarios para el rendimiento competitivo, la mayoría de los deportes de equipo son considerados anaeróbicos por naturaleza (Baechle, 1994).



PROPUESTA DE MANEJO PARA LA REDUCCIÓN DE SEDIMENTOS, MEDIANTE PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS EN LA SUBCUENCA PRESA PASO DE VAQUEROS

Ríos-Vázquez, J.¹, Pineda-López, R.F.¹.

¹Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ.

INTRODUCCIÓN

La priorización de cuencas es un proceso que permite ordenar el manejo de un conjunto de cuencas, es necesario conocer el tipo de cuenca, el medio biofísico, los sistemas productivos y la problemática social, para definir los criterios que orienten el manejo desde una óptica de eficiencia biofísica, oportunidades socioeconómicas o mecanismos de financiamiento.

La Subcuenca Paso de Vaqueros (SPV) se encuentra dentro de la cuenca del Pánuco, en su punto de salida se encuentra la Presa Paso de Vaqueros (PPV) que, mediante un trasvase proporciona agua potable hacia la ciudad de San Luis de la Paz, Guanajuato y localidades vecinas que pertenecen a la cuenca Lerma-Santiago (JAPASP, 2017).

Anteriormente la población usuaria se abastecía de agua subterránea del acuífero sobreexplotado Laguna Seca, el cual presenta altas cantidades de sales y metales pesados como el arsénico, así como caudales y rendimientos reducidos (Pulido, 2012); en el 2005 se construyó la PPV para el uso de agua superficial,

iniciando la extracción de agua en el 2013.

El azolvamiento de la PPV disminuye paulatinamente la capacidad de su almacenamiento y se estima una vida útil de 19 años (Aguilar, 2013), la demanda de agua es mayor cada año por el crecimiento de población y actividad industrial; de los 38,108 habitantes en 2005 aumentó 23% para 2010 con 49,491 habitantes (INEGI, 2010).

Para la elaboración de una propuesta de manejo es entonces, importante conocer a los actores que se involucran en la subcuenca; y la priorización es una herramienta que nos permite de manera planificada intervenir en la subcuenca para lograr un uso eficiente de esfuerzos y recursos económicos.

Es importante proponer de manera preventiva un buen manejo de la SPV mediante actividades de conservación, protección de suelos y biodiversidad para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico a largo plazo y mejorar al mismo tiempo la estructura y funcionalidad de la subcuenca para beneficio de sus habitantes.

Para la realización de un programa de manejo para la subcuenca que cuenta con 13,488 hectáreas, se requiere gran

inversión y tiempo para la ejecución de acciones, por lo que es importante ubicar áreas prioritarias a nivel de microcuencas que permitirá a los actores locales realizar una utilización de recursos más eficientes, y reducir el arrastre de sedimentos hacia la Presa Paso de Vaqueros.

En el presente trabajo se priorizaron las microcuencas con mayor impacto en la producción de sedimentos, lo cual se llevó a cabo con las metodologías de priorización por producción de sedimentos, morfometría y análisis multicriterio resultando la microcuenca Jalapa como la principal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

San Luis de la Paz es el segundo municipio más grande en extensión territorial del estado de Guanajuato, considerado puerta de la sierra Gorda, y más importante de dicha zona por su actividad agrícola y comercial. La subcuenca Presa Paso de Vaqueros se encuentra ubicada en la parte este del municipio, a 15 kilómetros de la cabecera municipal con dirección al municipio de Victoria por la carretera 110.

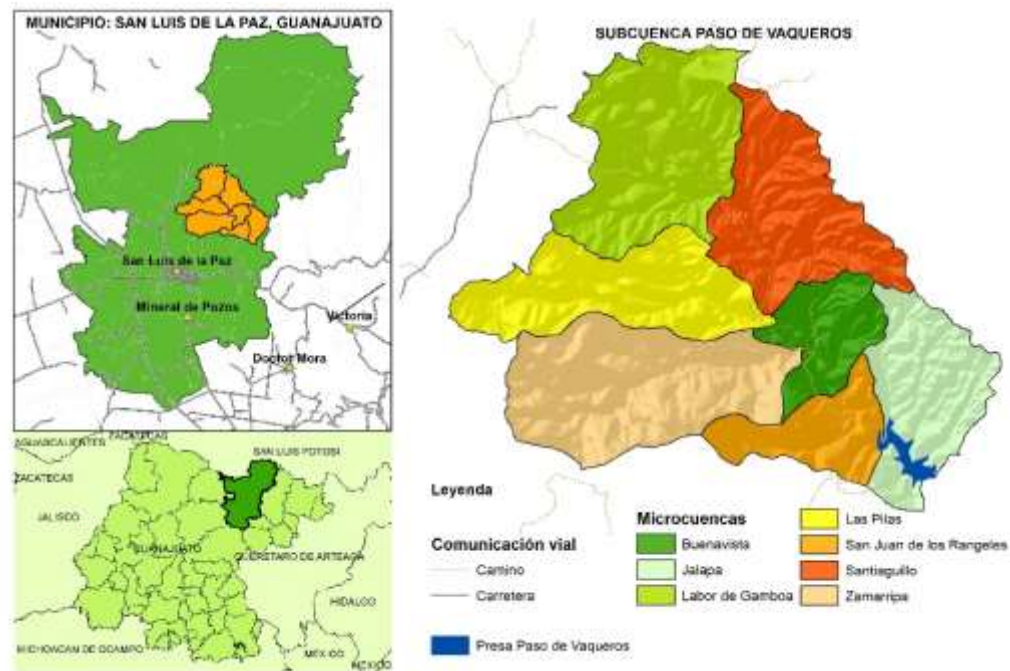


Figura 1. Localización de Subcuenca Paso de Vaqueros. Elaboración con datos de INEGI, 2015.

En la parte norte limita con la localidad de Milpillitas y cerro de Santiaguillo, en la parte sur se encuentra la Presa Paso de

Vaqueros y Mesa de Escalante, al este colinda con el municipio de Victoria y al oeste con el Cerro Prieto y la localidad



Labor de Gamboa. Tiene una superficie de 13,488 hectáreas donde se encuentran 7 microcuencas.

Priorización de microcuencas

Se llevó a cabo la priorización para facilitar el orden de atención que sirva como referente a los habitantes, autoridades municipales, estatales, federales, ONG's e instituciones que realizan actividades en la Subcuenca.

Se utilizaron los siguientes métodos de priorización:

Priorización por producción de sedimentos.

Priorización morfométrica

Priorización con análisis multicriterio

Priorización por producción de sedimentos estimados mediante KINEROS 2

En 2003, Kineros 2 fue integrado en una herramienta de información Geográfica denominada Automated Geospatial Watershed Assessment (Miller, 2002), creada para realizar más ágilmente la parametrización geométrica, hidrológica y sedimentológica de los elementos principales en los programas SWAT y KINEROS 2. Esta herramienta puede instalarse directamente en ArcGis.

Mediante AGWA, en K2 se pueden parametrizar los elementos planos y canales utilizando un Modelo de Elevación Digital (MED), una capa de cobertura de suelos y una capa de suelos. A partir de esta información y de tablas de propiedades de la cobertura de suelos (completadas mediante otras tablas incluidas en AGWA), el SIG es capaz de obtener de forma automática la sobreproducción de sedimentos.

Finalmente se priorizaron las microcuencas con mayor producción de sedimentos en orden descendente.

Priorización Morfométrica

Se estimaron los parámetros morfométricos de cada microcuenca: Índice de forma, relación de circularidad, coeficiente de compacidad, proporción de elongación, densidad hidrográfica, densidad de drenaje, longitud del cauce principal, tiempo de concentración y relación de bifurcación media.

De acuerdo con Kanth y Hassan 2012 citado por (López, 2012), los parámetros morfométricos lineales como: densidad de drenaje, relación de bifurcación media, y longitud del flujo superficial son directamente proporcionales a la erosionabilidad (valores altos de estos parámetros indican mayor erosionabilidad), por lo tanto para poder hacer la priorización, a la microcuenca que resultó con el valor más alto se le asignó el valor de 1, dicho valor de priorización irá disminuyendo para el resto de las microcuencas. Para los parámetros de forma como la relación de elongación, coeficiente de compacidad, relación de circularidad, y el Índice de forma, la asignación de valores será de manera inversa que a los parámetros lineales.

Posteriormente se promediaron los valores de cada microcuenca para obtener un valor compuesto y a partir de esto se volvió a dar un nivel de priorización (López, 2013).

Priorización con análisis multicriterio



Para aplicar este método, se utilizó el factor de ponderación modificado del Análisis Jerárquico propuesto por Saaty (1980), que se basa en comparaciones de los criterios, a partir de una matriz donde

el número de filas y columnas representan los criterios a evaluar, se definen los valores que pueden tomar cada uno de los parámetros en cada criterio.

Tabla 1. Matriz de análisis Jerárquico.

| Criterio | Sed (t/ha) | % zona agrícola | % zona urbana | Densidad de población | % de vías de comunicación y minería | Ponderación % |
|--|------------|-----------------|---------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------|
| Sed (t/ha) | 0.59 | 0.66 | 0.52 | 0.36 | 0.45 | 0.51 |
| % zona agrícola | 0.20 | 0.22 | 0.37 | 0.20 | 0.35 | 0.27 |
| % zona urbana | 0.08 | 0.04 | 0.07 | 0.20 | 0.15 | 0.11 |
| Densidad de población (hab/km ²) | 0.07 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.03 |
| % de vías de comunicación y minería | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.20 | 0.05 | 0.07 |

Fuente: Elaboración propia.

Para cada microcuenca se obtuvieron 14 parámetros agrupados en diferentes componentes: degradación, hidrológico, morfométrico, social y ambiental, los cuales contribuyen a la erosión; de éstos se eligieron 5 parámetros de los que contaban con mayor variación y que fueran significativos para integrarlos en la matriz de Análisis Jerárquico.

Priorización por producción de sedimentos

El modelo KINEROS 2 para la estimación de sedimentos, realiza primero una discretización para calcular por unidades de escurrimiento, de cada unidad de escurrimiento se obtuvo la producción en t/ha, por lo que se estimó la producción de sedimentos ponderada de cada microcuenca, se dio prioridad a las que cuentan con mayor producción de sedimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2. Producción de sedimentos por microcuenca

| No. | Microcuenca | Hectáreas | Sedimentos t/ha | Prioridad |
|-----|-------------|-----------|-----------------|-----------|
| 1 | Buenavista | 971.85 | 0.01 | 6 |
| 2 | Jalapa | 1,690.58 | 20.20 | 1 |



| | | | | |
|---|------------------------|----------|------|---|
| 3 | Labor de Gamboa | 2,616.7 | 0.02 | 5 |
| 4 | Las Pilas | 2,111.95 | 9.81 | 2 |
| 5 | San Juan de los Ranges | 1,064.58 | 0.01 | 7 |
| 6 | Santiaguillo | 2,196.42 | 0.63 | 4 |
| 7 | Zamarripa | 2,826.86 | 7.94 | 3 |

Fuente: Elaboración propia.

Priorización morfométrica

Cada parámetro morfométrico fue valorado de acuerdo al posible impacto que tendría en el tiempo de concentración de los escurrimientos. Por lo que para cada parámetro (lineales y de forma) de las microcuencas se les asignó un nivel de priorización de tal manera que el valor más crítico (más alto o bajo del parámetro, de acuerdo con el comportamiento del mismo) se le dio un

valor de 1 (mayor prioridad) y así sucesivamente hasta llegar al valor de prioridad 7 (menor prioridad).

El parámetro compuesto se obtuvo con el promedio de los valores numéricos de los parámetros morfométricos (lineales y de forma) y la microcuenca con el valor numérico más bajo se le asignó la prioridad 1, a medida que el valor era mayor la prioridad disminuía (Tabla 2).

Tabla 3. Priorización de las subcuencas usando parámetros morfométricos

| No. | Microcuenca | Parámetros Morfométricos | | | | | | | | Parámetro compuesto | Nivel de priorización |
|-----|------------------------|--------------------------|----|-----|----|----------|----|----|----|---------------------|-----------------------|
| | | Lineales | | | | De forma | | | | | |
| | | Dd | Dh | Rbm | Lc | If | Rc | Cc | Pe | | |
| 1 | Buenavista | 3 | 4 | 4 | 1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3.8 | 4 |
| 2 | Jalapa | 1 | 1 | 3 | 2 | 5 | 6 | 6 | 3 | 3.4 | 1 |
| 3 | Labor de Gamboa | 4 | 3 | 7 | 3 | 2 | 4 | 4 | 6 | 4.1 | 5 |
| 4 | Las Pilas | 5 | 5 | 5 | 4 | 6 | 1 | 1 | 2 | 3.6 | 3 |
| 5 | San Juan de los Ranges | 7 | 7 | 1 | 5 | 1 | 3 | 3 | 7 | 4.3 | 6 |
| 6 | Santiaguillo | 2 | 2 | 6 | 6 | 3 | 2 | 2 | 5 | 3.5 | 2 |
| 7 | Zamarripa | 6 | 6 | 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | 1 | 5.4 | 7 |

Fuente: Elaboración Propia.

El nivel de prioridad se agrupó en categoría de acuerdo al rango de variación de los valores del parámetro compuesto, se encontró que morfológicamente las microcuencas de

mayor prioridad son la 2, 6 y 4, ya que sus parámetros tienen una mayor influencia directa en la producción de sedimentos.



Priorización multicriterio

La priorización general multicriterio consistió en integrar la valoración ponderada de cada criterio por microcuenca y el resultado obtenido fue la prioridad de microcuencas, de tal forma que la microcuenca 2 tuvo la

mayor prioridad ya que reportó los indicadores de mayor valor en los criterios de degradación; en contraste, fue la microcuenca 6 la que tuvo la menor prioridad dados los bajos indicadores de priorización de los criterios analizados.

Tabla 4. Resultado de priorización multicriterio

Valores ponderados

| No. | Microcuenca | Sed (t/ha) | % zona agrícola | % zona urbana | Densidad de población | % de vías de comunicación y minería | Total | Prioridad |
|-----|------------------------|------------|-----------------|---------------|-----------------------|-------------------------------------|-------|-----------|
| 1 | Buenavista | 0.000 | 0.223 | 0.046 | 0.053 | 0.064 | 0.385 | 3 |
| 2 | Jalapa | 0.573 | 0.037 | 0.002 | 0.002 | 0.040 | 0.653 | 1 |
| 3 | Labor de Gamboa | 0.001 | 0.083 | 0.031 | 0.015 | 0.010 | 0.140 | 6 |
| 4 | Las Pilas | 0.278 | 0.032 | 0.004 | 0.005 | 0.019 | 0.338 | 4 |
| 5 | San Juan de los Ranges | 0.000 | 0.161 | 0.087 | 0.047 | 0.040 | 0.335 | 5 |
| 6 | Santiaguillo | 0.018 | 0.030 | 0.003 | 0.005 | 0.012 | 0.068 | 7 |
| 7 | Zamarripa | 0.225 | 0.103 | 0.035 | 0.026 | 0.005 | 0.394 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Comparación entre métodos de priorización

Los métodos de priorización asociados con la degradación de suelos nos dieron diferentes resultados, todos coincidieron que la microcuenca 2 (Jalapa) es la de mayor prioridad. Tomando en cuenta el

promedio de los 3 métodos, seguirían en orden descendente las microcuencas 4 (Las Pilas), 1 (Buenavista), la 3 (Labor de Gamboa) y finalmente la 5 (San Juan de los Ranges).

**Tabla 5. Comparación resultados priorización.**

| | Microcuenca | Priorización | | |
|---|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | Sedimentos | Morfométricos | Multicriterio |
| 1 | Buenavista | 6 | 4 | 2 |
| 2 | Jalapa | 1 | 1 | 1 |
| 3 | Labor de Gamboa | 5 | 5 | 6 |
| 4 | Las Pilas | 2 | 3 | 5 |
| 5 | San Juan de los Ranges | 7 | 6 | 3 |
| 6 | Santiaguillo | 4 | 2 | 7 |
| 7 | Zamarripa | 3 | 7 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Existe más similitud entre las metodologías de priorización con producción de sedimentos y morfometría, ya que están asociadas directamente con la degradación de suelos; en cambio el multicriterio es un análisis jerárquico de la degradación de suelos, parámetros ambientales y sociales.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo fue posible contar con una base de datos del medio biofísico y de las condiciones sociales y ambientales, que permitieron estimar la degradación de los suelos en las diferentes microcuencas de la Subcuenca Paso de Vaqueros. Además de que los criterios obtenidos ayudaron a priorizar las microcuencas, se identificó cuáles afectan de manera directa e indirecta la producción de sedimentos.

Se obtuvo el nivel de priorización de las microcuencas, lo cual nos permite conocer cuáles son las microcuencas que

requieren una intervención inmediata y que permitirá resultados a corto y mediano plazo en la disminución de arrastre de sedimentos hacia la Presa Paso de Vaqueros y recuperar la estructura y función de la subcuenca. Lo anterior nos permitirá hacer un uso eficiente de recursos económicos, humanos que promueven una gestión integrada de la subcuenca.

En la Subcuenca Paso de Vaqueros se han realizado diversos esfuerzos para la conservación y mantenimiento, el presente trabajo aporta para tener una visión integral de la problemática y promover el uso eficiente de recursos por parte del municipio e instituciones involucradas.

LITERATURA CITADA

Aguilar, 2013. Conservación y Restauración de la Cuenca de la Presa Paso de Vaqueros. Dirección General de Fomento y Desarrollo Económico, San Luis de la Paz, Guanajuato. 40 p.
INEGI. (2010). México en Cifras. Información nacional, por entidad federativa y municipios.



Recuperado el 15 de agosto de 2012 de: www.inegi.org.mx

JAPASP (Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de San Luis de la Paz, Gto.), 2017. Presa Paso de Vaqueros. De <http://www.japasp.gob.mx/web/index.php/88-slideshow/119-be-involved>.

López, N. A., 2013. Priorización de subcuencas en función de la degradación de suelos de la cuenca Yosocuta, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

López, P. A., Martínez, M. M. R., 2012. El análisis morfométrico como una propuesta de priorización de subcuencas para la restauración hidrológica. XXXVI Congreso Nacional de la

Ciencia del Suelo, noviembre, 2012, Zacatecas, México.

Miller, S. N., et. al. (2002) Gis-Based Hydrologic Modeling: The Automated Geospatial Watershed Assessment Tool. U. S. D. A. – ARS Southwesr Watershed Research. pp. 2 – 11.

Pulido-Madrigal, L.; Simuta - Champo, R.; González - Meraz, J.; Saucedo, H. Producción Agrícola Sustentable en Condiciones de Sobreexplotación de Agua Subterránea. Terra Latinoamericana, vol. 30, núm. 4, 2012, pp 303-313, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Chapingo, México.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE VITAMINA D SOBRE LOS NIVELES DE PARATHORMONA, FÓSFORO, CALCIO Y CALCIDIOL EN PACIENTES CON ENFERMEDAD MINERAL ÓSEA EN DIÁLISIS PERITONEAL

Rodríguez Miranda, El¹; Aguilera Barreiro, MA¹; Mayorga Madrigal, HJ²; Martínez González, O¹; Rangel Peniche, DB¹; Martínez Peña, MG¹; León García, E.¹

¹Maestría en Nutrición Clínica Integral. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. ²Nefrología. Hospital General de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es un problema de salud pública internacional creciente, que afecta alrededor del 5-10% de la población mundial. Se define como anomalías en la estructura o función del riñón por un periodo de más de 3 meses, con implicaciones en la salud. Cuando existe falla renal crónica se generan distintas complicaciones, como la enfermedad cardiovascular que tiene alta prevalencia y suele ser la principal causa de muerte en pacientes con ERC. Algunos de los factores involucrados en el desarrollo de enfermedad cardiovascular son la hipertensión, diabetes, anemia, proteinuria, inflamación y el desequilibrio en el metabolismo mineral, generándose Enfermedad Mineral Ósea (EMO) (Flores, et al. 2009; KDIGO, 2017).

El término EMO asociada a la ERC describe una amplia gama de anomalías minerales óseas que aunque pueden presentarse desde etapas tempranas es más común encontrarla en estadios avanzados. Algunas de las

alteraciones comunes en pacientes con ERC en tratamiento dialítico son la hiperfosfatemia, hipocalcemia, elevación de hormona paratiroidea (PTH)(que puede llevar a generar hiperparatiroidismo secundario), y niveles bajos de vitamina D (Trujillo-Cuellar, et al. 2015).

De acuerdo a las guías del grupo de trabajo KDIGO (2017) para el diagnóstico, evaluación, prevención y tratamiento de la enfermedad mineral ósea asociada a la ERC (EMO-ERC), puede presentarse una o más de las siguientes alteraciones:

Trastornos del metabolismo del calcio, fósforo, hormona paratiroidea y vitamina D.

Alteraciones en el remodelado, mineralización, volumen, crecimiento o fragilidad del esqueleto.

Calcificaciones cardiovasculares o de otros tejidos blandos.

La vitamina D tiene un papel muy importante en la regulación del metabolismo mineral y óseo, su acción está estrechamente relacionada con la función renal, pues la forma activa de



esta vitamina se produce en este órgano, sin embargo no es este en el único tejido que se sintetiza, ya que también posee efectos sobre otros mecanismos pues tiene la capacidad de influir en la disminución de la mortalidad cardiovascular, disminuir las infecciones y mejorar la glucemia (Parikh, et al. 2015; Jean, et al. 2017).

Algunas de las formas de suplementación de vitamina D que se han empleado en pacientes con EMO-ERC son los siguientes: ergocalciferol (D_2), colecalciferol (D_3), calcifediol (D_3), 1-alfa-calcidiol, doxercalciferol, calcitriol y paricalcitol. La suplementación de vitamina D puede tener efectos diferentes como resultado de las dosis empleadas, los compuestos del tipo de vitamina, la duración de la suplementación y la población estudiada (Kalantar-Zadeh, et al. 2009).

El calcitriol es un activador del receptor de vitamina D no selectivo (VDRA Vitamin D Receptor Activator por sus siglas en inglés) fue la primera forma sintética disponible de VDRA para el tratamiento del hiperparatiroidismo secundario y supresión en el crecimiento de la glándula paratiroidea, sin embargo tiene efectos secundarios como el incremento del calcio y fósforo séricos debido al aumento en la absorción intestinal (Zand y Kumar, 2017).

El objetivo del presente estudio es comparar el efecto de la administración de vitamina D3 a dosis de 1 μ g de calcitriol dos veces a la semana contra 0.25 μ g cada 24 horas, sobre los niveles séricos de parathormona, fósforo, calcio

y calcidiol en pacientes con enfermedad mineral ósea en diálisis peritoneal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio clínico prospectivo de 6 meses de duración, en el cual participaron 18 pacientes con diálisis peritoneal captados en la consulta de nefrología del Hospital General de Querétaro en el periodo de julio de 2016 a enero de 2018.

Se dividió a los participantes en dos grupos al azar; el grupo I (n=10) a quien se suplementó con una dosis diaria de 0.25 μ g de vitamina D3 (calcitriol), la cual se indicó en un horario nocturno, al igual que quelantes cálcicos de fósforo, a razón de 500 mg de carbonato de calcio 3 veces al día durante las comidas (1500 mg/día); el grupo II (n=10) se suplementó con una dosis intermitente de 1 μ g de vitamina D3 (calcitriol) dos veces por semana, igualmente en horario nocturno y con la misma dosis de quelantes cálcicos de fósforo (1500mg/día). A ambos grupos se le proporcionó un plan de alimentación personalizado acorde a su peso seco, talla, concentraciones sanguíneas de fósforo, calcio, sodio y potasio, así como la presencia o ausencia de edema. Y con las respectivas adecuaciones de aporte de hidratos de carbono en la solución del dializado y pérdida de proteínas por sesión de diálisis.

Criterios de Selección

Inclusión: Los sujetos de estudio fueron pacientes mayores de 18 años, ambos sexos y metabólicamente estables con tratamiento de diálisis peritoneal. Se incluyeron pacientes con valores séricos de hormona paratiroidea por encima de



200pg/l, calcio sérico <10.5mg/dl, fósforo >2.5mg/dl y calcidiol <30 ng/dl. Exclusión: Pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus, que se encontraran en gestación o lactancia, aquellos con tratamiento sustitutivo de hemodiálisis o con niveles séricos de electrolitos alterados, así como programados a trasplante.

Eliminación: Se eliminaron del proyecto a los pacientes que desarrollaron un producto Ca-P mayor a 65, que no realizaran de manera ordenada sus sesiones de diálisis, que no estuvieran de acuerdo con los procedimientos a realizar, que dejaran de acudir a sus consultas de nutrición o que manifestaran falta de apego al tratamiento, por fallecimiento o trasplante.

Se determinó la densidad mineral ósea (DMO) únicamente de manera inicial, por medio de densitometría dual de rayos X, con un densitómetro Hologic Discovery Series®.

Se determinó en consumo energético, de macronutrientes y micronutrientes de manera basal; se realizaron dos recordatorios de 24 horas, que posteriormente se procesaron en el Software Nutrikal®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características generales de la población se presentan en la Tabla 1. Se observa que las mediciones basales no muestran diferencias significativas; variables como la edad (30 ± 10), el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa, así como el consumo de energía, calcio y fósforo son similares en ambos grupos; el tiempo en diálisis que tiene una media total de 29 meses, es mayor en el grupo de dosis intermitente en comparación con la dosis diaria (38.44 ± 33.26 vs 16.86 ± 14.06 ; $P=0.10$), sin embargo no indica diferencia significativa al inicio entre ambos grupos

Tabla 1. Características Generales de la población

| | Total | Dosis Diaria (n=10) | Dosis Intermitente (n=10) | P |
|---|------------------|------------------------|---------------------------------|-------|
| Edad, años | 30.00 ± 10.22 | 30.40 ± 10.7 | 29.60 ± 10.29 | 00.86 |
| IMC, kg/m² | 25.53 ± 4.58 | 25.53 ± 4.34 | 25.53 ± 5.04 | 00.90 |
| Tiempo en Diálisis Peritoneal, meses | 29.00 ± 28.13 | 16.86 ± 14.06 | 38.44 ± 33.26 | 00.10 |
| Porcentaje de Grasa % | 31.22 ± 10.84 | 29.35 ± 9.95 | 32.72 ± 11.81 | 00.33 |
| Consumo de Energía, kcal | 1457.16 ± 435.61 | 1507.40 ± 504.62 | 1401.33 ± 365.82 | 00.43 |
| Consumo de Calcio, mg | 622.66 ± 227.86 | 626.90 ± 203.70 | 617.94 ± 264.75 | 00.48 |
| Consumo de Fósforo, mg | 526.95 ± 303.37 | 401.40 ± 236.86 | 666.44 ± 319.95 | 00.20 |



| | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Calcio sérico inicial, mg/dl | 8.91 ± 0.84 | 8.78 ± 1.03 | 9.03 ± 0.65 | 00.35 |
| Fósforo sérico inicial, mg/dl | 5.57 ± 1.21 | 5.67 ± 1.28 | 5.46 ± 1.22 | 00.98 |
| PTH inicial, pg/dl | 785.53 ± 495.74 | 786.33 ± 503.57 | 784.73 ± 518.31 | 00.78 |
| Calcidiol inicial ng/dl | 16.04 ± 7.37 | 16.97 ± 9.71 | 15.21 ± 4.81 | 00.34 |

Datos expresados en media ± DE; Diferencia significativa en prueba T (P < 0.05)

El análisis de la DMO por grupos de tratamiento muestra que existe un 88.9% de DMO normal en el grupo de dosis diaria mientras que hay un menor porcentaje en el grupo de dosis intermitente (55.6%). De acuerdo al diagnóstico de baja DMO, existe un 11.1% el grupo de dosis diaria siendo la región de columna la única afectada, mientras que en el grupo de dosis intermitente se presenta en un 33.3%, encontrándose las tres regiones afectadas (cuello femoral, cadera total y columna), con mayor porcentaje en la región de cuello femoral. Similar a lo reportado por

Nybo et al. 2013 quienes realizaron un estudio sobre la DMO en pacientes con diálisis peritoneal (28 pacientes) y hemodiálisis (146 pacientes), y encontraron que los pacientes en diálisis peritoneal tenían menor DMO en cuello de fémur. En cuanto al diagnóstico de osteoporosis, definida como disminución de <-2.5 DE (de acuerdo a puntaje T o Z, dependiendo la edad) en cualquiera de las tres regiones, se encontró un 11.1% en el grupo de dosis intermitente, mientras que en el grupo de dosis diaria existe nulidad en este diagnóstico

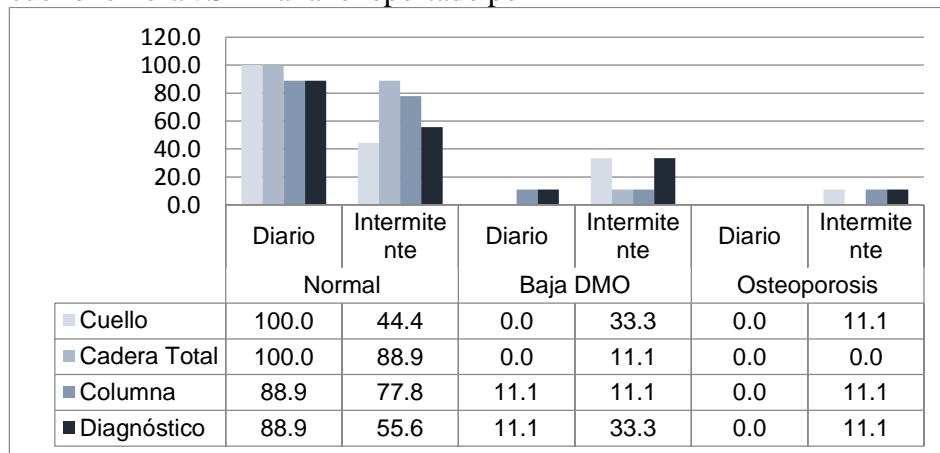


Figura 2. Diagnóstico de osteoporosis por región de acuerdo a la Densidad Mineral Ósea en los grupos de tratamiento.

En la Tabla 2 se analizó la comparación de la suplementación de calcitriol en ambos grupos, en donde se calculó un

valor de cambio entre el valor final y el valor inicial. El valor de cambio en la variable de calcio sérico fue mayor en el



grupo de dosis diaria que la dosis intermitente (0.80 ± 0.93 vs 0.65 ± 0.50 ; $p=0.67$), sin llegar a la diferencia estadística, por lo tanto no hay evidencia de que alguna dosis tenga mejor efecto que la otra sobre el aumento del calcio sérico.

Los valores de cambio de fósforo sérico muestran una mayor disminución en el grupo de dosis diaria a diferencia del grupo de dosis intermitente (-2.17 ± 0.86 vs -0.24 ± 1.61 ; $p=0.07$), sin embargo no se encuentra significancia estadística, aunque clínicamente tenga mejor efecto en la disminución la dosis diaria, hasta alcanzar rangos de normalidad.

Los valores de PTH al inicio de la intervención se encuentran en rangos de hiperparatiroidismo secundario, posterior a la intervención se observa que ambos grupos disminuyen estos valores de manera similar, siendo mayor la disminución en el grupo de dosis intermitente (-258.73 ± 189.43 vs -208.42 ± 188.75 ; $p=0.95$), sin embargo, aunque existe una reducción importante en ambos grupos, no hay evidencia de que alguna dosis resulte superior que la otra. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Jamaluddin et al 2013, en 26 pacientes con diálisis peritoneal a los

cuales se suplemento calcitriol en comparación con paricalcitol, y mostró que la intervención con calcitriol logró reducir hasta un 64% el hiperparatiroidismo secundario, a comparación del paricalcitol, que se redujo la PTH sólo en 50%

En cuanto a los niveles de calcidiol, se encontró un resultado desfavorable, al inicio y posterior a la intervención los niveles estaban en rangos de deficiencia, y aunque esta disminución no fue significativa, clínicamente es un mal indicador. La disminución en el grupo de dosis intermitente es menor (15.21 ± 4.81 a 14.96 ± 3.57 ; $p=0.54$) en comparación con la dosis diaria (16.97 ± 9.71 a 13.60 ± 2.54 ; $p=0.18$). Estudios realizados en población prediálisis muestran que los esteroides activos de vitamina D, como el calcitriol, no tienen efecto en la elevación de concentraciones de calcidiol sérico; Kendrick et al. 2017 reportan una disminución de calcidiol de 21.7 ± 7.7 a 21.2 ± 7.5 ng/dl tras la suplementación diaria por 6 meses de 0.25 ug de calcitriol, mientras que la administración de colecalciferol, o vitamina D nativa, mostró un aumento significativo ($p<0.001$) de 23.0 ± 7.6 a 34.8 ± 9.3 ng/dl

Tabla 2. Comparación de Suplementación de Calcitriol por Grupos

| Parámetro | Dosis Diaria (n=10) | Dosis Intermitente (n=10) | P |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|------|
| Calcio Inicial | 8.78 ± 1.03 | 9.03 ± 0.65 | |
| Calcio Final | 9.62 ± 0.22 | 9.85 ± 0.53 | |
| Cambio | 0.80 ± 0.93 | 0.65 ± 0.50 | 0.67 |



| | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|------|
| Fósforo Inicial | 5.67 ± 1.28 | 5.46 ± 1.22 | |
| Fósforo Final | 3.25 ± 1.12 | 5.27 ± 1.33 | |
| Cambio | -1.72 ± 1.99 | -0.60 ± 1.43 | 0.07 |
| PTH Inicial | 786.33 ± 503.57 | 784.73 ± 518.31 | |
| PTH Final | 476.14 ± 329.32 | 472.43 ± 294.00 | |
| Cambio | -208.42 ± 188.75 | -258.73 ± 189.43 | 0.95 |
| Calcidiol Inicial | 16.97 ± 9.71 | 15.21 ± 4.81 | |
| Calcidiol Final | 13.60 ± 2.54 | 14.96 ± 3.57 | |
| Cambio | -1.40 ± 1.63 | -1.14 ± 3.80 | 0.14 |

Datos expresados en media ± DE; Diferencia significativa en ANOVA (P < 0.05)

Es importante tener presente que tanto el tipo de vitamina D, la población, dosis empleadas, el periodo de estudio y la intermitencia con la que es administrada son factores fundamentales en la obtención de resultados particulares. Por lo anterior es importante la realización de nuevos estudios, con diferentes formas y dosis de vitamina D en población con ERC en diálisis.

CONCLUSIONES

La suplementación con calcitriol resultó efectiva en la disminución de la parathormona independientemente de la dosis administrada. Las concentraciones de fósforo mejoran clínica y significativamente hasta llegar a la normalidad con la dosificación diaria. También se mostró un aumento en las concentraciones de calcio en ambas dosis, sin llegar a hipocalcemia, ni cambio significativo.

LITERATURA CITADA

- Flores, J.C., et al. 2009. Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. Rev Méd Chile. 137:137-177.
- Jamaluddin, E.J., Halim, H.G., Yean, L.C., Cader, R., Mohd, R., Kong, N.C.T. et al. 2014. Oral paricalcitol versus oral calcitriol in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients with secondary hyperparathyroidism. Clin Exp Nephrol. 18(3):507-14
- Jean, G., Souberbelle, J.C. y Chazot, C. 2017. Vitamin D in Chronic Kidney Disease and Dialysis Patients. Nutrients. 9(328):1-15
- Kalantar-Zadeh, K. y Kovesdy, C.P. 2009. Clinical Outcomes with Active versus Nutritional Vitamin D Compounds in Chronic Kidney Disease. Clin J Am Soc Nephrol. 4:1529-1539.
- Kendrick, J., Andrews, E., Zhiying, Y., Moreau, K., Nowak, K.L., Farmer-Bailey, et al. 2017. Cholecalciferol, Calcitriol, and Vascular Function in CKD: A Randomized, Double-Blind Trial. Clin J Am Soc Nephrol. 12:1-9
- Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Update Work Group. 2017. Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease—Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). Kidney Int Suppl. :1-59.
- Nybo, M., Jespersen, B., Aarup, M., Ejersted, C., Hermann, A.P., Brixen, K. 2013. Determinants of bone mineral density in patients on



haemodialysis or peritoneal dialysis – a cross-sectional, longitudinal study. *Biochem Med.* 23(3):342–50

Parikh, C., Gutgarts, V., Eisenberg, E. y Melamed, M. 2015. Vitamin D and clinical outcomes in dialysis. *Seminars in Dialysis*, 604-609.

Trujillo-Cuellar, H., Sierra-Lara, D., y Osorno-Solis, L. 2015. Alteraciones del metabolismo

mineral y óseo asociadas a la enfermedad renal crónica. *Rev Med.* 151-160.

Zand, L. y Kumar, R. 2017. The Use of Vitamin D Metabolites and Analogues in the Treatment of Chronic Kidney Disease. *Endocrinol Metab Clin N Am.* 46:983-1007.



CARACTERIZACIÓN DE LA VAINA DE ESPINO BLANCO (*ACACIA MACRACANTHA*) COMO ALTERNATIVA REGIONAL EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN TRÓPICO SECO

Rosas-Radilla, L. J.¹; Andrade-Montemayor, H. M.²; Vera-Ávila, H. R.²; Reis de Souza, T. C.², Córdoba-Torres, A. V.², Pérez-Trejo, E.²

¹Programa de Posgrado-MSPAS-UAQ., ²Facultad de Ciencias Naturales-UAQ.

INTRODUCCIÓN:

La identificación de recursos alimenticios regionales y no convencionales es de gran importancia en la producción pecuaria, considerando que pueden ser la base para conformar dietas de bajo costo que refuercen las estrategias de producción caprina, esta sigue asociada mayormente a estratos de población rural, siendo en un 80% sistemas de producción de subsistencia en zonas áridas y semiáridas que corresponden al 60% del país (Andrade-Montemayor, 2017). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar nutricionalmente a la vaina de espinillo blanco (*Acacia macracantha*) (EB), y conocer la posibilidad de uso como un suplemento alternativo en la región semiárida del estado de Guerrero (México), en esta región los prolongados periodos de sequía producen pérdidas importantes a la ganadería de pequeños rumiantes. Para lo cual se evaluó el potencial nutritivo del EB mediante la determinación de su composición nutricional en términos de materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas, proteína cruda (PC) (Nitrógeno x6.25), extracto etéreo, y fibra detergente neutro

(FDN) y detergente ácido. Unido a una degradabilidad *in situ* de la MS, MO, PC, FDN. De igual forma se estimó el valor energético mediante el método de producción de gas *in vitro*. Siguiendo la metodología que a continuación se describe se encontraron los siguientes resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Localización:

La recolección de las vainas se realizó en Tecpan de Galeana, Guerrero, cabecera municipal entre las coordenadas 17° 06' 57'' y 17° 41' 33'' de latitud norte y los 100° 27' 11'' y 101° 04' 59'' de longitud oeste a 57 msnm. Fueron cosechadas manualmente en los meses de febrero a abril, cuando estas caen del árbol, guardadas en sacos y almacenadas.

El análisis químico proximal se realizó en la Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales en el laboratorio de nutrición animal del campus Juriquilla. La degradabilidad *in situ* se llevó a cabo en el rancho experimental del campus Amazcala de la misma universidad.

Caracterización:



Análisis Químico Proximal (AQP): Las muestras fueron molidas a 1 mm y se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) ($N \times 6.25$) y extracto etéreo (E.E.) de acuerdo a lo recomendado por la A.O.A.C. (2006). Las fracciones fibrosas como; fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa y lignina, se realizaron de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), y el contenido de nitrógeno (PC) unido a FDN y FDA (PC-FDN Y PC-FDA) de acuerdo a Licitra *et al.* (1996).

Degradabilidad *in situ*: Para determinar la digestibilidad “*in situ*” se utilizó la metodología recomendada por Mehrez y Ørskov (1977). Se utilizaron dos caprinos de la raza Nubia fistulados y canulados del rumen alimentados con alfalfa *ad libitum* y 400g de alimento concentrado para asegurar la diversidad de flora microbiana. Se introdujeron bolsas filtrantes de nylon en el rumen por 0, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Se evaluó la degradación ruminal de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC) de cada uno de los tiempos. La degradabilidad de la MS, MO, PC, FDN se analizó mediante una regresión no lineal, con la utilización del modelo $a+b*(1-e^{-(x)})$ donde se observó la fracción soluble (a), la fracción potencialmente soluble (b) y velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (c).
Cinética de Degradación: Para determinar la cinética de degradación se usó el modelo descrito por Ørskov y McDonald (1979), estimando el

contenido de la fracción soluble o de rápida degradación, la fracción potencialmente degradable (b) y la tasa fraccional de degradación (c) en el tiempo (t).

$$Dg = a + b (1 - e^{-ct})$$

Dónde:

Dg= Degradación del nutriente en el tiempo de incubación t (%)

a= Fracción soluble o rápidamente degradable (%)

b= Fracción potencialmente degradable (%)

c= Velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (tasa/h)

t= Tiempo (h)

Calculándose a partir de estos parámetros el potencial de degradación y la degradación efectiva, considerando una tasa fraccional de paso de 0.02/h, 0.04/h, 0.06/h y 0.08/h.

$$(a + b [c / (c + kp)])$$

Dónde:

$(a + b [c / (c + kp)])$ = degradación efectiva

a + b= degradación potencial

kp= tasa fraccional de paso (0.02/h, 0.04/h, 0.06/h y 0.08/h).

Producción De Gas *in vitro*: Se determinó la producción de gas *in vitro* (ml/g MS) en el equipo automatizado Gas Production System de ANKOM®, siguiendo la metodología recomendada por Williams (2000). Utilizando 1 g de muestra por frasco con 80 ml del amortiguador Kansas State Buffer (Cuadro 2) y 20 ml procedente de cabras alimentadas con heno de alfalfa *ad*



libitum y 400g de concentrado en la dieta, extraído de los caprinos fistulados y canulados en rumen.

Cuadro 2: Componentes químicos del amortiguador Kansas State Buffer

| Solución A | g/l | Solución B | g/l |
|---|------|---|------|
| KH_2PO_4 | 10,0 | Na_2CO_3 | 15,0 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0,5 | $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | 1,0 |
| NaCl | 0,5 | | |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0,1 | | |
| Urea | 0,5 | | |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En el cuadro 3 se presentan los resultados del análisis químico proximal de la vaina de espino blanco (*Acacia macracantha*). La composición química de la vaina puede variar según el lugar de cosecha debido a diversos factores ambientales y condiciones de crecimiento fenológico. Nouel *et al.*, (2004) reportan en el estado de Falcón, Venezuela, con clima tropical seco a 800m sobre el nivel del mar una cantidad mayor de proteína cruda de 13.4%, esto podría ser debido a que cuentan con suelos más profundos, arcillosos y rojos, sin problemas de salinidad y mejor provistos de materia orgánica. Además de una notable baja en los componente fibrosos, FDN de 46.1% y FDA de 29.9% que pueden ser influidos por el tiempo de cosecha, sin embargo Cecconello *et al.*, (2003)

reportan en Maracay, estado Aragua, Venezuela, a 491 msnm y con una precipitación 910 mm con terrenos con mediana acumulación de materia orgánica y de arcilla una cantidad de proteína cruda de 10.85% además de fracciones fibrosas de FDN 43.82% y de FDA 27.81%, similares a Nouel aunque ni uno de los dos menciona modo, fecha y condición de las vainas a la cosecha. Sin embargo de acuerdo a los resultados arrojados en el análisis químico proximal del presente experimento comparado con estos autores, la cantidad de nutrientes es similar a pesar de que la vaina recolectada creció en suelos poco profundos, arenosos y con gran capacidad de lixiviación de nutrientes biodisponibles. Lo que hace a la planta mucho más eficiente que cualquier forraje tropical que el animal pueda consumir en las mismas condiciones.

Cuadro 3. Composición química porcentual de la Vaina de Espino Blanco

(*Acacia macracantha*).



| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|------|------|----|-----|--------|--------|---------|-------|-------|
| MS | MO | EE | FDN | FDA | HC | PC | PC-FDN | PC-FDA | Cenizas | C-FDN | C-FDA |
| 93.92 | 94.3 | 0.9 | 66.6 | 46.6 | 20 | 9.9 | 2.60 | 0.9 | 5.7 | 0.80 | 0.12 |

Materia seca (MS), Materia orgánica (MO), Extracto etéreo (EE), fibra detergente ácido (FDN), fibra detergente neutro (FDA), hemicelulosa (HC), Proteína cruda (PC), Cenizas (C)

En el Cuadro 4 se presenta la degradación *in situ* de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), Fibra detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC) de la vaina de espinillo blanco, esto nos indica que el 37.72%, 87.73%, 20.04%, 32.96% de la MS, MO, FDN, PC respectivamente en rumen es soluble (a), igualmente contiene una fracción potencialmente degradable (b) de 16.43%, 6.95%, 20.24%, 38.09%, respectivamente, que podría o no desaparecer en el rumen, sumando una fracción potencialmente degradable de 54.15%, 94.68%, 40.28%, 71.05%. Esta va a depender del tiempo de permanencia del alimento en el rumen, la tasa fraccional de paso y de degradación

(degradación efectiva). Cecconello *et al.*, (2003) reporta una degradación potencial de 51.42% de la MS, teniendo una fracción (a) de 32.81% y una (b) de 18.61%, estas con una (c) de 0.04 y una degradación efectiva de 43,76% en 0.01 (100h), puede que el tamaño de partícula utilizado por Cecconello influyera en una baja de la fracción a, ya que el uso de un tamaño de partícula de 3mm y en el presente trabajo de 2mm. La degradación efectiva mostrada en el cuadro 5 nos indica una mayor degradabilidad de la MS a las 50h.

Cuadro 4. Degradación *in situ* de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), Fibra detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC).

| | a | b | c | Degradación potencial ¹ | R ² | EEE± ³ |
|-----|-------|-------|--------|------------------------------------|----------------|-------------------|
| MS | 37.72 | 16.43 | 0.0995 | 54.15 | 90.0 | 2.01 |
| MO | 87.73 | 6.95 | 0.2242 | 94.68 | 99.23 | 0.25 |
| FDN | 20.04 | 20.24 | 0.1524 | 40.28 | 89.85 | 2.64 |
| PC | 32.96 | 38.09 | 0.0319 | 71.05 | 98.90 | 1.56 |

¹Degradación potencial= a + b; en donde; a = Fracción soluble y de rápida degradación (%); b = Fracción potencialmente degradable (%); c = Tasa fraccional de degradación; ³EMA±= Error estándar del estadístico. R²= Coeficiente de correlación.

Cuadro 5. Degradación efectiva¹ de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), Fibra detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC).

| | | | | |
|------|------|------|-------|-----|
| Kp/h | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 0.1 |
| | 50h | 25h | 12.5h | 10h |



| | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| MS | 51.40 | 49.44 | 46.83 | 45.91 |
| MO | 94.23 | 93.84 | 93.17 | 92.89 |
| FDN | 37.93 | 36.07 | 33.31 | 32.26 |
| PC | 56.37 | 49.86 | 43.82 | 42.17 |

¹Degradabilidad efectiva= $a+b(c/c+Kp)$, donde; a = Fracción soluble y de rápida degradación; b = Fracción potencialmente degradable; c = Tasa fraccional de degradación.

En el cuadro 6 se muestra la producción de gas *in vitro* de la vaina de espinillo blanco. El comportamiento de la producción es acorde a la degradación de la MS, ya que esta tiene una alta fracción soluble (a), teniendo una elevada producción de gas después de un tiempo

de espera (tl) de 0.25 que se normaliza a las 24 horas de incubación. Dependiendo de (c), la fracción (b) de 46.31% podría ser producida o no en el tiempo. Al estimar el valor energético este es de 2.25 Mcal EM/kg MS.

Cuadro 6. ¹Producción de gas *in vitro* de la vaina de espinillo blanco.

| Material | b | c | tl | R ² | ³ EEE± |
|---------------------------|-------|------|------|----------------|-------------------|
| <i>Acacia macracantha</i> | 46.34 | 0.17 | 0.25 | 99.73 | 0.682 |

¹Producción de gas= $b*(1-2.718^{(-c*(tiempo-tl))})$; b= Fracción potencialmente degradable (%); c= Velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (tasa/h); R²= Coeficiente de correlación; ³EEE±= Error estándar del estadístico

CONCLUSIONES:

Los análisis bromatológicos nos revelaron que la vaina de espinillo blanco tiene un alto contenido de fracciones fibrosas (FDN y FDA), esto puede ser influido por la etapa fenológica al momento de la caracterización. Las vainas utilizadas en el presente trabajo se recolectaron del suelo, cuando esta alcanza su máximo de maduración.

Igualmente se debe destacar que tiene una cantidad considerable de proteína cruda y que muy poca de esta está ligada a las fracciones fibrosas, lo que da una ventaja en su aprovechamiento.

En cuanto a la degradación efectiva de la MS, MO, FDN Y PC nos indica que cerca de la mitad de estos componentes desaparecen en el rumen a las 24 horas, pudiendo ser utilizados por los microorganismos del rumen en la



transformación de estos en proteína de origen bacteriano.

La producción de gas nos indica que el material soluble de la vaina es rápidamente fermentado por la flora ruminal, alcanzado su producción máxima a las 24 horas, tiempo que es muy probable que el material este dentro del rumen. Después de estimar el valor energético mediante el gas acumulado se descubrió una cantidad considerable de energía metabolizable, similar a forrajes que necesitan mejores condiciones para su crecimiento y desarrollo.

Podemos concluir que de acuerdo a su composición nutrimental, degradabilidad y producción de gas el espino blanco puede ser considerado como una alternativa nutricional para rumiantes en la región del semiárido de Guerrero, ya que al ser una leguminosa nativa, puede ser conservada para su uso en presentes o futuras épocas de sequía.

LITERATURA CITADA:

A.O.A.C. 2006. Official Methods of Analysis. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburgs, MD.

Andrade-Montemayor, H. M. (Julio de 2017). Producción de caprino en México. VIII Foro Nacional Del Caprino. Consulta en: <https://www.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/07/Produccion-de-Caprino-en-Mexico.pdf?fwfwd=no>

<https://www.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/07/Produccion-de-Caprino-en-Mexico.pdf?fwfwd=no>

Cecconello, G.C., Benezra, M.S Obispo N.E. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical. 21.

Mehrez, A.Z., Ørskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci., Camb. 88: 645-650.

Nouel, G. y Rincón J. 2005. Utilización de recursos del bosque seco tropical en la alimentación de caprinos y ovinos. Manual de Ganadería Doble Propósito, Edición: VIII. Pp. 209-212.

Orskov, E. R., McDonald, I. 1979. The estimation degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92:499-503.

Licitra, G., Hernández T. M., Van Soest P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57: 347-358.

Van Soest, J.P., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74:3583-3597.
Williams, B. 2000. Cumulative gas production techniques for forage evaluation. Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI publishing pp 189-208



RELACIÓN ENTRE ESTRÉS LABORAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD AERONÁUTICA EN QUERÉTARO.

Ruiz Franch M¹; Reyes Rocha BL²; Leal García ML³; Elton Puente JE²; Caamaño Pérez MC²; Ojeda Navarro LR².

¹ Alumna Maestría en Nutrición Clínica Integral–Universidad Autónoma de Querétaro. ² Facultad de Ciencias Naturales–Universidad Autónoma de Querétaro. ³ Facultad de Contaduría y Administración–Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Para la Organización Internacional del Trabajo, (2016) el estrés se define como la respuesta física y emocional a un daño causado por un desequilibrio entre las exigencias percibidas y los recursos y capacidades percibidos de un individuo para hacer frente a esas exigencias.

La percepción del estrés está influenciada por factores intrínsecos (experiencias previas, personalidad, conducta, entre otros) y factores extrínsecos (problemas laborales, dificultades económicas, amenazas a la salud, problemas familiares, entre otros) (Navinés, 2016).

De acuerdo con Navinés, (2016) el estrés laboral se define como una respuesta psicobiológica nociva, que aparece cuando los requisitos de un trabajo no igualan las capacidades, los recursos o las necesidades del trabajador. Los rasgos de personalidad de cada trabajador y sus diferentes estilos de afrontamiento explican la considerable variación individual con que los

trabajadores perciben o responden a las demandas laborales o a su ambiente de trabajo (Navinés, 2016; OIT, 2016).

El impacto del estrés en la salud varía de un individuo a otro; sin embargo, los elevados niveles de estrés pueden contribuir al deterioro de la salud, incluidos los trastornos mentales y de comportamiento, tales como, el agotamiento, el desgaste, la ansiedad y la depresión (OIT, 2016). Así como su relación con enfermedades crónicas y procesos inflamatorios como la diabetes tipo II, hipertensión arterial, aterosclerosis, enfermedad coronaria, inmunodeficiencias, alergias, autoinmunidad, inflamación, entre otras (Mc Ewen, 2011; Navinés, 2016; OIT, 2016; Razzoli, 2017). De igual manera se ha evidenciado una asociación positiva entre el estrés crónico con adiposidad, Índice de Masa Corporal (IMC) elevado, ganancia de peso y niveles elevados de glucosa e insulina plasmáticas (Rosenberg, 2013; Sinha, 2013; Aschbacher, 2014; Widaman, 2016).



Esto puede explicarse debido a que el estrés crónico genera una carga alostática en donde el sistema experimenta una fatiga al repetir ciclos de excitación de estrés, respuesta al estrés y adaptación post estrés (Mc Ewen, 2011; Rosenberg, 2013).

Según Santos, Pinilla, González, et al (2012) en la I Encuesta Centroamericana sobre las Condiciones de Trabajo y la Salud (ECCTS, 2012), más de uno de cada diez encuestados declararon haber sentido constantemente estrés o tensión (12- 16%), tristeza o depresión (9-13%) o pérdida de sueño (13-19%) debido a las preocupaciones por las condiciones de trabajo. En México un metaanálisis realizado sobre el síndrome de burnout (Juárez, 2014) destaca como determinantes asociados al estrés laboral a la edad (20.31%), el sexo (20.31%), la antigüedad laboral (17.18%), el estado civil o estabilidad de pareja (14.06%) y la escolaridad (12.50%).

El presente estudio tiene como objetivo identificar el nivel de estrés laboral y su relación con marcadores bioquímicos y antropométricos en los trabajadores de la Universidad Aeronáutica en Querétaro.

Materiales y métodos

Estudio de tamizaje, descriptivo, correlacional y transversal. Se incluyó a hombres y mujeres de edad indistinta, con contratación de base o eventual, aceptaron participar en el estudio. Se realizó la toma de peso (kg), talla (cm) y porcentaje de masa grasa a partir de una técnica de bioimpedancia tetra polar, con el equipo OMRON HBF-514C. Se realizó toma de parámetros bioquímicos:

colesterol y triglicéridos con el equipo Accutrend Plus y glucemia capilar con el equipo Accu Check.

Para la medición de estrés laboral se aplicó la Escala Mexicana de Estrés Ocupacional (EMEDO), validado para la población de estudio, el cual consta de 30 preguntas con respuestas tipo Likert, cuya sumatoria categoriza a los trabajadores en: Desgaste ocupacional bajo, regular, alto y muy alto (Uribe, 2008). El estudio cuenta con la aprobación del comité de bioética bajo el registro 116FCN2017, apeándose al reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación. El análisis de datos se llevó a cabo en el paquete estadístico SPSS v23.0.1.

Resultados

Participaron 200 sujetos (47% hombres; 53% mujeres), de los cuales 147 (47.61% hombres; 52.38% mujeres) forman parte de la plantilla administrativa y 53 (45.28% hombres; 54.71% mujeres) de la plantilla docente de la Universidad Aeronáutica en Querétaro.

Las características generales de la población de sexo masculino son: edad (40.69 ± 9.43), peso en kilogramos (83.85 ± 15.01), talla en centímetros (171.99 ± 6.58), índice de masa corporal (28.30 ± 4.52), porcentaje de masa grasa (29.00 ± 6.52), grasa visceral (11.88 ± 4.71), glucosa en mg/dl (111.20 ± 36.42), para la población femenina las características son las siguientes: edad (36.95 ± 9.32), peso en kilogramos (68.58 ± 14.63), talla en centímetros



(161.28 ± 5.79), índice de masa corporal (26.31 ± 5.14), porcentaje de masa grasa (39.79 ± 6.59), grasa visceral (6.46 ± 2.03), glucosa en mg/dl (101.20 ± 35.43). Los datos se expresan en media \pm desviación estándar.

El personal docente presentó la mayor incidencia de estrés laboral alto 43.4% comparada con el personal administrativo 29.3%, del personal docente con estrés laboral alto el 51.7% corresponden al sexo femenino, de este grupo el 86.66% tienen una antigüedad laboral mayor a un año, el 53.33% se encuentra en el grupo de edad de 25-30 años y el 46.66% se encuentra en el grupo de 40 – 60 años.

El personal administrativo presentó una incidencia de estrés laboral alto del 29.3% de los cuales el 36.4% corresponden al sexo femenino, de este grupo el 92.85% tienen una antigüedad laboral mayor a un año, el 32.14% se encuentra en el grupo de edad de 25-30 años y el 67.85% se encuentra en el grupo de 40 – 60 años.

DISCUSIÓN

Las cifras encontradas en estrés laboral en el personal administrativo de la Universidad Aeronáutica en Querétaro contrastan con lo reportado por Palacios (2017), en donde el 19,4% del total de académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México presentaron estrés laboral, siendo ésta una cifra inferior a la

El 36.7% (25% hombres; 37.7% mujeres) y 29.9% (40% hombres; 20.8% mujeres) del personal administrativo presentó sobrepeso y obesidad respectivamente. En el caso del personal docente el 41.5% (37.5% hombres; 44.8% mujeres) presentó sobrepeso y el 15.1% (25% hombres; 6.9% mujeres) obesidad.

En el personal administrativo femenino con estrés laboral alto el 34.88% presentó un porcentaje de masa grasa en rango muy elevado y 31.25% obesidad, en este grupo se evidencian niveles de colesterol en alto riesgo en el 3.57%, el 46.42% presenta cifras de triglicéridos en alto riesgo y el 3.57% presentan cifras de glucemia superiores a 126 mg/dl.

En el personal docente femenino con estrés laboral alto el 40.00% presentó un porcentaje de masa grasa en rango muy elevado y 6.66% obesidad, en este grupo se evidencian niveles de colesterol en alto riesgo en el 0%, el 26.66% presentan cifras de triglicéridos en alto riesgo y el 6.66% presentan cifras de glucemia superiores a 126 mg/dl.

encontrada en la población de estudio. De acuerdo con la investigación realizada por Carpio, Bravo, Campos, et al (2017), 20.2% de la población (administrativa y docente de la Universidad Católica de Cuenca) presentaron estrés laboral alto, mientras que el 9.09% de la población presentaron estrés laboral crítico. Estos datos se relacionan con los encontrados en el



personal administrativo de esta investigación.

Los datos encontrados respecto a sobrepeso y obesidad de la presente investigación difieren a los reportados por Shaman, (2016) en el reporte final de la ENSANUT MC 2016, ya que la prevalencia nacional para sobrepeso fue de 39.2% (41.7% hombres; 37% mujeres) y obesidad 33.3% (27.7% hombres; 38.6% mujeres), siendo la prevalencia de sobrepeso en el personal docente mayor a la encontrada en la ENSANUT MC 2016, por el contrario la prevalencia de la obesidad en la población de estudio es menor a la prevalencia encontrada en la ENSANUT MC 2016. De acuerdo a Balcázar, Gerónimo, Vicente y Hernández (2018) la prevalencia de sobrepeso fue similar en ambos sexos (hombres 35,3% y mujeres 35,8%), mientras que la prevalencia de obesidad en personal docente fue más alta en mujeres (46,2%) que en hombres (43,3%). Estos datos muestran prevalencias inferiores respecto al sobrepeso encontrado en la población docente del presente estudio, en contraste con prevalencias superiores a las encontradas en esta investigación respecto a la prevalencia de obesidad en el personal docente.

CONCLUSIONES

La población estudiada presentó mayor prevalencia de sobrepeso que de obesidad comparada con los datos obtenidos en la ENSANUT MC 2016, esto podría atribuirse a que los trabajadores de la Universidad

Aeronáutica representan una población joven, el 60% se encuentra en un rango de edad de 20 – 40 años, sin embargo esto establece un precedente para definir estrategias de prevención multidisciplinarias, ya que el sobrepeso es un factor de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2 (Díaz-Cisneros, et al. 2010; Australian Institute of Health and Welfare, 2017).

Los resultados de este estudio evidencian que el personal docente presentó mayor incidencia de estrés laboral alto comparado con el personal administrativo de la Universidad Aeronáutica en Querétaro. La frecuencia de estrés laboral fue mayor en el sexo femenino, encontrando obesidad en el 6.66% y un porcentaje de masa grasa muy elevado en el 40% de la población docente. Como se sabe las enfermedades crónicas degenerativas (cardiopatías y diabetes mellitus) son la principal causa de morbi-mortalidad en el grupo de población mayor a 40 años (Soto-Estrada, 2016). Las causas asociadas a estos padecimientos son el sedentarismo, una dieta inadecuada; estrés, factores socioculturales, entre otros (Fruh, 2017; Razzoli, 2017). Por tanto, los hallazgos del presente estudio permiten sugerir que el grupo de docentes muestra una clara predisposición a presentar enfermedades crónicas degenerativas en el corto o mediano plazo de continuar bajo las condiciones físicas actuales. Ante este panorama, se requiere desarrollar estrategias multidisciplinarias, con el propósito de mejorar el bienestar y la



salud del personal docente y administrativo. Es preciso incidir en la educación para la salud de toda la población y hacer énfasis en aquellos programas dirigidos a las escuelas que fomenten un verdadero cambio en los estilos de vida de sus miembros.

LITERATURA CITADA

- Australian Institute of Health and Welfare (2017). Impact of overweight and obesity as a risk factor for chronic conditions: Australian Burden of Disease Study. Australian Burden of Disease Study series no.11. Cat. no. BOD 12. BOD. Canberra: AIHW
- Aschbacher K, Kornfeld S, Picard M, Puterman E, Havel P.J, Stanhope K, Lustig R.H, Epel E. (2014). Chronic stress increases vulnerability to diet-related abdominal fat, oxidative stress, and metabolic risk. *Psychoneuroendocrinology* (2014) 46, 14–22.
- Carpio Toro I, Bravo Corral G, Campos Murillo N, Padilla Samaniego A, Banegas Peña T y Mendez Peralta L. (2017) Estrés laboral en docentes, administrativos y trabajadores universitarios. *Revista electrónica de psicología Iztacala*. 20, (3), 207 Universidad Nacional Autónoma de México.
- Díaz-Cisneros F.J, Rodríguez-Guzmán L, Rodríguez-Guzmán E, García-González M.R (2010) Prevalencia del síndrome metabólico en profesores de Guanajuato. *México An Fac med*. 2010;71(2):75-8
- Fernández-Berrocal P, Extremera N, Ramos N. (2004). Validity and reliability of the Spanish modified version of the Trait Meta-Mood Scale. *Psychol Rep*. 2004 Jun;94(3 Pt 1):751-5.
- Fruh, S.M (2017). Obesity: Risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners* 29 (2017) S3–S14
- Juárez-García A, Idrovo A.J, Camacho-Ávila A, Placencia-Reyes O. (2014). Síndrome de burnout en población mexicana: Una revisión sistemática. *Salud Mental* 2014;37:159-176.
- McEwen Bruce, Gianaros Peter (2011). Stress and Allostasis-Induced Brain Plasticity, *Annual Review of Medicine*, 62: 5.1–5.15.
- Navinés Ricard, Martín-Santosa Rocío, Olivéb Victòria & Valdés Manuel (2016), Estrés laboral: implicaciones para la salud física y mental, *Med Clin (Barc)*.146(8):359–366.
- Norma Oficial Mexicana (2012), NOM-037-SSA2-2012, Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias. Secretaría de Salud.
- Norma Oficial Mexicana (2010), NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. Secretaría de Salud.
- Organización Internacional del Trabajo, (2016). Estrés en el trabajo: un reto colectivo. ISBN: 978-92-2-330641-0. Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra.
- Palacios Nava M.E, Montes de Oca Zavala V, (2017) Condiciones de Trabajo y Estrés en Académicos Universitarios. *Ciencia & Trabajo*, año 19, número 58, enero/abril 2017.
- Razzoli M, Pearson C, Crowb S, Bartolomuccia A, (2017). Stress, overeating, and obesity: Insights from human studies and preclinical models. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 76 (2017) 154–162
- Rosenberg Natalya, Gi Park Chang & Eldeirawi Kamal (2013), Relationship of serum carotenoid concentrations with allostatic load as a measure of chronic stress among middle-aged adults in the USA, *Public Health Nutrition*: 18(2), 313–321.
- Santos García C.J, Pinilla García F.J, González Malmierca E, Iglesias Baldomir R, Expósito i Mengual J (2012), I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud. Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS) y del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSH).
- Shamah Levy T, Cuevas Nasu L, Riera Dommarco J, Hernández Ávila M. (2016). Informe final de resultados de la Encuestas Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016), *Salud Publica Mex* 2018;60:244-253.



Sinha R, Jastreboff A.M, (2013). Stress as a common risk factor for obesity and addiction. *Biol Psychiatry*. 2013 May 1;73(9):827-35. doi: 10.1016/j.biopsych.2013.01.032. Epub 2013 Mar 26.

Soto-Estrada G, Moreno-Altamirano L, Pádua Díaz D. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Rev. Fac. Med.* vol.59 no.6, p: 8-22.

Uribe Prado J.F (2008). Estudio confirmatorio de la Escala Mexicana de Desgaste Ocupacional

(EMEDO): Un instrumento de burnout para mexicanos. *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional* Volúmen 26, Número 1, 2007, ISSN 120-3800 Pág- 7-21.

Widaman A.M, Witbracht M.G, Forester S.M, Laugero K.D, Keim N.L. (2016). Chronic Stress Is Associated with Indicators of Diet Quality in Habitual Breakfast Skippers. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*



RELACION ENTRE PARAMETROS DE CRECIMIENTO DE LAS BECERRAS Y LA PRODUCCION A LA PRIMERA LACTANCIA

Salazar SMA^{1*}, Vera AHR², Cantó AGJ², Duran AM², Milián SF², Ruiz LFJ³.

¹Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, FCN-UAQ, ²CENID-Fisiología Animal, INIFAP,

³Salud Animal y Microbiología Ambiental, FCN-UAQ.

INTRODUCCIÓN

Las becerras representan el reemplazo de las vacas en los sistemas intensivos de producción de leche, por lo que sus parámetros de crecimiento deben ser cuidadosamente monitoreados a fin de garantizar el buen comportamiento productivo y reproductivo en su vida adulta (Glaber *et al.*, 2000). El principal objetivo de la crianza es obtener el mayor número de vaquillas sanas, que paran entre los 22 y 24 meses de edad y que sirvan para el reemplazo de los desechos y el crecimiento del hato (Rodríguez *et al.*, 2011). En México existe la incapacidad de producir reemplazos debido a una alta mortalidad (entre 12% al 16%) y una morbilidad (mayor al 40% y menor al 47%) en hatos con deficiencia en la etapa de crianza (Wells *et al.*, 1996) La alta demanda de reemplazos en el hato lechero implica producir animales con un alto potencial de producción, donde el desarrollo de la ubre en este periodo es fundamental. Se sugiere que la administración de calostro en proporción de calidad y cantidad, así como otros factores sanitarios y de manejo tienen un efecto sobre su desarrollo mamario y, por lo tanto, en aumento de producción en la madurez

(Gelsinger *et al.*, 2016). Estudios han demostrado que la falla de transferencia pasiva aumenta la morbilidad y la mortalidad de las becerras lactantes reduce la tasa de crecimiento y su desarrollo y la eficiencia, y disminuye la producción de leche de la primera y segunda lactancia, La principal meta de una crianza de becerras lactantes es obtener ganancias diarias de 700 g/d (NRC, 1989). Se ha encontrado que en vaquillas de 3 a 12 meses de edad la ganancia de peso puede alcanzar hasta 1,000 g/d sin exceso de grasa y con un máximo desarrollo a primera lactancia, sin disminución a la producción de leche durante su primera lactancia (Van Amburgh *et al.*, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una base de datos recabada entre el 2011 al 2016 con un total de datos de 7,556 becerras. Las variables consideradas en el estudio fueron: peso y talla al nacimiento, peso y talla a los 60 días, ganancia de peso a los 60 días, peso y talla a la salida de jaula, ganancia diaria hasta los 70 días, ganancia de peso a los 70 días y calidad del calostro (refractometría). La información se



obtuvo en archivos de Excel, y para su análisis estadístico se utilizó SPSSv.22. Primero se realizó un análisis descriptivo de variables cualitativas a través de proporciones y cuadros de frecuencia, y luego un analítico para determinar la correlación entre las variables explicativas y la producción de leche a primera lactancia.

En el cuadro 1 se muestra el promedio, la desviación estándar y el intervalo de confianza al 95% para las variables continuas consideradas en el estudio.

En el cuadro 1 se muestra el descriptivo de las variables de las becerras consideradas en el estudio. Todos los promedios están dentro de los rangos reportados en la literatura como óptimos, solo ganancia de peso y ganancia de peso a los 70 días estuvieron por encima de los parámetros reportados

RESULTADOS

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables consideradas para becerras de dos hatos lecheros de la Región Lagunera, 2011 a 2016.

| Variable | Promedio | Desviación estándar | 95 % IC | Min | Max | Referencia |
|-----------------------------------|----------|---------------------|--------------|-----|-----|------------|
| Refractometría (g/dL) | 6.1 | 0.73 | 6.0 – 6.1 | 3.6 | 9.8 | 5.6 – 6.4 |
| Peso al Nacimiento | 36.1 | 5.2 | 36.0 – 36.3 | 21 | 50 | 38 - 40 |
| Talla al Nacimiento (cm) | 75.2 | 3.9 | 75.1 – 75.3 | 60 | 89 | 75 - 80 |
| Peso 60 días (Kg) | 73.7 | 104 | 73.48 – 74.1 | 40 | 103 | 73 - 80 |
| Talla 60 días (cm) | 87.4 | 4.9 | 87.3 – 87.6 | 63 | 104 | 81 - 94 |
| Ganancia peso diaria 60 días (gr) | 800 | 650 | 0.80 – 0.86 | 100 | 333 | 650 - 800 |
| Talla salida jaula | 83.5 | 11.6 | 90.3 – 90.5 | 70 | 105 | 88 - 95 |
| Ganancia Diaria a 70 días (gr) | 670 | 190 | 0.66 – 0.68 | 480 | 110 | 570 - 650 |
| Ganancia peso 70 días (Kg) | 47.3 | 104 | 47.0 – 47.6 | -48 | 101 | 35 - 40 |
| Peso salida jaula (Kg) 70 | 83.5 | 11.6 | 83.2 -83.8 | 50 | 18 | 80-90 |



En el cuadro 2. se muestra la distribución de las becerras de acuerdo con el tipo de nacimiento. el 87% nacen de parto normal, el 11.8% de parto distócico y 0.3% son prematuras

Cuadro 2. Distribución de becerras de dos hatos lecheros de la región de La Laguna de acuerdo al tipo de parto.

| Tipo de parto | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------|------------|------------|
| Normal | 6561 | 87 |
| Prematuro | 21 | 0.3 |
| Distócico | 886 | 11.8 |
| Total | 7521 | 100 |

El cuadro 3. muestra la distribución de las becerras de acuerdo con el nivel de inmunoglobulinas en el calostro (Refractometría). El 77% tuvo una buena concentración de inmunoglobulinas en calostro, el 13.5% regular y solo el 7.5% una concentración baja o inadecuada.

Cuadro 3. Nivel de refractometría de IgG en suero de las becerras en la crianza en dos hatos lecheros de la Región Lagunera.

| Reflectometría | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------|------------|------------|
| ≤ 5.0 | 566 | 7.5 |
| 5.1 a 5.5 | 1016 | 13.5 |
| >5.5 | 5797 | 77.1 |
| total | 7379 | 98.1 |

Becerras nacidas por mes
Los meses con alta tasa de partos en las unidades de producción se encuentra entre los meses de julio con una cantidad de (n=738) agosto (n=754) septiembre (n=747) octubre (n=809) y noviembre disminuye con (n=629), diciembre

aumenta con una gran numero (n=784) (Histograma 1)

El principal objetivo es determinar la cantidad de becerras nacidas por mes en los hatos lecheros.

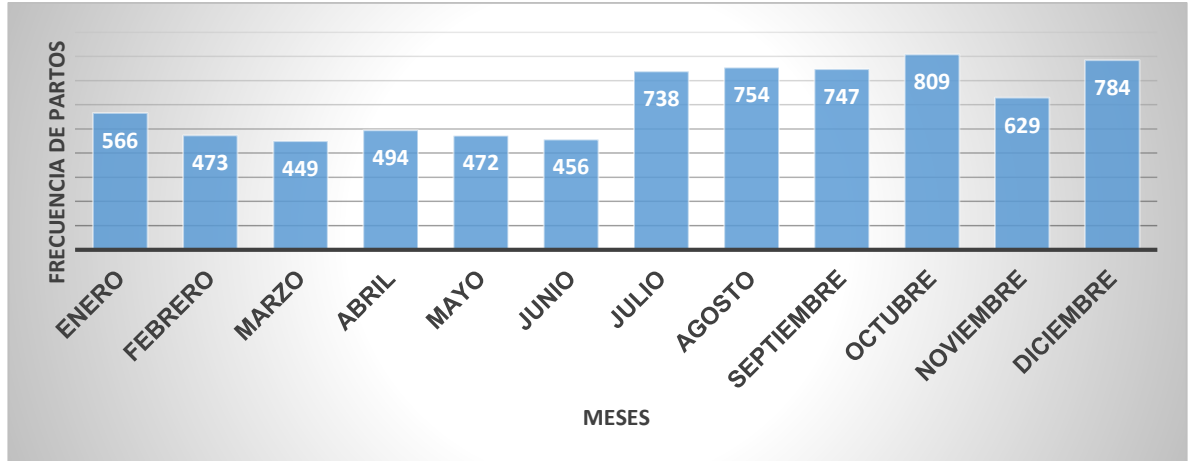


Figura 1. Histograma de becerros nacidos por mes de los hatos lecheros en la región lagunera considerados en el estudio.

Cuadro 4. DESCRIPCION DE LAS VARIABLES A PRIMERA LACTACION Parámetros productivos de las vacas a primera lactancia mostrando su promedio, desviación estándar e intervalo de confianza al 95%

de las variables productivas y reproductivas de las vacas consideradas en el estudio. Parámetros productivos y reproductivos en dos hatos lecheros de la Región Lagunera.

| Variable | Promedio | D.E | IC 95% |
|--|----------|-------|-------------|
| Edad a primera inseminación (meses) | 12.83 | 2.13 | 12.71-12.94 |
| Servicios por concepción (numero) | 2.4 | 1.87 | 2.29-2.50 |
| Edad a primer parto (meses) | 25.4 | 52.9 | 22.50-28.21 |
| Promedio de leche (Lts) | 28.28 | 5.47 | 27.90-28.50 |
| Producción de leche a primera lactancia (kg) | 9034 | 2546 | 8896-9171 |
| Días en Leche | 319 | 59.16 | 316-322 |
| Días secas a primer parto (días) | 67.11 | 14.72 | 66.31-67.90 |
| Intervalo entre partos (meses) | 12.7 | 67.21 | 380-387 |



Un análisis posterior mostró que no existe correlación significativa ($P>0.05$) entre ninguna de las variables consideradas en el estudio con la producción de leche a primera lactancia.

DISCUSIÓN

Se encontró que el 77.1 % de las becerras con una refractometría >5.5 g/dL de proteína sérica al momento de que las becerras fueron evaluadas con la prueba de refractómetro. Nuestros resultados coinciden con Mc Guirk y Collins, 2004 que proponen que una meta sería que el 80% de las becerras evaluadas con esta prueba alcancen o superen el punto de referencia (5.5 g/dL) de proteína sérica. El promedio de refractometría de nuestra investigación fue de 6.1 lo que concuerda con los resultados reportados por Rodríguez *et al.*, 2012.

Los parámetros de peso al nacimiento en becerras Holstein fueron de 42.1 kg y el peso al destete de 83.9 kg determinando el peso como ideal para las becerras Holstein (Hoffman *et al.*, 2003). comparados con nuestro estudio donde se obtuvieron los pesos cercanos a los parámetros cercanos a nuestro estudio.

El promedio de edad al parto en los sistemas de producción de leche en la comarca lagunera es (25 meses de edad, (Rodríguez *et al.*, 2012) comparado con nuestro resultado donde obtuvimos el promedio 25.4 (meses), indicando que nuestro resultado se encuentra dentro del parámetros reproductivos.

comparado con nuestro estudio donde se encontró es de 2.4 de servicios por cada vientre, dado que estos indicadores son

óptimos para un desempeño para vaquillas de reemplazo, (Núñez *et al* 2009) menciona que el parámetro en de servicios por concepción en los sistemas de producción de leche deben de ser 2.5 por cada vientre

CONCLUSIONES

No se observó diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre las variables explicativas consideradas en el estudio y la producción de leche a primera lactancia; no obstante, los valores de estos parámetros están dentro de los rangos reportados en la literatura.

Los indicadores de crecimiento de las becerras durante el proceso de lactancia, no se vieron influenciados de manera significativa pues los factores de manejo del sistema productivo fueron un elemento que participan de manera importante en los resultados.

LITERATURA CITADA

- Dairy Calf and Heifers Association (DCHA). Dairy Calf and Heifer Association Gold Standards. Madison Disponible en: <http://www.calfandheifer.org/?page=goldstandards>.
- Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J., and Jones, C. M. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance1. J Dairy Sci. 99 (8):6206-6214.



- Glaber, MT., Tozer, PR. & Heinrichs, J. 2000. Development of a cost spreadsheet for calculating the cost to raise a replacement dairy heifer. *J Dairy Sci.* 83: 1104-1109.
- Hoffman, P. C., & Plourd, R. (Eds.). (2003). *Raising Dairy Replacements*. Midwest Plan Service.
- Medina, CM. 2008. Crianza de becerras para reemplazo. Proyecto nacional de capacitación para la competitividad de la producción de leche de bovino en México. Querétaro, Qro.
- National Research Council. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6th. Rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Núñez, HG., Díaz AE, Ortega RL, Hernandez AL, Vera AH, Roman PH, Medina, CM, and Ruiz LJF. Produccion de leche de bovino en el Sistema intensivo. INIFAP- CIRGOC, Veracruz, Ver, Diciembre 2009. 337 pp.
- Rodríguez, HK., González, AR., Ochoa, ME., Sánchez, DJ. & Núñez, HG. 2011. Proceso de crianza de becerras y vaquillas de reemplazo, evaluación de indicadores que afectan la eficiencia reproductiva: estudio de casos Memorias de la XLVII Reunión de investigación pecuaria. INIFAP, León, Guanajuato.
- Van Amburgh, M. E., Fox, D. G., Galton, D. M., Bauman, D. E., and Chase, L. E. 1998. Evaluation of National Research Council and Cornell Net Carbohydrate and Protein systems for predicting requirements of Holstein heifers. *J of dairy Sci.* 81 (2):509-526.
- Wells, SJ., Dargatz DA, and Ott SL. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Preventive veterinary medicine.* 29 (1): 9-19.



LA TRANSICIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HÍDRICA: GESTIÓN DEL AGUA Y REDES HIDROSOCIALES EN LA MICROCUENCA AMAZCALA, EL MARQUÉS, QRO.

Sánchez Angulo, JC; Luna Soria, Hugo

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La gestión del agua superficial y subterránea en México, no siempre o casi nunca se percibe de manera integral, e incluso desde el plano administrativo, los límites políticos de los municipios y Estados no coinciden con los límites de las cuencas hidrográficas, pero tampoco con los de los acuíferos. Dentro de estos límites geográficos, cohabitan e intervienen diversos grupos y clases sociales, que por su relación constante con el agua y la tecnología hidráulica para utilizarla, bombearla o extraerla, pueden configurarse redes hidrosociales (Bolding, 2004 citado en Wester *et al.*, 2011; Boelens, *et al.*, 2016), determinándose en diversas escalas un poder para acceder al agua, el cual puede ser entendido como aquella cosa que es acumulada en ciertos grupos que lo tienen y qué otros no (Swyngedouw, 2004a; Ekers, *et al.*, 2008).

En este contexto, los conflictos alrededor del agua pueden manifestarse en escalada, situándose en mayor medida alrededor del agua subterránea, la cual representa el 97% de agua dulce del mundo, mientras el 3% son aguas

superficiales (Jones, 1997; Hoogesteger *et al.*, 2018). En México, del total de metros cúbicos concesionados para el uso de agua superficial y subterránea, el 38.9% proviene de los 653 acuíferos administrativos (SEMARNAT, 2011). Estos flujos de agua subterráneos suministran hasta el 70% de agua a las ciudades mexicanas, beneficiando a un aproximado de 75 millones de personas (Schmidt, *et al.*, 2012).

En Querétaro (Qro), el escenario de gestión y uso del agua subterránea no es tan alentador, se estima que de sus 12 acuíferos, seis están sobreexplotados (DOF, 2018). A nivel estatal, el volumen total de extracción de agua subterránea concesionada equivale a 688 millones de m³ anuales, de los cuales, el 54% está concesionada para actividades agropecuarias y agroindustriales, el 22.3% para uso doméstico, el 15.7% para usos múltiples, y el 8% restante para uso industrial y de servicios (CONAGUA, 2019).

No obstante, autores como Wester *et al.* (2011), concluyen que solo los actores con mayor poder económico lograrán en el tiempo seguir bombeando



el agua subterránea y extraerla así de mayores profundidades, diferenciándose de aquellos otros ejidatarios o agricultores que no podrán costear el abatimiento de sus pozos. Es el caso del acuífero del Valle de Amazcala, ubicado mayormente sobre la cuenca del río Chichimequillas (Qro), en donde lo anterior referido a favorecido a la concentración de títulos de concesión en pocas manos, con mayor poder político y económico.

Por lo anterior, esta contribución académica analiza las problemáticas, intervenciones y las redes hidrosociales configuradas en el proceso de gestión del agua en la microcuenca Amazcala, ubicada en cuenca del río Chichimequillas, donde se originó la explotación del agua subterránea del acuífero del Valle de Amazcala, a partir de distintas intervenciones que afectaron las principales zonas de recarga hídrica de la cuenca y el funcionamiento sistémico del agua subterránea.

A mediados del siglo XX, una de estas intervenciones surgió a la par del desarrollo hídrico en México, donde se impulsó obras de irrigación basadas en el paradigma de la Autoridad del Valle de Tennessee (TVA) (Barkin y King, 1979; Ávalos *et al.*, 2010). Periodo en el cual, se implementó el Plan de Irrigación para el Valle de Querétaro y San Juan del Río, por supuesto para el Valle de Amazcala, ejecutado por la SRH (Secretaría de Recursos Hidráulicos), el Estado de Querétaro, y un grupo de ganaderos con poder económico y político (Miranda, 2005).

Dicho plan, de cierta forma modificó las relaciones preexistentes de los ejidatarios alrededor del uso tradicional del agua, transitando de emplear técnicas artesianas al uso tecnificado del agua; lo cual, trajo consigo la exploración y explotación intensiva del agua subterránea, por medio de la conexión de la bomba eléctrica, incrementado así su vulnerabilidad, al punto de modificar el funcionamiento sistémico del agua subterránea.

Lo anterior, se ha utilizado como un argumento para que el Estado impusiera vedas, zonas reglamentadas y zonas de reserva, con la intención de proteger los acuíferos (Aboites Aguilar, 1998; Rolland, *et al.*, 2010). No obstante, parece que esto ha favorecido la concentración en manos de usuarios con mayor poder político y económico, este es el caso de la concentración de títulos de concesión del agua subterránea en todo el acuífero del Valle de Amazcala.

Actualmente en la cuenca del río Chichimequillas que comprende el 90% del límite administrativo del acuífero del Valle de Amazcala, y la microcuenca de Amazcala que se aborda como caso de estudio, existe un total de 162 concesiones para el aprovechamiento de agua subterránea, 106 están concesionadas para el sector privado, 43 para sociedades de productores de riego, 3 manejadas por comités comunitarios del agua, 20 concesiones administradas por el Estado, y 3 por el ayuntamiento (REPDA, 2018).



MATERIALES Y MÉTODOS

El acuífero del Valle de Amazcala abarca dos estados: Querétaro (Qro) y Guanajuato (Gto), siendo su mayor extensión en el municipio de El Marqués (Qro). Este acuífero se conecta con la cuenca del río Chichimequillas (Figura 1), en la que existen zonas de recarga como el cerro El Zamorano, que abarca dos municipios de Querétaro, y dos de Guanajuato. Asimismo, otra zona de recarga se localiza en el cerro La Caldera, compartida por los ejidos de Amazcala, La Griega y El Lobo, (Qro), la cual forma parte de la franja volcánica transmexicana (Hernández, 2014). Los tributarios de esta cuenca se concentran hidrográficamente en 10 microcuencas, como es el caso de la microcuenca Amazcala, la cual fue delimitada y caracterizada en el 2007 por parte del FIRCO (Fidecomiso de Riesgo Compartido). Para el valle de Amazcala se han realizado investigaciones hidrogeológicas (Hernández, 2014), hidrológicas (Reyes, 2007) e históricas (Olvera, 1997; Salinas y Morales, 2013).

A partir de un análisis de la base de datos del Registro Público de los Derechos del Agua (REPGA) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se obtuvo una clasificación de los usos del agua subterránea del acuífero del valle de Amazcala, por tipo de usuario. Los datos obtenidos se incluyeron por medio de los sistemas de información geográfica (SIG) en un archivo tipo vectorial,

anexándose a una cartografía elaborada de la cuenca del río Chichimequillas, la cual concentra por lo menos el 90% de los pozos de agua subterránea de ese acuífero. Se aplicaron distintas entrevistas a profundidad y semi-estructuradas en la microcuenca Amazcala, con ejidatarios de la tercera edad que han experimentado a través de un proceso histórico la configuración de la gestión y el uso del agua, en escenarios de intervención y de intercambio con otros usuarios. Los resultados se georreferenciaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es por medio de una revisión histórica que se da cuenta de la primera intervención registrada sobre el agua, que da cuenta de la transición del uso del agua superficial hacia el aprovechamiento del agua subterránea en el trayecto del río Chichimequillas-Querétaro. En el cual, es por medio del poder oligárquico del empresario Cayetano Rubio, que se logra intervenir para gestionar y controlar el agua del río a mediados del siglo XIX, e iniciar así, acciones antagónicas para ir desplazando el uso del agua superficial a través de la realización de obras hidráulicas subterráneas, como el caso de los socavones en la Cañada, las cuales fueron emuladas por los ejidatarios posteriormente. Dichas obras hidráulicas, fueron los primeros aprovechamientos de agua subterránea en la región queretana, a partir de perforar con tecnología francesa el subsuelo, con la intención de abastecer



con energía hidráulica a la empresa El Hércules, y conducir el agua por medio del trasvase del acueducto hacia la Ciudad de Querétaro (Landa, 2004)

Por otro lado, los ejidatarios entrevistados hacen referencia a que en el año de 1952 se instaló una compañía minera registrada en la actualidad a nombre de Extracciones Basálticas S.A de C.V, que alteró el funcionamiento sistémico del acuífero del Valle de Amazcala, específicamente en la zona de recarga hídrica La Caldera, ubicada en la microcuenca Amazcala. Esto provocó el desecamiento de los principales manantiales de Amazcala, generando conflictos ejidales por el cambio de uso de suelo que implicó, entre este ejido y La Griega.

Con el desecamiento de los manantiales, surge en el primer aprovechamiento de agua subterránea en el acuífero del Valle de Amazcala, de igual manera como la empresa minera, este fue perforado sobre la microcuenca Amazcala por los ejidatarios. Los cuales, llegaron a explorar el agua del subsuelo, a partir de emplear el uso de varas o radiestesia, una técnica cultural para encontrar yacimientos de agua por medio de las vibraciones electromagnéticas.

Los productores se apoyaron de las familias de elite que promovían la irrigación junto con el gobierno estatal y federal en 1952, para que por medio de un financiamiento crediticio, accedieran a la compra de tecnología hidráulica y así conseguir los permisos correspondientes para extraer el agua. Esto permitió entubar el primer pozo sobre el acuífero

y fomentar la primera sociedad de productores de riego de la zona.

Cabe señalar, que el afán de asociar a los productores, tenía un objetivo gremial, abastecer con alfalfa y otras cosechas agrícolas, a los principales ranchos de las familias de elite dedicadas a la producción de ganado lechero. Así en el periodo de 1952 a 1960, los ejidatarios de la zona se ajustaron al Plan Nacional de Irrigación, promovido por la SRH (Secretaría de Recursos Hidráulicos), el Estado y los ganaderos de elite queretana; a costas de recuperar las inversiones realizadas por los problemas sanitarios de la fiebre aftosa de los años 50s', que afectó a gran parte del de la economía gremial (Miranda, 2005).

Las familias _queretanas, como los Roiz, Alcocer, Guas, Calzada, Moreno, Rentería, Sainz, Arguimbau, Vega, entre otros agro-empresarios, actualmente concentran un mayor número de concesiones de agua subterránea, con un volumen de extracción para uso agroindustrial, agropecuario, y para diferentes usos, bajo el régimen de personas físicas y morales. El volumen concesionado para este gremio agro-empresarial, es de 30.4 millones de m³ anuales, a comparación del volumen de agua concesionado para los productores de los distintos ejidos del valle, que tienen permitido extraer hasta 14.8 millones de m³ anuales; y a comparación del volumen destinado para el uso doméstico de la población.

Del volumen total concesionado para los usuarios, el 43.4% rebasa la recarga hídrica anual, por lo cual, el



déficit presentado se concede, siendo la sobreexplotación un artificio técnico para controlar el destino y dotación del agua subterránea. Además existen registros en el REPDA que no presentan ningún dato sobre el volumen concesionado. Estas concesiones, pueden estar reservadas para los estudios de factibilidad técnica en el proceso de cambio de uso de suelo.

En este contexto, es a partir del análisis del REPDA y las entrevistas, que se concluye que el sector privado concentra hasta el 89.5% de los 34 millones de m³ que se recargan anualmente al acuífero, bajo el régimen de personas físicas y morales. Este porcentaje constituye no solo el déficit con el cual, se le está designando como sobreexplotado, sino casi el total de la recarga media anual.

En este sentido, los mecanismos que las familias agro-empresariales emplean para concentrar y controlar el agua subterránea es a partir de la transferencia y compra de los títulos de concesión de los pequeños productores ejidales, como es el caso del ejido de Santa Cruz.

En esta localidad, los ejidatarios vendieron sus tierras de uso común, gracias a ello, fue posible la existencia de una de las colonias con más plusvalía en Querétaro, el fraccionamiento Zibatá ubicada en la microcuenca Amazcala, lo que a decir de los ejidatarios, dichas familias de la elite queretana poseen además el control de las principales empresas inmobiliarias, constructoras, entre otros, “relaciones de poder inmersas en la CEA y la CONAGUA

para realizar los estudios de factibilidad técnica del agua en el desarrollo de zonas habitacionales, industriales y centros comerciales.

CONCLUSIONES

La concentración y control del agua subterránea en el Valle de Amazcala por parte de las familias han ocasionado ciertas modificaciones biofísicas, culturales, sociales, y económicas en las formas tradicionales de gestionar y utilizar toda el agua en el valle de Amazcala. Es posible concluir que esta concentración de agua subterránea, es llevada a cabo porque la CONAGUA, así como la CEA y el COTAS del acuífero, no establecen criterios estrictos de regulación del uso y manejo del agua, que posibiliten disminuir los procesos de desigualdad alrededor del agua y la tierra. Pero también porque es un reflejo de la política clientelar en la que descansa el poder presidencial del agua en México.

La gestión del agua subterránea deberá orientarse a través de escenarios de concertación entre los distintos usuarios involucrados con el uso del acuífero del Valle de Amazcala. Las investigaciones científicas e indisciplinarias son un instrumento de democratización ciudadanía sobre lo que acontece con la dotación y la creación de los derechos de agua de la nación, desde la perspectiva del derecho humano al acceso al agua, señalado en el artículo 4° de la constitución mexicana.

Una democracia hídrica supone la creación de mecanismos de



participación social efectivos, para que la ciudadanía vigile el destino y los intereses sobre el agua, considerando que la cuenca y el acuífero, son una sola unidad de gestión integral del agua; que si es mal gestionada pone en riesgo la seguridad hídrica.

LITERATURA CITADA

Ávalos, C., Aguilar, G., y Viqueira, J., (2010). *Gestión técnica y social del uso del agua en Morelos: caso del Río Cuautla*. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Boelens, B., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J., y Wester, P. (2016) Hydrosocial territories: a political ecology perspective, *Water International*, 41 (1), 1-14.

CONAGUA (2019). Registro Público de los Derechos del Agua. Información Estadística. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/438360/gro_31012019.pdf

DOF, Diario Oficial de la Federación (2018). Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5406343&fecha=04/09/2015

Ekers, M., y Loftus, A. (2008). The power of water: developing dialogues between Foucault and Gramsci. *Environment and planning. D: Society and Space*, 26, 698-718.

Hernández, E. (2014). *Caracterización hidrogeoquímica, calidad del agua e identificación de áreas de recarga en los acuíferos Amazcala-Buenavista mediante geoquímica e isótopos estables* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Hoogesteger, J., Wester, P. (2018). Gestión del agua subterránea de uso agrícola: los retos de la sustentabilidad socio-ambiental y la equidad. *Cuadernos de Geografía*, 101, 51-70.

Landa., C. (2004). *Agua y conflictos sociales en Querétaro, 1838-1876: Cayetano Rubio y sus fábricas textiles*. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Miranda, E. (2005). *Del Querétaro rural al industrial, 1940-1973*. Querétaro, México: Miguel Ángel Porrúa.

Olvera, M. O. (1997). *Los tiempos del patrón... Danza de mil soles. Los últimos trabajadores de la hacienda en Querétaro*. Querétaro, México: Gobierno del Estado de Querétaro.

Rolland, L., y Cárdenas, Y. (2010). La gestión del agua en México. *POLIS*, 6 (2), 155-188.

Salinas, J., y Luna, M. (2013). *Entre la hacienda y el ejido. La lucha entre apatronados y agraristas en la zona norte de la ciudad de Querétaro, 1930-1940* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

Schmidt, S., y Hatch, G. (2012). El agua en México. *Foreign Affairs Latinoamérica*, 12 (4), 89-96.

SEMARNAT (2011). *Estadísticas del agua en México*. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf

Wester, P., y Hoogesteger, J. (2011). Uso Intensivo y Despojo del Agua Subterránea: Hacia una Conceptualización de los Conflictos y la Concentración del Acceso al Agua Subterránea. En R. A. Boelens, L. Cremers y M. Z. Zwartveen (Eds.), *Justicia Hídrica: acumulación, conflicto y acción social* (pp. 111-133). Lima, Perú: Justicia Hídrica, IEP, PUCP.



EVALUACIÓN CLÍNICO-NUTRICIA DE PERSONAS FÍSICAMENTE ACTIVAS

Sandoval Cuellar JMA, Ramírez Reséndiz N, Pérez Aguilar MJ, Manoatl de la Cruz EA, Aguilar Galarza BA, Vázquez González DL, Rodríguez García E, López Martínez FJ y Anaya-Loyola MA.

Especialidad en Nutrición, Activación Física y Salud (ENAFyS). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN.

La práctica de activación física requiere de planeación y orientación nutricional, además de la identificación de factores de riesgo asociados a la para la práctica del deporte, esto es válido no solamente para los atletas de alto rendimiento sino también para aquellos que lo hacen por recreación a nivel amateur.

Toda actividad que exija en mayor o menor grado un esfuerzo adicional del organismo requiere una valoración previa para evitar perder el equilibrio homeostático, y evitar que los diferentes órganos lleven a cabo una economía metabólica que puede llevar a riesgos en la, salud, como es el caso del desgaste muscular la amenorrea o incluso comprometer la función renal (debido a los cambios hemodinámicos y a la modificación de la filtración glomerular que se presenta con la activación física), la cual también en personas físicamente activas puede exacerbarse por uso de suplementos proteínicos sin prescripción adecuada(1).

En éste estudio se evaluó a un grupo de atletas de equipos representativos

universitarios con el fin de ver su estado nutricional y los riesgos clínicos que pudieran comprometer su desempeño deportivo, con el fin de poder determinar factores de riesgo o para prevenir enfermedades en personas físicamente activas.

MATERIAL Y MÉTODOS.

En éste estudio transversal descriptivo participaron 42 integrantes de ambos sexos, de los equipos representativos universitarios de las disciplinas de Roller Derby, futbol, baloncesto y volibol. Previo consentimiento informado se les cito para llevar a cabo su evaluación, la cual incluyó la recolección de datos antropométricos, composición corporal, historia clínica, análisis bioquímicos, biometría hemática, examen general de orina y evaluación de función renal. El análisis de datos incluyó estadística descriptiva, mostrando las medias y desviación estándar de las variables antropométricas, de composición corporal, clínicas y bioquímicas.

**Cuadro 1. Características generales de los participantes**

| Características | Total | | | Mujeres | | | Hombres | | |
|---|-------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|
| | Media | ± | DE | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
| Edad (kg) | 25.7 | ± | 8.5 | 25.6 | ± | 7.7 | 24.5 | ± | 6.9 |
| Peso (kg) | 68.4 | ± | 12.1 | 64.8 | ± | 11.6 | 71.7 | ± | 11.9 |
| Estatura (m) | 1.7 | ± | 0.1 | 1.6 | ± | 0.1 | 1.7 | ± | 0.1 |
| Índice de masa corporal (kg/m²) | 24.8 | ± | 4.0 | 24.1 | ± | 4.1 | 25.4 | ± | 3.9 |
| Grasa corporal total (%) | 27.6 | ± | 8.8 | 29.8 | ± | 9.0 | 25.6 | ± | 8.3 |
| Presión sistólica (mmHg) | 113.3 | ± | 9.7 | 110.2 | ± | 9.4 | 115.8 | ± | 9.4 |
| Presión diastólica (mmHg) | 70.2 | ± | 9.5 | 67.9 | ± | 8.6 | 72.0 | ± | 10.0 |

RESULTADOS.

Del total de participantes evaluados 51% fueron hombres y el 49% mujeres. La edad y el índice de masa corporal (IMC) promedio de los participantes fueron 25.7 ± 8.5 años y 24.8 ± 4.0 kg/m², respectivamente. El IMC se encontró dentro de valores normales, aunque el 36.8 de las mujeres presentaron sobrepeso/obesidad y los hombres el 42.8%. Con relación a la grasa corporal promedio se encontró elevada tanto en hombres (66.7%) como en mujeres (78.9%). Sin embargo, los valores presión arterial estuvieron dentro de los rangos normales (**Cuadro 1**).

Con respecto a los marcadores bioquímicos éstos se encontraron dentro del rango normal, sin embargo 10% presentó baja filtración glomerular y se encontraron 2 casos con proteinuria elevada. El 10% reportó toxicomanías,

53% consumo de alcohol y 19% consumo de tabaco. A pesar de no tener

alteraciones bioquímicas significativas esos factores de estilo de vida pueden afectar la salud y el rendimiento deportivo de éstos jóvenes deportistas (**Cuadro 2, Figura 1 y 2**).

Dentro de los antecedentes personales patológicos se encontró que el 7.3% presentaba anemia (solo en mujeres), también se reportaron casos de gastritis (4.9%) y otras patologías con 1 caso reportado fueron: asma, depresión, herpes bucal, miomatosis, quiste pilonidal y miopía.

También se encontró que el 26.8% de los evaluados indicaron tener consumo de suplementos (principalmente vitamínicos) y 7.3% consumo de medicamentos para depresión (**Figura 3**). El consumo de vitaminas del completo B fue de los suplementos vitamínicos más reportados. La queratina, el aloe y los ácidos omega-3 fueron los suplementos provenientes de alimentos funcionales que más se consumen y la proteína en su forma de



suero de leche. Sólo un caso reportó consumo de hormonas, pero su uso principal fue para regular problemas femeninos.

En los antecedentes heredofamiliares, la patología más reportada fue la diabetes mellitus tipo 2 con el mismo porcentaje que la hipertensión (58.5%), seguidas por las cardiopatías (21.9%). Sorprendentemente, se encontró que el 46.3% ha tenido antecedentes heredofamiliares de cáncer de próstata y 7.3% enfermedades renales.

Dentro de los factores de riesgo debidos a estilos de vida, el consumo de alcohol se encontró que afecta a más de la mitad de la población independientemente de ser hombre (59.9%) o mujer (42.1) y sin ser estadísticamente significativos (P=0.2779). En el caso del consumo de drogas (principalmente marihuana) y cigarros, este fue reportado sólo por el 18% de los hombres con una frecuencia promedio fue de al menos 1 vez a la semana (Figura 4).

La práctica del deporte debe ser supervisado por personal capacitado para ello, que le determinen su macrociclo de acuerdo a sus características propias y la actividad que se propone teniendo en cuenta el estado físico en que se presenta el atleta (Keogh y Winwood, 2017).

La mejor alternativa para asegurar el bienestar del individuo es fomentar la cultura de la prevención por medio de la detección temprana de los factores de riesgo El atleta que lleva su organismo a niveles limítrofes puede presentar adecuaciones fisiológicas que pueden llevar a lesiones de diverso tipo, una de ellas es la posibilidad que por el desgaste muscular y el incremento de la ingesta de las proteínas necesarias para su actividad puedan presentar disminución paulatina de la función renal, y con un examen simple no invasivo como es la micro albuminuria se puede detectar el problema en etapas reversibles (López Tellez, 1997).

DISCUSIÓN

Cuadro 2. Resultados de la evaluación bioquímica en sangre y orina.

| | Media | ± | DE | Media | ± | DE | Media | ± | DE |
|--------------------|-------|---|------|-------|---|------|-------|---|------|
| Séricos | | | | | | | | | |
| Acido Urico, mg/dL | 5.4 | ± | 1.7 | 4.1 | ± | 1.2 | 6.2 | ± | 1.4 |
| Albumina, mg/dL | 4.7 | ± | 0.3 | 4.7 | ± | 0.3 | 4.8 | ± | 0.3 |
| Colesterol, mg/dL | 154.0 | ± | 35.4 | 163.6 | ± | 28.2 | 148.3 | ± | 38.4 |
| HDL, mg/dL | 43.0 | ± | 11.5 | 49.8 | ± | 13.3 | 38.9 | ± | 8.2 |
| Creatinina, mg/dL | 1.0 | ± | 0.2 | 0.9 | ± | 0.1 | 1.1 | ± | 0.1 |
| HDL, mg/dL | 43.0 | ± | 11.5 | 49.8 | ± | 13.3 | 38.9 | ± | 8.2 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|---|-------------|--------------|---|-------------|--------------|---|-------------|
| <i>Creatinina, mg/dL</i> | 1.0 | ± | 0.2 | 0.9 | ± | 0.1 | 1.1 | ± | 0.1 |
| <i>Glucosa, mg/dL</i> | 89.1 | ± | 7.0 | 89.4 | ± | 5.7 | 89.0 | ± | 7.8 |
| <i>Proteínas, mg/dL</i> | 7.1 | ± | 0.5 | 7.1 | ± | 0.5 | 7.1 | ± | 0.5 |
| <i>Triglicéridos, mg/dL</i> | 106.3 | ± | 57.2 | 101.3 | ± | 61.3 | 109.3 | ± | 56.1 |
| <i>Urea, mg/dL</i> | 28.9 | ± | 8.2 | 26.3 | ± | 6.2 | 30.5 | ± | 9.0 |
| <i>BUN</i> | 13.5 | ± | 3.9 | 12.3 | ± | 2.9 | 14.3 | ± | 4.3 |
| <i>Globulina, mg/dL</i> | 2.4 | ± | 0.5 | 2.4 | ± | 0.5 | 2.4 | ± | 0.5 |
| <i>A/G</i> | 2.1 | ± | 0.3 | 2.0 | ± | 0.0 | 2.1 | ± | 0.3 |
| <i>VLDL, mg/dL</i> | 21.3 | ± | 11.4 | 20.3 | ± | 12.2 | 21.9 | ± | 11.2 |
| <i>LDL, mg/dL</i> | 89.7 | ± | 30.0 | 93.4 | ± | 25.4 | 87.5 | ± | 32.8 |
| Urinarios | | | | | | | | | |
| <i>Albumina Orina, mg/dL</i> | 27.3 | ± | 38.1 | 31.0 | ± | 44.8 | 25.0 | ± | 34.6 |
| <i>Creatinina orina, mg/dL</i> | 1.2 | ± | 0.9 | 0.9 | ± | 0.7 | 1.4 | ± | 1.0 |

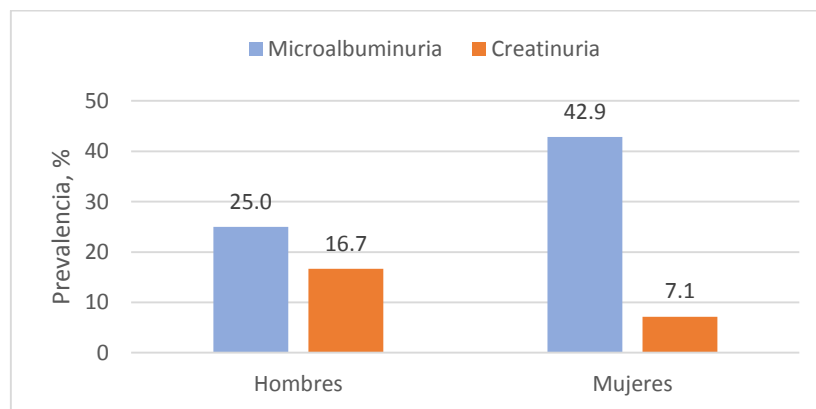


Figura 1. Diagnóstico de función renal

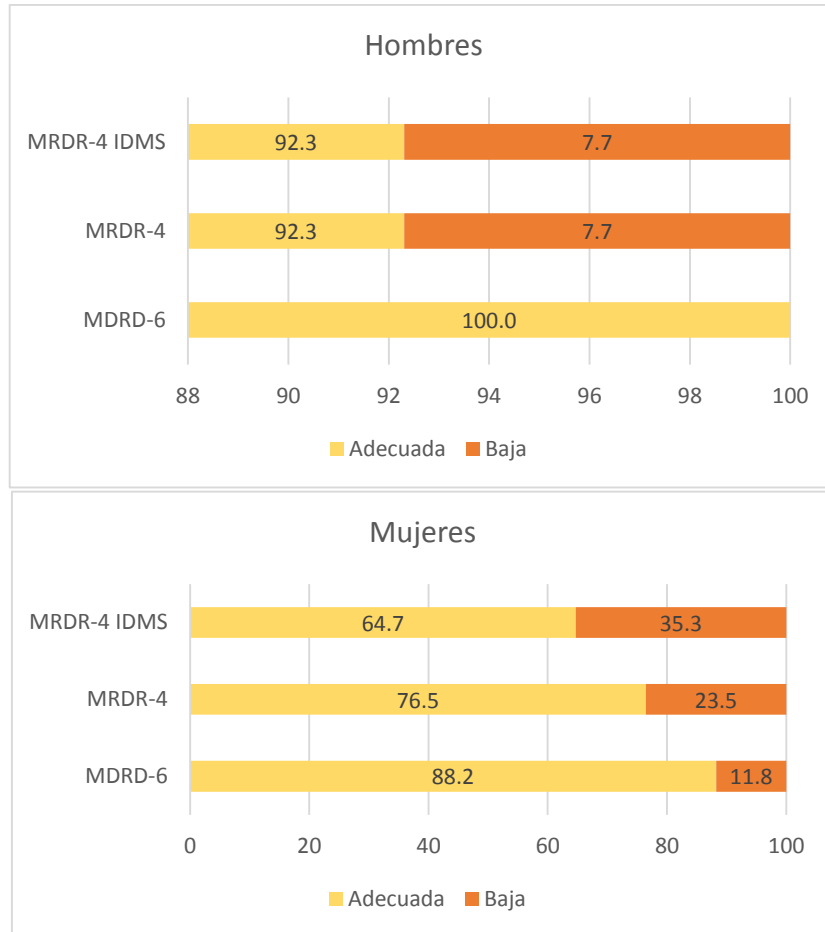


Figura 2. Distribución de participantes de acuerdo al diagnóstico de la tasa de filtración glomerular, usando el método MRDR con 4 y 6 variables.

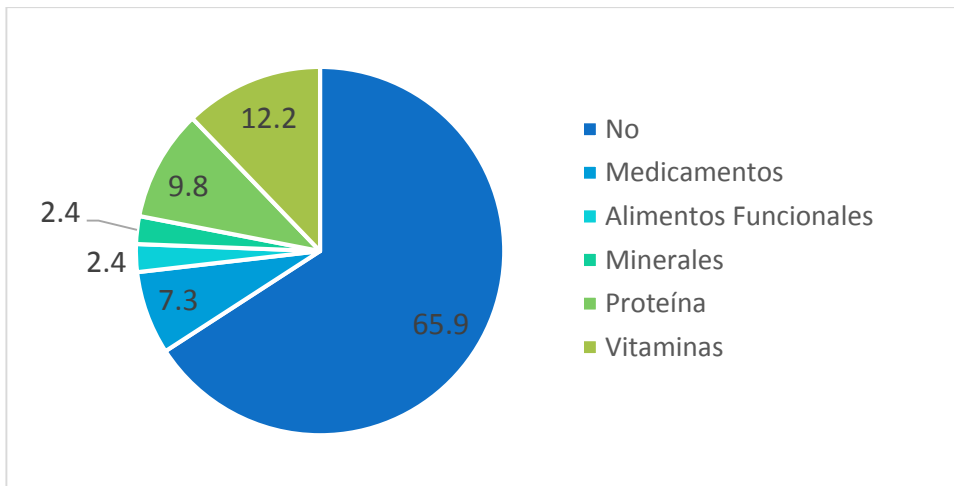


Figura 3. Consumo de medicamentos o suplementos reportados por los participantes.

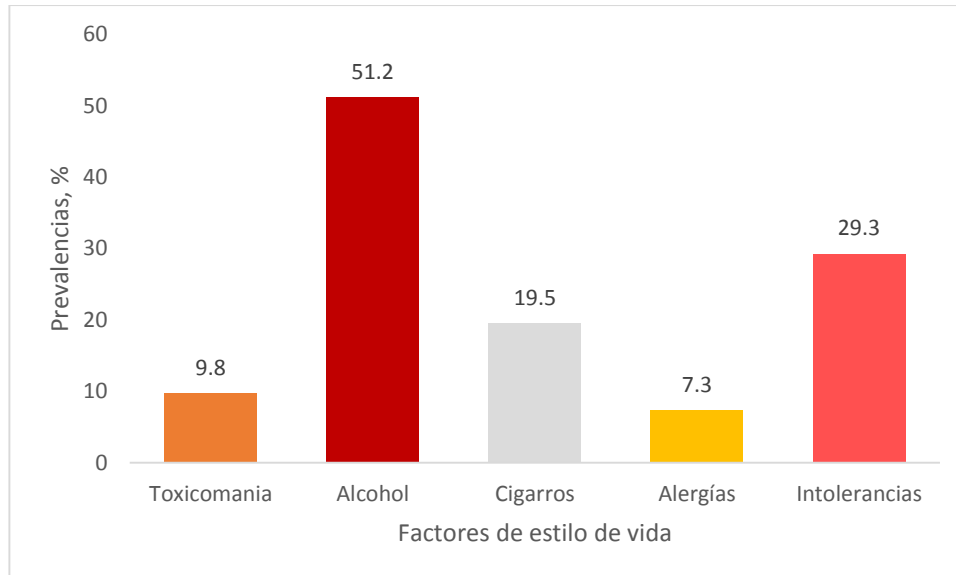


Figura 4. Distribución de participantes de acuerdo a los factores de estilo de vida reportados.

Los órganos que se verían afectados por un mal funcionamiento renal son el corazón por la sobre carga hídrica, el sistema hematopoyético por la deficiencia de eritropoyetina, la hipertensión arterial por el sistema renina angiotensina aldosterona (Vimal y col, 2017, Chua y col, 2006).

Así pues, el consumo de tabaco no sólo afecta a los pulmones, el corazón, las arterias y otros órganos, sino que su uso conlleva una reducción notable del rendimiento físico (Chague y col, 2015). Por otra parte, también representa otro tema a tratar el consumo de alcohol, el cual afecta el sistema nervioso pudiendo provocar en un primer momento euforia y mayor fuerza, pero el efecto final es

depresivo, es decir, deprime las capacidades del individuo para actuar ante cualquier situación y reduce los reflejos. los movimientos se ralentizan, la coordinación disminuye y si su ingesta fue excesiva puede ocasionar alteraciones en la visión. el alcohol actúa como diurético lo cual puede propiciar un cuadro de deshidratación durante la práctica deportiva, y debido a que su ingesta incrementa la pérdida de líquidos, también se produce una pérdida mayor de vitaminas y minerales esenciales para el adecuado desempeño deportivo como el potasio, magnesio, fósforo y calcio, genera un efecto inhibitorio en la oxidación de las grasas, por lo cual, puede ocasionar



un **incremento de peso corporal** indeseado a expensas de **grasa. aumenta la degradación de proteínas**, lo cual por supuesto perjudica la masa magra de nuestro organismo (Villava-Caloca y col, 2004 y Aván-Pérez y col 2017).

CONCLUSIÓN

Con base en los datos obtenidos en este estudio resulta inminente la necesidad de generar la cultura de la evaluación de los integrantes de los equipos representativos universitarios, ya que pueden tener riesgos en la salud inmediatos y a largo plazo, lo que al final no sólo repercute en su estado de salud y rendimiento deportivo, sino también en el académico.

Es importante que las instituciones educativas generen programas prioritarios para evaluar y dar seguimiento clínico y nutricional, además de las sesiones de entrenamiento en sus integrantes y así obtener mejores resultados deportivos, pero a la vez también académicos.

BIBLIOGRAFIA

Vimal Master Sankar Raj, Dilip R. Patel, Lakshmi Ramachandran² (2017). Chronic kidney disease and sports participation by children and adolescents

Chua, A. N., Alexander, S. R., Sarwal, M. M., Millan, M., Salvatierra, O. y Yorgin, P. D. (2006).

Proteinuria in pediatric renal transplant recipients during the first 60 post-transplant days. *Pediatric Transplantation*, 10: 957-961. doi:10.1111/j.1399-3046.2006.00594.x

.Keogh, J.W.L. y Winwood, P.W. (2017). The Epidemiology of Injuries Across the Weight-Training Sports. *Sports Med* 47: 479. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0575-0>
Villalba-Caloca, J, Sansores,R, Giraldo-BuitragoG, Sierra-Heredia,C, Giraldo-Buitrago F, Valdelamar-Vázquez,F, Ramírez-Venegas A. (2004). Tabaquismo y deporte. Efectos sobre el rendimiento físico. *REV SANID MILIT MEX* 2004; 58(3): 204-208 205.

López Tellez A. Repercusiones renales del ejercicio físico.intenso. Estudio bioquímico-antropométrico en nadadores adolescentes. (1997) Tesis doctoral. Universidad de Málaga (España) Idioma: español ISBN: 978-84-692-4283-4

Los Efectos del alcohol en la práctica deportiva. Consultado el 30 de Marzo del 2019. <https://www.vitonica.com/prevencion/los-efectos-del-alcohol-sobre-la-practica-deportiva>.

Ayán Pérez, C, Molina, AJ, Varela Mato, V, Cancela Carral, JM, Barrio Lera, JP Martín Sánchez, V. (2017). Relación entre el consumo de tabaco y la práctica deportiva en una población universitaria de ciencias de la salud y la educación. *Enfermería Clínica*, 27(1): 21-27

Chagué F; Guenancia C; Gudjoncik A; Moreau D; Cottin Y; Zeller M. (2015). Smokeless tobacco, sport and the heart. *Arch Cardiovasc Dis*. 108(1):75-83.



CARACTERIZACIÓN ZOOMÉTRICA DE LA CABRA CRIOLLA NEGRA COMO PARTE DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE LA RAZA.

Silva Jarquin, JC¹; Andrade Montemayor, HM²; Román Ponce, SI³; Durán Aguilar, M²; Vera Ávila, HR², Cambrón Sandoval, VH⁴.

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, ²Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, ⁴Licenciatura en Horticultura Ambiental. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con poco más de 8.7 millones de cabras (FAO, 2017), mantenidas principalmente en sistemas semi-extensivos de bajos insumos, este ganado suele ser un recurso importante para aspectos de estrategias del sustento familiar en comunidades marginadas.

Actualmente, la importancia del ganado caprino se enfatiza también en las poblaciones locales, debido a que estas son reservorio de diversidad genética que podría hacer frente a los retos futuros de la humanidad, por ejemplo, el cambio climático, el aumento de la población, la demanda de alimentos, entre otros (FAO, 2015). Una muestra de estas poblaciones locales que representan una evidencia de los recursos zoogenéticos que existen en México es la cabra Criolla Negra, la cual ha permanecido más de 500 años en los sistemas de producción tradicionales del centro del país sin ser ampliamente

caracterizada. Dentro de las herramienta básicas utilizadas para caracterizar este tipo de poblaciones se encuentra la zoometría, la cual estudia la forma de los animales con base en sus medidas corporales, dando un panorama general de los estándares morfológicos de la población (Mavule *et al.*, 2013).

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo la caracterización zoométrica de la cabra criolla negra, proporcionando una descripción objetiva de la forma corporal de esta población.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 226 animales mayores a un año de edad distribuidos en 8 localidades: La norita (n=20) y El zapote viejo (n=38), pertenecientes al estado de Guanajuato; Venado (n=11), Amazcala (n=15), Tlacote el alto (n=22), Tlacote el bajo (n=38), El Zapote (n=59) y Mompaní (n=23), pertenecientes al estado de Querétaro (Figura 1).



Figura 1. Localidades incluidas en el estudio.

El muestreo se realizó por oportunidad utilizando el método no probabilístico bola de nieve, donde a cada propietario de rebaño se le solicitó referencia de otro u otros que cumplieran con la población objetivo, siendo estos referenciados los siguientes integrantes del muestreo.

Las variables analizadas fueron: Anchura de cabeza (ACF) que refiere a la distancia entre los puntos más laterales de los arcos zigomáticos; Longitud de cabeza (LCF) que se mide desde la protuberancia occipital hasta el labio superior; Ancho de cara (AR) que indica la distancia existente entre los lacrimales; Longitud de cara (LR) que refiere la distancia que va desde el punto medio de los arcos zigomáticos hasta el labio superior; Alzada a la cruz (ACR) que indica la distancia que existe desde el suelo al punto más elevado de la región de la cruz; Perímetro torácico (PT) que se refiere a la medida obtenida del contorno del tórax y debe tomarse pasando por el hueco subesternal y la apófisis de la 7ª-8ª

vertebra dorsal, atrás de la escapula a nivel del olecranon; Diámetro longitudinal (DL) que va desde la región del encuentro hasta la punta de la nalga; Diámetro bicostal (DB) que indica la distancia de un plano costal a otro a la altura de los codos; Diámetro dorso-esternal (DD) desde el punto más bajo de la región de la cruz hasta el esternón; Distancia entre encuentros (DE) es la medida del grosor del pecho en la parte frontal del animal; Longitud de la grupa (LG) se toma desde la tuberosidad ilíaca externa o punta del anca hasta la punta de la nalga; Anchura de la grupa (AG) indica la distancia que existe entre las dos tuberosidades ilíacas externas, cuya base sólida son los ángulos de los íleon; Anchura entre ancas (AEA) que mide la distancia generada entre las dos articulaciones coxofemorales o articulación de la cadera; Alzada a las palomillas (AP) se mide desde el punto más culminante de la región sacra o vértice de la primera apófisis espinal



del sacro; Perímetro de caña (PC) que se refiere a la circunferencia del tercio medio del hueso metacarpiano (Hernández *et al.*, 2002).

Para obtener una vista general de los datos se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variación, máximos y mínimos) de las variables incluidas en el estudio.

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para reducir la matriz de variables morfométricas a un pequeño número de variables no correlacionadas llamadas componentes principales los cuales fueron valorados con base al criterio de Kaiser (1960).

Finalmente, se realizó un análisis jerárquico de conglomerados por el método de Ward empleando la distancia euclidiana para construir un dendrograma y evaluar las distancias entre localidades. En este análisis fueron incluidas las variables morfométricas y se generó un mapa de calor, con el propósito de visualizar las localidades en relación a su promedio por variable. Todos los procedimientos antes

mencionados se realizaron utilizando el lenguaje de programación estadístico R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales evaluados presentaron cierto grado de homogeneidad en la mayoría de las variables (Cuadro 1), esto debido a que diez de las 14 variables estudiadas tuvieron coeficientes de variación (CV) menores a 10%. Estos resultados indican que los valores obtenidos para cada variable tienen el peso suficiente para considerar las estimaciones como aceptables. Algunos autores han descrito que, los CV que superan el 30% tienen tan baja precisión, que los datos tendrían que ser descartados (Mohammadi *et al.*, 2010). El análisis de variables morfométricas como las incluidas en el presente estudio pueden significar una primera aproximación en la caracterización de la población, aun cuando algunos autores han considerado que son más sensibles a factores ambientales y errores humanos (Hassen *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas utilizadas en Cabras Criollas Negras mayores de un año de edad (n=226).

| Variable | Media | DS | CV | MIN | MAX |
|----------|-------|------|-------|-------|--------|
| ACF | 11.56 | 0.98 | 8.50 | 9.50 | 18.00 |
| LCF | 15.66 | 1.40 | 8.96 | 11.00 | 20.50 |
| LR | 12.74 | 1.45 | 11.38 | 9.00 | 19.50 |
| ACR | 70.12 | 4.31 | 6.14 | 57.00 | 88.00 |
| PT | 84.07 | 7.36 | 8.76 | 56.00 | 106.00 |
| DL | 71.20 | 6.11 | 8.59 | 52.00 | 87.00 |
| DB | 21.88 | 5.10 | 23.32 | 15.60 | 41.00 |
| DD | 30.31 | 2.63 | 8.69 | 24.00 | 38.00 |



| | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-------|-------|
| DE | 16.86 | 1.53 | 9.07 | 13.00 | 24.00 |
| LG | 18.81 | 2.04 | 10.85 | 13.00 | 27.00 |
| AG | 15.61 | 1.40 | 8.95 | 12.50 | 21.00 |
| AEA | 17.17 | 1.79 | 10.43 | 12.20 | 23.00 |
| AP | 70.54 | 3.77 | 5.34 | 61.00 | 86.00 |
| PC | 8.49 | 0.68 | 8.06 | 6.20 | 11.00 |

ACF= anchura de cabeza, LCF= longitud de cabeza, LR= longitud de cara, ACR=alzada a la cruz, PT= perímetro torácico, DL= diámetro longitudinal, DB= diámetro bicostal, DD= diámetro dorso-esternal, DE= distancia entre encuentros, LG= longitud de la grupa, AG= anchura de la grupa, AEA= anchura entre ancas, AP= alzada a las palomillas, PC= perímetro de caña.

SD= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, MIN= Valor mínimo, MAX= Valor máximo.

El análisis de componentes principales (ACP) bajo el criterio de Kaiser consideró significativos los primeros tres componentes, que en conjunto representaron el 67.49 % de la varianza total (Cuadro 2). Este porcentaje de explicación podría deberse al bajo grado de correlación entre las variables y el componente principal (CP) dado en PC2 y PC3. Las características morfológicas de la parte anterior de los animales fueron descritas con el CP3, la parte del tronco y extremidades con el CP1 y la parte posterior con el CP2.

Cuadro 2. Valores propios, proporción de la varianza total y correlaciones entre variables y componentes principales (PCs) en la cabra Criolla Negra.

| VARIABLES | PC 1 | PC 2 | PC 3 | Comunalidad |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| ACF | 0.63 | -0.07 | -0.32 | 0.51 |
| LCF | 0.65 | -0.39 | 0.55 | 0.87 |
| LR | 0.61 | -0.47 | 0.50 | 0.84 |
| ACR | 0.70 | 0.31 | 0.25 | 0.66 |
| PT | 0.76 | -0.01 | -0.29 | 0.66 |
| DL | 0.63 | 0.37 | -0.08 | 0.54 |
| DB | 0.44 | -0.67 | -0.41 | 0.81 |
| DD | 0.80 | -0.18 | 0.00 | 0.67 |
| DE | 0.80 | 0.19 | -0.14 | 0.69 |
| LG | 0.34 | 0.77 | 0.02 | 0.71 |
| AG | 0.75 | 0.08 | -0.12 | 0.59 |
| AEA | 0.70 | -0.20 | -0.10 | 0.54 |
| AP | 0.70 | 0.32 | 0.34 | 0.71 |
| PC | 0.78 | 0.03 | -0.21 | 0.66 |
| Valor propio | 6.39 | 1.88 | 1.18 | |
| % Varianza | 45.64 | 13.41 | 8.45 | |

ACF= anchura de cabeza, LCF= longitud de cabeza, LR= longitud de cara, ACR= alzada a la cruz, PT= perímetro torácico, DL= diámetro longitudinal, DB= diámetro bicostal, DD= diámetro dorso-esternal, DE= distancia entre encuentros, LG= longitud de la grupa, AG= anchura de la grupa, AEA= anchura entre ancas, AP= alzada a las palomillas, PC= perímetro de caña.

Es difícil comparar entre poblaciones el peso de cada variable ya que pueden diferir de una población a otra. Tal es el caso de PC, que para la raza Canindé es la que menor aportación tiene en el modelo (18.5%), comparado con la CCN (66%) (Gomez *et al.*, 2017).

El análisis jerárquico de conglomerados asoció las localidades incluidas en el estudio en tres grupos, que coinciden con el lugar de procedencia de los animales (Figura 2).

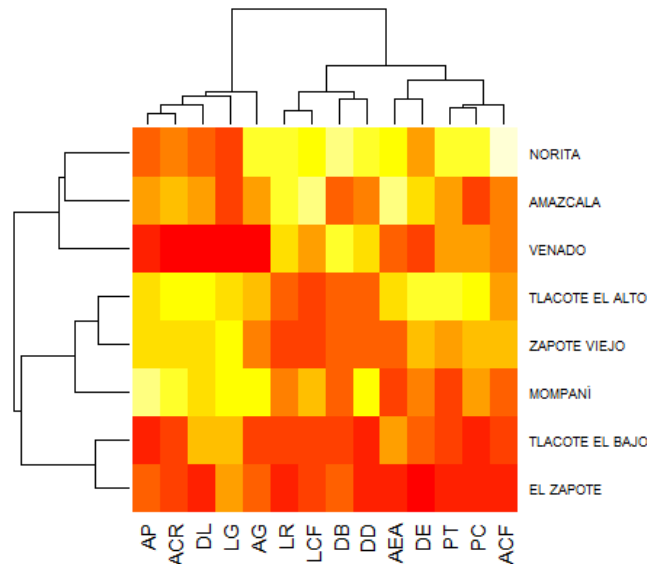


Figura 2. Dendrograma por localidades elaborado con el método de Ward y distancias euclidianas.

El primer grupo incluyó las localidades de Norita, Amazcala y Venado. El segundo grupo formado por Mompaní, Zapote viejo y Tlacote el Alto. Este, muestra la similitud que existe entre las poblaciones, coincidiendo con la naturaleza de los datos al saber que estos rebaños se han originado por mezclas de

poblaciones del tercer grupo que incluye las poblaciones de El Zapote y Tlacote el Bajo. Otros trabajos muestran los efectos de las variables para la clasificación por localidades, sin embargo, se resalta que la relación genética no puede derivarse fácilmente de la similitud fenotípica (Hassen *et al.*, 2012). Por lo tanto sería



útil incluir estos rasgos en estudios de caracterización, ya que se ha comprobado que los factores ambientales en diferentes sistemas de producción tienen efecto sobre la morfoestructura de los animales (Gonzalez-Martinez *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

Aun cuando el tipo de manejo, la etapa productiva, la disponibilidad de forrajes y los factores ambientales influyen sobre el desarrollo morfoestructural, los animales evaluados presentan cierto grado de homogeneidad sin que se generen subpoblaciones.

La cabra criolla negra de las diferentes localidades mantienen perfiles morfométricos similares que pueden distinguir a esta población de otras razas de animales.

LITERATURA CITADA

FAO. 2017. Statistics Database, in FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/faostat/en/#data/QA Consultado 3 Dic 2018.

FAO, 2015. Coping with Climate Change – The Roles of Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Mavule, B.S., Muchenje, V., Bezuidenhout, C.C., Kunene, N.W. 2013. Morphological structure of Zulu sheep based on principal component analysis of body measurements, *Small Ruminant Research*, 111, 23–30.

Hernández, J.S., Franco, F.J., Herrera, M., Rodero, E., Sierra, A.C., Bañuelos, A., Delgado,

J.V., 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: Características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla, *Archivos de Zootecnia*, 51, 53–64.

Mohammadi, K., Beygi, M.T., Fayazi, J., Roshanfekar, H., 2010. Investigation of environmental Factors Influence on Pre-Weaning Grow Traits in Zandi Lambs, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(6), 1011–1014.

Dudhe, S.D., Yadav, S.B.S., Nagda, R.K., Pannu, U., Gahlot, G.C. 2015. Genetic and non-genetic factors affecting morphometry of Sirohi goats, *Veterinary World*, 8(11), 1356–1363.

R Core Team. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing, (<https://www.R-project.org/>).

Kaiser, H.F. 1960. The application of electronic computers to factor analysis, *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141–151.

Gomes, J.K., Arandas, G., Vieira, N.M., de Barros, R., Pimenta, E.C., de Albuquerque, L.H., Ribeiro, M. 2017. Multivariate analysis as a tool for phenotypic characterization of an endangered breed. *Journal of applied animal research*, 45(1), 152–158.

Hassen, H., Baum, M., Rischkowsky, B., Tibbo, M., 2012. Phenotypic characterization of Ethiopian indigenous goat populations, *African Journal of Biotechnology*, 11(73), 13838–13846.

Gonzalez-Martinez, A., Herrera, M., Luque, M., Rodero, E. 2014. Influence of farming system and production purpose on the morphostructure of Spanish goat breeds, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(1), 117–124.



DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO ALIMENTARIO PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN ADULTOS JÓVENES.

Soto-Equihua, E.R.1, De la Torre-Carbot, K.1, Chávez-Servín, J.L.1, Chávez-Alabat, E.F.1, Elton-Puente, J.E.1, Caamaño-Pérez, M.C.1, Ramírez-Silva, C.I.2

1Maestría en Nutrición Clínica Integral. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. 2Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Instituto Nacional de Salud Pública.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchos de los problemas de salud están relacionados con la alimentación y con hábitos inadecuados de consumo. Entre ellos, un consumo excesivo de hidratos de carbono y lípidos, dentro de este último grupo de componentes el consumo excesivo de grasas saturadas colesterol y en especial ácidos grasos trans de origen industrial (AG-t) son altamente perjudiciales para la salud (Márquez Y., et al., 2014).

Los lípidos son macronutrientes que el ser humano requiere como fuente de energía, para apoyar en absorción de ciertas vitaminas como A, D, E, K y carotenoides, además, dan sabor y consistencia a los alimentos. Sin embargo se debe considerar que su consumo excesivo trae consigo consecuencias que ponen en peligro el bienestar integral pues están relacionados con problemas cardiovasculares y metabólicos graves, que incluso pueden llevar a la muerte (Castro M., et al., 2010).

Los AG-t de origen industrial contribuyen al aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, ya que desmejoran el perfil lipídico mediante la disminución de lipoproteínas de alta densidad, la elevación de lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos, causan un desequilibrio en el funcionamiento de prostaglandinas y de la insulina (Castro M. et al, 2010; Márquez Y., et al, 2014). La mayoría de los AG-t provienen principalmente de productos industrializados por lo que se debe disminuir el consumo de estos productos a la menor cantidad posible (Castro M., et al, 2010). Lo anterior es de vital importancia pues la principal causa de muerte en México son las enfermedades del corazón contribuyendo al 18.6% del total de muertes (Soto G., Moreno L., y Pahua D., 2016).

Se tiene el registro del consumo promedio por día de AG-t de algunos países como: Estados Unidos de América 5.3 g., Corea y Japón de 1 a 2 g., Reino Unido 2.8 g., Alemania 2 g., Italia y Grecia 1.4 g., Islandia 5.4 g, Austria 5 g.



para adultos y 10 g. para niños (Fernández S. et al., 2008). En el caso específico de México se tiene el registro de un consumo de 0.5 g/ día (Ramírez, I., Villalpando, S., Moreno, J., Bernal D., 2011), cabe mencionar que dicha estimación se realizó mediante un CFCA que contenía alimentos comunes en la dieta mexicana sin aislar los alimentos con un contenido considerable de AG-t. Según la Organización Mundial de la Salud, el consumo debe de ser menor a 1% del total de las calorías diarias lo que equivale a 2.2 g. Para una dieta de 2000 Kcal (OMS, 2018). Por lo tanto, resulta importante evaluar la ingesta de ácidos grasos; especialmente AG-t de origen industrial mediante una herramienta validada. El conocer el consumo de éstos ácidos grasos puede facilitar el diseño de intervenciones dietéticas y nutricionales específicas y dirigidas al consumo de AG-t, y detectar factores de riesgo relacionados con el consumo de estos AG-t. Actualmente no existe un instrumento con el cual pueda realizarse el análisis y determinación del consumo

de AG-t en población mexicana. Es importante diseñar un CFCA específico que vaya dirigido a estimar el consumo de AG-t y donde se incluyan solo alimentos que contengan este tipo de ácidos grasos, con la finalidad de tener un valor más acertado en cuanto a su consumo en gramos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de este trabajo fue diseñar y validar un cuestionario alimentario para estimar el consumo de ácidos grasos trans de origen industrial en adultos jóvenes. Es un estudio de diseño y validación de una herramienta para evaluación de ingesta, seguido de un estudio observacional y descriptivo. Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó una fórmula estadística para calcular la significancia del coeficiente de correlación de Pearson. El estudio se realizó con estudiantes de la Universidad Autónoma de Querétaro, pertenecientes a la Facultad de Contaduría y Administración, teniendo como criterios de selección:

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión | Criterios de eliminación |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Alumnos matriculados en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Querétaro en el periodo 2018-2. -Alumnos de ambos sexos. -Alumnos que acepten participar en el estudio y que hayan firmado el consentimiento informado. | <ul style="list-style-type: none"> -Alumnos que por algún motivo no deseen participar en el estudio. | <ul style="list-style-type: none"> -Alumnos que no hayan contestado los cuestionarios por completo. -Alumnos que no tengan completa su información para el análisis del cuestionario. -Alumnos que deseen abandonar el estudio. |

Resultados y El estudio constó de 5 partes:

Diseño del cuestionario: se incluyó un apartado de datos personales, un



apartado con instrucciones de llenado, y el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos para el cual se utilizaron las “Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana” (Villalpando S, et. al 2007). Se obtuvo un promedio para agrupar los alimentos de acuerdo a su contenido de AG-t, esto con el fin de limitar el número de ítems como se recomienda para evitar la fatiga del entrevistado y por lo tanto un posible sesgo. Se obtuvo un listado de 97 alimentos a incluir en la FCA. Las respuestas que se generaron fueron: “Nunca”, “menos de 1 vez al mes”, “1-3 veces al mes”, “1 vez a la semana”, “2-4 veces a la semana”, “5-6 veces a la semana”, “1 vez al día”, “2-3 veces al día”, “4-5 veces al día” ó “más de 6 veces al día” (Willet W., 2012). Se incluyó un apartado que contiene el tamaño de la porción (presentación del alimento) y el número de porciones consumidas. Para convertir los alimentos en medidas caseras (porciones) se utilizaron los datos de los recordatorios de 24 horas de la Encuesta Nacional de Salud 2006 y 2012, en base al tamaño de porción (mediana) más consumido por la población mexicana. Para una mejor comprensión de los ítems se elaboró una memoria fotográfica que contiene todos los alimentos incluidos en el CFCA.

Validez de contenido: el cuestionario fue sometido a una evaluación por expertos, para darle validez de contenido, se generó un perfil de expertos considerando como datos importantes: los años de experiencia, la especialidad y el grado académico (Shanteau J., Weis D., Thomas R., y Pounds J., 2002). Para

que los expertos calificaran el cuestionario alimentario se diseñó un formato. Se tomaron en cuenta 4 dimensiones: “Claridad en la redacción”, “Coherencia interna”, “Lenguaje adecuado”, “Mide lo que pretende”, “Tamaño de la porción adecuado”, para cada una de las dimensiones se incluyó la posibilidad de respuesta “sí” y “no” y un apartado para que el experto anotara las observaciones en caso de haberlas (Corral Y., 2009). Al final se incluyó un apartado para aspectos generales. Para hacer el análisis de este formato y calcular la validez de contenido se utilizó el coeficiente de validez de V de Aiken, (Escurra L., 1988). Se realizaron los cambios y observaciones hechas por los expertos para mejorar el cuestionario.

Prueba piloto: el cuestionario se aplicó a un total de 22 alumnos de la Universidad autónoma de Querétaro, con el propósito de medir varios aspectos como: claridad del cuestionario, tiempo que se requerirá para su aplicación, identificar posibles errores y comprobar la comprensión de los ítems por parte de los encuestados.

Aplicación de los cuestionarios: se obtuvieron las listas de los alumnos de la Facultad de Contaduría y Administración que participaron en el estudio por parte del departamento de servicios escolares. Se hizo la invitación de participar a los alumnos, los alumnos que decidieron participar firmaron el consentimiento informado. Se procedió a la aplicación de 3 recordatorios de 24 horas (a cada uno de los participantes) a lo largo de un mes. Durante este tiempo se tomaron también medidas antropométricas (peso, talla y porcentaje



de grasa) mediante bioimpedancia con una báscula OMRON-HFB514C. 2-150 Kg con sensibilidad 0.1 se utilizó un estadímetro SECA-213 20-260 con sensibilidad de 1 mm de acuerdo con el manual de procedimientos para proyectos de nutrición (Shamah L., Villalpando S., Rivera, J., 2006). Se aplicaron los Cuestionarios de Frecuencia de Consumo de Alimentos por grupo de acuerdo a las listas asignadas y se utilizó una memoria fotográfica para facilitar el llenado del cuestionario.

Análisis de validez de criterio: mediante los 3 recordatorios de 24 horas se obtuvo el consumo promedio por día en gramos de AG-t el cual se correlacionó con consumo promedio por día estimado por el CFCA.

Análisis estadístico: se utilizó el software SPSS versión 23.0 para Windows, se utilizaron las pruebas de V de Aiken, Correlación de Pearson y regresión lineal, así como un análisis de las características socio demográficas de los participantes.

DISCUSIÓN

Para la validez de contenido, se obtuvieron puntajes individuales para cada uno de los grupos de alimentos utilizando el coeficiente V de Aiken: comida rápida 0.93, cremas, margarinas y mantequillas 0.90, galletas, barras y panadería 0.91, quesos 0.94 y otros 0.85 (ver gráfica 1). También se calculó un puntaje global teniendo como resultado: 0.90. Se considera 0.60 como un valor mínimo aceptable (Escrura L., 1988).

Se realizó una prueba piloto con un total de 22 cuestionarios, se obtuvo un tiempo de aplicación de 22 minutos y 34 segundos, encontrando el atlas de imágenes como un gran apoyo para guiar a los encuestados con las respuestas. Se identificaron algunos errores de redacción. Se realizaron los cambios correspondientes al cuestionario, se redactó la versión final del cuestionario la cual incluye: 108 alimentos. Se reorganizaron los grupos de alimentos obteniendo los siguientes: “Productos de origen animal”, “Leche y derivados”, “Cereales”, “Repostería y panadería”, “Comida rápida”, “Comida preparada”, “Botanas”, “Alimentos dulces”, “Aceites y grasas” y “Otras preparaciones”. Se contó con un total de 50 participantes pertenecientes a la licenciatura de administración cuyas características sociodemográficas y antropométricas se presentan en la tabla 1.

La validez del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos se calculó mediante la comparación de los resultados obtenidos por el R24H. Este método de comparación ha sido utilizado en un gran número de estudios (Villena, M., Moreno, R., Romero, M., y Molina, G., 2017; Uauy R., y Carmuega E., 2015; Silva, K., Neutzling, M., y Drehmer, M., 2015; Aguirre, A., Cabrera, A., Domínguez, S., Borges, C., Carrillo, L., Batista, G., et al. 2008). Ambos cuestionarios de estimación son propensos a fuentes de error como la dependencia de la memoria del encuestado, con motivo de reducir este error se utilizó un atlas con imágenes de los diferentes tamaños de porción de los



alimentos y un atlas con imágenes que contenía todos los alimentos incluidos en el CFCA con el motivo de hacer más fácil su identificación (Villena, M., Moreno, R., Romero, M., y Molina, G., 2017).

Tabla 1. Características socio demográficas y antropométricas de la población estudiada

| | |
|--|---------------------------------------|
| | Total (N= 50) |
| Sexo | 68% Mujeres 32% Hombres |
| Vive con: | 94% Familia 6% Amigos |
| | Total (N= 50) (media DE) |
| Edad, años | 20 ± 2 |
| Peso, Kg | 68.39 ± 15.47 |
| Talla, cm | 164.14 ± 9.08 |
| Índice de Masa Corporal, Kg/m ² | 25.24 ± 4.58 |
| Porcentaje de grasa, % | 35.22 ± 8.04 |
| | Diagnósticos por IMC Total (N= 50) |
| Bajo peso | 2 % |
| Normal | 48 % |
| Sobrepeso | 36 % |
| Obesidad Grado I | 10 % |
| Obesidad Grado II | 2 % |
| Obesidad Grado III | 2 % |

El coeficiente correlación fue de 0.77 para ácidos grasos trans. Este valor es considerado como moderado y una significancia de $P < 0.05$ (Pérez, C., Aranceta, J., Salvador, G., Varela, G., 2015). Se obtuvo una media de consumo de 2.65 ± 1.52 g para el CFCA y una media de consumo de 2.56 ± 1.25 g para los recordatorios de 24 horas, estos resultados difieren por mucho de los

encontrados por otros autores que corresponden a un consumo de 0.5 g por día en la misma población mexicana (Ramírez, I., Villalpando, S., Moreno, J., Bernal D., 2011). En algunos estudios se ha encontrado el que el CFCA sobreestima en comparación con otros métodos de ingesta dietética y la sobrestimación aumenta con la longitud de la lista de alimentos (Pérez, C., Aranceta, J., Salvador, G., Varela, G., 2015). A pesar de las diferencias encontradas entre ambos métodos el coeficiente de correlación confirma una relación cercana para estimar consumo de AG-t entre ambos métodos dietéticos. No se encontró correlación entre el consumo de ácidos grasos trans de origen industrial y el Índice de Masa Corporal o el porcentaje de grasa. Lo que podría indicar que como menciona la literatura el consumo elevado está más relacionado con problemas cardiovasculares y desequilibrios hormonales (Castro M. et al, 2010; Márquez Y., et al, 2014). Algunas de las limitaciones de nuestro estudio son en primer lugar no se pudieron utilizar biomarcadores los cuales son considerados como estándar de oro, para ser comparados con los resultados del CFCA. Otra limitación es la falta de tablas de composición de alimentos actualizadas las cuales no existen, por lo que es importante partiendo de este punto, la creación de nuevas tablas que incluyan el contenido de ácidos grasos trans en alimentos disponibles actualmente.

CONCLUSIONES

Acorde a los resultados obtenidos para la validación tanto de contenido como de



critério, se considera el CFCA como un instrumento que puede ser utilizado para estimar la ingesta de ácidos grasos trans en adultos jóvenes, por lo que puede ser utilizado también en estudios epidemiológicos.

LITERATURA CITADA

- *Aguirre, A., Cabrera, A., Domínguez, S., Borges, C., Carrillo, L., Batista, G., et al. (2008). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos adaptado para el estudio y seguimiento de la población adulta de las islas canarias. *Rev Esp Salud Públ.* 82 (5): 509-518.
- *Castro, M., Bolado, V., Landa, M., Liceaga, M., Soto, J., y López, J. (2010). Ácidos grasos trans de la dieta y sus implicaciones metabólicas. *Gaceta Médica de México.* 146 (4), 281-288.
- *Corral Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la educación.* 19 (33): 229-247.
- *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). (2006). Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud.
- *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). (2012). Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud.
- *Ecurra L. (1988). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología.* 6: 103-111.
- *Fernández, S., García, C., Alanís, M., y Ramos, M. (2008). Ácidos Grasos Trans: consumo e implicaciones en la salud en los niños. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.* 6 (1): 71-80.
- *Márquez, Y., Salazar, E., Macedo, G., Altamirano, M., Bernal, M., Salas, J., Vizmanos, B. (2014). Diseño y validación de un cuestionario para evaluar el comportamiento alimentario en estudiantes mexicanos del área de la salud. *Nutrición Hospitalaria.* 30 (1): 153-164.
- *Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). REPLACE trans fat: un conjunto de medidas para eliminar del suministro mundial de alimentos las grasas trans de producción industrial.
- *Ramírez, I., Villalpando, S., Moreno, J., Bernal D., (2011). Fatty acids intake in the Mexican population. Results of the National Nutrition Survey 2006. *Nutrition and Metabolism.* 8 (33): 1-10.
- *Shamah L., Villalpando S., y Rivera J. (2006). Manual de procedimientos para proyectos de nutrición. Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca México.
- *Shanteau J., Weis D., Thomas R., y Pounds J. (2002). Performance-based assessment of expertise: How to decide if someone is an expert or not. *Eur. J. Oper. Res.* 136:253-263.
- *Silva, K., Neutzling, M., y Drehmer, M., (2015). FFQ for the adult population of the capital of the Ecuador (FFQ-Quito): development, reliability and validity. *Public Health Nutr.* 18 (14): 2540-2549.
- *Silva, N., Sichieri, R., Pereira R., Silva, R., Ferreira M., (2013). Reproducibility, relative validity and calibration of a food frequency questionnaire for adults. *Cad Saude Pública.* 29 (9): 1783-1794.
- *Soto, G., Moreno, L., y Pahua, D., (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Rev Fac Med UNAM.* 59 (6): 8-22.
- *Villalpando S., Ramírez I., Bernal D., y De la Cruz Góngora V. (2007). Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta Mexicana. Subdirección de Comunicación Científica y Publicaciones del INSP. México.
- *Villena, M., Moreno, R., Romero, M., y Molina, G., (2017). Validation of a Food Frequency Questionnaire for the indigenous Épera-Siapidara people in Ecuador. *Nutr Hosp.* 34 (6): 1368-1375.
- *Zapata, M., Buffarini, R., Lingardi, N., Goncalves, A., (2015). Reproducibility and relative validity and calibration of a food-frequency questionnaire in an adult population of Rosario Argentina. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 19 (4): 227-230.



DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EN FAMILIAS CON HUERTOS REPROCOM DE COMUNIDADES RURALES DEL NORESTE DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Soto-Rodríguez, M. R.1, Chávez-Servín J. L.2, García-Plata Y.2, Lucas-Deecke G. 3, De la Torre-Carbot, K.2

1 Maestría en Nutrición Clínica. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. 2Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. 3Centro de Innovación de Agricultura Sostenible en Pequeña Escala (CIASPE, AC).

INTRODUCCIÓN

México cuenta con una gran superficie de territorio que pertenece al medio rural. De los 198 millones de hectáreas que posee, 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria (FAO, 2010), es decir, el 73%. Es en esta porción de territorio donde se concentra el 22% de la población en el medio rural. En Guanajuato esta proporción es de 30% (INEGI, 2010). Según datos de la ENSANUT 2012, 8 de cada 10 hogares rurales en el país, se clasifican en Inseguridad Alimentaria.

Se sabe también, que el estado nutricional de los mexicanos es contrastante: por un lado, se encuentra en el segundo lugar con Obesidad a nivel mundial, y por otro, según la ENSANUT de Medio Camino (2016), menos del 50% de la población encuestada refiere consumir frutas y verduras, siendo estas la principal fuente de micronutrientes y fibra en la dieta, además de ser alimentos de baja densidad energética. La deficiencia en el consumo de las mismas conlleva un incremento en el riesgo de padecer diversas patologías. Este contraste habla, entre otras cosas, de una falta de educación en nutrición.

En un esfuerzo por neutralizar esta problemática, existen diversos programas asistenciales y de desarrollo social que buscan contrarrestar la aparente falta de oportunidades que se tienen en el medio rural. Uno de estos programas es el proyecto Impulso a la Reactivación Productiva de Comunidades Marginadas (REPROCOM), que surgió en 2015 en el estado de Guanajuato y que tiene por objetivo contribuir al bienestar de localidades rurales mediante la modernización del traspatio y la parcela, buscando con ello, la producción de alimentos (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, 2016). Asimismo, brinda educación en nutrición a los beneficiarios. Parte fundamental del programa es coadyuvar en los cuatro componentes de la Seguridad Alimentaria, que existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 1996). Es necesario



evaluar el impacto de estos programas que permitan tener una retroalimentación para actuar en consecuencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es transversal descriptivo. Se llevó a cabo en 4 municipios del noreste del estado de Guanajuato: San Luis de la Paz, Victoria, Xichú y Tierra Blanca, en el periodo de enero a julio de 2018.

Se tomó una muestra a conveniencia de 33 familias beneficiarias del programa REPROCOM 2017 distribuidas en los cuatro municipios anteriormente mencionados, con los siguientes criterios de inclusión: personas que se encontraron en el padrón de beneficiarios REPROCOM 2017, personas que fueron beneficiarias del proyecto “Huerto”, personas que aceptaron participar en el estudio mediante la firma del Consentimiento Informado.

El año 2017, el proyecto REPROCOM, mediante la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) Noreste Sustentable de Guanajuato S.C. (NSG), gestionó el apoyo de diversos proyectos productivos en las unidades de producción familiar (UPF) en los municipios de San Luis de la Paz, Victoria, Tierra Blanca y Xichú. Para ello, facilitadores de la ADR, recorrieron las diversas comunidades haciendo visitas a las UPF con la finalidad de verificar si éstas cumplían con los requisitos para ser beneficiarias de un huerto de traspatio, así como para definir la dimensión del mismo (100 m² o 200 m²). Así se obtuvo la cantidad de 33 huertos aprobados en las diferentes

comunidades rurales de estos cuatro municipios.

Posteriormente, se invitó a la madre o padre de familia de cada una de las 33 familias a participar en el estudio, el o ella firmaron el consentimiento informado en representación de los integrantes de la familia al aceptar participar en el estudio. Subsiguientemente, se aplicaron encuestas a los padres de familia (Recordatorio de 24 horas por 3 días no consecutivos, Encuesta Latinoamericana y Caribeña para la Seguridad Alimentaria, Conocimientos, Actitudes y Prácticas frente a la Guía Alimentaria Nacional) y se les tomaron medidas antropométricas a todos los miembros de la familia que estuvieran en casa en el momento de la visita (peso, talla, circunferencia de muñeca, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, composición corporal con la báscula OMRON y para menores de edad se tomó también circunferencia de brazo y pliegue cutáneo tricípital) y se realizó exploración física para detección de signos clínicos.

Una vez obtenida la información y capturada en una base de datos, se utilizó estadística descriptiva para mostrar los datos de las variables de escala como promedios y desviaciones estándar. Para las variables categóricas se utilizaron frecuencias y porcentajes.

Bajo los preceptos del Protocolo de Helsinki, el protocolo fue sometido a aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Naturales de esta Universidad, siendo aprobado con número de registro: 08FCN2018. De



igual forma, se solicitó autorización a la Agencia NSG, obteniéndose una respuesta positiva. Se registró el proyecto con el número 9831, con fecha de registro 19 de abril de 2018 en la Dirección de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Asimismo, se brindaron cartas de Consentimiento Informado a los participantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó a 26 de las 33 familias (6 de San Luis de la Paz, 12 de Victoria, 6 de Tierra Blanca y 2 de Xichú). Dichas familias sumaron un total de 30 menores de edad y 32 adultos (7 hombres y 25 mujeres). De los adultos, 34.4% tenían estudios de secundaria, 21.9% escolaridad primaria y 21.9% refirieron no tener estudios.

Con respecto a la antropometría en adultos, se observa que las mujeres tuvieron cifras mayores de IMC que los varones (25.93 ± 7.04 y 23.73 ± 3.44 respectivamente), 58.3% de las mujeres y 42.9% de los hombres obtuvieron clasificación de sobrepeso según el IMC. En cuanto a la composición corporal, 83.3% de las mujeres tuvieron grasa corporal elevada (33.3%) y muy elevada (50%), mientras que en 42.9% de los hombres predominaron parámetros normales de grasa corporal. La distribución de grasa corporal según el Índice de Cintura-Cadera fue de tipo androide para el 100% de las mujeres y 71.4% de los hombres.

Con respecto a parámetros clínicos, 42.9% de los hombres y 54.2% de las mujeres tuvieron cifras de Tensión Arterial Óptima.

En cuanto a presencia de signos clínicos, las uñas frágiles (hombres: 57.1%, mujeres: 40%) y conjuntivas pálidas (hombres: 42.9%, mujeres: 76%) fueron los más predominantes en población adulta.

En niños menores de 5 años, el 75% de ellos tuvo un IMC adecuado para su edad, 50% tuvieron circunferencia de brazo menor al puntaje Z -1 y el 100% de ellos se colocaba en el puntaje Z -1 o incluso -2 o -3 con respecto al pliegue cutáneo tricipital. El 100% de las niñas menores de 5 años tuvieron un IMC adecuado para su edad, sin embargo todas ellas se colocaron por debajo del puntaje Z -1 en su circunferencia de brazo y 60% se colocaron por debajo del puntaje Z -1 en su pliegue cutáneo tricipital. En esta población de menores de 5 años, el 25% de los niños presentó el signo clínico de manchas de Bitot, que en las niñas fue del 20%; además, 40% de las niñas presentaron conjuntivas pálidas.

En menores de 5 a 19 años, todos los niños y niñas tuvieron un IMC adecuado para su edad. El 54.5% de los niños y 80% de las niñas tuvieron valores de circunferencia de brazo que los colocaron cerca del 0 en el puntaje Z. En cuanto a pliegue cutáneo tricipital, 72.7% de los niños y 70% de las niñas tuvieron valores que los colocaron cerca del 0 en el puntaje Z. El 81.8% de los niños y 50% de las niñas en este rango de edad presentaron conjuntivas pálidas,



54.5% de los niños y 50% de las niñas presentaron manchas de Bitot, 45.5% de los niños presentaron fluorosis y 40% de las niñas presentaron piel seca.

Hablando de consumos de los padres de familia, los hombres tuvieron una ingesta promedio de $2,111.5 \pm 315.49$ kcal/día, 77.8 ± 16.3 gramos de proteína al día, 162 ± 48 gramos de verduras consumidos diariamente y 0 gramos de frutas; mientras que las mujeres tuvieron una ingesta promedio de 1895.27 ± 373.72 kcal/día, 68.1 ± 15.5 gramos de proteína al día y un consumo de 192 ± 111 gramos de verduras consumidos diariamente y 91.5 ± 133.5 gramos de frutas diarios.

Energéticamente hablando, los hombres cubren con el 87.4% de la recomendación y las mujeres con el 78.5%, que para México ha sido establecido por la FAO en 2,415 kcal/día. Sin embargo, es importante también determinar cuál es la distribución de los macronutrientes, considerando hombres y mujeres, el porcentaje ingerido de proteínas fue de $14.72 \pm 1.89\%$, el de lípidos de $21.20 \pm 6\%$ y el de hidratos de carbono de $64 \pm 6.6\%$. Una vez dicho esto, puede decirse que a pesar de que energéticamente no se cubre con la recomendación, no hay una adecuada repartición de macronutrientes, lo cual se refleja en la elevada grasa corporal de las mujeres, en la distribución de la misma según el Índice Cintura-Cadera y en las cifras promedio de IMC tanto par hombres como para mujeres.

La recomendación diaria de frutas y verduras es de 400 gramos al día (FAO, 2006), en la población adulta, la media

de consumo fue de 265.2 ± 174.84 , con un consumo máximo de 700 gramos y uno mínimo de 0 gramos; esto indica que se cubre un promedio de 66.3% de la recomendación diaria; este hecho puede justificar los signos clínicos por deficiencia tanto en adultos como en menores, ya que sabemos que las frutas y verduras son la principal fuente de micronutrientes.

Con respecto a la causa de la depleción muscular en algunos menores, observada en las cifras de pliegue cutáneo tricípital para la edad, puede pensarse que es la deficiencia de proteína y un exceso en el consumo de hidratos de carbono.

En lo que se refiere a Seguridad Alimentaria, el 80.7% de los hogares se encontraron con algún tipo de Inseguridad Alimentaria, situándose 73.1% de ellos con Inseguridad Alimentaria Leve, lo que reafirma la cifra nacional mas reciente de 8 de 10 hogares con Inseguridad Alimentaria en hogares rurales según la ENSANUT 2012, sin embargo la inseguridad alimentaria leve tuvo una proporción mayor en este estudio que en dicha encuesta nacional. Esto indica que las familias del medio rural tienen acceso limitado a los alimentos y hasta pueden preferir alimentos de menor calidad de la dieta familiar.

Al preguntarles de sus conocimientos acerca de la Guía Alimentaria Nacional (Plato del bien comer), 92.3% de los padres de familia refirieron haberla visto, 69.2% de ellos supieron qué era y 92.3% respondieron saber para qué servía. Con respecto a las actitudes frente a la guía alimentaria, el 100% de los padres de



familia respondieron que era importante seguirla, pero sólo 57.7% se sentía capaz de ello y 42.3% respondieron sentirse inseguros de hacerlo. Así mismo, el 46.2% de los padres de familia perciben que su consumo de frutas y verduras es poco, esta misma proporción percibe que su consumo de cereales y tubérculos es suficiente y 50% de ellos perciben que su consumo de leguminosas y alimentos de origen animal es poco. Se sabe además, que 50.5% de los adultos refiere que la falta de dinero para comprar frutas y verduras es una barrera para tener una alimentación saludable (ENSANUT MC, 2016).

Con respecto a las prácticas frente a la guía alimentaria el día anterior a la aplicación de esta encuesta, 88.5% de los padres de familia refirieron haber consumido algún alimento perteneciente al grupo de Frutas y Verduras, 96.2% refirieron haber consumido algún alimento perteneciente al grupo de Cereales y Tubérculos y el 100% refirieron haber consumido un alimento perteneciente a las Leguminosas y Alimentos de Origen Animal.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos son semejantes a los arrojados en las últimas encuestas nacionales, lo cual remarca la importancia de seguir educando en una alimentación saludable y buscar medios para promover seguridad alimentaria en los hogares del medio rural.

Con este diagnóstico inicial obtenido, se pretende hacer un comparativo antes y

después de la instalación de un huerto de traspatio REPROCOM y de una intervención educativa, ya que es importante dar seguimiento a los programas que benefician a familias en el medio rural, para promover este tipo de apoyos, o bien, darles un enfoque diferente, según sea el caso.

LITERATURA CITADA

- Gutiérrez J. P. y cols. (2012) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública
- Hernández Ávila, M. y cols. (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. Instituto Nacional de Salud Pública, 2016 (ENSANUT), 1–154. Disponible en: http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas/1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Resumen. Guanajuato. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/default.aspx?tema=me&e=11>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1996). Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.HTM>
- Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura. (2010). La agricultura y el desarrollo rural de México. Disponible en: <http://www.fao.org/mexico/fao-en-mexico/mexico-en-una-mirada/en/>
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. (2016). Reglas de Operación de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural, pp. 182–213. Disponible en: http://periodico.guanajuato.gob.mx/downloadfile?dir=anio_2016&file=PO_208_6TA__20161230_1408_5.pdf



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PLASMA SEMINAL HETERO ESPECÍFICO (BOVINO A OVINO) SOBRE LA CONGELABILIDAD DE SEMEN DE CARNERO.

Vargas-Menéndez, X, Vera-Ávila H.R. 1*, Andrade-Montemayor, H. 1, Jiménez-Severiano H. 2, Montiel-Olguín L.J. 1, Gómez-Soto J.G. 1.

¹Maestría en Salud y producción animal sustentable. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. México.

INTRODUCCIÓN

Al realizar la congelación de semen de carnero, la concentración requerida, a diferencia de otras especies, necesita ser mayor por pajilla (youngquist & Threlfall, 1997) ya que los espermatozoides sufren de lipoperoxidación, inestabilidad en la membrana, etc. Estos daños se deben a la composición de la membrana plasmática, la cual contiene mayor concentración de lípidos con doble ligadura (Salamon & Maxwell, 2000) esto causa que al realizar el proceso de congelación y eventualmente la descongelación se lleven a cabo reacciones acrosómicas prematuras las cuales llevan a la ineffectividad y muerte celular.

En el plasma seminal del carnero podemos encontrar diferentes sustancias que ayudan a la supervivencia del espermatozoide durante su viaje hasta el óvulo, así mismo ayudan a un mejor transporte y a activar la motilidad del esperma. (Maxwell et al., 2007)

Se han hecho múltiples estudios de los componentes más importantes del plasma seminal, así se ha podido probar que la adición de plasma seminal en espermatozoides de carnero en shock térmico puede revertir las alteraciones

membranales por medio de la absorción a través de la membrana celular del esperma. (Barrios et al. 2001) La presencia de proteínas denominadas BSP en el plasma seminal ayudan a estabilizar la membrana lo cual eventualmente ayuda al esperma a no llevar a cabo las reacciones acrosómicas con premura. Estas proteínas son ubicuas en los mamíferos en general. El modo de acción de estas proteínas sucede en el momento de la eyaculación, ahí se unen específicamente a más del 60% del total de los fosfolípidos de membrana y así previenen el movimiento laxo de los fosfolípidos. (Puttaswamy & Thérien, 2001) También se ha estudiado que las proteínas presentes en el plasma seminal inhiben las reacciones acrosómicas. (Henault et al., 1995) Las proteínas BSP presentes en bovinos se encuentran en mucha mayor proporción en el plasma seminal de toro que de ovino (Bergeron and Manjunath, 2006). Por eso en este trabajo se pretende usar plasma seminal de toro con alta congelabilidad para adicionar al diluyente y así tener una mayor protección de los espermatozoides post descongelación.

MATERIAL Y MÉTODOS



Obtención de plasma seminal.

El plasma seminal se obtuvo de toros con semen de buena congelabilidad, que a lo largo de su vida reproductiva se ha congelado su semen continuamente con niveles dentro de la norma. Los eyaculados se obtuvieron por medio de eyaculación en vagina artificial. Se usaron primeros y segundos eyaculados de diferentes toros colectados en 4 ocasiones diferentes. Los toros fueron de carácter lechero jersey y Holstein. Para obtener el plasma seminal se utilizó la técnica descrita por Pérez-Pe *et al.* en 2001. En cada ocasión se guardó el plasma seminal en tubos a -40°C . Al obtener todo el plasma seminal se descongeló y se realizó un pool, dividiéndose en alícuotas y volviéndose a congelar a -40°C .

Obtención de eyaculados.

Se utilizaron como donadores de semen carneros de raza Black Belly, de la Unidad Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro. La obtención de eyaculados se realizó durante los meses de septiembre a noviembre. Para obtener los eyaculados se utilizó una vagina artificial. Se obtuvieron eyaculados de diferentes machos hasta obtener aproximadamente 2 ml en cada ocasión.

Tratamiento de los eyaculados.

Los tratamientos propuestos fueron la adición de 0%, 5%, 10% y 20% (T0, T5, T10, T20) de plasma seminal al diluyente comercial Optydill. Se realizó un ajuste en la adición de glicerol en cada uno de los tratamientos adicionados con plasma seminal. Para cada repetición, en total 10, se realizó un pool con los eyaculados con una motilidad masal $> 70\%$. Este

pool se mantuvo a 37°C hasta realizar la pre-dilución. Se realizó el conteo de espermatozoides con cámara de Neubauer y tinción de Rosa de bengala (1:400 V/V) para obtener la concentración total del pool de eyaculados.

Se dividió según los tratamientos (T0, T5, T10 y T20) y se realizó la dilución con los diluyentes preparados con anterioridad a 37°C .

Se ajustaron las diluciones para que en cada pajilla se tuvieran 50 millones de espermatozoides. El protocolo de procesamiento y congelación fue el usado convencionalmente en nuestro laboratorio (dilución en un paso, concentración final de 200×10^6 espermatozoides/ml, enfriamiento a 5°C en 4 h, tiempo de equilibrio de 24 h, envasado en pajillas de 0.25 ml y congelación en vapor de nitrógeno).

Evaluación de motilidad progresiva por medio de CASA

Se realizó la valoración de los parámetros CASA (MICROPTIC®, Versión 2002, Barcelona, España) y evaluadas bajo un aumento 100 X (Olympus BX40, Olympus Optical Co., Ltda.).

Se evaluó un total de 3 pajillas por tratamiento por cada réplica, previamente colocadas a 37°C durante 40 segundos en un baño maría. El análisis se realizó sobre alícuotas de semen en una dilución 1:4 (V/V) en solución salina estéril en láminas Leja® (20 micras - 8 cámaras).

Se evaluó el porcentaje de motilidad progresiva (MP, %), Porcentaje de espermatozoides estáticos (Ee, %),



velocidad de vía (Vv, $\mu\text{m/s}$), velocidad de trayecto (Vt, $\mu\text{m/s}$), e índice de linealidad (Li,%)

La evaluación de hinchamiento por solución hiposmótica se realizó para evaluar la integridad de la membrana del espermatozoide. Para prepara la solución se siguió la preparación de según Mehdipour et al. en 2016. Se realizó una dilución 1:2(V/V) 100 μl de solución hiposmótica y 50 μl de semen y se dejó incubando por media hora a 37°C.

RESULTADOS

Para los resultados CASA (Cuadro 1), se pudo observar que en Vt y Vv si hubo efecto de tratamiento y en MP una tendencia de este efecto. Los demás patrones de motilidad no fueron influidos por el tratamiento. El nivel de adición de plasma seminal de 5 % tendió a mejorar la MP con respecto al control sin afectar la velocidad espermática, pero ésta si fue

Se observó en una laminilla con cubreobjeto en un microscopio de fases a 100X con inmersión en aceite y se realizó el conteo de por lo menos 200 espermatozoides en diferentes campos.

Análisis estadístico.

Para su análisis estadístico MP se transformó a arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción con el fin de normalizarla; ANOVA para un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 1. Motilidad progresiva (MP), Velocidad progresiva (Vp), Espermatozoides estáticos (Ee), Velocidad de trayecto (Vt), Velocidad de vía (Vv) e Índice de Linealidad (Li) en semen de carnero post descongelación con adición al diluyente para congelación de 0 (T0), 5 (T5), 10 (T10) y 20 % (T20) de plasma seminal de toro.

| | T0 | T5 | T10 | T20 | e.e.m. | P |
|--|--------|---------|---------|--------|--------|-------|
| MP (%) | 32.6ab | 36.1b | 33.9ab | 34.6ab | 1.0 | 0.13 |
| Vp ($\mu\text{m/seg}$) | 63.5 | 64.6 | 62.95 | 62.75 | 1.3 | 0.72 |
| Ee (%) | 40.8 | 35.5 | 39.1 | 38.5 | 1.7 | 0.19 |
| Vt ($\mu\text{m/seg}$) | 94.1a | 93.3a | 89.1ab | 85.3b | 1.8 | 0.01 |
| Vv ($\mu\text{m/seg}$) | 193.4a | 190.1ab | 182.7bc | 174c | 3.6 | 0.004 |
| Li (%) | 33.9 | 35.1 | 34.5 | 35.9 | 0.7 | 0.21 |

a,b,c,d Literales diferentes dentro de fila indican diferencia estadística

El % de espermatozoides con integridad de membrana (H+) en la prueba HOST fue influido por el tratamiento; a partir del nivel de adición de 5 % se aumentó significativamente el porcentaje de espermatozoides con hinchazón hiposmótica como reflejo de integridad funcional de la membrana plasmática (45.2^a, 49.7^b, 53.4^c, 53.7^c % en T0, T5, T10 y T20; P <0.001).

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren un efecto protector de la integridad de membrana y motilidad progresiva en semen de carnero procesado para congelar al aumentar la presencia de proteínas BSP. Este efecto protector/estabilizador ya ha sido observado en espermatozoides de



carnero (Barrios et al. 2001) y se asume debido a la mayor presencia de estas proteínas en el semen de toro (Bergeron and Manjunath, 2006), particularmente en aquellos con alta resistencia seminal a la congelación (Jobim et al., 2004). Asimismo, también se ha observado que ejercen un efecto menor como antioxidantes protegiendo contra la peroxidación de lípidos de membrana (Manjunath y Thérien, 2002). Sin embargo, puede ser importante la selección de toros donadores de plasma seminal, eligiendo solo a los que tienen antecedentes de alta resistencia seminal a la congelación, pues de lo contrario el resultado puede ser detrimental como observaron Herold et al. (2004) al adicionar plasma seminal de toro en la congelación de semen epididimal de búfalo.

CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de plasma seminal hetero específico (toro a carnero) como fuente de proteínas protectoras de la membrana plasmática del espermatozoide de carnero podría ser beneficioso para su conservación. Lo anterior al mejorar la integridad de la membrana plasmática y la motilidad

progresiva sin alterar sus patrones de velocidad.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, B., Pérez-Pé, R., Gallego, M., Tato, A., Osada, J., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 2000. Seminal Plasma Proteins revert the cold-shock damage on ram sperm membrane. *Biol of repro.* 63:1531-1537.
- Bergeron, A., Manjunath, P. 2006. New insights towards understanding the mechanism of sperm protection by egg yolk and milk. *Mol Reprod Dev.* 73 (10): 1338-44.
- Mehdipour, M., Kia, H.D., Najafi, A., Dodaran, H.V., García-Álvarez, O. 2016. Effect of Green tea (*Camelia sinensis*) extract and prefreezing equilibration time on the post-thawing quality of ram semen cryopreserved in a soybean lecithin-based extender. *Criobiology.* 73:297-303.
- Puttaswamy, M., Thérien, I. 2001. Role of seminal plasma phospholipid-binding proteins in sperm membrane lipid modification that occurs during capacitation. *Jour Rep Immunology.* 53:109-119.
- Salamon, S., Maxwell, W.M.C. 2000. Storage of ram semen. *Anim Repro Sci.* 62:77-111.
- Youngquist R.S., Threlfall W.R., 1997. *Current therapy large animal theriogenology.* Ed. Elsevier. 1er Edición. Estados Unidos. Pp 221-228.



EFECTOS DEL PROGRAMA “NIÑO SANO – ADULTO SANO” EN LA AUTOEFICACIA DE MADRES DE FAMILIA Y EL IMC DE SUS HIJOS ESCOLARES EN QUERÉTARO: RESULTADOS PREELIMINARES.

Zacarías Aboytes G¹; Hernández Zúñiga YC²; García Obregón OP.

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, ²Maestría en Ciencias de la Nutrición Humana, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

México tiene una de las tasas más aceleradas de exceso de peso tanto en adultos como en niños dentro de la región de países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 2017). De acuerdo a los datos de la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Instituto Nacional de Salud Pública, 2016) , 72.5 de los adultos y 34.4% de los niños en México, tienen exceso de peso.

Las madres mexicanas tienen un rol relevante en la conducta alimentaria de sus hijos, ya que, además de ser ejemplo de hábitos, también son las responsables de la adquisición y preparación de las comidas que consume la familia (Rosenkranz and Dzewaltowski, 2008; Solís-Cámara, Fung and Fox, 2013; Kakinami *et al.*, 2015) A pesar de la magnitud del problema en México, existen pocos estudios que generen estrategias exitosas para prevenir la obesidad infantil (Colín-Ramírez *et al.*, 2010; Carriedo *et al.*, 2013; Safdie, Jennings-Aburto and Lévesque, 2013; Carmen Morales-Ruán, Shamah-Levy and Isabel Amaya-Castellanos, 2014), y

ninguno de estos estudios se ha centrado en las madres como agente de cambio de los hábitos en la familia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal controlado con una muestra de 130 madres de familia y sus hijos en edad escolar en las comunidades de Montenegro (grupo de intervención) y San Isidro Miranda (grupo control) en el Estado de Querétaro. Las mujeres del grupo de intervención asistieron a 6 sesiones mensuales como parte del programa “Niño Sano – Adulto Sano” donde participaron en un taller educativo de nutrición y de cocina saludable (Zacarías *et al.*, 2019), mientras que las mujeres del grupo de intervención recibieron orientación alimentaria en tres sesiones de acuerdo a lo indicado en la NOM 043-SSA2-2012. Se midió el peso y talla de los niños y se calculó el valor z del Índice de Masa Corporal (IMC) siguiendo los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006). Las participantes contestaron un cuestionario validado de autoeficacia (Zacarías and García, 2017) en una escala de 0 a 100, acerca de su



confianza para llevar a cabo cuatro prácticas recomendadas de alimentación. Las evaluaciones se llevaron a cabo antes y al finalizar la intervención (6 meses). Los resultados se evaluaron mediante t de student para muestras pareadas para analizar el cambio dentro del grupo al finalizar la intervención, y t de student para muestras independientes para analizar el cambio entre grupos usando el paquete estadístico SPSS versión 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar la intervención, las madres del grupo de intervención aumentaron su autoeficacia promedio en 6.40 puntos (IC95% 0.86, 11.92; $p=0.025$) comparado con el grupo control que aumentó 4.79 (IC95% -4.49, 14.07; $p=0.297$). Las recomendaciones donde se aumentó la autoeficacia en las mujeres del grupo de intervención fue en proporcionar una dieta variada, equilibrada y suficiente con un aumento de 9.12 puntos (IC95%, 2.02, 16.22; $p=0.013$) y en el consumo de 5 porciones de frutas y verduras diarias en 11.5 puntos (IC 95% 2.96, 19.98; $p=0.010$). A pesar de que las mujeres del grupo de intervención aumentaron su autoeficacia al finalizar la intervención de manera significativa, el cambio no fue significativo con respecto al control en ninguna de las mediciones de autoeficacia.

Los niños del grupo de intervención tuvieron una reducción del valor z de IMC de -0.19 (IC 95% -0.11, -0.27; $P<0.001$) y este cambio resultó significativo respecto al control (0.042). La Teoría Social Cognitiva (Bandura, 1997), establece que la autoeficacia es un

determinante y predictor de la conducta. Sin embargo, este constructo está influenciado por el nivel socioeconómico de la población y posiblemente las condiciones adversas a las que las familias se enfrentan pueden influir en la percepción de la misma (Bandura, 2004). Los resultados presentados deben interpretarse con precaución, ya que deben analizarse mediante un modelo ajustando por variables confusoras (como variables socioeconómicas) y que permita establecer el efecto de la autoeficacia en el cambio de IMC observado.

CONCLUSIONES

El programa “Niño Sano – Adulto Sano” muestra resultados promisorios en cuanto a su efecto en la prevención de obesidad infantil, sin embargo, se requieren hacer más análisis para evaluar su eficacia.

LITERATURA CITADA

- Bandura, A. (1997) *Self-efficacy: the exercise of control*. 1st edn. New York: W.H. Freeman.
- Bandura, A. (2004) ‘Health Promotion by Social Cognitive Means’, *Health Education & Behavior*. SAGE Publications Inc, 31(2), pp. 143–164. doi: 10.1177/1090198104263660.
- Carmen Morales-Ruán, M. del, Shamah-Levy, T. and Isabel Amaya-Castellanos, C. (2014) ‘Effects of an intervention strategy for school children aimed at reducing overweight and obesity within the State of Mexico’, *Salud Pública de México; Vol. 56 (2014): Suplemento 2. La obesidad en edad pediátrica*. doi: 10.21149/spm.v56s2.5175.
- Carriedo, Á. et al. (2013) ‘Uso del mercadeo social para aumentar el consumo de agua en escolares de la Ciudad de México’, *Salud Pública de México*. scielomx, pp. 388–396.
- Colín-Ramírez, E. et al. (2010) ‘Outcomes of a school-based intervention (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children



- aged 8–10 years', *Health Education Research*, 25(6), pp. 1042–1049. Available at: <http://dx.doi.org/10.1093/her/cyq056>.
- Instituto Nacional de Salud Pública (2016) *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Available at: http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas/1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf.
- Kakinami, L. et al. (2015) 'Parenting style and obesity risk in children', *Preventive Medicine*, 75, pp. 18–22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.03.005>.
- OECD (2017) *OECD Obesity Update 2017*. Available at: <http://www.oecd.org/health/obesity-update.htm>.
- Rosenkranz, R. R. and Dziewaltowski, D. A. (2008) 'Model of the home food environment pertaining to childhood obesity', *Nutrition Reviews*, 66(3), pp. 123–140. Available at: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00017.x>.
- Safdie, M., Jennings-Aburto, N. and Lévesque, L. (2013) 'Impact of a school-based intervention program on obesity risk factors in Mexican children', *Salud Pública de México; Vol. 55 (2013): Suplemento 3. Intervenciones para la prevención de la obesidad en población latinoamericana*. doi: 10.21149/spm.v55s3.5138.
- Solís-Cámara, P., Fung, M. P. and Fox, R. A. (2013) 'Parenting in Mexico: Relationships Based on Love and Obedience', in Selin, H. (ed.) *Parenting Across Cultures. Childrearing, Motherhood and Fatherhood in Non-Western Cultures*. New York: Springer Science and Business Media, pp. 349–366.
- Zacarías, G. et al. (2019) 'Development of an intervention program to prevent childhood obesity targeted to Mexican mothers of school-aged children using intervention mapping and social cognitive theory', *Evaluation and Program Planning*, 74, pp. 27–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2019.02.008>.
- Zacarías, G. and García, O. P. (2017) 'Desarrollo de un cuestionario para la medición de conocimientos, prácticas y actitudes relacionadas con la nutrición aplicado a madres de familia en comunidades queretanas', in *X Foro de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales*. Querétaro, p. 28. Available at: <http://fcn.uaq.mx/index.php/invstigacion/foros-de-investigacion>.