Universidad Autónoma de Querétaro
Faculta de Ciencias Naturales
Facultad de Ingeniería
Facultad de Psicología
Facultad de Filosofía
Facultad de Química
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

LA PRODUCCIÓN PECUARIA EN EL MANEJO INTEGRADO DE LA MICROCUENCA LA JOYA

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Liliana González Erives

Dirigida por:

M. C. Diana Elisa Bustos Contreras

Dr. Jorge Alberto López García

Santiago de Querétaro, Qro., Noviembre 2011

Universidad Autónoma de Querétaro

Faculta de Ciencias Naturales
Facultad de Ingeniería
Facultad de Psicología
Facultad de Filosofía
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Facultad de Química

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

LA PRODUCCIÓN PECUARIA EN EL MANEJO INTEGRADO DE LA MICROCUENCA LA JOYA

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Liliana González Erives

Dirigido por:

M.C. Diana Elisa Bustos Contreras
Dr. Jorge Alberto López García

SINODALES

M.C. Diana Elisa Bustos Contreras
Presidente

Firma

Dr. Jorge Alberto López García
Secretario

Firma

Dr. Raúl Francisco Pineda López
Vocal

Firma

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza
Suplente

Firma

Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor
Suplente

Firma

Biol. Jaime Ángeles Ángeles
Director de la Facultad de Ciencias Naturales

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y Posgrado

Campus UAQ-Aeropuerto
Querétaro, Qro.
Noviembre, 2011
México

RESUMEN

El manejo ganadero extensivo desorganizado es uno de los factores que contribuye de manera importante al deterioro de la estructura y función de la microcuenca La Joya, ubicada en la región sudoccidental del municipio de Querétaro, Qro., México. El manejo del ganado ha llevado al sobrepastoreo de los agostaderos de la microcuenca promoviendo, entre otros problemas, la erosión hídrica y eólica, la pérdida de diversidad vegetal y con ello la de fauna silvestre, además de la alteración de la infiltración del agua. Es un permanente factor de conflictos entre los habitantes de la microcuenca y económicamente provoca bajos rendimientos productivos. En este trabajo se proyectan las actividades pecuarias con enfoque de cuenca, para el mejoramiento de la función y estructura de la microcuenca mediante la organización de los productores para la implementación del ordenamiento de las zonas de pastoreo, usando los principios del manejo ganadero. Se busca con ello, la obtención de beneficios económicos y la gestión de conflictos. Para apoyar este proceso se calculó el coeficiente de agostadero y la capacidad de carga animal de las áreas de pastoreo y mediante procesos participativos se diagnosticó el actual sistema de producción; los datos obtenidos se validaron con los productores buscando promover la concientización, organización y priorización de actividades que permitan planear el manejo ganadero sustentable en la microcuenca a corto, mediano y largo plazo.

(**Palabras clave**: microcuenca, diagnóstico, participación, manejo, ganadería)

ABSTRACT

Extensive grazing and browsing management is one of the most important factors of deterioration of the structure and function of the micro watershed La Joya in the southwest region of Queretaro State, México. That is because of extensive grazing promote water and wind erosion, lost of plant and animal diversity as consequence of elimination of vegetation canopy, and disturbance of water infiltration. This kind of livestock management is source of social conflict and lack of good yields. This investigation look for grazing systems with watershed approach, towards the improvement of the function and structure of the micro watershed, through the peasants organization and ordering grazing zones, by using animal management principles, in the way to get economic incomes and the management of conflicts. The determination of the coefficient of rangeland and the loading capacity of animal grazing areas and through a participatory methodology diagnosis the current production system; the data obtained were shared with producers seeking to promote awareness, organization and prioritization of activities that allow for planning livestock management sustainable in the watershed in the short, medium and long term.

(**Key words**: watershed, diagnosis, participation, management, livestock)

Agradecimientos

Especialmente a las familias de la microcuenca la Joya por su apoyo, acompañamiento, hospitalidad y esas amenas pláticas llenas de enseñanzas.

A La M.C. Diana Elisa Bustos Contreras por su dirección, asesoría y esas des madrugadas y arriesgadas expediciones a vacunar, por el apoyo en la elaboración de este trabajo, pero sobre todo por su invaluable amistad y que ha creído en mí.

Al Dr. Jorge Alberto López García por su dirección, asesoría y el tiempo que dedicó a la revisión de este trabajo; sin su apoyo no hubiera sido posible y ha sido un honor conocerle.

Al Dr. Raúl Pineda por su apoyo, orientación, asesoría y paciencia invaluables.

Al Dr. Enrique Cantoral Uriza por creer en mí, por su apoyo, su atención, asesoría y por su afable y maravillosa personalidad.

Al Dr. Héctor Andrade Montemayor por su asesoría y enseñarme que siempre puede ocurrir lo inesperado pero ante eso hay que ser fuerte y perseguir las metas.

A la Ing. Casilda Bonabad de COTECOCA por la información proporcionada y su disposición.

A los maestros que compartieron sus conocimientos durante el transcurso de la Maestría.

A los compañeros de la maestría, seres humanos que compartimos el mismo anhelo y que trabajamos diariamente por el bienestar de nuestras familias y de nuestro país. Y aunque el orden no significa nada, gracias a: Juan, Elda, Ariel, José Luis, Luis Enrique, Luis Felipe, Alicia, Eduardo, Leticia, Ricardo, Judith, Tania, Nydia y Ma. Elena.

A Nydia Rivas y su esposo Roberto de la Garza muchas gracias por compartir su amistad, su hospitalidad, su tiempo y sus conocimientos; Male López, gracias por esos ratos de recorridos y viajes a la microcuenca La Joya, por tu amistad, confianza, compañía y tu conversación.

Gracias a Vero y Susy por su amistad, su apoyo en las largas y tempraneras faenas durante la campaña de vacunación y en todo momento.

Al CONACYT y a la Universidad Autónoma de Querétaro, por que sin su apoyo no hubiese sido posible realizar los estudios de maestría ni elaborar este trabajo.

Dedicatoria

A los padres que Dios me dio: Alicia Erives Colmenero y José María González Almuina, que han dedicado gran parte de su vida a apoyarme, guiarme, amarme y son un ejemplo para sus hijos.

A mis hermanos: José Luis, Jesús, y Martha que junto con sus cónyuges Claudia, Laura y Manuel han sido ejemplo de hijos, hermanos, esposos y padres.

A esos maravillosos seres que han llenado de alegría y orgullo a esta familia: Alberto, Fernanda, Aarón, Miguel, Rafa, Sara, Paloma, Elías y Nina a quienes amo profundamente y de quienes espero Dios les guíe en su vida.

A mi esposo Pablo García Muñoz quien ha venido a complementar mi vida y hacerla maravillosa llenándola con su amor por siempre.

A Margarita Rivas de la Rosa (mi mamá adoptiva) quien me ha apoyado incondicionalmente, me ha brindado su amistad, su hospitalidad, sus consejos y su cariño invaluable.

A mis suegros Raquel Muñoz y Juvencio García.

A la familia García Muñoz, que me ha recibido y acogido como miembro de ella.

A las amigas y amigos.

A los habitantes de la microcuenca la Joya y de este majestuoso país, que son motivo de inspiración y razón para seguir trabajando cada día.

ÍNDICE

RESUMEN i
ABSTRACT ii
Agradecimientos iii
Dedicatoria v
ÍNDICE DE FIGURAS ix
ÍNDICE DE CUADROS xi
1. INTRODUCCIÓN 1
2. REVISIÓN DE LITERATURA 4
2.1. Las cuencas hidrográficas 4
2.1.1 Importancia y Desafíos para el Recurso Hídrico en México 6
2.2 Gestión integrada de cuencas 7
2.3 El ordenamiento y manejo de cuencas: una estrategia para el desarrollo regional 8
2.4 Participación popular en el ordenamiento y gestión de cuencas 12
2.4.1 Investigación Acción Participativa (IAP) 12
2.5 El agostadero en las cuencas 13
2.5.1 Ecología del agostadero 16
2.5.2 Efecto del pastoreo sobre la vegetación 18
2.5.3 Evaluación del agostadero 30
2.6 Algunas experiencias de manejo integrado de cuencas 32
2.6.1 La Cuenca Lerma-Chapala 37
2.6.2 El Ordenamiento de la Cuenca 39
2.6.3 El Territorio, las prácticas pecuarias y la producción de alimentos 40
2.6.4 Sistemas agroforestales para la conservación del suelo 42
2.6.5 Pastoreo holístico planificado 44
2.6.6 Pagos por servicios ambientales en fincas ganaderas 45
2.6.7 Desarrollo sostenible de los Agroecosistemas 46

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 48
4. OBJETIVOS 49
4.1 OBJETIVO GENERAL 49
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 49
5. MATERIALES Y METODOLOGÍAS 50
5.1 DESARROLLO METODOLÓGICO 51
5.1.1 Objetivo I 51
5.1.2 Objetivo II 54
5.1.3 Objetivo III 71
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 75
6.1 Resultados del Objetivo I 75
6.1.1 Caracterización de la Microcuenca La Joya 75
6.1.2. Aspectos Socioeconómicos 78
6.1.3 Evaluación del componente pecuario 80
6.1.4 Instalaciones y Manejo Ganadero 85
6.1.5 Comercialización del Ganado 89
6.1.6 Sistema de Producción 90
6.2 Resultados del Objetivo II 95
6.2.1 Pastores y sitios de pastoreo 95
6.2.2 Evaluación del Agostadero 100
6.2.3 Capacidad de Carga Animal 113
6.2.4 Balance Hídrico 117
6.2.5 Bordos y manantiales utilizados como abrevaderos en la microcuenca La Joya 124
6.3 Resultados del Objetivo III 144
6.3.1 Mapa social de la microcuenca La Joya 144
7. CONCLUSIONES 159
7.1 Generales 159

7.1.1 Sistemas de Producción pecuarios 160

7.1.2 Evaluación de las condiciones de la vegetación en las zonas de pastoreo 161

7.1.3 Evaluación de las condiciones del agua en las zonas de pastoreo 162

7.1.4 La perspectiva social 162

7.1.5 Actividades pecuarias a contribuir al mejoramiento de la estructura y función de la microcuenca La Joya. 163

8. RECOMENDACIONES 164

9. LITERATURA DE REFERENCIA 166

10. ANEXOS 178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico 51
Figura 2. Mapa de la microcuenca La Joya, empleado para el muestreo. 55
Figura 3. Ubicación y distribución del doble muestreo. 57
Figura 4. Diagrama del muestreo de cuadrante por pasos (step-point) 58
Figura 5. Ejemplo del registro de datos durante el doble muestreo realizado en la microcuenca La Joya 62
Figura 6. Establecimiento de objetivos 73
Figura 7. Mapa topográfico de la microcuenca La Joya (MAGIC, 2009) 76
Figura 8. Los niveles de erosión en la microcuenca La Joya (MAGIC, 2009)... 78
Figura 9. Campaña de vacunación, capacitación y evaluación del ganado. 80
Figura 10. El ganado en la microcuenca La Joya 85
Figura 11. Instalaciones e infraestructura. 86
Figura 12. Esquilmos agrícolas y avena “fatua” cosechada de las milpas 88
Figura 13 Sistema de producción en la microcuenca La Joya 92
Figura 14. Mapa de los sitios de muestreo. 101
Figura 15. Producción de kilogramos de materia seca por hectárea por sitio. 103
Figura 16 Resultados de cobertura y frecuencia de pastos. 105
Figura 17. Cobertura y frecuencia de hierbas. 106
Figura 18. Cobertura y frecuencia obtenida de leguminosas. 107
Figura 19. Cobertura y frecuencia obtenida de piedra. 109
Figura 20. Cobertura y frecuencia obtenidas de rocas 110
Figura 21. Cobertura y frecuencia de grava en los sitios muestreados. 110
Figura 22. Cobertura y frecuencia de suelo desnudo. 111
Figura 23. Hidrograma de precipitación y temperatura. 118
Figura 24. Diagrama del Balance Hídrico en la microcuenca La Joya 120
Figura 25. Déficit de humedad y evapotranspiración. 121
Figura 26 Escurrimiento e infiltración en la microcuenca. 122
Figura 27. Cárcamo del manantial con mangueras para llevar a agua. 125
Figura 28. Manantial el Sauz. 126
Figura 29. Manantial, cárcamo y escurrimiento hacia el arroyo. 126
Figura 30. Arroyo del Plato. 127
Figura 31. Manantial de la barranca a la distancia. 127
Figura 32. Manantial el Pozo de la Laguna. 128
Figura 33 Manantial Palo Bobo. 129
Figura 34. Manantial y cárcamo del Roble 130
Figura 35. Cárcamo de La Tinajita 131
Figura 36. Manantial el Pelón 132
Figura 37. Manantial La Colmena 133
Figura 38 Bordo parcelario Tierra Negra. 134

Figura 39 Bordo parcelario El Salero. 134
Figura 40. Bordo del Tepozán..... 135
Figura 41. Bordo La Lagunita..... 136
Figura 42. Bordo comunal La Laguna..... 136
Figura 43. Bordo las Cornetas localizado sobre el manantial. 140

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efectos negativos de un pastoreo intenso comparado con los efectos positivos de un pastoreo ligero a moderado. 26
Cuadro 2. Composición de la dieta de los principales herbívoros en el agostadero a lo largo del año y en cada estación (%). 28
Cuadro 3. Clases de cobertura metodología Daubenmire. 61
Cuadro 4. Ejemplo de los resultados obtenidos y analizados con la metodología Daubenmire en la microcuenca La Joya. 64
Cuadro 5. Información de temperatura y precipitación anual obtenidos de Eric III. 69
Cuadro 6. Distribución de la vegetación y uso del suelo en la microcuenca La Joya. 77
Cuadro 7. Población ganadera por especie, peso promedio y etapa fenológica. 81
Cuadro 8. Conteo por especie animal de la primera campaña de vacunación (2010). 82
Cuadro 9. Conteo ganadero por especie, peso promedio y etapa fenológica (campaña de vacunación 2011). 83
Cuadro 10. Conteo por especie animal 2ª. Etapa (campaña 2011). 83
Cuadro 11. Información condensada, de las dos estrategias sanitarias. 84
Cuadro 12. Porcentaje del total de las familias que cuentan con alguna especie animal. 93
Cuadro 13. Los pastores de la localidad La Joya 96
Cuadro 14. Los pastores de la localidad Charape la Joya 98
Cuadro 15. Porcentaje de pastores que acuden a los sitios señalados para el pastoreo. 100
Cuadro 16 Producción de kilogramos de materia seca por hectárea de acuerdo al sitio muestreado en cada época del año. 104
Cuadro 17. Forraje disponible para los tipos de vegetación muestreados. 114
Cuadro 18. Carga animal calculada por uso de suelo y vegetación con diferentes factores de uso para la microcuenca La Joya. 115
Cuadro 19 Carga animal calculada basándose en los datos de COTECOCA obtenidos en el muestreo del año 1979. 116
Cuadro 20. Variables climatológicas y del suelo. 118
Cuadro 21. Balance hídrico para microcuenca La Joya 119
Cuadro 22. Bordos y manantiales en la Localidad La Joya 137
Cuadro 23. Bordos y manantiales en la Localidad Charape la Joya 141

1. INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas son las unidades territoriales delimitadas naturalmente por el parteaguas (Sánchez et al. 2003), en donde el agua ocurre de distintas formas y se almacena o fluye hasta un punto de salida, que puede ser el mar o algún cuerpo receptor interior (Carabias et al. 2005), y son las unidades para la gestión integrada de los recursos hídricos (Dourojeanni et al. 2002). En las cuencas se encuentran además, el patrimonio cultural de la humanidad y el patrimonio ambiental, para heredar a las siguientes generaciones; se dan procesos tanto para satisfacer las necesidades humanas básicas de consumo y de limpieza (Carabias et al. 2005), como para el desarrollo de procesos productivos y económicos que mediante la gestión de cuencas es posible administrar; por lo que Mollard en Vargas (2005) concluye que la cuenca y su organización social son el futuro de necesidades nuevas y antiguas; en ellas conviven personas para las cuales el territorio representa un soporte, un recurso, un espacio para el desarrollo de capacidades, innovaciones, valores, conocimientos locales mediante el cúmulo de la memoria colectiva y experiencias, que son en conjunto la base de las relaciones humanas en sociedad.

En México, la población de las cuencas, subcuencas y microcuencas rurales, se ven sujetas a presiones económicas por falta de ingresos, ya que es frecuente que no existan fuentes de empleo remunerado a nivel local y lo que producen en la milpa o con la actividad ganadera, lo usan principalmente para el autoconsumo (Salas, 2003) y si hay excedentes, los venden a sus vecinos o en ocasiones ofrecen sus productos fuera de su localidad, en los mercados de la ciudad. El ingreso insuficiente ha generado procesos migratorios, los hombres emigran principalmente a Estados Unidos para trabajar como ayudantes en la construcción o jornaleros en el campo; la mayoría de las mujeres se quedan en el pueblo cuidando a los hijos, a los abuelos, y como responsables del manejo de la unidad productiva (parcela, ganado, traspatio y áreas comunales).

En otros casos y dependiendo de la distancia y los medios de comunicación a las ciudades, los hombres viajan a diario o semanalmente, para trabajar en la construcción, y como veladores y jardineros principalmente. La presión económica es un factor que provoca que los pobladores busquen el desarrollo individual para subsistir, olvidando la organización comunitaria (Foladori, 2002).

Una de las actividades económicas o de subsistencia de mayor importancia en las cuencas de México y otros países de América Latina, junto con la agricultura, es la ganadería, su función es dar estabilidad económica y nutricional a sus poseedores, sirve de ahorro para la familia, pues cuentan con animales que se pueden vender en casos imprevistos o bien que pueda sacrificar para comer (Giraldo, 2009). Dentro del sistema de producción, el ganado se mantiene en traspatio, semiestabulado o en pastoreo, el manejo sanitario es escaso o nulo y el manejo nutricional se lleva a cabo de acuerdo a las condiciones económicas y circunstancias de cada familia.

La alimentación se realiza mediante el pastoreo cerca de la vivienda por que los pastores son niños o mujeres que no pueden alejarse mucho, así como en las parcelas después de la cosecha y en otros casos se realiza en áreas comunales del ejido, incluyendo zonas arboladas. Además del pastoreo y los esquilmos de la cosecha, los animales pertenecientes a familias con más ingresos, son alimentados con granos y otros suplementos comprados. Durante las últimas décadas esta actividad, ha sufrido descensos en población y en rendimientos económicos, debido a factores internos y a factores externos como la crisis económica, fenómenos sociales y fenómenos naturales (Auccapiña, 2005).

La situación de la actividad ganadera, la falta de planeación y manejo adecuado, han dado lugar a un sobrepastoreo que ha contribuido a causar daños a los ecosistemas de cuencas, subcuencas o microcuencas en su estructura y función, pues se acelera el proceso de erosión de suelos por falta de cobertura vegetal, hay alteración de la escorrentía, la infiltración de agua no

es suficiente para la recarga del acuífero y se ve mermada la producción vegetal.

En el caso de la microcuenca La Joya Querétaro, se considera necesario conocer la situación social, ambiental y económica de los habitantes para posibilitar la promoción de la gestión integrada de cuencas mediante la aplicación de los principios de manejo ganadero y las prácticas de ordenamiento de las zonas de pastoreo, para contribuir al mejoramiento de su estructura y función.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Las cuencas hidrográficas

México está constituido por 314 cuencas hidrográficas definidas por su tipo de relieve, escurrimientos y características similares en su drenaje. Estas cuencas se han agrupado en 37 regiones hidrológico-administrativas que a su vez constituyen 13 regiones mayores de tipo administrativo para facilitar la creación de organismos de cuenca como parte de los esfuerzos de descentralización de funciones.

La cuenca se subdivide comúnmente en las denominadas subcuencas que son unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal; y en microcuencas, definidas por unidades hidrológicas más pequeñas dentro de la cuenca principal.

Una forma de dividir las cuencas hidrográficas, basada en la elevación relativa de sus partes, da lugar a la cuenca alta, media y baja; la primera es conocida también como cabecera y de recepción, ya que por su posición capta y almacena agua en forma líquida o condensada, tiene una cobertura vegetal de pastos o bosques y comúnmente menor presión demográfica. La parte media de la cuenca, cuenta con mayor pendiente relativa, un caudal caracterizado por torrentes turbulentos, a esta zona se le denomina de transporte de sedimentos o escurrimiento. Finalmente la parte baja, con menor pendiente relativa y un caudal que casi siempre presenta un flujo, lo que define el cauce y una amplia planicie de inundación, suele llamarse cono de deyección o zona de depósito, aquí el uso de la tierra es predominantemente agrícola, con gran presión poblacional, extensas áreas urbanas e importante demanda de agua. Así, el uso inadecuado de los recursos en las zonas elevadas impacta negativamente sobre las áreas bajas.

Con fines de manejo y para identificar las áreas específicas de tratamiento, se subdivide de manera transversal a la cuenca en sentido paralelo al curso del río, y así dar lugar a la identificación de subunidades que tienen

importancia práctica en la intervención del hombre: el área central de la cuenca está conformada por el espacio de dominio del río que incluye el cauce y la planicie de inundación; a ambos lados se encuentra el área de valle, comúnmente de ocupación agrícola, con asentamientos humanos, a la que siguen las áreas de laderas, en las cuales se localizan los terrenos marginales para uso agrícola y poblaciones rurales.

En la cuenca están incluidos varios estados, municipios o localidades, según su extensión, por lo que esta división permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento (Llerena, 1996 y Sánchez et al. 2003).

La interrelación de los diferentes elementos de la naturaleza da lugar a procesos, que al alterarse por la actividad de la humanidad, responden conjuntamente en el ecosistema. Los procesos referidos son los geodinámicos que pueden ser internos por medio del movimiento sísmico o vulcanismo y externos por meteorización, edafización, remoción y erosión; los procesos hidrológicos ocurridos durante el ciclo en el cual el agua se precipita, desplaza, infiltra, almacena y evapotranspira; los procesos biológicos con la sucesión vegetal y evolución de las poblaciones animales; los procesos biogeoquímicos con sus ciclos y todo esto interrelacionado con los procesos antrópicos donde el uso de la tierra, la ocupación del territorio, el crecimiento de la población, de desarrollo de infraestructura, la evolución tecnológica y social impactan (Llerena, 1996).

Los procesos que ocurren en las cuencas son el resultado de la interrelación de los elementos naturales y antrópicos; estos procesos se dan en distintas extensiones desde una cuenca o en áreas de microcuenca. Los procesos pueden ser cíclicos y continuos, eventuales y aleatorios, pueden ser o no una combinación de elementos, pero son interdependientes como menciona Llerena, (1996) la cuenca funciona como una entidad en la cual sus componentes están dispuestos en una agrupación de elementos ligados y

mutuamente dependientes, de manera que conforman una unidad y actúan como tal.

2.1.1 Importancia y Desafíos para el Recurso Hídrico en México

De este recurso captado en las cuencas por medio de la lluvia, recientemente se ha mencionado que la oferta de agua promedio por habitante es de 4,685 m^3 al año; esto proviene de una precipitación media anual de 772 mm que produce un escurrimiento natural medio anual de 394 km^3 y una recarga natural media anual de 75 km^3. Se aprovechan 47 km^3 de agua superficial y 28 km^3 de agua subterránea para riego, industria y abasto de agua potable. El agua extraída para uso agropecuario (77% de la extracción total) en su mayoría se utiliza para el riego de 6.3 millones de hectáreas y solo el 6.3% de este volumen se consume en actividades pecuarias, acuacultura y otros usos. Las carencias y deficiencias en la tecnología e infraestructura de riego hacen que la eficiencia sea de 46%, es decir, el 54% del agua asignada para riego regresa al ciclo hidrológico sin ser aprovechada en la agricultura (Carabias et al. 2005). El balance medio anual de agua en México se completa con una importación de 50 km^3 de agua de Estados Unidos de América y Guatemala, y una exportación a EUA de 0.44 km^3 (López, 2005).

López (2005) reporta que en México, cien acuíferos están actualmente afectados y 26 cuencas están en déficit, debido a la sobreexplotación, y sólo el 26% de las corrientes se considera que tienen una calidad aceptable.

La utilización irracional y no planeada del agua durante años, han creado conflictos y contaminación, teniendo ahora problemas de escasez, agotamiento de acuíferos, sequías, inundaciones, deslaves, erosión hídrica, azolvamiento, salinización, hundimientos, contaminación de suelos y cuerpos de agua, degradación de los hábitat acuáticos, que amenazan la salud humana, la de los ecosistemas y comprometen la continuidad de la mayor parte de los procesos productivos (Carabias et al. 2005). Los desafíos son: la conservación de los ecosistemas, sus servicios ambientales y su relación con el ciclo

hidrológico; la conservación del agua subterránea y su uso en la agricultura; los problemas de calidad del agua, servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; los efectos de las presas, la vulnerabilidad y los riesgos hidrometeorológicos. Es necesario adoptar nuevos enfoques y paradigmas, nuevas políticas públicas y una nueva institucionalidad, se debe ampliar la participación social como una forma de lograr políticas públicas eficaces y transparentes, rechazando la regionalización y optando por una gestión bajo control de los actores locales (Mollard et al. 2005), que se haga énfasis en la conservación del ciclo hidrológico y en el manejo y la gestión integral del agua a nivel de cuencas, para lograr la mejoría de las condiciones humanas de un modo sustentable (Tudela, 2005).

2.2 Gestión integrada de cuencas

De acuerdo con Mollard et al. (2005) los fundamentos de la gestión integrada del agua se basan más en la racionalidad técnica de la administración y en la manera en que cada régimen político pretende regular el acceso al agua. El desarrollo de procesos de gestión participativa del agua está en manos de quienes cumplen la función de mediación a través de procesos políticos que permiten la integración a nivel de cuenca de los distintos intereses, algo que en perspectiva es complicado, pero son los actores tanto sociales como institucionales quienes participan en estas instancias, pues se requiere la opinión pública y la participación. Así, la delimitación por cuencas, subcuencas y microcuencas es un territorio sobre el cual una organización puede discutir y tomar eventualmente decisiones.

Cuando se hace referencia a la gestión integrada de cuencas, según Mestre (2005), se está hablando de la relación de la sociedad por y con el agua, de la sociedad con el Estado por el agua; del Estado con el Estado por el agua. Se está hablando de cantidad y calidad, de espacio y tiempo, de agua azul, de agua verde y de agua negra, se está hablando de muchos elementos distintos, por eso la gestión es integrada y no integral (Lerena, 1996).

En 1992, fue aprobada la “Ley de Aguas Nacionales” y en 1994 su reglamento a partir de esta figura legislativa surgieron los consejos de cuenca, que operativamente fomentan la participación de autoridades locales y sociedad civil en las decisiones relacionadas con el manejo racional del agua (Sánchez et al. 2003).

A nivel gubernamental, el organismo de cuenca es el encargado de realizar la gestión, ya sea solo del agua y/o gestión de recursos naturales. En contraste los consejos de cuenca son de tipo social, y sus actores pueden ser usuarios del agua, académicos, empresarios; personas que se involucran, se informan e inciden en la toma de decisiones, es decir, se empoderan durante los procesos que tienen que ver con la gestión del agua. El papel de la participación social y de intervención gubernamental, así como la inclusión de las dimensiones económica y ambiental son aspectos relevantes para mejorar la eficiencia de los procesos de gestión de cuencas, así se han generado procesos de mayor sustentabilidad no sólo en términos del discurso sino en la práctica (Mestre, 2005).

2.3 El ordenamiento y manejo de cuencas: una estrategia para el desarrollo regional

Las unidades territoriales de las cuencas hidrográficas funcionan por medio de la combinación de un subsistema hídrico que produce agua, junto con el subsistema económico y social activado por el hombre, el capital, la política, el trabajo y la tecnología. En este espacio se producen bienes y servicios que son demandados principalmente por las poblaciones localizadas cuenca abajo, la comercialización produce ingresos y contribuye al desarrollo (Hernández, 1997). Visto desde la perspectiva de Vázquez (2006), la cuenca se trata del espacio territorial que un grupo humano se apropia para asegurar y reproducir su sistema socioeconómico, con crecientes interdependencias entre la población y su espacio geográfico determinado por el parteaguas, es habitado, apropiado, explotado y administrado. En este proceso se generan subproductos

de efectos indeseables, como la erosión, disminución de la productividad agrícola, flujos de retorno contaminados, disminución de la biodiversidad y caudales de estiaje. Cuando la cantidad de subproductos indeseables generados degradan el sistema, entonces disminuye progresivamente la capacidad productiva empobreciendo a la población localizada dentro de la cuenca, eliminando posibilidades de desarrollo y creando riesgos para la salud de la población ubicada aguas abajo que dependen del agua que proviene de la cuenca alta y cuya función debería ser la promoción del desarrollo regional aguas abajo (Hernández, 1997).

El ordenamiento y manejo de cuencas significa la decisión de actuar con una fuerte coordinación interinstitucional plurisectorial horizontal, en todo el sistema-cuenca, tanto aguas arriba como abajo, con la aplicación de políticas regionales de desarrollo sostenible, con enfoques de cogestión y autogestión en función de las potencialidades y valores, las limitaciones del ecosistema y sus habitantes (Vázquez, 2006).

La gestión política pública es un medio y el ordenamiento es el fin, es una herramienta de desarrollo, es un instrumento del estado para equipar, mudar, administrar y organizar las actividades humanas y sobre todo redistribuir el crecimiento demográfico y económico en el territorio, ya que son evidentes los vínculos entre la población y su entorno geográfico, se manifiestan las distintas formas de ocupación del espacio territorial en los movimientos migratorios, las condiciones de vida y trabajo de sus habitantes y en los mecanismos de interacción económica, política, social y cultural que establecen como personas y como integrantes de grupos e instituciones, todo esto refleja las cambiantes formas a lo largo del tiempo en tamaño, estructura y la dinámica demográfica, así como la distribución de la población en la cuenca (Vázquez, 2006).

Para el ordenamiento es necesario hacer énfasis en la aprobación de reglamentaciones de uso de las tierras, promover el desarrollo agropecuario y forestal endógeno y rentable, actividades de reforestación de vertientes, riberas y áreas abandonadas que han sido explotadas, asistencia técnica, medición de

la situación inicial de indicadores seleccionados que permitan comparar los efectos de las acciones, sistemas de monitoreo, evaluación de logros, es decir, una cultura de instrumentación y medición mediante la introducción de tecnologías apropiadas (Hernández, 1997), ya que la información conducirá al conocimiento sistémico e integral del territorio para manejarlo adecuadamente y poder ordenar las prácticas (Reyes y Jiménez, 2008)

Los proyectos de manejo deben buscar la integralidad con una filosofía estratégica de proyectos de reparación, conservación, producción y comercialización con base en principios de la agricultura ecológica y del desarrollo sostenible privilegiando la participación, organización, capacitación, autogestión, educación ambiental y de biodiversidad (Hernández, 1997). El manejo de cuencas es un método de planificación integral, que destaca la interconectividad de los recursos naturales entre los usuarios aguas arriba y aguas abajo, aplicando el concepto de ecosistema, la ciencia ecológica y los lineamientos del desarrollo sostenible donde el ambiente y los recursos naturales son decisivos en la transformación económica local. Facilita el monitoreo y evaluación del efecto de las inversiones en conservación de vertientes para protección del agua y privilegia la protección del valor estratégico del recurso agua.

Es necesario el fortalecimiento de la coordinación y establecimiento de acuerdos interestatales, pues como se ha visto, se trabaja en unidades territoriales que generalmente abarcan varias entidades político administrativas que podría dificultar la coordinación de acciones. Por lo que son necesarias políticas basadas en construir consenso y buscar la participación en la planificación y acción del proyecto (cogestión), así, la ordenación de cuencas genera beneficios ambientales, económicos y sociales que rinden utilidades a corto, mediano y largo plazo, pero sobre todo, que permanecen en el tiempo (Hernández, 1997) haciendo frente a las interrelaciones de las dinámicas territoriales con los procesos poblacionales ya que constantemente se transforman, pues son los actores sociales, sus prácticas, sus lógicas y estrategias económicas, los que en gran parte junto con el tiempo y el clima,

modifican la cuenca; de ahí la importancia de la cultura, la historia particular del establecimiento humano en cada cuenca (Vázquez; 2006) porque los actores son quienes preservarán y cuidarán del medio ambiente (Reyes et al. 2008).

Özyuvaci, Süleyman y Görcelioçlu (1997) establecen que las cuencas, subcuencas y microcuencas, se toman como unidades territoriales de proyecto con el fin de controlar la erosión, los torrentes, e inundaciones y de mantener la sustentabilidad de la producción de agua aprovechable. Estos propósitos han tenido siempre una conexión concreta con la ordenación y desarrollo de los recursos naturales renovables y con la productividad sostenida de los recursos de tierras y aguas. Por su parte Sánchez y colaboradores, (2003) hacen referencia al ordenamiento para manejar una cuenca, mediante el establecimiento de actividades y proyectos rentables y que sean sustentables ambiental y socialmente justos; también señala que el ordenamiento integrado de cuencas tiene como aspecto técnico central la planeación de los recursos naturales, con énfasis en el agua y el bosque, a partir de la unidad básica cuenca; y como objetivo el desarrollo humano. Se considera al agua como el elemento integrador del análisis socioeconómico y eje central para la toma de decisiones, integrado a los ecosistemas. El manejo de cuencas comienza con el ordenamiento territorial de las partes altas, de las vertientes de recepción.

Sánchez et al. (2003) consideran que la unidad de planeación es la cuenca, y la unidad básica de ordenamiento e intervención es la microcuenca, pues es posible manejar y visualizar la producción en relación con la corriente de agua, donde es necesario describir los usos de la tierra y representar parcelas y/o unidades de producción; pero no hay que olvidar que cada recurso o grupo de recursos de los espacios naturales tienen su propia peculiaridad, es por eso que se tienen que integrar las actividades de planificación y ordenamiento junto con los habitantes, para promover la sustentabilidad en el manejo de los recursos (Özyuvaci et al. 1997).

2.4 Participación popular en el ordenamiento y gestión de cuencas

Michaelsen (1991) escribe que la participación popular es un componente principal en la ejecución de iniciativas de ordenamiento de cuencas, es el medio más eficaz para conservar los recursos naturales mediante la participación directa de las comunidades locales para que estas puedan beneficiarse de su ordenamiento y aprovechamiento racional. Los organismos gubernamentales adoptan el papel de apoyo y asesoramiento, promueven la consolidación de las organizaciones e instituciones locales, controlan y ordenan los recursos locales y establecen programas rurales de capacitación. La participación en la planificación de programas de manejo es necesaria para establecer mecanismos que faciliten la determinación de prioridades de la población y para tomar decisiones a nivel local; hay que informarles sobre alternativas existentes teniendo en cuenta las preocupaciones de la población, también se debe diseñar por la misma población, un sistema de seguimiento y evaluación de las decisiones conjuntas e introducir cambios para mejorar los resultados. Este método en un modo más amplio es conocido como Investigación-Acción Participativa (IAP).

2.4.1 Investigación Acción Participativa (IAP)

El término proviene de Kurt Lewin en 1944, describe una forma de investigación cíclica que liga el enfoque experimental de la ciencia social con programas de acción social que respondan a los problemas principales, argumenta que se podrían lograr en forma simultánea avances teóricos y cambios sociales (Salazar, 1992). La IAP ha evolucionado en su metodología y sigue siendo un medio para llegar a formas más satisfactorias de sociedad y de acción emprendidas para transformar las realidades con que empezamos el ciclo. La IAP tiene en consideración las relaciones desiguales de producción de conocimiento que vienen a ser un factor crítico que perpetúa la dominación de

una élite o clase sobre los pueblos. Esas relaciones desiguales producen nuevas formas de dominación si las antiguas no se eliminan con cuidado y previsión. Rahman y Fals Borda (1989) creen y afirman que la IAP puede seguir siendo, durante un buen tiempo, un movimiento mundial dirigido y destinado a cambiar esta situación, al estimular el conocimiento popular, entendido como sabiduría y conocimientos propios, o como algo que ha de ser adquirido por la autoinvestigación del pueblo. Todo ello con el fin de que sirva de base principal de una acción popular para el cambio social y para un progreso genuino en el secular empeño de hacer efectivas la igualdad y la democracia (Salazar,1992).

Özyuvaci et al. (1997) establecen que para el desarrollo sustentable de los recursos de cuencas la participación de la comunidad es necesaria, la educación y la formación de la comunidad, mediante trabajos de extensionismo para elevar el nivel de vida de las comunidades rurales. La transferencia de pequeñas tecnologías como la agrosilvicultura, la apicultura, la ganadería doméstica, la mejora de pastizales, las artesanías, etc. Son considerados atajos para lograr metas económicas. También reflexionan que cada cuenca es una entidad topográfica e hidrológica singular, las medidas técnicas y socioeconómicas deben basarse en datos y resultados seguros proporcionados por una investigación experimental auténtica. Finalmente, reflexionan que los problemas de los recursos hídricos han demostrado claramente la interdependencia de individuos, comunidades, municipalidades, estados y naciones. El ordenamiento de este recurso requerirá la cooperación de toda la población.

2.5 El agostadero en las cuencas

El manejo integral de cuencas implica manejos integrados y sostenibles de producción agrícola, pecuaria y forestal, adaptados a la realidad política y económica local, acordes con la cultura y socialmente justos, con el objeto de

buscar el bienestar de los pobladores que dependen de esa producción (Llerena, 1996).

Dentro de las cuencas se destinan áreas como agostadero, esta superficie no se usa para la producción agrícola, se encuentra cubierta con especies de vegetación en muchas ocasiones nativa, provee las necesidades nutricionales de las especies herbívoras domésticas y silvestres cuyos hábitos de alimentación incluyan el ramoneo y/o pastoreo (Fulbright, 1995; Holechek, Pieper, Herbel, 1989). El agostadero, puede localizarse en zonas de pastizales naturales, zonas desérticas, bosques y praderas anuales.

En México, como en otras partes del mundo, son determinantes los factores económicos y sociales, así, muchos de los agostaderos que cuentan con una topografía, un suelo fértil, agua y un clima apropiado han sido transformados para la agricultura; o bien, áreas con pendientes pronunciadas y escarpadas propensas a la erosión, son destinadas al pastoreo.

El manejo de agostaderos se relaciona con la producción agrícola ya que de no contar con esquilmos suficientes para la alimentación del ganado, se procede a la utilización de los agostaderos. Dependiendo del manejo será la respuesta de la cuenca, pues al ser alterada por la actividad humana la interrelación de los diferentes elementos naturales de la tierra se afecta el ecosistema (Llerena, 1996).

El manejo de los agostaderos y sus componentes permiten obtener un balance con bases sustentables, entre los bienes y servicios para la sociedad en la cuenca. Holechek y colaboradores (1989) hacen mención a dos componentes básicos dentro del manejo de agostaderos:

1) protección y mejoramiento de la relación suelo-agua-vegetación y

2) mantenimiento o aumento de la producción del agostadero para la obtención de carne, fibra, lana, agua y vida silvestre.

El manejo del agostadero es una ciencia y podría mencionarse como un arte, basada en la ecología, en un cúmulo de conocimientos y experiencias, se dedica entonces, a estudiar las interrelaciones planta, animal y medio

ambiente y así decidir realizar las modificaciones necesarias buscando recuperar, preservar y aumentar la producción vegetal y los beneficios que esto conlleva al sistema de la cuenca (Holechek et al. 1989).

Esta actividad ha cobrado cada vez mayor importancia debido al cambio climático, acelerado por las actividades humanas, cuyas consecuencias se han sufrido como inundaciones, disminución de la producción de forraje por las sequías y la erosión, pérdidas económicas importantes debidas a la muerte del ganado intoxicado por plantas que proliferan como resultado de suelos y vegetación degradada en agostaderos sobrepastoreados, extinción de especies vegetales y animales entre otros (Carrales, 1993).

El manejo de agostaderos según Holechek et al. (1989) se basa en cinco principios básicos que incluyen:

1. El agostadero es un recurso renovable.
2. La energía solar es capturada por las plantas verdes, así, el animal al consumir la planta puede obtener esta energía.
3. Los agostaderos proveen al hombre de alimento y fibra con menor costo energético comparado con la obtenida por actividades culturales. Los animales rumiantes son los mejores adaptados para consumir las plantas de los agostaderos debido a la simbiosis bacteriana que existe en su aparato digestivo logrando romper y asimilar la fibra que es tan abundante en la vegetación del agostadero.
4. La productividad del agostadero está determinada por el suelo, la topografía y el clima de cada región.
5. El agostadero provee una gran variedad de productos entre los que se encuentran el agua, el alimento, la fibra, materiales, minerales, clima, recreación, biodiversidad.

La necesidad de realizar un manejo del agostadero ha crecido en la medida de la rápida expansión de la población humana y la demanda de recursos que son finitos. La decisión de realizar tal o cual manejo y las

herramientas para ello en la cuenca, dependen de factores ambientales, sociales, económicos, culturales y tecnológicos que puedan estar disponibles o sean aceptados por las sociedades, por ejemplo, no se pueden utilizar las mismas herramientas para una sociedad con pocos recursos económicos o que culturalmente no sean aceptados; pero en cualquier caso, debe buscarse un equilibrio entre la regeneración, la producción y la conservación

Es necesario aclarar que la producción óptima y sostenida no es igual a la máxima producción, pues la primera está regida por los principios de uso de la tierra según su real capacidad y no la sobreexplotación, considerando al agua, al suelo y a las plantas como recursos naturales renovables. La producción que deriva de esta forma de uso sostenido y óptimo, debe permitir a los pobladores de la cuenca, en especial a los que trabajan la tierra, obtener un beneficio tangible de largo plazo que justifique su esfuerzo, que tienda a elevar su nivel de vida y que dé el sentido final al manejo de la cuenca (Llerena, 1996).

2.5.1 Ecología del agostadero

Es necesario para la humanidad poseer un conocimiento inteligente del medio en que vivimos, para que nuestra civilización subsista puesto que las “leyes de la naturaleza” han cambiado a medida que ha ido aumentando la población del mundo, su grado de complicación y sus relaciones cuantitativas y que la capacidad del hombre de alterar su medio ambiente se ha ensanchado (Odum, 1972).

Las ciencias ambientales constituyen instrumentos indispensables para crear y mantener la calidad de la civilización humana. Por lo tanto, la ecología es una rama de la ciencia muy importante para la vida cotidiana de todo hombre, mujer y niño. La palabra ecología se deriva del griego *oikos* que significa “casa” o “lugar donde se vive” y generalmente se define como el estudio de las relaciones de los organismos o grupos de organismos con su medio (Odum, 1972 y Holechek, Pieper y Herbel, 1989); la ecología se ocupa especialmente de la biología de grupos de organismos y de procesos

funcionales en la tierra, en los mares y en el agua dulce; por lo que la ecología se considera como el estudio de la estructura y la función de la naturaleza en el bien entendido de que el hombre forma parte de esta (Odum, 1972).

La ecología en el manejo de agostaderos, se basa en la manipulación de los organismos y su relación al medio ambiente con el objetivo de incrementar la producción, siempre y cuando se proteja a las plantas y animales, ya que dependen unos de los otros. Por lo tanto, el manejo de agostaderos se enfoca a la manipulación de la vegetación y el suelo por medio de regular el pastoreo (Hanselka et al 2001). En el agostadero se encuentran elementos vivos y no vivos que el hombre se encarga de regular de acuerdo al propósito del manejo; estos elementos y sus relaciones se conocen cómo ecosistema del agostadero (Holechek et al. 1989).

En ecología la unidad funcional básica es el ecosistema, porque incluye organismos y un ambiente abiótico, cada uno influyen sobre las propiedades del otro, siendo necesarios ambos para la conservación de la vida. El concepto de ecosistema cumple la función de recalcar las relaciones forzosas, la interdependencia y las relaciones causales, es decir, comprender en cualquier nivel de la organización biológica, las relaciones entre estructura (componentes) y función (procesos) para formar unidades funcionales (Odum, 1972).

El ecosistema del agostadero está constituido por organismos (incluido el hombre) y variables medioambientales que ocurren en un área específica; aquí están contenidos componentes bióticos (productores primarios, consumidores y organismos encargados de consumir y descomponer materia muerta) y abióticos (energía solar, dióxido de carbono, agua, minerales); estos componentes permiten el funcionamiento del ecosistema y están interconectados, pues un cambio en uno de los componentes influye invariablemente en los otros. Por lo que los principios primordiales del manejo de agostaderos se basan en la protección del complejo suelo-vegetación y el mantenimiento y mejora de la producción del agostadero (Holechek et al. 1989; Hanselka et al. 2001).

En general; el ecosistema del agostadero cuyo principal componente es la vegetación, cuenta con diversos componentes, como el agua, energía solar, fuego, aire, topografía, animales, temperatura, suelo y el hombre. Estos están íntimamente relacionados, interactúan constantemente y así es como el ecosistema del agostadero proporciona múltiples productos y servicios en la cuenca, como son agua, aire, captura de carbono, reservorio de plantas y animales, pesca y cacería, un espacio para la recreación, forraje para el ganado y diversos productos (maderas, frutos). Los agostaderos en el mundo son la principal fuente de alimento para los rumiantes tanto domésticos como silvestres y estos son una importante fuente de alimento y sustento económico para el hombre en todas las regiones del mundo (Holechek et al. 1989).

2.5.2 Efecto del pastoreo sobre la vegetación

El ecosistema del agostadero es dinámico y cambia continuamente; esto debe ser comprendido para la toma de decisiones por quien maneja el agostadero.

El umbral ecológico se conoce como el punto en el que los cambios en la salud y sustentabilidad del agostadero ocurre; ejemplo de ello son los cambios en la salud del agostadero que provoca la invasión de otras plantas, ocurriendo la sucesión vegetal y la erosión natural puede verse acelerada (Hanselka et al. 2001).

Cambios como la sucesión vegetal es el más importante en el manejo de agostaderos, involucra el remplazo de una comunidad vegetal por otra hasta llegar a la comunidad vegetal final. Existen dos tipos de sucesión vegetal que se dan a lo largo del tiempo y dependen del clima, el manejo y el suelo, estas sucesiones son conocidas como: primaria y secundaria.

a. Sucesión primaria: es la que ocurre cuando inicia la formación de suelo por medio de algas y líquenes; posteriormente aparecen algunas hierbas y pastos anuales en suelo

conformado por grava, arcilla y muy poca materia orgánica; posteriormente se puede llegar a un estado de subclimax que se observa con pastos pequeños, algunas hierbas perennes y escasos arbustos, el suelo con menos grava y moderada materia orgánica; el estado de clímax ocurre cuando se observan grupos densos de arboles o plantas leñosas y suelo cubierto de pastos con algunas hierbas y otra vegetación, el selo rico en materia orgánica y las plantas tienen un rápido desarrollo.

b. Sucesión secundaria: los manejadores de agostaderos frecuentemente se enfrentan con este tipo de sucesión, pues ocurre cuando existe alguna alteración ocasionada por el fuego ó un pastoreo destructivo; donde en muchas ocasiones la erosión es la que ocasiona cambios en la condición de la superficie del suelo. La sucesión secundaria ocurre rápidamente y es predecible; la variación de especies vegetales se va reduciendo lo que la aleja de la vegetación clímax. El pastoreo continuo influye en la vegetación, disminuyendo el valor nutricional de la vegetación del agostadero y resultando en disminución de la capacidad de la cuenca para retener agua (Holechek et al. 1989).

2.5.2.1 Consideraciones sobre la vegetación en los agostaderos

Las plantas constituyen el fundamento de los agostaderos. El ganado en pastoreo es un producto del desarrollo de las plantas y la producción de carne es proporcional con la prosperidad de las mismas. La reducción de la superficie foliar, reduce consecuentemente el crecimiento y la productividad de las plantas (Carrales, 1993), por lo que se considera importante tener en cuenta lo siguiente:

a. La planta es la única fuente de alimento para los animales que pastorean.
b. La formación de azúcares, almidón, proteínas y otros nutrientes dependen del proceso de fotosíntesis en las hojas (pocas veces en el tallo) de las plantas.
c. Las plantas no toman alimento del suelo para su mantenimiento y crecimiento. Obtienen solamente minerales necesarios para la fotosíntesis y subsecuente elaboración de su alimento. Las plantas verdes son totalmente dependientes del tejido en sus hojas para sobrevivir.
d. Cuando las hojas son removidas, la capacidad de producción de su alimento es reducida (Holechek et al. 1989).

Las plantas en los agostaderos son sometidas a diversas situaciones de estrés como el pastoreo, ramoneo, pisoteo y estrés hídrico, entre otras, lo que hace necesario conocer cómo reaccionan fisiológicamente ante estas situaciones y por tanto como influye ecológicamente en la especie vegetal o varios grupos de especies (White, Rector y Hays, 2000).

Fisiológicamente, la fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas convierten la energía solar, el dióxido de carbono atmosférico, el agua y los minerales del suelo en compuestos complejos como las proteínas, vitaminas, carbohidratos y otras sustancias que son utilizadas por la planta durante sus ciclos de crecimiento para:

a. Crecimiento radical
b. Regeneración de hojas y tallos después de su período de dormancia.
c. Respiración durante la dormancia.
d. Formación de yemas y brotes.
e. Rebrote (Holechek et al. 1989).

En los sistemas de pastoreo se debe considerar que el período de dormancia es crítico para remover follaje, debido a que la planta se encuentra fotosintéticamente inactiva y que además, en este momento, es cuando la planta está formando las yemas y los brotes (Hanselka et al. 2001).

La iniciación del el crecimiento está relativamente mediado por la respuesta a la defoliación. A pesar de que la planta incrementa su demanda de productos fotosintéticos la temperatura y la humedad del suelo favorecen el remplazo de las hojas removidas durante el pastoreo. Pero en años secos este puede ser un período crítico para la planta ya que la falta de humedad en el suelo reduce el potencial de la actividad fotosintética tanto a mediados como al final del estado de crecimiento.

El período más crítico para remover el follaje de la mayoría de las especies vegetales es cuando inicia la etapa de floración (las semillas se desarrollan posteriormente); este período es crítico porque la demanda de productos de la fotosíntesis por la planta es elevado y la oportunidad de rebrote o regeneración es muy bajo, debido a que se aproxima la época donde la temperatura y humedad del suelo son menos favorables.

El pastoreo frecuente y durante períodos críticos puede ocurrir siempre y cuando los remanentes de área foliar sean suficientes para sostener los niveles necesarios de fotosíntesis para la planta (Holechek et al. 1989).

Por todo lo anterior, es necesario regular, para el manejo del agostadero, la intensidad, el tiempo, la frecuencia y la selectividad (el ganado prefiere consumir las plantas más palatables y tiernas).

2.5.2.2 Relación agua-planta

Las plantas requieren agua para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis y para muchos otros procesos importantes. Sin embargo las plantas requieren mucho más agua que la utilizada en el proceso de la fotosíntesis, ya que buena cantidad del agua que absorbe por medio de las raíces desde el suelo se pierde hacia la atmosfera a través de los estomas en las hojas por

medio de la transpiración. Cuando la planta se ve bajo una situación de estrés hídrico y el agua que absorbe por la raíz es menor a la transpirada, el protoplasma celular colapsa y la planta muere (Holechek et al. 1989).

La sequía es un fenómeno muy común en el agostadero, y nos recuerda que la producción de forraje no está garantizada todos los años, por lo que se debe estar preparado para la inevitable disminución de forraje para consumo del ganado (Holechek et al. 1989, White et al. 2000).

Holechek et al. (1989) consideran la sequía cómo un periodo prologado de baja precipitación (menor hasta el 75% del promedio) en zonas donde esta condición usualmente no se presenta; lo que puede llevar a la reducción del vigor y hasta la muerte de las plantas sobre todo cuando se encuentran en estado de dormancia o al inicio del crecimiento.

Las especies más sensibles como los pastos, son remplazados por otros más resistentes o por herbáceas; estos cambios, reducen la producción del agostadero hasta en un 66% y el valor del agostadero se ve mermado por tratarse de especies que pueden ser relativamente menos palatables, o poseer factores antinutricionales y en algunos casos, ser tóxicas para el ganado. En el suelo, la materia orgánica y su capacidad de retener agua es un factor importante, pues, se ha visto una relación de la mortalidad vegetal con el tipo de suelo (Holechek et al. 1989).

Hanselka y colaboradores (2002) mencionan que el agostadero requiere de 5 a 7 años para recuperarse tras un año de sequía, por lo que recomiendan un pastoreo moderado durante la sequía para que el período de recuperación sea menor.

2.5.2.3 El agua en el agostadero de una cuenca

Aunque la cantidad y tiempo de precipitación es importante, la productividad del agostadero está más estrechamente relacionada con la capacidad del suelo de retener humedad cuando llueve y la presencia de especies vegetales que utilicen esa humedad. Existen herramientas (software)

que permiten analizar la historia de la precipitación en el agostadero y así poder estimar la probabilidad de la cantidad de precipitación a lo largo del año, a esto se le conoce como balance hídrico. Sin embargo, son las prácticas pasadas y presentes realizadas en el agostadero lo que determina cuanta lluvia penetra al suelo, el tipo de plantas presentes, la cantidad del escurrimiento, sedimentos y contaminantes que emite la cuenca (White et al. 2000).

Los factores que influyen en cómo el agua que llueve se presenta en el agostadero de la cuenca son: el tipo y densidad de cobertura vegetal, la intensidad de la lluvia, la cantidad de humedad en el suelo después de la lluvia, la capacidad del suelo de retener agua y la pendiente. Estos factores determinan cuanta humedad se evapotranspira, se infiltra o escurre, así como la velocidad del escurrimiento (Hanselka, Lyons y Holechek, 2002).

Aunque algunos factores son inherentes a la estructura de la cuenca, como el tipo de suelo, con el manejo del agostadero es posible controlar hasta cierto punto la condición del suelo y la vegetación y eso puede ser la diferencia entre captar humedad para la producción de vegetación deseable en el agostadero o ver el agostadero erosionándose y el forraje desaparecer. Si se evalúa correctamente la condición del agostadero es posible programar las decisiones sobre el manejo y proteger sus recursos (White et al. 2000).

2.5.2.3 Salud del agostadero

Para lograr el manejo del agostadero es necesario mantener y aumentar la salud del agostadero (Hanselka et al, 2001).

La salud del agostadero se refiere al espacio de tierra, determinado por el parteaguas, en el cual todos los procesos ecológicos pueden ser sostenidos indefinidamente. Como se ha venido mencionando, el suelo y su condición son muy importantes, pues la cobertura vegetal mantiene hasta cierto punto la humedad del suelo y evita acelerar el proceso natural de la erosión (Hanselka et al. 2001).

La salud del agostadero se determinada mediante el monitoreo de las condiciones y cambios del agostadero a lo largo del tiempo que resultan de las decisiones de manejo pasadas; se monitorea el daño al suelo, las comunidades vegetales y cómo el recurso agua ocurre en la cuenca (White et al. 2000).

El primer indicador de la salud del agostadero es la cobertura vegetal y la cantidad de especies vegetales que componen el agostadero. Se dice que una adecuada cobertura vegetal existe cuando hay poco suelo desnudo, el movimiento del agua a través del escurrimiento es lento disminuyendo el impacto de las gotas de lluvia en la superficie del suelo evitando su arrastre, por otro lado, el movimiento lento del agua superficial permite su infiltración (White et al. 2000; Hanselka et al. 2001).

La salud del agostadero está directamente relacionada con la cantidad de forraje residual o no consumido después del pastoreo; pues cuando se pastorea totalmente el agostadero el número de plantas deseables disminuye y las especies vegetales indeseables aumentan. Cuando un agostadero es pastoreado adecuadamente, las plantas cuentan con una reserva metabólica, porque algunas hojas y el peciolo de las hojas permanecen, protegiendo a la corona de la planta del frío, el calor, ataque de insectos y se hace posible la fotosíntesis. Otras funciones de la presencia de vegetación residual es adicionar materia orgánica al suelo dándole estructura, la velocidad del agua es tal que permite la infiltración, se reduce la evapotranspiración, regula la temperatura del suelo, reduce la erosión y muy importante es que se asegura e incluso aumenta la producción de forraje en los siguientes años (Hanselka et al. 2001).

El segundo indicador de la salud del agostadero es la superficie del suelo, grandes aéreas de suelo desnudo, plantas en pedestal, pequeñas represas, arroyuelos y cárcavas son signos de que la lluvia está corriendo o escurriendo sobre el suelo más que infiltrándose. Otro signo se observa en los arroyos donde se aprecian bancos erosionados, los cuales a menudo se presentan cuando la vegetación riparia (vegetación que crece en las orillas de ríos y arroyos, que es importante para mantener la estabilidad de los escurrimientos naturales) no es suficiente para estabilizar el suelo cuando se da

la venida del agua, por lo que la evaluación de las riveras y la situación de la vegetación riparia pueden ayudar a reconocer un problema que se está presentando en el agostadero río arriba (White et al. 2000).

2.5.2.4 El pastoreo

Con el manejo del agostadero se busca minimizar los riesgos climáticos y financieros maximizando la producción animal y producción vegetal. Pero estos riesgos solamente pueden ser reducidos mediante un apropiado manejo del pastoreo (Hanselka et al. 2002)

En el manejo de agostaderos es necesario tomar medidas pertinentes para prevenir la degradación de los recursos, mantener o mejorarlos para el futuro (White et al. 2000).

El efecto del pastoreo sobre el agostadero está relacionado a tres principales factores:

1. Época (cuándo). Una planta que es pastoreada durante la época temprana de crecimiento puede no tener oportunidad de recuperarse si esto ocurre repetidamente, lo mismo puede pasar en el caso de un pastoreo intenso de una planta al momento de iniciar la etapa de floración.
2. Intensidad (cuánto). El área foliar removida o consumida depende de la presión del pastoreo, y esto a su vez del número de animales, tipo de animales y duración del período de pastoreo (Hanselka et al. 2002).

El porcentaje de forraje usado (también conocido como factor de uso) es adecuado para medir la intensidad de pastoreo. Del total del forraje que se produce en un agostadero en un año, el 50% debe mantenerse sin consumir por el ganado ya que esta reserva servirá como sustento a las plantas para su recuperación y proveer cobertura al suelo; un 25 % puede ser consumido por

insectos, pisoteo y pudrición. El 25% restante se dispone para el consumo por ganado. Con un manejo intensivo, incluyendo rotación continua permitiendo que las plantas tengan las reservas de follaje necesarias para reponerse es posible aumentar ligeramente la producción (Hanselka et al.2001).

3. Frecuencia. Una planta pastoreada repetidamente durante una misma estación del año puede recuperarse; pero esto repercute en un detrimento radicular, menor producción de hojas, tallos y es más susceptible a la sequía y otras alteraciones (Hanselka et al. 2002).

Remover el follaje de la planta puede representar la reducción del potencial para competir y conservar su lugar dentro de una comunidad vegetal, se debe tomar en cuenta que no todo pastoreo reduce la capacidad productiva de las plantas, pues es conocido que cierto grado de defoliación, sobre todo de las hojas viejas o leñosas puede incrementar la productividad (Cuadro 1); por ello es importante regular la intensidad el pastoreo (Holechek et al. 1989).

Cuadro 1. Efectos negativos de un pastoreo intenso comparado con los efectos positivos de un pastoreo ligero a moderado.

Pastoreo intenso	**Pastoreo ligero a moderado**
Disminución de la fotosíntesis.	Incrementa la fotosíntesis.
Reduce el almacenamiento de carbohidratos.	Incremento de ramificaciones y tallos.
Disminuye el crecimiento radicular.	Disminuye el sombreado entre plantas.
Disminuye la producción de semillas.	Disminuye pérdidas de agua por transpiración.
Disminuye su capacidad de competir con las especies no pastoreadas.	Inoculación de todas las partes de la planta con sustancias promotoras del crecimiento.
Se reduce la acumulación y cobertura de la materia orgánica: esta situación disminuye la capacidad del suelo para retener agua e infiltrarla y el suelo queda expuesto a la erosión.	Reducción de excesiva acumulación de materia orgánica que puede alterar física y químicamente el suelo inhibiendo el crecimiento vegetal, promover el crecimiento de patógenos e insectos dañinos para la vegetación.

Fuente: Holechek 1981, Mc Naughton 1983.

2.5.2.4.1 El número y especies animales en pastoreo

El consumo voluntario, que es la cantidad de alimento a libre acceso que ingiere un animal por unidad de tiempo (generalmente 24 horas). Es el factor más importante desde el punto de vista productivo porque de ello dependen parámetros productivos como la ganancia de peso, producción láctea, crecimiento de lana, reproducción, resistencia a las enfermedades, entre otros; es decir, el comportamiento animal es resultado del consumo de alimento y de sus nutrimentos, concentración energética, digestibilidad y metabolismo (Shimada, 2009).

El consumo de forraje en un agostadero está influenciado por diversos factores como:

- Especies y tamaño de los herbívoros
- Conducta del pastoreo
- Estado Fisiológico
- Producción animal potencial o genética
- Calidad del forraje
- Suplementos alimenticios
- Disponibilidad de forraje
- Factores medioambientales

Estos factores deben considerarse para comprender la relación entre los recursos del agostadero y la producción animal (Lyons, Machen y Forbes, 1999)

Especies y talla de los herbívoros: Los pequeños rumiantes tienen mayores requerimientos de nutrientes por unidad de peso corporal que los grandes rumiantes y por lo tanto son más selectivos en el pastoreo, consumen plantas y partes de las plantas que sean altamente digestibles, esta digestibilidad y su anatomía, hacen que el proceso de la digestión se realice rápidamente resultando en el consumo (Lyons et al. 1999).

Los equinos son herbívoros no rumiantes y su fisiología digestiva se basa en la fermentación de la materia vegetal en el ciego e intestino grueso, esto influye en la cantidad de forraje que consumen ya que el tránsito intestinal y el proceso de la digestión es más rápido, se ha visto que consumen 70% más alimento que una vaca con similar tamaño (Lyons et al. 1999; McDonald, Edwuards, Greenhalgh y Morgan, 2002).

La dieta de los diferentes herbívoros que se alimentan en el agostadero varía entre las especies y entre la especie, varía de acuerdo a la estación del año (Cuadro 2)

Cuadro 2. Composición de la dieta de los principales herbívoros en el agostadero a lo largo del año y en cada estación (%).

	Bovinos	**Ovinos**	**Caprinos**
Anual	Pasto: 81 Hierbas: 12 Ramas: 7	Pasto: 61 Hierbas: 17 Ramas: 22	Pasto: 45 Hierbas: 12 Ramas: 43
Primavera	Pasto: 74 Hierbas: 25 Ramas: 1	Pasto: 52 Hierbas: 38 Ramas: 10	Pasto: 49 Hierbas: 17 Ramas: 34
Verano	Pasto: 84 Hierbas: 12 Ramas: 4	Pasto: 64 Hierbas: 17 Ramas: 19	Pasto: 53 Hierbas: 14 Ramas: 33
Otoño	Pasto: 79 Hierbas: 6 Ramas: 15	Pasto: 58 Hierbas: 9 Ramas: 33	Pasto: 37 Hierbas: 10 Ramas: 53
Invierno	Pasto: 87 Hierbas: 7 Ramas: 6	Pasto: 70 Hierbas: 3 Ramas: 27	Pasto: 42 Hierbas: 5 Ramas: 53

Adaptado de Lyons, Forbes y Machen, 1991

Los rumiantes se dividen de acuerdo al tipo de alimento que consumen, teniendo que:

a) Pasteadores: son animales cuyo porcentaje de consumo se basa principalmente en los pastos, los cuales contienen elevada

fibra en su pared celular y baja digestibilidad; entre estos animales se encuentra a los bovinos.

b) Intermediarios: son animales que consumen dietas con una proporción equilibrada de pastos, hierbas y ramas; ejemplo son las cabras, ovejas y algunas especies de venados.
c) Ramoneadores: su dieta está basada en el consumo de ramas y hierbas altamente digestibles y bajas en fibra; como es el caso del venado cola blanca (Lyons et al. 1999).

Conducta del pastoreo: Los herbívoros generalmente prefieren consumir hojas que tallos, y el forraje fresco y verde al forraje seco o muerto. La presencia de hojas es un indicador del consumo de forraje, pues al disminuir este material disminuye el consumo por los animales en el agostadero.

La capacidad de consumo también está relacionada con la anatomía de las especies en pastoreo; pues hay animales que no pueden comer especies vegetales que se protegen por medio de espinas, sus hojas son muy pequeñas, etc.; entonces de acuerdo al tipo de vegetación predominante en el agostadero y la especie animal en pastoreo, será la capacidad de consumo de estos animales.

Factores químicos antinutricionales presentes en las plantas afectan el proceso de la digestión de manera distinta en cada especie de herbívoros, lo que influye para que el animal evite o restrinja el consumo de estas especies vegetales (Lyons et al. 1999).

Estado fisiológico y potencial productivo: este factor de consumo relacionado con el animal; son de dos tipos: por características físicas (especie, raza, sexo, potencial genético, estado fisiológico, peso corporal, fisonomía, condición corporal, edad, estado de salud, actividad de la rumia, tasa de consumo, entre otros) y los que están regulados por sus demandas energéticas de mantenimiento y producción a través del apetito (Shimada, 2009). Así por ejemplo, una hembra en lactación tiene elevadas demandas nutricionales por lo

cual debe elevar su consumo de alimentos; esta condición varía con la edad, especie, genética. (Lyons et al. 1999; McDonald et al. 2002).

Calidad del forraje: La concentración energética del alimento tiene efecto directo con el consumo voluntario; cuando la concentración de energía de la dieta se reduce el animal tiene que aumentar su consumo buscando el balance energético y si por el contrario se aumenta el contenido energético de la dieta, el animal disminuye su consumo. Los animales que ayunan y luego se alimentan libremente, aumentan su consumo el tiempo necesario para recuperar el peso perdido, después nivelan su consumo. Pero si la dieta tiene una digestibilidad de la materia seca menor al 60%, el consumo disminuye, esto se piensa que está relacionado con factores fisiológicos pues la capacidad del tubo digestivo limita el consumo (Shimada, 2009).

2.5.3 Evaluación del agostadero

Como se ha venido manejando, la cuenca es la unidad hidrológicamente delimitada por sus características geofísicas, cuyos límites están definidos de manera funcional, facilitan la planificación y el aprovechamiento de sus recursos, pero también es posible percibir y cuantificar el efecto negativo de las acciones del hombre sobre su entorno (Llerena, 1996).

El funcionamiento de una cuenca se determina por medio de sus componentes, es decir, los elementos naturales y los de generación antrópica; los componentes naturales están condicionados por características como la latitud, altitud, tamaño, forma, relieve, densidad, tipo de drenaje, orografía, vulcanismo y características sísmicas; estos componentes naturales son bióticos (hombre, flora, fauna) y abióticos (agua, suelo, aire, minerales, energía y clima). Los elementos de generación antrópica son de carácter socioeconómico (tecnología, organización social, cultura, tradiciones, calidad de vida e infraestructura) y jurídico-institucional (políticas, leyes, tenencia de la

tierra, administración de los recursos e instituciones de intervención); estos elementos se encaminan a la búsqueda de satisfacer las necesidades individuales y sociales del hombre mediante el aprovechamiento de los elementos que ofrece el medio ambiente conocidos como recursos cuyo aprovechamiento produce impactos benéficos o nocivos visibles y evaluables a nivel de las cuencas (Llerena, 1996).

Una de las necesidades fundamentales del hombre a través de su desarrollo evolutivo e histórico, ha sido la adecuada procuración de alimentos. El crecimiento de la población humana está ejerciendo y ejercerá una enorme presión sobre la producción de alimentos por lo que es necesario la administración racional de los recursos naturales con que aún se cuentan, la producción deberá realizarse de tal manera que minimice la erosión del suelo, la pérdida de cubierta vegetal y la contaminación del agua. En el caso de los animales, su explotación deberá ser más racional, aplicando los conocimientos disponibles sobre mejoramiento genético, sistemas de alimentación, prácticas reproductivas, prevención de enfermedades y adaptarlos a las situaciones sociales, políticas y ecológicas de cada país, para aumentar a corto plazo la oferta de proteínas y otros satisfactores de origen pecuario, y así conservar los recursos naturales en las cuencas. Shimada (2009) considera que el reto será entonces aumentar la producción de alimentos, sin comprometer más el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna silvestre.

El pastizal o agostadero es la tierra productora de forraje natural que sirve para el consumo de los animales. Este puede ser revegetado naturalmente y/o artificialmente, para proveer una cubierta que se maneja como vegetación nativa.

Comprende una asociación de plantas y especies vegetales que incluyen: gramíneas (pastos), leguminosas forrajeras, seudopastos (plantas semejantes a los pastos) y hierbas (Berlijn y Bernardón, 1987). La asociación de plantas en el agostadero depende de factores como las características de las especies vegetales con respecto al suelo y clima; factores inherentes al

suelo como textura, acidez, fertilidad y estructura; y los relacionados al clima, temperatura, luz y humedad.

Algunos aspectos sobre los atributos y composición del agostadero que se evalúan mediante muestreo son:

a. Biomasa: Las partes vivías o muertas de las plantas de una comunidad vegetal o bien, las partes totales de la planta sobre la superficie del suelo (Castro, Ayala y Zebadua, 1992).
b. Cobertura: El grado de cobertura es la relación entre la superficie ocupada por plantas y la superficie total del agostadero, se expresa en porcentaje (Berlijn et al. 1987; Castro et al. 1992; Coulloudon, Eshelman, Gianola, et al. 1999).
c. Frecuencia: Cuando cierta especie con características típicas predomina la composición del agostadero, es decir, cuando se presenta con una alta frecuencia que se mide en porcentaje. Es un indicador del ambiente, tipo de suelo, clima y manejo del agostadero (Berlijn et al. 1987, Holechek et al. 1989)
d. Composición botánica: Incluye las especies cuyas características corresponden a las condiciones prevalentes del suelo y del clima relacionados a la capacidad de adaptación de las plantas. Es la proporción de las especies vegetales en relación al total del área del agostadero y se expresa en términos de cobertura relativa, densidad relativa, peso relativo, entre otros (Coulloudon et al. 1999).

2.6 Algunas experiencias de manejo integrado de cuencas

Los modelos de desarrollo han impulsado un desarrollo agropecuario comercial, favoreciendo el reemplazo de los ecosistemas naturales por agrosistemas con especies cultivadas que requieren fuentes auxiliares de energía para aumentar su productividad como los combustibles fósiles, fuerza

de trabajo humana, animal o de maquinaria, la biodiversidad es reducida para maximizar la producción de bienes específicos y el control del sistema es externo, existen el intensivo o tecnificado y el tradicional diversificado con necesidad menor de insumos externos, debido a su semejanza en estructura y función a los ecosistemas naturales (Odum, 1972), promoviendo desde finales de los años cincuenta y principios de los ochentas, se triplicó la superficie de siembra con pastos, favoreciendo el sistema extensivo; posteriormente el gobierno federal estimuló la actividad ganadera a través de diversos apoyos, algunos ya mencionados, contribuyendo a que se desmontaran grandes áreas naturales ocupando así la ganadería el 57% del territorio del país (más de 110 millones de hectáreas) (SAGARPA, 2007; Angel, 2010).

En México y a nivel internacional, se han ubicado algunas experiencias sobre manejo ganadero con una perspectiva que contempla la sustentabilidad y en algunos trabajos, incluso se les da un enfoque de cuenca. A continuación se presenta información de los avances a nivel nacional de las políticas y programas gubernamentales que ponen su atención en los recursos naturales, la producción pecuaria y la economía con miras a la sustentabilidad; también se abordan algunas experiencias de trabajo que enfatizan el desarrollo socioeconómico a partir de la base de los recursos naturales y la ganadería.

De acuerdo a las metas de producción del Programa Nacional Pecuario 2007-2012 se pretende aumentar el crecimiento acumulado del 2006 al 2012 en un 11 a 13.8% el volumen de producción en miles de toneladas de bovinos, 21 a 30% de ovinos y 6 a 12% para el caso de los caprinos. El Programa Nacional Pecuario establece que las unidades de producción pecuaria se ubican en todo el territorio nacional, ocupando más de 110 millones de hectáreas donde coexisten sistemas de producción muy contrastantes, muchas de las cuales no tienen otra opción productiva; a pesar de que el crecimiento de la producción ha sido sostenido, ha sido insuficiente para satisfacer la demanda creciente por alimentos de origen pecuario (SAGARPA, 2006).

Los modelos de desarrollo han impulsado un desarrollo agropecuario comercial, favoreciendo el reemplazo de los ecosistemas naturales por agrosistemas con especies cultivadas que requieren fuentes auxiliares de energía para aumentar su productividad como los combustibles fósiles, fuerza de trabajo humana, animal o de maquinaria, la biodiversidad es reducida para maximizar la producción de bienes específicos y el control del sistema es externo, existen el intensivo o tecnificado y el tradicional diversificado con necesidad menor de insumos externos, debido a su semejanza en estructura y función a los ecosistemas naturales (Odum, 1972), promoviendo desde finales de los años cincuenta y principios de los ochentas, se triplicó la superficie de siembra con pastos, favoreciendo el sistema extensivo; posteriormente el gobierno federal estimuló la actividad ganadera a través de diversos apoyos, algunos ya mencionados, contribuyendo a que se desmontaran grandes áreas naturales ocupando así la ganadería el 57% del territorio del país (más de 110 millones de hectáreas) (SAGARPA, 2007; Angel, 2010).

Rosete et al. (2007) establecen que México debe realizar una planeación integral para el uso del territorio, que revierta las tendencias de deterioro del capital natural, favorezca la organización social y económica. A nivel legislativo Carabias et al. (2005) y López (2005) comentan sobre el mismo tema que en la Ley de Aguas Nacionales, se ha catalogado la gestión integrada de los recursos hídricos como un asunto de seguridad nacional

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) en su eje 4 sobre sustentabilidad ambiental, estrategia 2.3, promueve el manejo integral y sustentable del agua desde una perspectiva de cuencas y reconoce que la disponibilidad de agua en México es un bien escaso que presenta una desigual distribución regional y estacional dificultando su aprovechamiento sustentable, de este modo establece acciones transversales que comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental considerando como eje central en la instrumentación de sus políticas públicas, el desarrollo humano

sustentable. Busca asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando de este modo, afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras; quedando los recursos naturales como base de la sobrevivencia y la vida digna de las personas, por lo tanto, al mejorar las condiciones actuales de vida de la población mediante el uso racional de los recursos naturales, se asegurará el patrimonio para los próximos años; estableciéndose como prioridad la conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos vinculados con el ciclo hidrológico (PND, 2007).

La gestión ambiental de México está orientada a la prevención, control y reversión de los procesos que contaminan, agotan y degradan el capital natural, promoviendo de este modo su aprovechamiento sustentable y con esto mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Reyes et al. 2008). Conforme se revierta la tendencia al deterioro del capital natural, se favorecerá la organización social y económica del país, pues los efectos de la forma en que la sociedad establezca su relación con la naturaleza definirán, de manera importante, el incremento o disminución de la problemática en todos niveles (Rosete et al. 2007).

Considerando que en forma general, el PND 2007-2012 tiene entre sus ejes principales de acción lograr una economía competitiva y generadora de empleos, garantizar la igualdad de oportunidades y la sustentabilidad ambiental; y reconoce que el sector agropecuario y pesquero es estratégico y prioritario para el desarrollo del país, porque ofrece los alimentos que consumen las familias mexicanas y provee de materias primas a las industrias manufacturera y de transformación. Establece que este sector se encuentra inmerso en una problemática en la que los productores enfrentan limitantes por bajos niveles de capitalización de sus unidades económicas, insuficiente acceso a servicios financieros en el medio rural, deterioro de los recursos naturales para la producción primaria, reducidos márgenes de operación, bajas capacidades de

inserción de sus productos en los mercados, entre otros, teniendo como efecto bajos niveles de ingreso de los productores, provenientes de sus actividades económicas, que puede significar altos índices de pobreza que afecta con mayor intensidad al segmento de pequeños y medianos productores (PND, 2007). Para atender esta problemática la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) presenta en su estructura práctica ocho programas con sus componentes cada uno y sus correspondientes reglas de operación (DOF, 2009).

El Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento ganadero y apícola (PROGAN) es un componente del "Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria" de la SAGARPA, relacionado con el Programa Nacional Pecuario 2007-2012 que se desprende del Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, que se enfocan al "logro de una economía competitiva y generadora de empleo para un campo ganador" e incluyen proyectos de desarrollo regional, cuya prioridad es aumentar la productividad y la integración productiva y de cadenas de valor por sistema producto (SAGARPA, 2006).

En 2002 cuando inició este programa se denominó: Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera, conocido como "antiguo PROGAN" (Angel, 2010). El nuevo PROGAN se le llama al Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola; este programa se desarrolló para el cuidado y mejoramiento de los recursos naturales de áreas ganaderas, otorgando apoyos directos a los productores para que realicen buenas prácticas de producción de ganado y manejo de colmenas, y para el manejo sustentable de tierras que contribuyan a recuperar, conservar y/o mejorar la cobertura vegetal, con algunas de las siguientes prácticas o acciones: regular el impacto y capacidad de carga animal entendida como la cantidad de unidades animal (UA), que se pueden mantener en una superficie determinada en un año sin deteriorar los recursos naturales, con el criterio de

no rebasar el 80% de la capacidad de carga de la unidad de producción pecuaria (UPP); practicar la planeación del pastoreo, complementación o suplementación alimenticia procurando que se aplique un programa integral de manejo que no implique sobrecarga, extracción de ganado improductivo, reforestación y/o revegetación, distribución estratégica de aguajes y saladeros (DOF, 2009).

El programa está dirigido a productores de carne y doble propósito en sistema de pastoreo, a la producción de leche de bovino en sistemas familiares que cuenten con 5 y hasta 35 unidades animal (1UA equivale a una vaca de 400 a 450 kg de peso vivo, ver anexo 3) medidas por vientres bovinos de carne o leche y sus equivalentes, considerando por cada UA bovina: 5 vientres ovinos o 6 vientres caprinos (DOF martes 29 de diciembre de 2009).

La Auditoría Superior de la Federación (ASF) se ha encargado de fiscalizar la gestión financiera y operativa del programa y componente, encontrando referente al coeficiente de agostadero que el manual de procedimientos de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) de la Coordinación General de Ganadería (CGG) no está autorizado ni actualizado, ya que hace referencia a áreas que ya no existen; siendo así que para una mayor eficiencia, sean cumplidos los objetivos del programa y llevadas a cabo las reglas de operación, la ASF recomienda a la SAGARPA la actualización del manual, obtener su autorización y realizar su difusión (ASF, 2009).

2.6.1 La Cuenca Lerma-Chapala

En la cuenca Lerma-Chapala que está conformada por diecinueve subcuencas, conviven cerca de 16 millones de mexicanos de cinco estados de la República Mexicana que utilizan el agua producida en la cuenca con fines diferentes, lo cual toma importancia para el desarrollo y sustentabilidad de esta región y su conservación impacta a nivel cuenca y es trascendental también a

nivel nacional (López, 2005), ya que comprende alrededor de 54,300 km^2 en los estados de: Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Estado de México; con esta agua, el sector agrícola riega 830 mil hectáreas que representan el 13% del área irrigada en el país, el sector industrial que también utiliza el agua captada en la cuenca, representa el 9% del PIB nacional. Además de las ciudades localizadas en la cuenca, con una población de 11 millones aproximadamente, que surte a otros cinco millones de personas en los estados de Guadalajara y México por trasvases.

Desde una perspectiva hidrológica, la cuenca en conjunto está en crisis, en tanto la demanda para los usos del agua excede la disponibilidad media anual que proporcionan las lluvias; esta situación ha producido en varias ocasiones tensiones y conflictos entre usuarios y organismos públicos (Vargas et al. 2005).

Fue así que se formó el primer Consejo de cuenca del país el 13 de abril de 1989, con la firma de un acuerdo entre el gobierno federal y los estados de Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Estado de México, como parte de la decisión política del Ejecutivo Federal de recuperar el lago de Chapala y la cuenca. Con altas y bajas, hasta la fecha se han logrado importantes avances en la gestión.

El caso de la cuenca Lerma-Chapala es uno de los ejemplos más resaltantes en México en cuento a conflictos de agua y de tierras y donde el análisis político e institucional resulta de utilidad mostrando cuáles son las facultades, atribuciones y obligaciones de cada organización gubernamental y los recursos legales y organizacionales con que cuenta cada institución para resolver la problemática ambiental.

Proponer modelos de sustentabilidad es un reto que requiere la comprensión de las causas de la degradación ambiental en relación a las actividades productivas y las políticas públicas ambientales, por lo que el reto aún está vigente (INE, 2003).

2.6.2 El Ordenamiento de la Cuenca

Para Datta y Malabika (1997), el objetivo de su trabajo de ordenamiento a nivel de cuenca, en un territorio de 185 mil hectáreas y 250 aldeas del Valle del Doon en la cuenca del Río Yamura en la India, fue detener y revertir el proceso de degradación existente del medio ambiente, mejorar la vida de la población rural y fomentar su cooperación en el ordenamiento de su medio ambiente y aumentar la capacidad productiva de sus recursos naturales en fase de agotamiento, de una manera integrada y holística. Las actividades se realizaron en microcuencas seleccionadas, de forma integrada, con ocho actividades componentes: silvicultura social, horticultura, ganadería, pequeño regadío, agricultura, conservación de suelos, participación comunitaria y conservación de energía. La ejecución del proyecto de ordenamiento generó oportunidades de trabajo entre los aldeanos, menciona que los sistemas participativos de planificación y ejecución han terminado en gran medida con el síndrome de dependencia. Los planes se desarrollaron a partir de evaluaciones rurales participativas, consistiendo en un ejercicio de aprendizaje interactivo, los aldeanos prepararon los planes y mapas para su propio desarrollo, estos planes se utilizaron como base de los planes anuales del proyectos, así el ordenamiento de la cuenca se convirtió en un movimiento de la población, actuando el personal del proyecto en calidad de colaboradores. El proyecto adoptó dos tipos de actividades: unas para mejorar el buen estado de los recursos naturales, como bosques, tierras de pastoreo, tierras baldías, cultivables, agua subterránea, suelo, etc. Las otras actividades encaminadas a reducir indirectamente la presión sobre los recursos naturales mediante la mejora de los sistemas de producción existentes y la creación de ocupaciones secundarias para la obtención de ingresos adicionales.

2.6.3 El Territorio, las prácticas pecuarias y la producción de alimentos

Vargas (2003) hace referencia a una experiencia cuyo objetivo fue analizar la estrategia de desarrollo seguida por los campesinos que crían ganado en La Cordillera semiárida del Tentzo, Puebla, para mejorar la producción de alimentos, ingresos y el uso de prácticas agropecuarias más compatibles con el ambiente. Como antecedente, menciona que en México se han tenido numerosas experiencias para intervenir en la ganadería tradicional, estas experiencias han sido exitosas en la parte técnica, pero frecuentemente han fallado en los aspectos globales de la agricultura y políticas socioeconómicas, además de la falta de participación de las organizaciones de ganaderos. También han sido frecuentes los intentos para aplicar los sistemas de producción animal diseñados por los países desarrollados, sin la adecuada preparación previa de los ganaderos y fuera del contexto socioeconómico.

En los últimos años, se ha realizado investigación, transferencia de tecnología y organización de productores en los sistemas tradicionales de producción animal como una forma de acelerar el proceso de desarrollo. Vargas (2003) menciona que en Puebla, desde tiempos prehispánicos, no se ha encontrado indicio de que las actividades productivas estén en armonía con el ambiente, no hay consistencia entre los conocimientos locales y la utilización de prácticas de producción que no degraden el ambiente.

Las actividades realizadas se centraron en: la coordinación de los grupos de campesinos, el inventario de los recursos naturales y la caracterización del proceso de producción, la capacitación, el establecimiento de microempresas y la gestión de financiamiento. La caracterización de las unidades de producción y del sistema de producción tradicional se realizó con las metodologías de diagnóstico participativo y observación participante.

El sistema de producción campesino en esta y la mayoría de las regiones del país tienen cinco componentes principales que son: familia,

parcela agrícola, ganadería, traspatio y agostadero. Se encontró que la ganadería tradicional que combina animales de trabajo-caprinos-animales de traspatio, es la más importante en la región; los ovinos y caprinos son el ahorro en la unidad de producción y se venden en caso de urgencias económicas familiares y para la compra de insumos agrícolas. Los estudios encontraron un avanzado deterioro de la vegetación y del suelo en las áreas cercanas a las comunidades, por efecto del pastoreo, mientras que en los poblados no agrícolas, los suelos cubiertos de gramíneas son fuente de combustible para los incendios.

El sobrepastoreo por los animales domésticos y el descanso total de los terrenos son perjudiciales para la vegetación y el suelo. Se encontró que la estrategia de sobrevivencia de las familias, está determinada por el conocimiento que tienen de las plantas nativas, los cultivos y de los animales domésticos, así como de un amplio conocimiento del clima y de las políticas de estado; estos factores, unidos a la cultura de los pueblos, determinan el funcionamiento de su sistema de producción.

Entre las principales restricciones al trabajo de desarrollo que se mencionan: los campesinos dueños de la tierra son la población de mayor edad, con el más bajo nivel de escolaridad y que tiene los medios de producción, mientras que la población joven ha emigrado a los centros de trabajo. En la región de trabajo encontraron dos tipos de campesinos y organizaciones, las que esperan un beneficio inmediato, carentes de disciplina para el trabajo y las organizaciones que confían en que el trabajo diario es la base del desarrollo.

Finalmente, las prácticas de conservación de suelo y agua proporcionan resultados a largo plazo y los campesinos más orientados al mercado las consideran una restricción para la modernización de la ganadería.

2.6.4 Sistemas agroforestales para la conservación del suelo

Ruíz (2003) trabajó el manejo de la vegetación para la conservación del suelo como una de las alternativas para reducir el impacto de los recursos mediante sistemas agroforestales, ya que representan una opción donde las especies forestales se asocian con cultivos agrícolas, frutales, forrajes y demás, de manera temporal o permanente y que permiten recuperar parte de la inversión a corto y mediano plazo. En su trabajo recomienda la protección de los cauces contra la erosión, tanto de zonas tropicales, templadas, como de las áridas, pero sobre todo estas últimas ya que es aquí donde su papel toma mayor fuerza por la escasez de agua y por ser clave para la sobrevivencia de todo ser.

La agroforestería se refiere a una amplia variedad de sistemas de uso de la tierra donde los árboles y arbustos se cultivan en una combinación interactiva con cultivos y/o animales para múltiples propósitos y que considera como una opción viable para el uso sostenible de la tierra; cumple muchos requerimientos incluyendo árboles en los sistemas de producción agrícola, utilizando recursos existentes y prácticas de manejo que optimizan la producción combinada de varios productos en lugar de maximizar la producción de sólo un producto y por sus numerosas funciones de servicio como son la conservación del suelo, control de la erosión, mantenimiento de la fertilidad, mantenimiento de las propiedades físicas del suelo y creación de un microclima entre otras.

La agroforestería incluye una amplia variación de sistemas de uso de suelo, aunque la característica distintiva es la interacción árbol, cultivo y/o animales, con límites discretos de separación entre éste y otros sistemas de uso de suelo.

Un sistema agroforestal es un ejemplo local y específico de una práctica caracterizada por el ambiente, arreglo, especies vegetales y su manejo, al igual que su función socioeconómica. En este sistema se considera que un árbol de uso múltiple desempeña varias funciones en el sistema de producción; una de ellas es la producción misma de frutas, forraje y sustancias medicinales por ejemplo; otra función incluye el “servicio” rendido por el árbol, es decir, proveer sombra, control de erosión, mejorar la infiltración de agua, captación de carbono, limitando predios, cortinas rompevientos, etcétera. Los sistemas agroforestales se clasifican en agrosilvicultura (árboles con cultivos), silvopastoril (árboles con pastizales y ganado) árboles predominantes (silvicultura con otros componentes subordinados) y componentes especiales presentes (árboles con insectos o peces) y se elegirán de acuerdo a un arreglo temporal y espacial de los componentes, importancia y rol, objetivos del sistema y escenario socioeconómico.

Los sistemas agroforestales pueden contribuir efectivamente a establecer modelos de producción más estables por las siguientes características: acondicionan favorablemente el medio físico, al mejorar la fertilidad de los suelos y la eficiencia hídrica, disminuyendo el impacto de la erosión eólica e hídrica; permiten un mejor aprovechamiento de la diversidad biológica, importante aporte a la estabilidad ambiental, social, económica y del medio físico; los árboles y arbustos pueden constituirse en fuentes más seguras de forraje complementario para el ganado, ya que junto a otros productos (flores, frutos, hojas, etcétera.) contribuyen a dar una mayor independencia productiva, permanencia y afianzamiento del productor del medio rural.

A nivel familiar, un buen aprovechamiento del espacio de los huertos caseros, con una apropiada combinación de cultivos y árboles, puede contribuir notoriamente a una mejor oferta alimentaria y de productos para la economía campesina.

2.6.5 Pastoreo holístico planificado

Márquez (2003) y otros colaboradores, realizaron en el estado de Zacatecas, México un trabajo de producción ganadera mejorando su base natural de recursos; el objetivo fue evaluar el efecto del pastoreo holístico planificado en la recuperación y conservación en las áreas de pastoreo de un rancho. El pastoreo, se basa en un plan de producción de ganado, el cual se elabora con base en los programas de manejo reproductivo, sanidad animal, alimentación y mejoramiento genético. Para el uso del agostadero se elabora un programa de pastoreo en el que se determina la capacidad forrajera de todo el agostadero y por potrero, también se indican los periodos de ocupación y de recuperación por potrero para la temporada de lluvias y de secas, el ganado recibe suplementación en épocas de sequía.

El uso de áreas de pastoreo entendida como cualquier tierra con vegetación que se utiliza o puede ser destinada a este fin por animales de una o varias especies; ha sido y sigue siendo la principal forma de uso; no se ha tomado en cuenta la existencia de ambientes diferentes, siendo así que su amplio potencial no se aprovecha apropiadamente, pues la gran heterogeneidad ecológica ofrece oportunidades de desarrollo de nuevas formas de utilización de los recursos. En la mayoría de las áreas de pastoreo se ha venido haciendo un uso continuo y de carácter extractivo, lo que ha ocasionado agotamiento y pérdida de los recursos, generando desertificación y desequilibrio en los ecosistemas manifestándose a través de la pérdida de vigor y densidad de especies más palatables e invasión de otras no palatables y/o tóxicas, por la presencia de la erosión hídrica y eólica, por la denudación y encostramiento del suelo que reduce el contenido de materia orgánica, la infiltración del agua en el suelo y por consiguiente la capacidad productiva.

El trabajo concluye que el pastoreo holístico planificado sí favorece la recuperación y conservación de las áreas de pastoreo, lo que se logra asignando tasas de ocupación apropiada por potrero, tomando en cuenta los

períodos de ocupación y de recuperación para que las plantas dispongan del tiempo suficiente para recuperarse después del pastoreo asegurando la conservación de las áreas de pastoreo. Este método de pastoreo ha contribuido de forma muy importante en el mejoramiento del ecosistema, pero según Márquez et al. (2003), las mediciones para evaluar y tomar decisiones, deben realizarse por lo menos durante dos años; los autores recomiendan continuar el monitoreo para disponer de información por un período mayor y los resultados sean confiables.

2.6.6 Pagos por servicios ambientales en fincas ganaderas

Libreros (2004) presenta una investigación realizada en Costa Rica cuyo fundamento fue la elaboración de estrategias de capacitación de los productores ganaderos vinculados al proyecto silvopastoril GEF- CATIE (GEF: por sus siglas en ingles Fondo para el Medio Ambiente Mundial, CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Costa Rica tiene la particularidad de ser el primer país en el mundo según Libreros (2004), en reconocer pagos de servicios ambientales en fincas ganaderas; surge de la necesidad de buscar mayor eficiencia y eficacia de las actividades de capacitación orientada a productores ganaderos y al fomento de los sistemas silvopastoriles (SSP), a través del cambio en el uso de la tierra y el pago por ecoservicios (servicios ecológicos y sostenibles), como base para el incremento de la generación de servicios ambientales y la productividad de las fincas ganaderas, y así los productores adquieran los conocimientos, destrezas y valores que les permitan el fortalecimiento de la toma de decisiones conscientes y libres acerca del cambio de uso de las tierras. Libreros (2004), menciona la importancia de que las estrategias de capacitación mantengan coherencia con los diferentes grupos de productores a los cuales se dirige y a las peculiaridades edafoclimáticas de las regiones donde éstos están localizados. Entre las estrategias que propusieron en este trabajo se encuentran:

- Grupo de enseñanza-aprendizaje (grupo E-A), donde se selecciona a productores que hayan implementado algún nivel tecnológico, de conservación y protección de los recursos naturales que tiene resultados para reconocer y difundir.
- Garantizar la participación activa de los productores; los cuales se constituyen en unidades de capacitación que son subgrupos divididos por temas de aprendizaje pero sin perder la visión global de la capacitación y de la problemática regional.
- Incluye diferentes enfoques de solución dentro de la multidisciplinariedad y multisectorialidad y evoca a la memoria comunitaria. Se establecen fincas y/o parcelas didácticas, se diseñan y elaboran unidades de capacitación temática, construyen parcelas de validación y demostración; las experiencias se sistematizan para servir de base para el intercambio.
- Con todo esto se busca fortalecer la organización de los productores para el impulso a la autogestión de la capacitación.

2.6.7 Desarrollo sostenible de los Agroecosistemas

Martínez et al. (1999) realizaron el proyecto Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el Sur de Sinaloa como una respuesta a la problemática ambiental y socioeconómica de la región. Los graves y complejos problemas del agro que sufren los campesinos de las zonas de temporal que son similares en todo el país, necesitaban el diseño y aplicación de un nuevo modelo para abordar los problemas de modo multidisciplinario, y desde todas sus vertientes. El equipo de trabajo contaba ya con experiencia acumulada de cinco años. El objetivo a corto plazo fue revertir la crítica situación que enfrentan esos agroecosistemas y, en forma simultánea, poner fin al deterioro de los recursos renovables y elevar el nivel de vida de sus productores campesinos, procurando un desarrollo sostenible, en todos esos ámbitos.

El proyecto buscó incentivar, junto a las propuestas tecnológicas, la autogestión y una valoración de las propias decisiones tanto personales como solidarias de sus destinatarios: los campesinos dedicados a reproducir su vida y a generar productos con el sistema agrosilvopastoril. Los campesinos de esta región en su mayoría explotan pequeños predios, la carencia de forrajes ha forzado a los agricultores a dejar que sus hatos de ganado bovino busquen su alimento en los lomeríos boscosos. Y como son bienes comunes, de libre acceso, y no existe regulación en relación a su uso por parte de sus organizaciones comunitarias, su degradación constituye uno de los problemas más agudos de la región; los terrenos con pendientes registran una severa erosión.

Este proyecto fue concebido bajo un esquema participativo que aspira a la sostenibilidad de la economía del productor campesino y a restaurar el potencial de sus degradados recursos naturales. Uno de los objetivos a largo plazo de este proyecto fue transferir en forma colectiva o masiva los sistemas de producción sostenible desarrollados en la región sur de Sinaloa.

Los resultados obtenidos validados en módulos pueden prometer resultados positivos a corto y mediano plazo, consideran necesario proseguir esfuerzos para concientizar y apoyar los mecanismos de organización para que los productores agropecuarios realicen, impulsen y hagan suyo el proceso de desarrollo sostenible. Las innovaciones tecnológicas que se validan y transfieren primero tienen que ser generadas por los propios investigadores tomando en cuenta las necesidades de los productores. Finalmente, demuestran que el modelo es técnicamente factible y que guarda relación con sus medios y necesidades, pero, el proyecto precisa especialistas que capaciten y se estén capacitando junto a los productores (de tiempo completo) para que juntos decidan cómo y por qué deben realizar las diferentes actividades que aún precisa el programa agropecuario. También, la necesidad de una participación mayor del Estado en los problemas que aquejan a los pequeños productores del campo mexicano.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sociedad rural de México siempre establecida en cuencas y microcuencas; se vincula estrechamente al aprovechamiento y manejo de los recursos naturales y los productos que de ahí se generan para su desempeño y desarrollo económico, social, cultural y político. De la producción que ahí se genere, provienen la mayor parte de los insumos, alimentos y por supuesto servicios ambientales para la población en general, pero, debido a los importantes problemas de deterioro de los recursos naturales y por ende, de las cuencas, se agudizan los rezagos productivos, económicos y sociales en el país.

La sociedad, hablando particularmente de la rural, es heterogénea entre sus regiones y en sus localidades mismas, varían sus oportunidades de desarrollo, el modo de aprovechamiento de la capacidad y potencial de sus recursos económico, social y naturales; por lo que es importante estudiar y analizar los procesos que se dan en cada microcuenca, con la participación de los actores para encaminarse a la gestión integrada.

Es así que en el caso particular de la microcuenca la Joya en el Estado de Querétaro, México, se observa la falta de proyectos locales, migración, problemas técnicos en la ganadería y la agricultura, desatención de las instituciones hacia la producción sustentable, y aunque las localidades no viven de su producción, cuentan con un territorio y recursos naturales que hacen que la gente este esperanzada a obtener oportunidades de desarrollo. Para abordar parte de la problemática en la microcuenca La Joya y tratar de buscar soluciones reales es necesario responderse los siguientes cuestionamientos:

¿Qué papel juega la ganadería en la vida de las localidades y en particular de las familias de la microcuenca La Joya?

¿Cuáles afectaciones tienen los sistemas de producción ganadera en la microcuenca La Joya?

¿Cómo puede participar la gente en enfrentar la situación de la microcuenca?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Promover la gestión integrada de cuencas mediante la aplicación de los principios de manejo ganadero y las prácticas de ordenamiento de las zonas de pastoreo de la microcuenca La Joya Querétaro, para contribuir al mejoramiento de su estructura y función.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Identificar y evaluar las principales prácticas del sistema de producción pecuario, con respecto al aprovechamiento sustentable de los recursos.

II. Evaluar las condiciones de la vegetación y el agua en las zonas de pastoreo de la microcuenca La Joya.

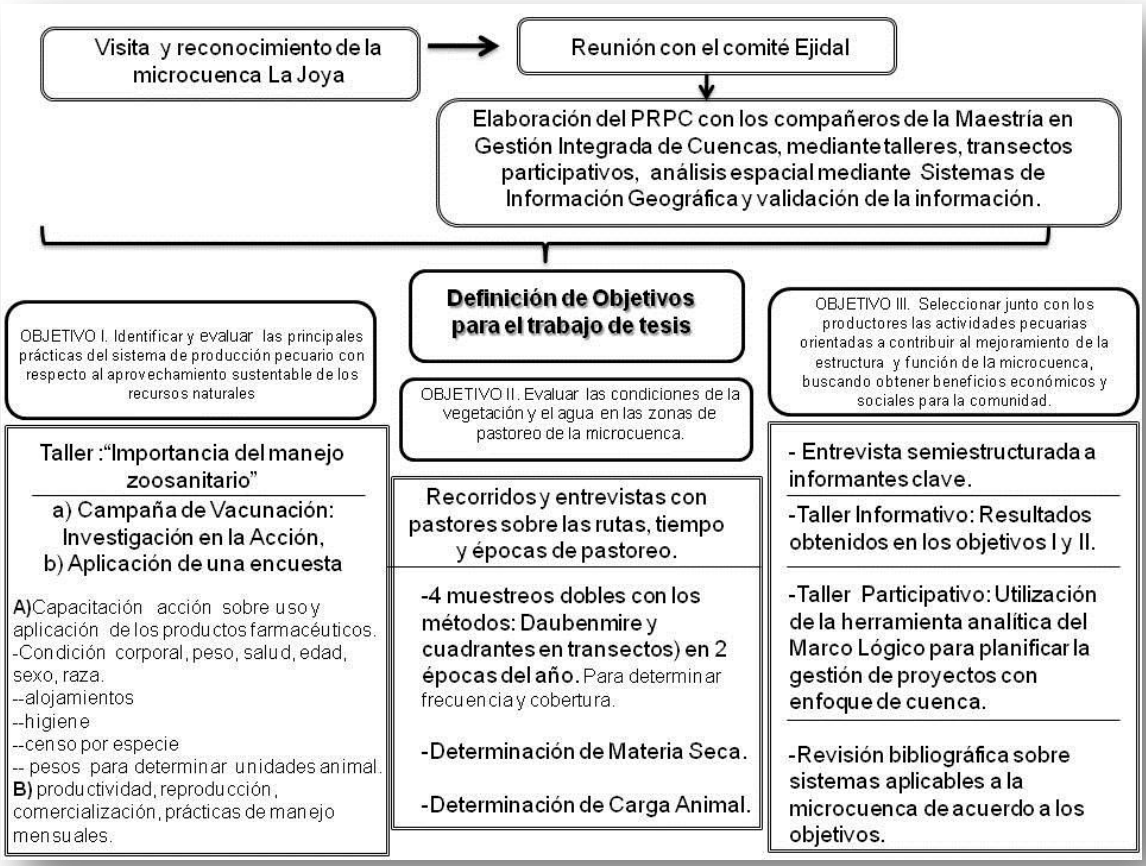
III. Analizar la vía posible de seleccionar junto con los productores las actividades pecuarias orientadas a contribuir al mejoramiento de la estructura y función de la microcuenca, buscando obtener beneficios económicos, ambientales y sociales para la comunidad.

5. MATERIALES Y METODOLOGÍAS

Para obtener información relacionada con los recursos naturales, su aprovechamiento y manejo mediante la actividad pecuaria dentro de la microcuenca La Joya; se identificaron y evaluaron las principales prácticas productivas pecuarias, con el objetivo de que esta información apoye el manejo integrado de este espacio, relacionando el aprovechamiento y manejo de acuerdo a las necesidades de sus habitantes por medio de la gestión integral protegiendo y administrando los recursos naturales en busca de servicios ambientales y una producción sustentable.

La metodología de tipo mixta, combinó procesos participativos con métodos cuantitativos para obtener datos precisos, cuya relevancia permitió la toma de decisiones como parte de la gestión integrada en la microcuenca. A continuación se muestra en la figura 1 el esquema del proceso metodológico y sus antecedentes.

Figura 1. Esquema metodológico



5.1 DESARROLLO METODOLÓGICO

5.1.1 Objetivo I

5.1.1.1. Caracterización de la microcuenca La Joya

La información sobre la caracterización de la microcuenca la Joya referente al diagnóstico del medio físico, la infraestructura de servicios y su cobertura, actividades económicas, intervención institucional, organización local se obtuvo a través de la elaboración del Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) junto con los compañeros de la octava generación en la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas (MAGIC, 2009) formulado de acuerdo a lo establecido en el manual del Fideicomiso de Riesgo Compartido

(FIRCO, 2005) como parte de la estrategia del Programa Nacional de Microcuencas (PNM) para la priorización de la conservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y acciones de desarrollo social y humano a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que centra su atención en comunidades de alta y muy alta marginación.

En cuanto a aspectos demográficos, los datos se obtuvieron a partir de la información del Censo de población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2010).

5.1.1.2 Caracterización del manejo de ganado.

El ganado es un componente del sistema de producción pecuario y en el caso de la ganadería extensiva, dependerá del agostadero. Para su caracterización se realizó una campaña de vacunación, que se ideó como una herramienta de investigación en la acción (Mata, 2003), el objetivo fue obtener información sobre aspectos médicos, zootécnicos, productivos, sanitarios, prácticas de manejo, instalaciones, pesajes, capacitación en el uso y aplicación de vacunas y antiparasitarios. Además fue posible entablar comunicación con los productores, conocer su problemática, apoyarles en sus dudas y generar confianza.

Se convocaron a las personas interesadas de la microcuenca a un taller donde se trataron temas ganaderos; el taller fue de tipo informativo, donde se presentó a los habitantes las implicaciones zoosanitaria y de zoonosis de algunas parasitosis animales, económicamente que les representa la desparasitación y la vacunación del ganado; así como una cotización del procedimiento para cada animal de acuerdo a la especie y el peso vivo.

Para obtener el mejor precio de los fármacos y presentársela a los productores, se estableció contacto con varias distribuidoras de medicamentos veterinarios en la Ciudad de Santiago de Querétaro y Santa Rosa Jáuregui,

para luego seleccionar los productos de acuerdo a los laboratorios, los antígenos de los biológicos, el principio activo, la dosificación, el sitio de aplicación y el costo.

Se utilizó un fondo revolvente de $1,500 para realizar la campaña, cada productor pagó el costo de los antiparasitarios y los biológicos, posibilitando así la compra de los productos necesarios.

Cabe mencionar que en esos momentos, un grupo de prestadores de servicios profesionales (PSP) ofrecían el servicio de vacunación del ganado en la microcuenca; con un costo superior en un 60% con respecto al propuesto por la autora, por lo que no prosperó su intervención para realizar la campaña de vacunación.

Durante la atención a los hatos se aplicó una encuesta (Anexo 1), para obtener información sobre aspectos productivos y reproductivos de los animales, registrar las prácticas de pastoreo, es decir: quien lo realiza, en que horarios, los sitios donde se acostumbra llevar al ganado y bajo qué criterios se decide el sitio.

5.1.2 Objetivo II

Las actividades de ubicación, inventariado y monitoreo son esenciales para el plan de manejo de agostaderos; estas son tan detalladas como sea necesario de acuerdo a los objetivos del trabajo. Generalmente se toman en cuenta características o rasgos que hagan referencia a los recursos o rasgos físicos en un sitio, en un momento del tiempo (Holechek et al. 1989). Los datos obtenidos durante el inventario fungen como indicadores y son un punto de referencia para el monitoreo y evaluación de la respuesta a un plan de manejo y/o las obras realizadas en los agostaderos, mediante el monitoreo es posible evaluar los cambios de la vegetación en el tiempo, es decir, la tendencia (Sanders, 2006).

5.1.2.1 Sitios de pastoreo y pastores

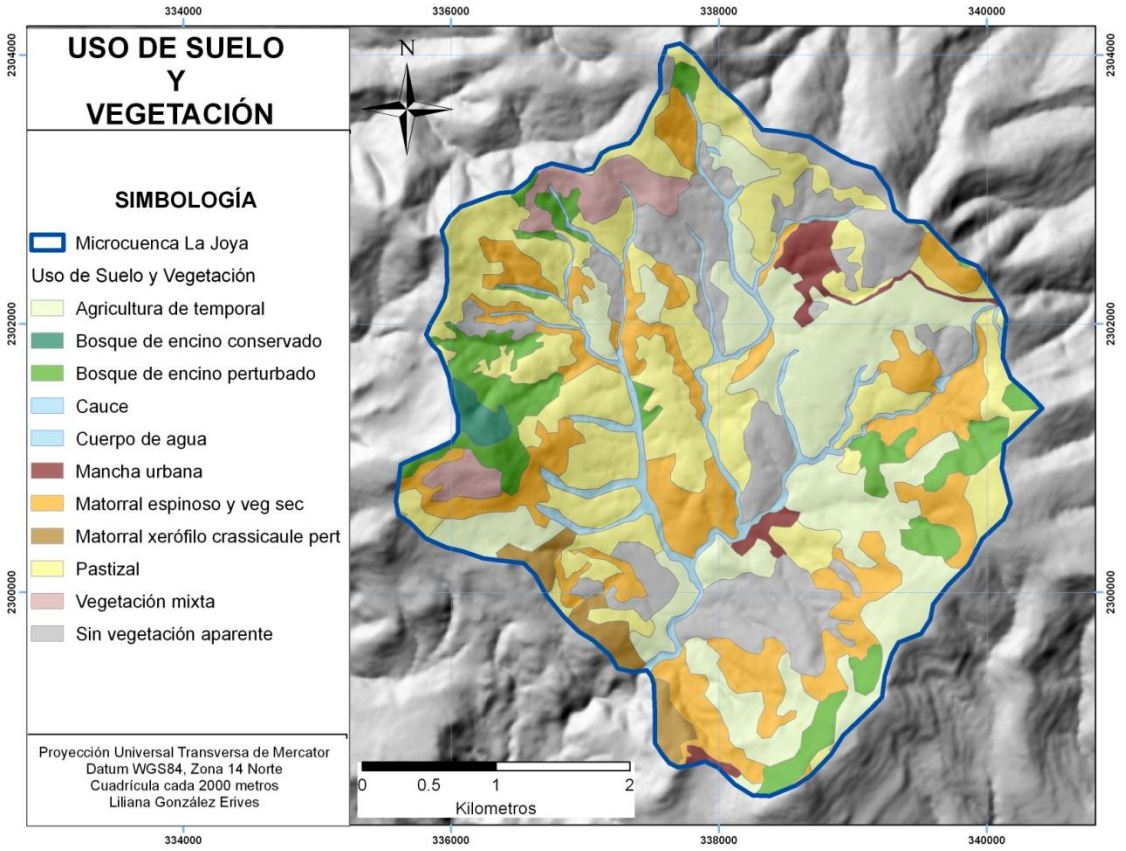
Se realizaron transectos participativos acompañando a los pastores en su ruta, durante el tiempo que la realizan. Parte de la información se obtuvo mediante entrevista semiestructurada (Geilfus, 1997, Gonsalves et al. 2006), donde se registraron: el nombre (s), la edad de los pastores, ocupación de su tiempo, pago por su servicio, número de animales y manejo, dueño del hato, manejo y aprovechamiento del agostadero. Mediante observación participativa se obtuvo información sobre las actividades que realizan mientras “esperan” a que los animales consuman alimento.

5.2.1.2 Muestreo de Agostaderos

Los criterios para ubicar las áreas de muestreo se basaron en las rutas de pastoreo, los tipos de vegetación, el manejo de los recursos naturales, la ubicación con respecto al ejido de Charape la Joya y los poblados de La Joya y Charape la Joya, utilizando un mapa de uso de suelo y vegetación elaborado

mediante ortofotos tomadas en 2004 y con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) ArcView 3.5, obteniéndose el siguiente mapa (figura 2):

Figura 2. Mapa de la microcuenca La Joya, empleado para el muestreo.



Se realizaron 3 muestreos durante el año, uno al principio del estiaje y el segundo al final de este período; el tercer muestreo se realizó al final del período de lluvias, es decir, al final de la estación de crecimiento de la vegetación que se determina por las bajas temperaturas y el inicio de la época seca (Gutiérrez y Díaz, s/f); los muestreos se realizaron con la finalidad de obtener la mayor información anual sobre la producción del agostadero, de acuerdo al clima, el manejo y la vegetación. En los muestreos se tomaron en cuenta las siguientes variables: especies forrajeras de gramíneas, leguminosas, herbáceas y la presencia de piedra, roca, grava y suelo desnudo (Holechek et al. 1989). Las áreas de muestreo se seleccionaron estratificadamente al azar, es decir, planeando el lugar de muestro pero con una dirección ubicada al azar

(Barajas, 2005). Las áreas susceptibles de selección fueron las utilizadas como agostadero comunal por los habitantes de las localidades La Joya y Charape la Joya y que se ubicaron dentro de los tres escurrimientos principales de la microcuenca.

Con estos muestreos se obtuvo información sobre la producción de biomasa en materia seca (A.O.A.C., 1990); atributos como: cobertura, frecuencia y composición, para finalmente calcular la carga animal para cada sitio de acuerdo al tipo de vegetación y época (lluvias o estiaje), es decir, el número de unidades animales (UA) ocupando determinada superficie del agostadero durante un año (Holechek et al. 1989; Castro et al. 1992; Carrales, 1993; Fulbright, 1995; Coulloudon et al. 1999; González, 2005; Sanders, 2006 y López, $2010_{a,b,}$).

Se realizó un doble muestreo, es decir, un muestreo físico cuantitativo y otro visual o cualitativo simultáneamente en cada sitio (Holechek et al. 1989; Fulbright, 1995, Coulloudon et al. 1999). Se realizaron transectos cada 25 pasos a partir de una línea base, de este punto se partió para iniciar el transecto y registrar la información cada 20 pasos mediante el posicionamiento del cuadrante justo frente a la punta del calzado, quedando el cuadrante centrado transversalmente con respecto a la punta. En el primer muestreo el tamaño de la muestra fue de 50, pero debido a la variabilidad de especies se cambió a un tamaño de muestra de 100 para cada sitio en los siguientes muestreos (finales de estiaje y final período lluvioso) (Figura 3).

Figura 3. Ubicación y distribución del doble muestreo.

El cuadrante utilizado para el doble muestreo mide 20 x 50 cm, es decir, la cuarta parte de un m^2 (Fulbright, 1995; Coulloudon et al. 1999). Y el cuadrante utilizado para el área de corte de la vegetación fue de 20 x 20 cm, siendo la dimensión del tamaño de la muestra de 0.04 m^2. Las medidas son interiores.

Los datos obtenidos de cada metodología se analizaron de manera diferente de acuerdo a lo descrito en la literatura y a los intereses de este trabajo, a continuación se describen con mayor precisión.

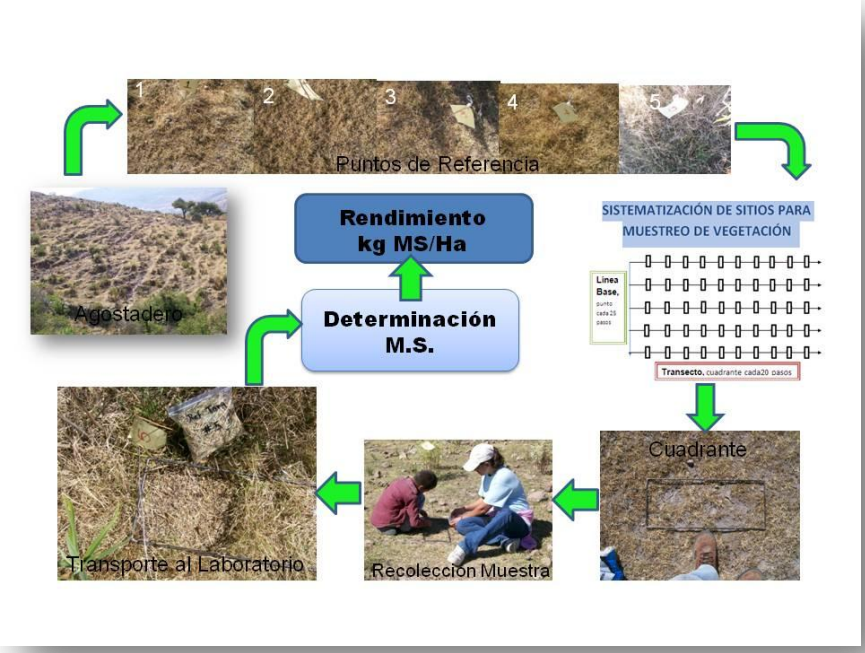
5.2.1.2.1 Muestreo Sistemático Cuantitativo del cuadrante por pasos (step-point).

Este método involucra la realización de observaciones a lo largo del transecto a intervalos específicos, en este caso fue cada 20 pasos. Se utiliza en áreas donde la vegetación predominante son pastos, hierbas y algunos arbustos. El método es útil para muestrear grandes áreas, sobre todo si la cobertura es relativamente uniforme.

Para iniciar el muestreo, es necesario seleccionar la puntuación del agostadero de acuerdo a la cobertura aparente de la vegetación, los rangos de lectura van del 1 al 5 y se escriben en banderitas que se fijan a una varilla que se entierra en el suelo.

La puntuación **1** se ubica donde se observa menos cobertura vegetal, la puntuación señalada con **5**, es el sitio donde se observa la mayor cobertura; para asignar las puntuaciones intermedias se procede a localizar el punto **3** que es el intermedio con vegetación entre el uno y el cinco, luego se localiza el punto **2** donde se observe una cobertura vegetal entre el uno y el tres; finalmente se designa el punto **4** tomando como referente lo observado en el punto tres y el cinco. Es importante tomar una fotografía digital de cada punto pues al momento de ir caminando en los transectos y hacer la comparación de la cobertura que se observa y relacionarla con la puntuación inicialmente establecida para el sitio, no siempre se recuerda como se veía, por lo que se recurre a la fotografía (Figura 4).

Figura 4. Diagrama del muestreo de cuadrante por pasos (step-point)



Al final de los transectos, se cortó la vegetación hasta la corona del tallo (se incluyen hojas, tallos e inflorescencias); colocando el cuadrante de 20 x 20cm se delimitó el espacio para recoger la muestra que se embolsó e identificó, para luego determinarle el contenido de materia seca y poder obtener información sobre la producción de biomasa en el sitio muestreado. De acuerdo a Holechek et al. (1989), Fulbright (1995) y Coulloudon et al. (1999), la biomasa se define como el peso de los organismos en un tiempo, dicho de otra manera, los incrementos de biomasa están dados por los procesos de crecimiento, durante el tiempo, derivados de la fotosíntesis, generalmente se utiliza para estimar la productividad incluyendo la dimensión temporal.

Por medio de la regresión fue posible determinar la relación entre las variables de los valores promedio de los rangos por sitio, obtenidos con el muestreo visual y la producción de biomasa en materia seca de las muestras cortadas de las especies vegetales que se encontraron dentro del cuadrante de 20 x 20 cm. Así, mediante el uso de este modelo matemático y su representación gráfica se desarrolló una ecuación que permitió estimar la variable de disponibilidad de biomasa en materia seca por hectárea, en función de las dos variables de kilogramos de materia seca del muestreo y el promedio de las estimaciones visuales por sitio.

El resultado de la disponibilidad total de materia seca por hectárea se utilizó para calcular la producción de biomasa del área que ocupa el tipo de vegetación donde se realizó el muestreo.

5.2.1.2.2 Muestreo Sistemático Cualitativo Daubenmire

Esta metodología es utilizada para monitorear atributos de la vegetación como son: cobertura del dosel, frecuencia y composición de acuerdo a la cobertura.

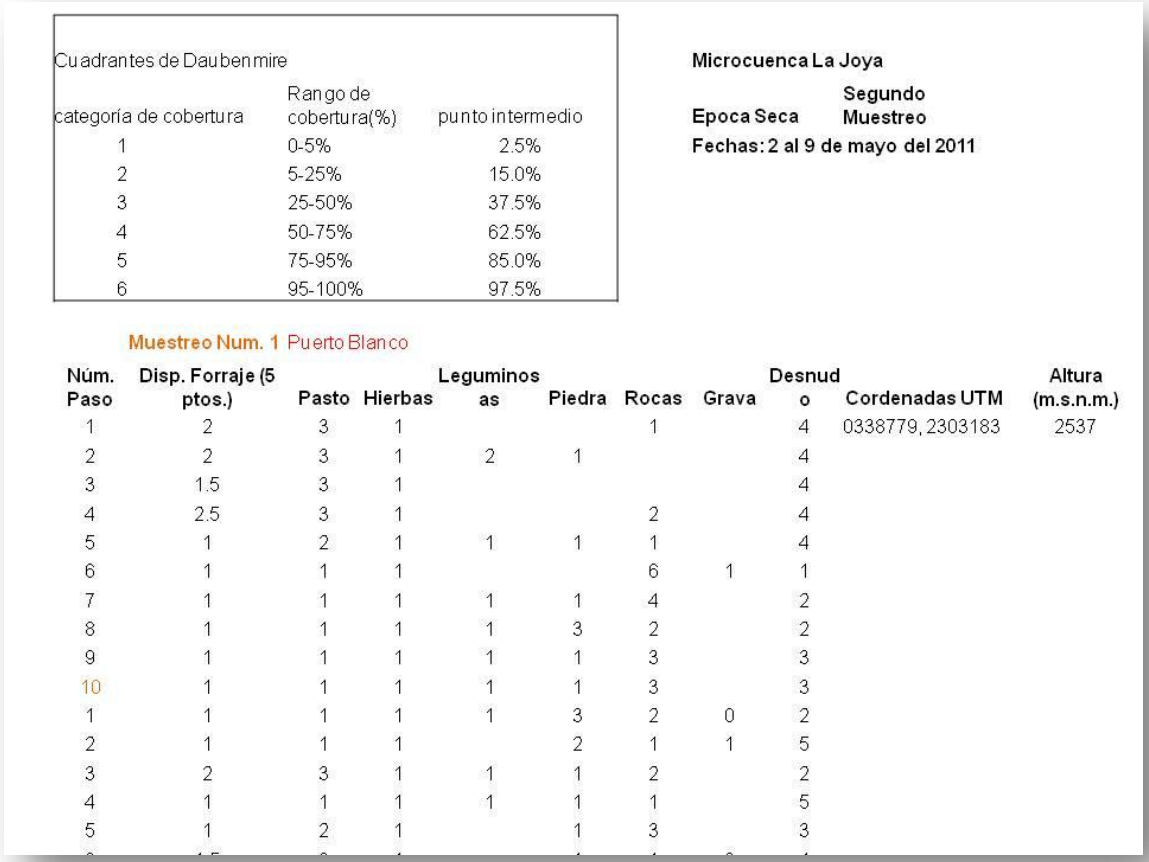
Consiste en la colocación sistemática del cuadrante de 20 x 50 cm antes mencionado de la misma manera que en el muestreo anterior, en este caso para asignar los valores de los rangos se utilizó la clasificación de rangos de cobertura o clases de cobertura de Daubenmire cuyos valores van del 1 al 6, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clases de cobertura metodología Daubenmire.

Clases de Cobertura	Rango de Cobertura	Punto Medio
1	1-5%	2.5%
2	6-25%	15.0%
3	26-50%	37.5%
4	51-75%	62.5%
5	76-95%	85.0%
6	96-100%	97.5%

Las categorías que se tomaron en cuenta para este estudio fueron: pastos, hierbas, leguminosas, piedra, roca, grava y suelo desnudo. Al colocar el cuadrante en el suelo, el rango de lectura o clase de cobertura que se le asigna a cada categoría dependerá del porcentaje que ocupe el dosel dentro del cuadrante. El tamaño de la muestra para el inicio del periodo seco fue de 50, pero como se mencionó, en los siguientes muestreos se decidió que el tamaño de la muestra fuera de 100, datos obtenidos en 5 transectos, (Figura 5).

Figura 5. Ejemplo del registro de datos durante el doble muestreo realizado en la microcuenca La Joya



Cuadrantes de Daubenmire

categoría de cobertura	Rango de cobertura(%)	punto intermedio
1	0-5%	2.5%
2	5-25%	15.0%
3	25-50%	37.5%
4	50-75%	62.5%
5	75-95%	85.0%
6	95-100%	97.5%

Microcuenca La Joya

Epoca Seca — Segundo Muestreo

Fechas: 2 al 9 de mayo del 2011

Muestreo Num. 1 Puerto Blanco

Núm. Paso	Disp. Forraje (5 ptos.)	Pasto	Hierbas	Leguminosas	Piedra	Rocas	Grava	Desnudo	Cordenadas UTM	Altura (m.s.n.m.)
1	2	3	1			1		4	0338779, 2303183	2537
2	2	3	1	2	1			4		
3	1.5	3	1					4		
4	2.5	3	1			2		4		
5	1	2	1	1	1	1		4		
6	1	1	1			6	1	1		
7	1	1	1	1	1	4		2		
8	1	1	1	1	3	2		2		
9	1	1	1	1	1	3		3		
10	1	1	1	1	1	3		3		
1	1	1	1	1	3	2	0	2		
2	1	1	1		2	1	1	5		
3	2	3	1	1	1	2		2		
4	1	1	1	1	1	1		5		
5	1	2	1		1	3		3		

El análisis de la información inició cuantificando los rangos de lectura (1 al 6) de cada categoría muestreada, es decir, pastos, hierbas, leguminosas, piedra, roca, grava y suelo desnudo. Así se obtuvo el número de veces que estuvo presente la categoría de cobertura durante el muestreo.

La cantidad de veces que aparece el rango de lectura se multiplica por el valor del punto medio de los rangos; así por ejemplo de la cobertura 1 el punto medio entre el rango de cobertura 1 – 15% es 2.5% y si durante el muestreo hubo 35 puntos donde se observó el valor de cobertura 1; entonces se multiplica 35 x 2.5, resultando 87.5 y este procedimiento se realizó para las seis clases evaluadas en cada categoría.

Luego se suma el valor obtenido de las 6 clases evaluadas y se obtiene la **cobertura total**.

Para obtener el dato del **porcentaje de cobertura** del dosel, se dividió la cobertura total entre el tamaño de la muestra (50 o 100); luego se sumaron los porcentajes de cobertura obtenidos en todas las categorías.

La **composición (%)** se obtuvo al dividir el valor de las suma de los porcentajes de la cobertura, entre el porcentaje de cobertura; por lo tanto la suma de este resultado para las categorías debe dar 100%.

Finalmente, la **frecuencia (%)** resultó de dividir la suma de los valores cuantificados de los rangos de lectura que aparecieron durante el muestreo; por ejemplo, pastos apareció en 100 ocasiones durante el muestreo, este valor se divide entre el tamaño de la muestra y el resultado se multiplica por 100, así que para este ejemplo la frecuencia de los pastos para el sitio de muestro “Puerto Blanco” a partir de los transectos y la metodología Daubenmire fue 100; ver ejemplo de resultados a continuación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ejemplo de los resultados obtenidos y analizados con la metodología Daubenmire en la microcuenca La Joya.

Fecha 4 de mayo del 2011

Localidad La Joya; Puerto Blanco; sitio 1

Clases y Rangos de cobertura		Punto Medio %	Pastos	
			Cantidad	Producto
1	1-5%	2.5	35	87.5
2	6-25%	15.0	39	585
3	26-50%	37.5	20	750
4	51-75%	62.5	6	375
5	76-95%	85.0	0	0
6	96-100%	97.5	0	0
			100	
Cobertura Total				1797.5
Tamaño de la Muestra				100
% de Cobertura				18
Composición				19%
Frecuencia				100

5.2.1.3 Determinación de Carga Animal con respecto al uso de suelo y vegetación

La diversidad de comunidades vegetales y en especial las encontradas en la microcuenca La Joya, proporcionan una serie de servicios y benéficos para los seres vivos en general, contribuyen en la regulación del clima, la moderación de los escurrimientos y captación de agua, así como la acción de los elementos sobre el suelo y sus ciclos (carbono, nitrógeno, etcétera.) (López, 2010$_a$).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en su documento la “larga sombra del ganado”, menciona que gran porcentaje de la superficie destinada a la actividad ganadera presenta alguna forma de degradación como consecuencia del sobrepastoreo, la compactación y la erosión del suelo; además de que el sector

ganadero es responsable de la producción del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que aceleran el cambio climático y las acidificación de las lluvias (FAO, 2006).

La Ley General de Vida Silvestre (2011), en el artículo 3º, fracción III, menciona que “la capacidad de carga es la estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico”.

La capacidad de carga según Holechek et al. (1989) puede ser estimada por la determinación del forraje disponible en el agostadero y dividiendo este número por los requerimientos de forraje de los animales pastando. La capacidad de carga es un índice para determinar el máximo de animales que pueden ser sostenidos por un área o unidad de pastoreo, sin causar daño a la vegetación o recursos relacionados.

La Sociedad de Manejo de Pastizales, define la capacidad de carga como una vaca madura con becerro al pie menor de 6 meses, con un peso de 450 kg, que equivale a 1 unidad animal (UA), o su equivalente con un consumo de 12 kg de forraje en base seca al día (Carrillo, 2001; López, 2010 $_a$; López 2010$_b$).

De acuerdo a lo anterior, para la determinación de la carga animal, es necesario tomar en cuenta el valor de las unidades animal (UA) (Fulbright, 1995; Monterroso, 2008); pues se calcula la superficie necesaria para cada unidad animal durante un tiempo determinado (365 días); de tal modo que para la determinación de la carga animal se tomaron en cuenta las siguientes tres variables:

Carga Animal = (unidades animal / ha) x tiempo

De acuerdo a López (2010 $_a$), las variables son: el número de unidades animal, superficie que estas pastorean y el tiempo durante el cual lo llevan a cabo.

Para realizar el cálculo correcto de la carga animal fue necesario obtener información sobre la producción de forraje, el área disponible para el pastoreo, superficie con una cobertura arbustiva y/o arbórea densa, sitios de agostadero, superficies con áreas de reserva y superficie apta para pastoreo (López, 2010 $_a$). La producción de forraje se estimó a través del doble muestreo y mediante el análisis del uso de suelo y vegetación utilizando un SIG.

Las superficies con cobertura densa por arbustos y árboles como los encinos; las áreas destinadas a la reforestación y las parcelas que se cultivan fueron descartadas para realizar el cálculo de carga animal, por tratarse de espacios no productores de pastos o bien que no están disponibles al pastoreo.

La fórmula utilizada para los cálculos y sus componentes se muestran a continuación:

$$CA = [(FDP \times SDP) / CFUA] \times FC$$

Donde:

CA = carga animal

FDP = forraje disponible para pastoreo (kg/ha)

SDP = superficie disponible para pastoreo (ha)

CFUA = consumo de forraje por unidad animal por año

FC = factor de corrección por condición del agostadero

Desarrollo:

1.- Forraje disponible para pastoreo (FDP)

La producción total de forraje (kg/ha) se multiplicó por 0.25, que es el porcentaje que se permitirá consumir a los animales. Según Hanselka et al. (2002) el total de forraje producido en el agostadero durante un año debe ser administrado para conservar la salud de las plantas y proveer cobertura para la superficie del suelo; así, el 25% se dispone para que pueda ser consumido por el ganado, 25% puede ser destruido por insectos, pisoteado y deteriorado; otro 25% se dispone para ser consumido por la fauna silvestre y el 25% como reserva para el rebrote de la planta. En los resultados se incluye una tabla donde aparecen cálculos adicionales con un factor de uso de 35 y 50% utilizado para agostaderos con una condición buena y excelente (Berlijn et al. 1978; Holechek et al. 1989)

2.- Superficie disponible para pastoreo (SDP)

SDP = (superficie total - superficie de reserva) -
(superficie total x superficie cubierta con arbustos)

3.- Consumo de forraje por unidad animal por año (CFUA)

Una unidad animal que equivale a 450 kg de peso vivo consume diariamente el 2.6% de su peso en materia seca, por lo tanto consume diariamente11.7 kg que redondeando el valore queda en 12 kg de forraje en materia seca (Monterroso, Gómez, Tinoco y Toledo, 2008; López, 2010 *a*).

CFUA = 12 kg x 365 días = 4,380 kg de forraje en base seca al año

4.- Factor de corrección por la condición del agostadero (FC)

Los valores se asignan de acuerdo a la condición del agostadero, respecto a su vegetación clímax; así:

- Pobre = 0.8
- Regular = 1.0

- Buena = 1.2
- Excelente = 1.4

(López, 2010 *a*).

Para el análisis de la información se tomó en cuenta los datos obtenidos por la Comisión Técnico Consultiva para la determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) (Mora et al. 1980) en el período 1972 a 1986 en México, por medio de la metodología de líneas Canfield, ya que es el referente de la vegetación y valores del coeficiente de agostadero que existe publicado para la microcuenca La Joya.

5.2.1.4 Determinación del balance hídrico para la microcuenca La Joya

El término balance hídrico fue usado por primera vez en 1944 por el meteorólogo Thornthwaite para referirse al balance entre la entrada de agua a una cuenca por medio de precipitación y/o nieve, y el agua que sale de ella por evapotranspiración, infiltración y escurrimiento, en un tiempo determinado (Dunne y Leopold, 1978).

La realización del balance hídrico mensual para la microcuenca La Joya, se hiso de manera interdisciplinaria, con la participación de la Bióloga. Nydia Rivas de las Casas y la Química Agrícola Ma. Helena López. Se utilizó el método directo de Thornthwaite expresado en la siguiente ecuación:

$$P= I + ETA + Q + SM + GWS + GWR$$

Donde:

P = precipitación
I = infiltración
Q = escurrimiento
SM = cambio en la humedad del suelo

GWS = cambio en el almacenamiento de agua subterránea

GWR = escurrimiento del agua subterránea.

La información utilizada incluyó precipitación y temperatura mensual obtenidos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) mediante ERIC III considerando las tres estaciones más cercanas a la microcuenca, información sobre uso de suelo y vegetación y edafología con sus clases texturales; toda la información se homogenizó a la proyección WGS84, región 14 Norte, en el sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM).

Los datos de las estaciones proviene de los años 1976 a 2005 (Cuadro 5), las estaciones elegidas fueron: La Joya Qro., Presa Jalpa en San Miguel de Allende Gto. y El Charape en San José Iturbide, Gto. La ubicación de las estaciones y la información sobre temperatura y precipitación anual fueron corregidas y rellenaron algunos datos faltantes en el programa Excel por medio de la aplicación de la media móvil; los datos finales obtenidos se muestran a continuación:

Cuadro 5. Información de temperatura y precipitación anual obtenidos de Eric III.

Nombre	clave	altitud	X	Y	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Tanual
La Joya	22041	2400	338644	2300905	10.1	10.8	12.4	14.5	15.9	15.4	13.9	13.8	13.2	12.7	11.7	10.8	12.9
Presa Jalpa	11122	2040	331667	2297283	6.5	7.5	10.2	13.2	15.6	16.4	15.6	15.3	14.6	12.3	9.6	7.5	12.0
Charape Iturbide	11144	2200	352621	2311847	10.1	11.4	14.0	15.7	17.0	16.8	15.6	15.7	15.4	13.8	12.3	10.4	14.0

Nombre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Panual
La Joya	16.0	10.5	8.2	17.1	43.4	118.7	136.4	102.9	72.3	38.6	10.1	13.8	588.1
Presa Jalpa	16.8	7.1	6.0	15.6	38.1	111.4	149.5	110.5	99.2	48.2	11.8	6.3	620.5
Charape Iturbide	11.1	9.8	3.2	16.8	29.5	62.7	80.3	63.7	61.8	27.1	10.0	3.8	379.8

Las capas utilizadas fueron:

- Precipitación mensual interpolada
- Temperatura mensual interpolada
- Uso de suelo y vegetación
- Edafología conteniendo las clases texturales
- Datos de precipitación y temperatura mencionados.

La información de las capas fue manejada en el programa de ArcView 3.5 utilizando las capas mencionadas, para obtener el balance hídrico mensual y nuevamente en el programa Excel se determinó la temporada de lluvias y el inicio del ciclo hidrológico utilizando la información de precipitación y temperatura mensual; también se graficaron los datos obtenidos.

5.1.3 Objetivo III

5.1.3.1 Entrevista semiestructurada a informantes claves

Para iniciar la tercera etapa de este trabajo y conocer más a fondo las opiniones y punto de vista de los habitantes de la microcuenca, ya que para este momento gracias a todas las actividades realizadas, la confianza y la comunicación fueron en aumento. Así fue como se aplicó una entrevista semiestructurada (Anexo 4) a informantes clave (Geilfus, 1997; Mata, 2003), se trató de personas dedicadas a la actividad ganadera, de diferentes edades, sexo y condición económica; que proporcionaron información acerca del sistema de producción y sus componentes de organización, agrícola y pecuario; con un enfoque hacia el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

5.1.3.2 Evaluación de la información obtenida en los objetivos I y II

Fue necesario analizar detenidamente los resultados de la caracterización física, social, económica y ambiental de la microcuenca, para fundamentar la toma de decisiones y planear una estrategia de ordenamiento de las áreas de pastoreo.

5.1.3.3 Propuesta de taller informativo para habitantes de la microcuenca

Para este evento se busca convocar a las personas que cuentan con algún tipo de ganado en la microcuenca y sobre todo quienes recibieron el servicio zoosanitario mencionado en la metodología del objetivo I. El taller tiene la finalidad de iniciar los trabajos encaminados a realizar actividades y proyectos orientados a contribuir al mejoramiento de la estructura y función de la microcuenca, mediante la obtención de beneficios económicos y sociales.

En esta primera experiencia se presentará el balance económico de la campaña, con sus insumos, datos de los proveedores y las condiciones de las compras; se entregará un informe sobre el uso y aplicación de los medicamentos de la campaña, de los registros básicos promedios obtenidos de su ganado referente a edades, pesos, sexo, número de cabezas y recomendaciones individuales de acuerdo a sus instalaciones, prácticas de manejo y lo observado durante la actividad.

Debe procurarse que la mayoría de la información se presente en imágenes y lo menos posible en forma escrita debido a que algunas personas no leen ni escriben.

El taller incluirá el reporte de los resultados de la evaluación del agostadero de la microcuenca, como por ejemplo la carga animal, el balance hídrico, suelos y las implicaciones que esto tiene para la microcuenca y sus habitantes.

5.1.3.4. Taller participativo para el análisis de problemas y soluciones

5.1.3.4.1 Elaboración de un flujograma lógico

Busca que la gente identifique para cada problema considerado, las soluciones que se han experimentado localmente, y si no se tienen, surge la necesidad de identificar soluciones que podían introducirse o validarse. Pero siempre dando prioridad a las soluciones locales.

Se busca trabajar con los ganaderos de las localidades de La Joya y Charape la Joya en conjunto, por la importancia del tema, además de que se pretende su organización para lo cual es necesario que se encuentren igual de informados, enfocados y comprometidos compartiendo sus ideas y perspectivas.

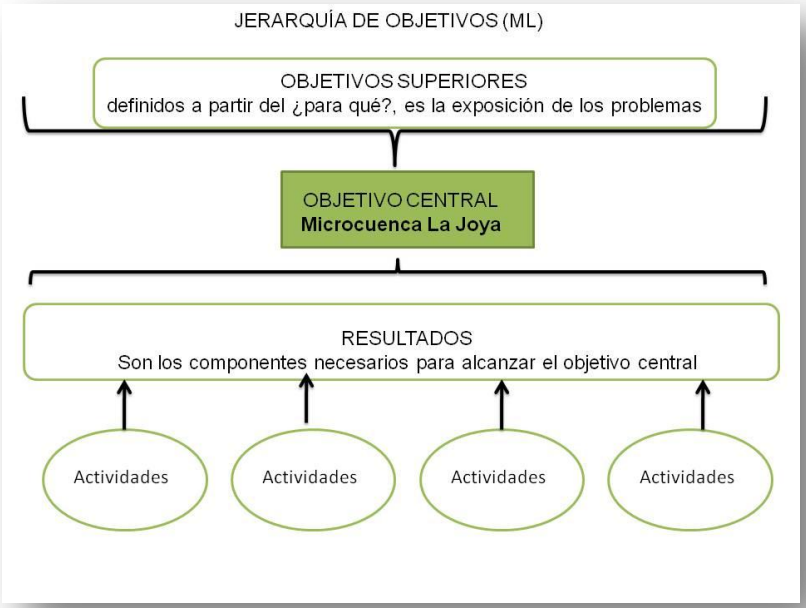
Para este taller se sugiere una metodología mixta, es decir, analizar los problemas y ordenarlos en un flujograma lógico, de acuerdo a la metodología descrita por Geilfus (1997); a cada asistente se le entrega una tarjeta para escribir un problema que considerara importante y necesario resolver, las personas que no saben escribir, lo expresan oralmente. Luego se pegan en la pared, en un orden siguiendo una lógica de prioridades

5.1.3.4.2 Herramienta analítica de marco lógico (ML)

Una vez completo el flujograma lógico; se aplica la metodología del modelo del marco lógico (ML) con el propósito de identificar problemas y necesidades, facilitar la selección y priorización de proyectos, planificarlos e implementarlos efectivamente, y además es posible darles seguimiento y evaluarlos. El uso de esta metodología depende del rol y las necesidades de los actores (Örtengren, 2005).

Se inicia elaborando un árbol de problemas ó flujograma lógico, luego se transforma en un árbol de objetivos (Vidal, s/f) (Figura 6).

Figura 6. Establecimiento de objetivos



5.1.3.4.3 Mapa de ordenamiento del territorio

Se genera un mapa que representa el objetivo central visualizado por los pobladores, en cuanto al ordenamiento de los recursos naturales dentro de su microcuenca que es su área de influencia. El proyecto involucra cambios en el manejo de los recursos.

Para este ejercicio se requiere el mapa base de la microcuenca con árbol de problemas, árbol de objetivos y objetivo central.

Los participantes elaboran el mapa de cómo puede verse su microcuenca con los cambios más deseables. Esto revisando los diagramas de problemas y objetivos para buscar colocar y delimitar en el mapa las diferentes acciones consideradas.

Este tipo de ejercicio de ordenamiento busca originar una discusión que retroalimenta la discusión de alternativas (Geilfus, 1997; Gonsalves et al. 2006).

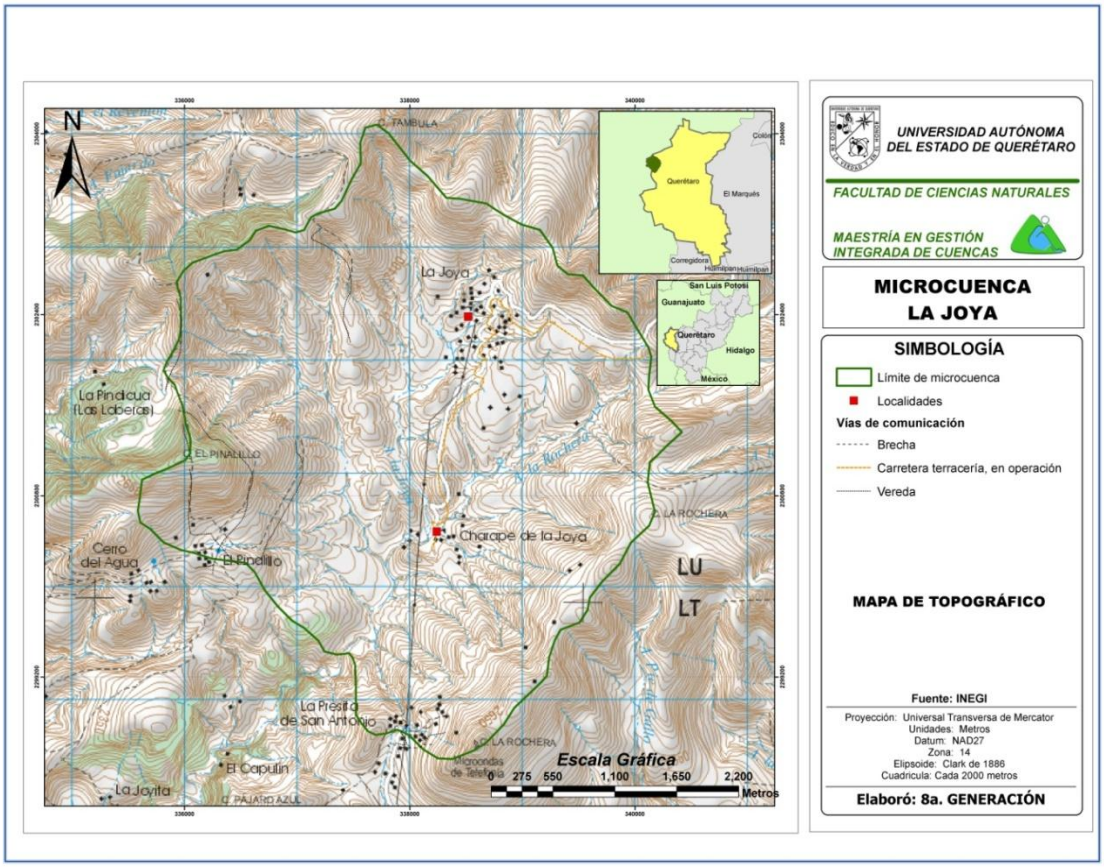
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados del Objetivo I

6.1.1 Caracterización de la Microcuenca La Joya

La microcuenca se ubica geográficamente en el Estado de Querétaro, en los límites político-administrativos con el Estado de Guanajuato; al noreste del Municipio de Querétaro, cerca de la Delegación de Santa Rosa Jáuregui. Forma parte de la cuenca Río Laja, región hidrológica 12 Lerma Santiago en la Cuenca Lerma-Chapala. Sus coordenadas extremas en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) son: 335586.47 y 340417.62 Longitud Este y 2298474.56 y 2304080.23 Latitud Norte. La superficie calculada es de un poco más de 1,592 hectáreas o bien 15.92 km^2 y extensión perimetral de 16.9 km, con alturas que van desde los 2,250 msnm en la microcuenca baja hasta los 2,715 msnm en su parte alta (PRPC, MAGIC, 2009), (Figura 7).

Figura 7. Mapa topográfico de la microcuenca La Joya (MAGIC, 2009)



Esta pequeña microcuenca de forma circular es de tipo exorreica, con un drenaje dendrítico de respuesta rápida; el agua escurre rápidamente fuera de la microcuenca debido a sus afluentes de corta longitud, aunado a la erosión tanto natural como inducida por actividad antrópica (MAGIC, 2009).

En la parte alta de la microcuenca se pueden observar algunos relictos de encinos, pero en la mayoría de la microcuenca predomina el matorral crasicaule compuesto por chaparral, pastizal natural, matorral subinerme e inerme (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de la vegetación y uso del suelo en la microcuenca La Joya.

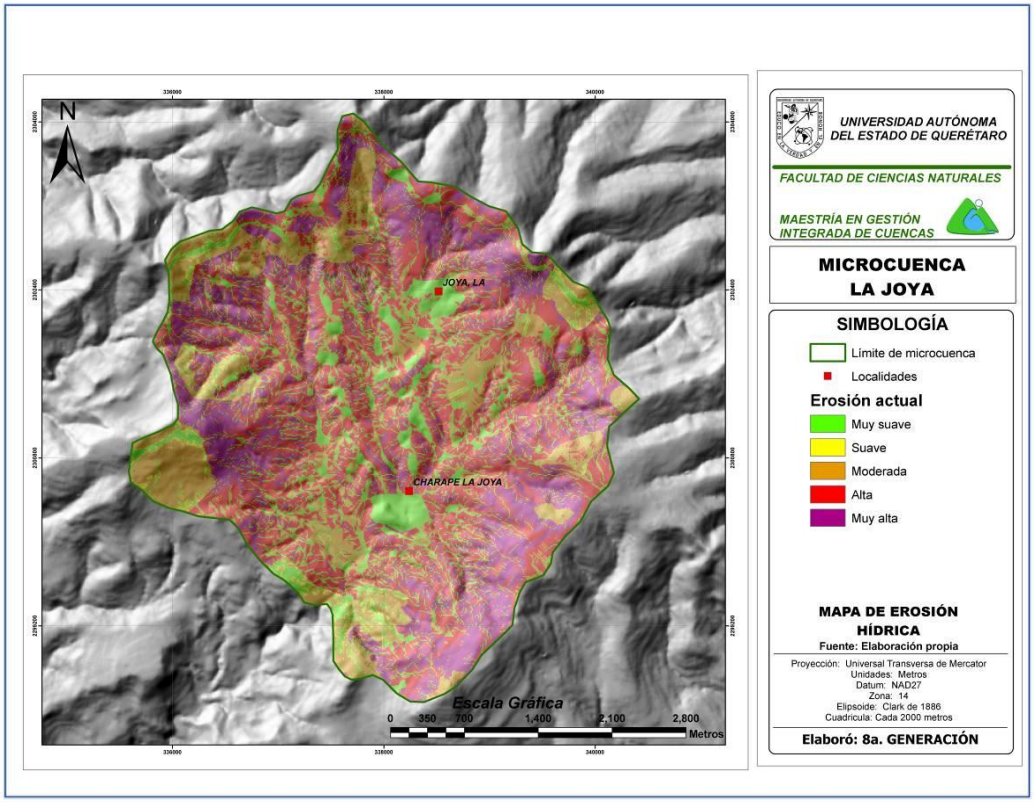
Uso del Suelo y Vegetación	Hectáreas
B. encino conservado	13.35
B. encino perturbado	128.30
Agricultura de temporal	345.85
Matorral espinoso y vegetación secundaria	291.95
Matorral xerófilo crasicaule perturbado	35.79
Pastizal	384.28
Asentamientos Humanos	33.62
Cuerpo de agua	1.24
Cauce	76.39
total	**1592.15**

Elaboración propia a partir del mapa de uso de suelo y vegetación del CRCC

Los suelos se localizan en la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico Central, en la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, La microcuenca se encuentra formada por el cono formado por la erupción del gran volcán de La Joya, donde predominan las rocas extrusivas básicas (basalto) ricas en minerales ferromagnesianos y existen lomeríos de colinas redondeadas originadas por erosión hídrica. Los suelos predominantes son los denominados, Litosol en las partes altas y Feozem en laderas y zonas casi planas, con horizonte oscuro y contenidos mayores al 2% de materia orgánica. Las pendientes van entre los 23° y los 36° y las profundidades del suelo van de los 15 a los 17 cm (MAGIC, 2009). La microcuenca por sus condiciones climáticas, edáficas y líticas es susceptible de erosión natural, la cual puede ser acelerada por las actividades humanas que en ella se desarrollan. Es decir, el clima, su origen volcánico, el tipo de suelo, la falta de

vegetación y las pendientes que van de los 23º hasta los 36º aunado a las actividades antrópicas, han promovido el proceso erosivo, que se ha visto acelerado en esta microcuenca (Figura 8) (MAGIC, 2009).

Figura 8. Los niveles de erosión en la microcuenca La Joya (MAGIC, 2009).



6.1.2. Aspectos Socioeconómicos

De acuerdo al Censo de población y Vivienda por parte de INEGI (2010), en Charape La Joya están establecidas 19 viviendas de tabique y techos de loza o lámina sostenida por piedras y alambres, se encuentran habitadas por 101 personas cuyo principal rango de edades se encuentran entre los 18 y 59 años de edad, siendo la mayoría mujeres; el segundo rango en importancia lo ocupan las personas que tienen entre 6 y 14 años, con mayoría de varones. En el caso de la localidad La Joya que cuenta con 34

viviendas y 191 habitantes, los rangos de edades que prevalecen son similares al primer caso, pero hay mayor número de niñas. En general el 52% de los habitantes de la microcuenca son mujeres; esto puede ser explicado por el alto índice de migración hacia la ciudad y Estados Unidos en busca de empleos y solvencia económica.

Las principales fuentes de ingresos para los habitantes de la microcuenca son los trabajos eventuales en la construcción en las ciudades, las remesas provenientes de los familiares que trabajan en Estados Unidos, la ocasional venta de ganado, sobre todo cuando no hay otro bien del cual echar mano y la situación es apremiante. Algunas mujeres jóvenes y solteras salen a trabajar en actividades domésticas en las ciudades y regresan algunos fines de semana a sus casas para llevar dinero o lo que haga más falta a la familia. La población se encuentra subempleada por lo cual la tasa de dependencia del exterior de la microcuenca es muy alta. Según el Consejo Nacional de Población (2005), el grado de marginación de las localidades de la microcuenca es alto (MAGIC, 2009).

Para llegar a la microcuenca, se toma el único camino empedrado que la atraviesa. En las localidades de Charape la Joya y La Joya se cuenta con infraestructura escolar para preescolar, primaria y secundaria. Cuentan con el servicio de agua entubada desde el 2006 proveniente de Buenavista. Para comunicarse fuera de la microcuenca se utilizan teléfonos celulares a un costo elevado. Se establecieron algunas ecotecnias como tanque de ferrocemento, estufa ahorradora, biofiltro y baño seco.

Anteriormente esas tierras pertenecían a la hacienda de la Monja donde anualmente llevaban los bovinos, ovinos y caprinos para que el “patrón” tomara registro y su parte por el uso de las tierras, también era igual con el producto de la agricultura.

Desde 1955, la propiedad de la tierra es bajo la modalidad de ejido, donde los espacios destinados para cultivos son cercados con piedra y en

menos, con alambres de púas y postes. Las parcelas que ya no se cultivan porque los dueños son adultos mayores y no tienen hijos que las trabajen, son utilizadas por los parientes cercanos como agostaderos en época de estiaje y no se permite la entrada a los otros ganados.

En la microcuenca se desarrollan principalmente las actividades económicas de agricultura con tracción animal y ganadería extensiva, basadas en el cultivo de maíz y frijol, en la cría de ovinos, caprinos y bovinos, poseen también équidos (caballos, mulas y burros) que además de jalar la yunta, sirven de transporte de personas, insumos y materiales dentro de la microcuenca.

6.1.3 Evaluación del componente pecuario

A partir de la realización de dos campañas de vacunación (Figura 9) y la aplicación de encuestas al momento de realizar la vacunación (investigación-acción-participante, además de observación participante) fue posible obtener información sobre la condición del ganado (ovino, caprino, bovino, équido), número, pesos, edades, fenotipo y genética, así como información sobre los criterios para la ubicación y los materiales para la construcción de los corrales, las prácticas de higiene y zoosanitarias para el ganado y los mecanismos de comercialización.

Figura 9. Campaña de vacunación, capacitación y evaluación del ganado.

En la campaña realizada en los meses de verano del 2010 se obtuvieron los datos que se presentan a continuación en el cuadro 7:

Cuadro 7. Población ganadera por especie, peso promedio y etapa fenológica.

BOVINO													
Hembra Adulta		Vaquilla		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
256	67	178	19	64	11	335	4	143	12		0	89	12

OVINO													
Hembra Adulta		Primala		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
33	162	24	72	11.3	18	42	24	27	55		0	13.5	20

CAPRINO													
Hembra Adulta		Primala		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
32	190	21	58	13.1	44	38	14	21	24	24	15	11.8	24

En el cuadro 7 se presenta el peso promedio por etapa fenológica de ganado y el número de cabezas por cada rango contabilizadas durante la campaña.

Los datos sobre los équidos (caballos, burros y mulas) se obtuvieron en un conteo parcial obtenido por medio de la encuesta realizada, en la cual sólo se desparasitaron algunos caballos que son utilizados para la yunta. A continuación se presentan los datos de la campaña 2010 condensados en el cuadro 8

Cuadro 8. Conteo por especie animal de la primera campaña de vacunación (2010).

Especie Animal	Número de cabezas
Bovinos	125
Ovinos	351
Caprinos	369
Équidos	23
TOTAL	**868**

Elaboración propia a partir de los resultados del primer censo ganadero – estrategia de vacunación.

En la segunda campaña de vacunación llevada a cabo en los meses invernales del año 2011 a petición de algunos productores; se atendieron bovinos que no se habían atendido en la campaña anterior, lo mismo para el caso de ovinos y caprinos, por lo que los valores son nuevos y no comparables pero sí adicionales a la campaña anterior (2010), (Cuadro 9).

Cuadro 9. Conteo ganadero por especie, peso promedio y etapa fenológica (campaña de vacunación 2011).

BOVINO													
Hembra Adulta		Vaquilla		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
285	30	206	17	116	19	0	0	162	5	0	0	38	4

OVINO													
Hembra Adulta		Primala		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
29	248	22	42	9	103	42	23	22	28	0	0	10	80

CAPRINO													
Hembra Adulta		Primala		Crías hembras		Macho adulto		Macho joven		Macho castrado		Crías machos	
Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb	Kg	Cb
28	320	20	48	9	74	37	22	20	19	28	1	10	79

Luego se obtuvo la relación del número de animales; que se presenta condensada en el siguiente cuadro (10). En este cuadro no se presentan datos de équidos porque en esta campaña no se atendió a ninguno, y la información que existe fue recabada a través de la encuesta pero se presenta posteriormente en el cuadro 11 con la información general de la ganadería en la microcuenca.

Cuadro 10. Conteo por especie animal 2ª. Etapa (campaña 2011).

Especie Animal	Número de cabezas
Bovinos	75
Ovinos	524
Caprinos	563
Équidos	0
TOTAL	**868**

Elaboración propia a partir de los resultados del primer censo ganadero – estrategia de vacunación.

Inicialmente por parte del Centro Regional de Capacitación en Cuencas se realizaron entrevistas para obtener entre otra, información del censo ganadero. Los datos no fueron del todo completos a lo que se le atribuye la desconfianza. Luego con la primera campaña se obtuvo más información, pues se ingresó a sus traspatios, se manejó, se evaluó y se peso al ganado, pero la información continuó incompleta, pues varios hatos no fueron atendidos. En el tercer evento de la segunda campaña solicitada por los productores, fue evidente mayor cooperación, confianza posibilitando entrar a los espacios de los ganaderos con mayor número de cabezas y que se dedican al acopio del ganado en la microcuenca. Los datos obtenidos en los tres casos, se analizaron para obtener un número aproximado de cabezas de cada especie y calcular las Unidades Animal que pastorean los agostaderos. El número estimado de ganado se obtuvo a partir de cotejar la información de ambas campañas de vacunación, es decir, en ambos eventos no se atendió a los mismos ganaderos y cuando se dio el caso del mismo ganadero se verificó la información de ambas campañas para obtener el dato final de su hato (Cuadro 11).

Cuadro 11. Información condensada, de las dos estrategias sanitarias.

Especie Animal	**Número de cabezas**	**Unidades Animal (ajustada al peso)**
Bovinos	179	86.4
Ovinos	617	60.3
Caprinos	696	59.56
TOTAL	**1492**	**206.26**
Especie Animal	**Número de cabezas**	**Unidades Animal (ajustada al peso)**
Caballos	107	133.75
Burros	70	70
TOTAL	**177**	**203.75**

La información sobre el número de équidos (caballos y burros) se considera incompleta, pues se obtuvo a partir de las encuestas aplicadas y de entrevista semiestructurada a algunos habitantes de la microcuenca de ambas localidades, pero no se pudo constatar físicamente la información. A partir de lo anterior se realizaron los cálculos presentados en el cuadro 11 donde se observa una elevada cantidad de unidades animal proveniente de los équidos en la microcuenca.

El cálculo de las unidades animal (UA) se realizó a partir de la tabla de equivalencias presentada por Monterroso y colaboradores (2008) que se localiza en el anexo 3 en este trabajo. Las equivalencias de la unidad animal se ajustaron al peso del ganado (Figura 10) en cada una de las especies, excepto para el caso de los equinos porque no se conocen datos exactos de su edad y peso, así que se ajustó el valor de unidad animal a 1.00 para caballos, yeguas, burros y mulas.

Figura 10. El ganado en la microcuenca La Joya

6.1.4 Instalaciones y Manejo Ganadero

En cuanto a la información de las instalaciones obtenida por medio de observación participante y la encuesta; la gran mayoría dedicados al ganado

ovino y caprino no cuentan con comederos apropiados, si los tienen, ni bebederos. A algunos productores de especies menores se le ha apoyado con material para la construcción de corrales con malla ciclónica, postes y lámina para los techados a costos menores a los del mercado, mediante un programa de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) y la participación de los prestadores de servicios profesionales (PSP). Los que han sido acreedores del apoyo construyen los corrales con piedra en la cual asientan láminas de reúso que sostienen con bigas de quiote de maguey; circulan el corral con malla ciclónica sostenida con postes de madera de palo dulce (Figura 11). Los ganaderos acostumbran colocar los corrales en las laderas para que esto facilite la limpieza del corral y que por gravedad el estiércol vaya avanzando por la ladera; otros productores deciden la ubicación junto a algún escurrimiento que transita por su predio, esto lo aprovechan para que el estiércol excedente avance y se lo lleve la corriente hídrica en época de lluvias, contaminando el agua.

Figura 11. Instalaciones e infraestructura.

Los corrales son barridos una vez al mes o dos veces al año, esto depende del número de integrantes disponibles en la familia para realizar este trabajo, o que tengan dinero para pagar a alguien que lo haga. La gran mayoría del estiércol es aprovechado como abono en las parcelas, lo transportan cargándolo en costales a lomo de burro o si es el caso que entre un vehículo a su parcela, rentan una o utilizan la propia si cuentan con ella.

Entre los problemas zoosanitarios se encontró alta incidencia de ectoparásitos (garrapatas y piojos), lo que hace suponer que también existe parasitosis gastrointestinales importantes. Las principales enfermedades identificadas sobre todo en ganado mayor, son ocasionadas por *Clostridium spp*. Las especies menores presentan problemas de neumonías tanto en adultos como en crías en las épocas frías y nuevamente en las épocas calurosas y secas; este fenómeno puede estar relacionado con lo desprotegido de las instalaciones donde pasan la noche y al exceso de polvo de estiércol circulante. Las hembras presentan muchos problemas de abortos y de comportamiento materno alterado, es decir, rechazan las crías nacidas principalmente por falta de producción láctea, por lo que los productores proceden a amamantarlas utilizando biberón y leche “clavel” al inicio y luego leche “liconsa” por ser esta la que menos problemas de diarreas presenta; pero aún así se pierden muchas crías, además de la inconstancia de la alimentación de las crías por parte de los productores. En general los principales problemas del ganado son ocasionados por desnutrición.

La alimentación del ganado se realiza en un sistema de pastoreo extensivo, que difiere en cada especie: en el caso de ovinos y caprinos, son pastoreado diariamente durante alrededor de ocho horas, siendo el o los encargados de esta labor principalmente los niños entre seis y 12 años y en pocos caso de hasta 14 años porque ya no quisieron ir a la escuela, dedicándose a esta labor en épocas que no son de siembra. Pocos adultos, que no cuentan con niños en casa, son quienes pastorean al ganado, llevándolos a hacer recorridos más largos dentro de la microcuenca e incluso fuera de ellas en tierras del mismo ejido.

Por lo general cuando los pastores son los niños o las amas de casa, el pastoreo se realiza cerca del poblado y casi siempre en las mismas áreas que se van rotando durante la semana. Una vez levantada la cosecha de las parcelas se lleva al ganado tanto bovinos, equinos y especies menores para

que consuman los restos de la cosecha y la hierba, esto ocurre desde finales de septiembre hasta los meses de febrero dependiendo del tamaño o numero de parcelas con que cuente la familia.

Se empieza a echar mano de los esquilmos (Figura 12) que se guardaron de la cosecha (rastrojo de maíz y paja con rastrojo de frijol), para ofrecerlos a los animales más débiles para que soporten hasta la época de lluvias, a algunas hembras lactando en baja condición corporal, lo mismo para los bovinos. A los caballos se les da trato especial, pues a estos se les desparasita, se les peina y se les baña; la alimentación se basa en granos, si su economía se los permite compran pacas de alfalfa acicalada y destinan buena parte de los mejores rastrojos de la cosecha para su alimentación; esto por la estima que se les tiene a estos animales y a que están destinados a jalar la yunta para las labores en las parcelas y funcionar como transporte dentro de la microcuenca y para salir a los poblados más cercanos.

Figura 12. Esquilmos agrícolas y avena “fatua” cosechada de las milpas

Los bovinos son mantenidos la mayor parte del año libres, en los potreros del ejido y en las partes altas de la microcuenca donde la vegetación aún es más espesa y esto propicia el crecimiento de pastos; pero en los meses fríos y secos el pasto escasea y el ganado empieza a bajar hacia los poblados en busca de agua de los manantiales y los escurrimientos además de buscar la suplementación de rastrojo que año con año reciben. Cuando se establecen los cultivos son regresados por sus dueños a los potreros pues de lo contrario es muy frecuente que brinquen las cercas y dañen los cultivos, provocando esto problemas y deudas con los vecinos.

La selección del pie de cría se define por selección natural, es decir, se deja a todas las hembras que nacen, y se venden a los machos excedentes y a las hembras viejas.

6.1.5 Comercialización del Ganado

La comercialización se realiza especialmente en épocas festivas del año, como la navidad, año nuevo y graduaciones escolares por ejemplo. Posterior a las épocas de lluvias, cuando el ganado está en buena condición corporal.

Es muy frecuente la venta de algunas cabezas (“los más gordos”) a causa de algún evento no planeado como problemas de salud, eventualidades económicas y familiares, viajes o bien se venden algunas cabezas para comprar suplemento cuando la cosecha de la milpa no fue suficiente. Cuando se venden animales para reunir dinero y festejar algún suceso, los animales destinados para este fin si se les preparan y alimenta de modo especial con anticipación. Entre los alimentos que ofrecen principalmente, esta el maíz mezclado con pollinaza y sal, cuando los recursos económicos lo permiten, compran pacas de alfalfa y rastrojo que tiran en el corralito donde confinan a los animales para que ganen peso.

El precio que reciben por cada cabeza varía de acuerdo a la época del año (oferta y demanda), la condición del ganado (especie, sexo, edad, peso), y el comprador. Siempre los venden en pie y la gran mayoría de las veces el comprador es un intermediario local o externo, que continúa alimentando a los animales para que ganen más peso en lo que encuentra un precio conveniente para venderlos. Es menos frecuente que quien compra el ganado sea el consumidor directamente.

La mayoría de los compradores de ganado ofrecen el precio de acuerdo al peso calculado subjetivamente pues no se cuenta con báscula para ganado mayor, y para el ganado menor algunos compradores llevan su báscula pues los productores en raras ocasiones cuentan con una en su unidad de producción. Es muy frecuente la negociación por “bulto”, es decir, les ofrecen cierta cantidad de dinero por uno o un grupo de animales de acuerdo al cálculo de peso que normalmente es inferior al real, pero que se acepta porque se venden animales viejos o en malas condiciones mezclados con el ganado joven o más pesado.

El pago del ganado se negocia entre el dueño y el intermediario que de acuerdo a la confianza, se puede acordar hacer en efectivo por pagos o de contado, por cambio de animales, de forrajes o de granos.

Debido a las condiciones que prevalecen en el agostadero y a las oportunidades de suplementación aplicadas en la microcuenca; es muy frecuente que los animales se encuentren bajos de peso y esto aunado al intermediarismo, provoca que las ganancias de los productores por sus ventas no sean notables económicamente pero familiarmente les permite contar con algo de dinero y cubrir ciertos gastos.

6.1.6 Sistema de Producción

Los sistemas de producción agropecuarios están definidos por el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y

organización de la población para producir uno o varios productos agrícolas y pecuarios (Jouve, 1988 en Cotler y Fregoso s/f).

La caracterización de los sistemas de producción a escala regional permite lograr una perspectiva integral del uso del territorio, recursos como suelo, agua y vegetación, del manejo actual y las posibles externalidades para la cuenca (Cotler y Fregoso s/f).

En la microcuenca La Joya el sistema agropecuario se fundamenta en tres aspectos que son: tenencia de la tierra, agricultura, y ganadería. La fuerza de trabajo está constituida por la familia (Figura 13).

En las localidades de La Joya y Charape la Joya, la tenencia de la tierra es ejidal, distribuida por áreas de agostadero de uso común y parcelas todas ellas registradas en el Registro Agrario Nacional (RAN, 2007) como propiedad de cada ejidatario.

En las parcelas se lleva a cabo la actividad agrícola cultivando bajo el sistema milpa, mezclando granos de maíz-frijol, calabaza-chícharo en los surcos de siembra; las labores se realizan por medio de yunta principalmente compuesta por equinos, pues la mayoría de las parcelas están en ladera y cuanto la topografía lo permite, contratan tractoristas que llegan a la microcuenca a ofrecer su servicio. La cosecha de los granos sembrados frecuentemente no alcanza para alimentar a la familia durante todo el año y es necesario salir de la microcuenca a comprar los granos faltantes. De la cosecha también se obtiene el rastrojo de la siembra y se recogen las diversas herbáceas que crecen entre el surcado, para en conjunto ser utilizados como alimento para el ganado principalmente bovinos y la yunta en los meses de diciembre a febrero cuando el pasto de las áreas comunes se ve mermado por el pastoreo de bovinos, équidos, ovinos y caprinos. Algunos ejidatarios poseen potreros cuyas dimensiones varían mucho, estos espacios los destinan principalmente para el ganado mayor en los meses de diciembre y hasta que

inician las lluvias; los potreros que están integrados a la parcela, se utilizan desde que termina la cosecha en octubre, hasta enero.

Figura 13 Sistema de producción en la microcuenca La Joya

En las localidades de La Joya se cuentan 36 familias, de las cuales el 77.8% cuenta con ganado, en Charape la Joya conviven 25 familias de las cuales el 92% tienen ganado. Del total de las familias de estas dos localidades

el 83.6% son ganaderas, lo que equivale a 51 familias y sólo 10 familias no tienen ganado.

De las familias con ganado se obtuvo la relación, en porcentaje, de las especies animales con mayor prevalencia, presentándose los datos a continuación en el cuadro 12.

Cuadro 12. Porcentaje del total de las familias que cuentan con alguna especie animal.

ovinos	caprinos	bovinos	caballos	burros
59%	47.5%	57.4%	72%	57.4%

Se encontró una estrecha relación entre la presencia de ganado bovino y la cosecha de esquilmos de la parcela y entre la tenencia de la tierra ya que todos son ejidatarios y poseen potreros además de la parcela. Las familias que no poseen parcela y/o potrero, o bien, que son ejidatarios de edad avanzada y no siembran, no cuentan con ganado bovino, situación que no ocurre para el caso de los caballos y los burros, quienes consumen parte de la cosecha y son utilizados en la yunta para las faenas agrícolas y el transporte de la cosecha.

Los caballos son utilizados para transporte y para jalar la yunta, los burros y mulas se utilizan para acarrear leña, movilizarse por terrenos escarpados y recoger la cosecha cuando se siembra. De acuerdo a los datos obtenidos en el censo ganadero presentado, la población de équidos es muy elevada, pues suponiendo que cada familia de las 51 que tienen animales necesitara dos caballos para utilizarlos en la yunta, la población sería de 102 cabezas en vez de 177 y que se recordará, este dato se considera subestimado para la población de équidos.

La presencia de ovinos y caprinos en la unidad de producción se vio relacionada al hecho de contar con pastores en la familia y la ligera preferencia de criar ovinos a caprinos también está relacionada con los pastores y su edad ya que los niños cuidan ovinos o hatos mixtos con pocas cabras y los jóvenes cuidan principalmente hatos formados por caprinos pues etológicamente esta especie está adaptada a realizar recorridos más largos. Tanto los ovinos como

los caprinos se encierran en los traspatios a pasar la noche, pero salvo circunstancias especiales (cuando están demasiado bajos de condición corporal o enfermos) se les suplementa con esquilmos o granos; estas especies obtienen su alimento del agostadero y beben en los bordos y manantiales presentes en la microcuenca.

Más de la mitad de los padres de familia (52.5%) salen de la microcuenca a trabajar ya sea en la ciudad o a Estados Unidos, esto equivale a 32 hombres, pues las mujeres en casos muy especiales han salido a trabajar fuera de la microcuenca.

El sistema de producción de la microcuenca la Joya se basa económicamente en la ganadería que tiene que complementarse con el trabajo que se realiza fuera de la microcuenca. La parcela y los potreros juegan un papel importante en el sistema de producción y la unidad familiar es la base del sistema en la microcuenca.

6.2 Resultados del Objetivo II

6.2.1 Pastores y sitios de pastoreo

La información que se presenta a continuación se obtuvo mediante el acompañamiento de los pastores durante su recorrido por el agostadero que inicia a las once de la mañana y se prolonga en la mayoría de los casos hasta las 6 de la tarde.

Las especies animales que son pastoreadas en la microcuenca La Joya son los ovinos y los caprinos, estas especies participan en el sistema productivo pecuario de una manera distinta a los bovinos y equinos como se ha visto a lo largo de este estudio.

De diciembre a enero, la mayoría de los hatos se pastorean en las parcelas recogiendo los restos de la cosecha (hojas secas, tallos y uno que otro grano). Cuando el terreno de la parcela que se conoce en la microcuenca como huerto (zona donde se cultiva) cuenta con un área adicional que llaman potrero, en la cual se encuentra vegetación arbórea, arbustiva, herbácea y de gramíneas; este espacio sirve al ganado para mantenerse un poco más de tiempo en este sitio. Aunque los potreros están casi reservados en los meses invernales para el ganado bovino y los caballos de más estima o que trabajan la yunta.

Los pastores son niños y niñas, madres, esposos, adultos solteros y abuelos, esto influye en la ruta que siguen durante el pastoreo y el tiempo que le dedican a la actividad, pues van a la escuela, las madres atienden la casa y los hombres que no salen de la microcuenca a trabajar o que trabajan en ella, participan de la actividad pastoril (Cuadro 13).

La información obtenida se dividió en dos partes por tratarse de dos localidades, que aunque conservan una estrecha relación y comparten las áreas comunes del agostadero, se encontraron diferencias muy puntuales en

cuanto a la moda estadística de la edad de los pastores debido a la actividad escolar y sobre las rutas que siguen durante el pastoreo.

Cuadro 13. Los pastores de la localidad La Joya

Sexo	Edad (años)	Especies que pastorea	Sitios de pastoreo
masculino	11	Ovinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	9	Ovinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	6	Ovinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	11	Ovinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena.
masculino	13	ovinos y caprinos	Loberas
masculino	15	ovinos y caprinos	Loberas
masculino	11	caprinos	Peñascos del Cuervo, Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, Puerta del Palo Bobo, Loma Chiquita, La Partida.
masculino	15	caprinos	Piletas
masculino	11	caprinos	Piletas
masculino	13	ovinos y caprinos	La Partida
femenino	43	ovinos y caprinos	La Partida
femenino	46	ovinos y caprinos	La Partida
femenino	48	ovinos y caprinos	La Partida
masculino	37	ovinos y caprinos	La Partida
femenino	15	ovinos y caprinos	Potrero propio
masculino	10	ovinos	Peñascos del Cuervo, Cerro de la Laguna, Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Puerta del Palo Bobo, Loma Chiquita, La Colmena
masculino	9	Ovinos	Peñascos del Cuervo, Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Puerto Blanco, Cerro de la Laguna, Puerta del Palo Bobo, Loma Chiquita.
masculino	11	Ovinos	Piletas, Potrerito, El Panal, Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna.
masculino	7	Ovinos	Piletas, Potrerito, El Panal, Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna.
masculino	8	Ovinos	La Partida, Puerta del Palo Bobo, Loma Chiquita,

			Piletas, El Panal.
masculino	78	Ovinos	Potrero propio (utiliza su burro).
femenino	12	ovinos y caprinos	Piletas
masculino	9	Ovinos	Piletas
masculino	9	ovinos y caprinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	11	ovinos y caprinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	12	caprinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	15	caprinos	Puerto Blanco, La Bolita, La Santa Cruz, Puerto del Aire, Cerro de la Laguna, La Colmena, El Panal.
masculino	75	caprinos	Cerro de la Laguna, La Bolita, La Colmena, Puerto del Aire, Puerto Blanco (utiliza su burro).

Elaboración propia con información recabada en recorridos con los pastores.

En la localidad de la Joya se identificaron 28 pastores, de los cuales 23 son hombres y 5 mujeres, con rangos de edades de los 6 hasta los 78 años. Se encargan de cuidar hatos que varían en número de cabezas pero que para esta localidad, 11 pastores cuidan hatos compuestos por ovinos y caprinos, 11 sólo por ovinos y 6 pastores atienden hatos compuestos únicamente por caprinos. Es necesario resaltar que los pastores pueden ser de la misma familia y por lo tanto estar hablando de los mismos hatos (ver resultados al objetivo I)

En cuanto a los sitios de pastoreo (Figura ¿?), estos están relacionados con la edad de los pastores, pues entre más pequeños son, se retiran menos de su casa, los padres les indican a que sitios ir, esto lo hacen, para poderlos estar vigilando desde la casa mientras las madres desarrollan sus actividades. Cuando se trata de pastores adolescentes, ellos se retiran más de las poblaciones.

Para el caso de la localidad El Charape, los resultados en cuanto al número de personas dedicadas al pastoreo es de 28 al igual que en la Joya, pero la proporción de hombres y mujeres es muy similar, 16 y 12 respectivamente; esto se explica porque las mujeres pastoras principalmente

son madres que tienen a sus hijos en edad de primaria o secundaria y en esta localidad el horario escolar es de 9 de la mañana a 3 de la tarde, por lo que ellas se hacen cargo de los animales mientras sus hijos están en la escuela (Cuadro 14); esto también influye en los sitios que elijen para llevar a los animales, pues no se alejan mucho de sus hogares o incluso el pastoreo lo realizan alrededor de su casa y en los potreros que tienen localizados contiguos.

Cuadro 14. Los pastores de la localidad Charape la Joya

Sexo	Edad (años)	Especies que pastorea	Sitios de pastoreo
masculino	16	ovinos y caprinos	Potreros propios, La Loma del Encino, La Loma Chiquita y La Loma.
masculino	18	ovinos y caprinos	La Loma del Nopal, La Loma del Encino, La Loma Chiquita.
femenino	42	ovinos y caprinos	La Loma del Nopal, La Loma del Encino, La Loma Chiquita.
femenino	26	ovinos	El Huertito Tirado, Loma del Encino, Loma Chiquita.
masculino	22	ovinos y caprinos	El Huertito Tirado, La Loma del Encino, El Mirto, La Piedra Rodada.
femenino	52	ovinos y caprinos	El Huertito Tirado, Loma del Encino, Loma Chiquita.
masculino	67	ovinos y caprinos	El Huertito Tirado, La Loma del Encino, El Mirto, La Piedra Rodada.
femenino	16	ovinos y caprinos	Potreros propios, Cerro de la Ladera Prieta.
femenino	44	ovinos y caprinos	Potreros propios, Cerro de la Ladera Prieta.
femenino	14	ovinos	Junto a su casa
femenino	32	ovinos	Junto a su casa
masculino	35	ovinos	Junto a su casa
masculino	16	ovinos y caprinos	Loma del Encino, La Rinconada
masculino	10	ovinos y caprinos	Loma del Encino, La Rinconada
femenino	34	ovinos y caprinos	Loma del Encino, La Rinconada
femenino	55	ovinos y caprinos	Potreros propios, El Talayote
femenino	56	ovinos y caprinos	Las dejan libres rumbo a la Loma del Encino y el Cerro de la Piedra Simona.
masculino	60	ovinos y caprinos	Las dejan libres rumbo a la Loma del Encino y el Cerro de la Piedra Simona.
masculino	6	ovinos y caprinos	Las dejan libres rumbo a la Loma del Encino y el Cerro

			de la Piedra Simona.
masculino	12	caprinos	Potrero propio
masculino	38	caprinos	Potrero propio
femenino	35	caprinos	Potrero propio
masculino	14	ovinos	Loma amarilla
masculino	62	ovinos y caprinos	Loma del Encino, La Rinconada
masculino	13	ovinos y caprinos	Loma del Encino, La Rinconada
masculino	14	ovinos y caprinos	Loma Chiquita
masculino	13	ovinos y caprinos	Loma Chiquita
femenino	43	caprinos	Junto a su casa

Elaboración propia a partir de recorridos con los pastores y entrevistas

De los 28 pastores en Charape la Joya, la mayoría manejan hatos compuestos por ovinos y caprinos; 4 pastores manejan hatos de caprinos y 5 con ovinos.

En ambas localidades el horario de pastoreo es muy similar, porque en la Joya, aunque la mayoría de los pastores cuentan con once años, su horario escolar es de 8 a 10 a.m. para los grados de primero, segundo y tercero; de 10 a 11 a.m. se sirve el almuerzo para todos los alumnos que asisten a la escuela; los niños que cursan de cuarto hasta sexto grado toman clases de 11 a 12:30 p.m.. Cuando terminan las clases los niños más chicos se van a sacar al ganado del corral para conducirlo a pastorear cerca de la casa y cuando salen sus hermanos o primos más grandes van y los reemplazan en la actividad. En Charape la Joya los pastores cuentan con 16 años la mayoría, se trata de jóvenes que terminaron su educación secundaria y decidieron no buscar otra opción educativa fuera de la microcuenca; dedicándose a atender el ganado de su familia. Pocos son los niños o jóvenes que trabajan de modo remunerado en esta actividad, se da en los casos que la composición familiar no cuenta con miembros para este fin; el sueldo que reciben los pastores puede variar de 30 a 50 pesos el día.

6.2.2 Evaluación del Agostadero

Para la evaluación de agostadero fue necesario definir los sitios de muestreo, el criterio que se siguió fue utilizar los lugares que los habitantes de la microcuenca utilizan para la actividad pastoril; obteniéndose a partir del análisis de los datos presentados en la sección anterior (Cuadro 15).

Cuadro 15. Porcentaje de pastores que acuden a los sitios señalados para el pastoreo.

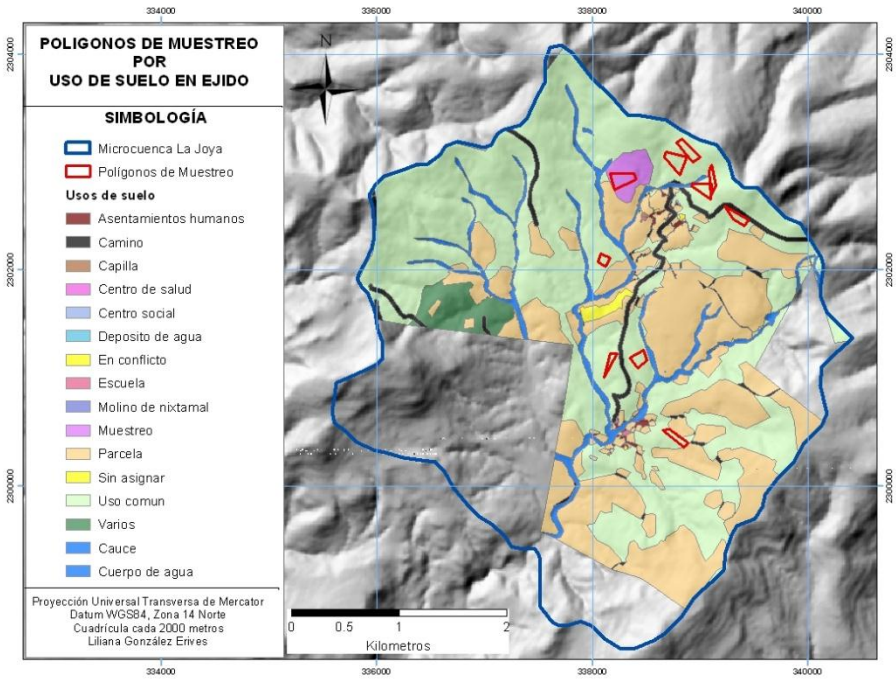
Sitio	**La Joya**	**Charape la Joya**	**%**
Puerto Blanco	14		50
La Bolita	14		50
La Santa Cruz	13		46
Puerto del Aire	14		50
Cerro de la Laguna	13		46
La Colmena	11		39
El Panal	10		36
Loberas	2		7
Peñascos del Cuervo	3		11
Puerto del Palo Bobo	4		14
La Partida	7		25
Piletas	6		21
Potrerito	2		7
Potrero propio	2	6	29
Loma Chiquita	4	6	36
La Loma del Encino		15	54
La Loma		1	4
La Loma del Nopal		2	7
El Huertito tirado		4	14
El Mirto		2	7
La Piedra Rodada		2	7
Cerro de la Ladera Prieta		2	7
La Rinconada		5	18
El Talayote		1	4
Cerro de la Piedra Simona		3	11

Loma Amarilla		1	4
Junto a su casa		4	14

Elaboración propia a partir de recorridos con los pastores y entrevistas

Los sitios designados para el muestreo fueron: Puerto Blanco, La Bolita, Cerro de la Laguna, El Pedregal, Puerto del aire, El Panal, La Partida, Loma Chiquita, Loma del Encino, y La Loma. El Cerro de la Santa Cruz, La Colmena y La Bolita son sitios muy recorridos pero muy próximos, por lo que al muestrear se abarcaron estos tres lugares y en conjunto al sitio de muestreo se le asignó el nombre de “La Bolita” (Figura 14).

Figura 14. Mapa de los sitios de muestreo.



Se muestrearon diez sitios, cuya área aproximada fue de una hectárea, obteniéndose un total de 1000 datos visuales por sitio y cinco muestras de materia verde que posteriormente se llevaron al laboratorio para calcular la materia seca por diferencia de humedad.

Para estimar la producción de forraje en las zonas mencionadas para el pastoreo del ganado, se utilizó la metodología de doble muestreo y

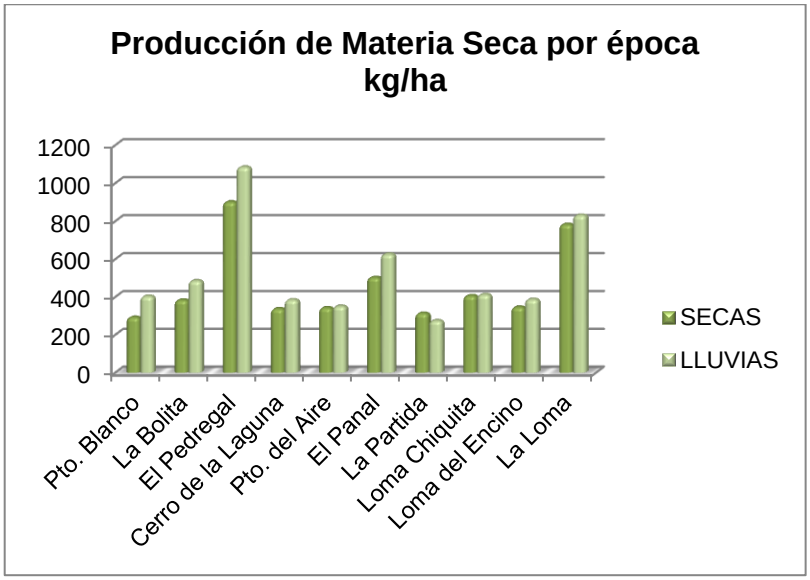
Daubenmire, descritas para el objetivo II; con lo que fue posible obtener datos de la producción de forraje por hectárea en materia seca, frecuencia y cobertura de pastos, hierbas, leguminosas, piedras, rocas, grava y suelo desnudo en porcentajes.

El muestreo se realizó en las épocas de secas y lluviosas, es decir, se realizó un muestreo al inicio del período de sequía en octubre del 2010, un segundo muestreo al final del período seco en mayo del 2011, un tercer muestreo al final de lluvias, en septiembre del 2011. Los valores obtenidos en la época seca se promediaron para obtener un solo dato representativo de la época, y en el caso de la época lluviosa no fue posible realizar el muestreo al inicio de las lluvias, las cuales fueron muy tardías y erráticas por lo que sólo se contó con un valor para lluvias.

6.2.2.1 Producción de Materia Seca

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la producción de materia seca en kilogramos por hectárea (figura 15), para los períodos seco y lluvias, datos que posteriormente permitirán calcular los valores de carga animal para los sitios muestreados en la microcuenca.

Figura 15. Producción de kilogramos de materia seca por hectárea por sitio



Los resultados de producción de materia seca muestra en la mayoría de los casos un aumento para la época del año lluviosa, excepto en el sitio conocido como “La Partida”, esto debido muy probable a la escasa precipitación pluvial registrada en este período, que fue muy notorio en este sitio por la degradación que presenta el suelo debido al continuo tránsito de personas y ganado que pasan comiendo rumbo a las partes medias de la microcuenca.

De acuerdo a un comunicado de prensa del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), fechado el 19 de noviembre del 2011, dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), diversos estados del norte y centro de la República Mexicana, representando casi la mitad del territorio nacional, registran niveles mínimos históricos de lluvia desde 1941, que para el caso del estado de Querétaro atraviesa su novena temporada más seca de la historia registrada, con disminución en el nivel de lluvia del 31.7% respecto a la precipitación promedio anual. Se pronostica para la temporada invernal que termina en marzo del 2012 lloverá solamente el 30% del promedio (CONAGUA, 2011).

La determinación de materia seca se obtuvo por desecación de la muestra (Cuadro 16); además del agua se pierden las sustancias volátiles como

los ácidos orgánicos, con lo que es posible subestimar ligeramente el valor de la materia seca (Shimada, 2009)

Cuadro 16 Producción de kilogramos de materia seca por hectárea de acuerdo al sitio muestreado en cada época del año.

Sitio	Época seca	Época lluviosa
Puerto Blanco	292	404
La Bolita	384	486
El Pedregal	902	1085
Cerro de la Laguna	338	385
Puerto del Aire	343	351
El Panal	503	627
La Partida	314	275
Loma Chiquita	407	413
Loma del Encino	346	387
La Loma	783	832

Elaboración propia a partir de los datos de campo.

6.2.2.2 Composición del Agostadero

El agostadero se compone de diversas especies de pastos, leguminosas, seudopastos y hierbas. Estas asociaciones resultan de los factores inherentes a la planta, tipo de suelo y clima (Berlijn et al. 1987).

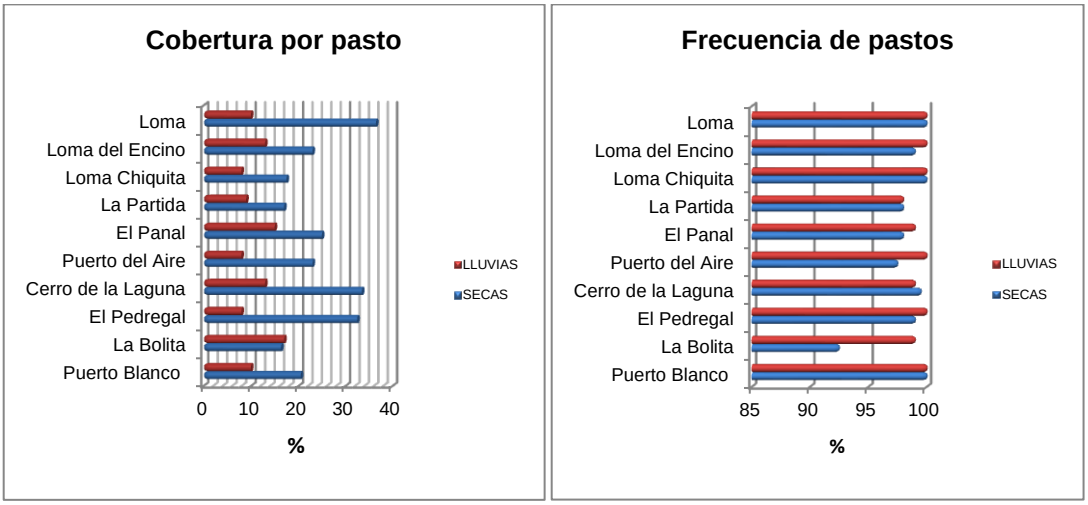
El grado de cobertura es la relación que existe entre la superficie total del pastizal y la ocupada por las diversas especies de pasto; se expresa en porcentaje (Berlijn et al. 1987). Es una importante característica de la vegetación y de respuesta hidrológica, dicho de una manera más amplia, el conocimiento de la cobertura determina la contribución de cada especie vegetal para conformar la comunidad; el conocimiento de esta información da idea de su contribución a la función hidrológica (Holechek et al. 1989).

En este estudio se midió la cobertura del dosel, es decir, el porcentaje del área que cubre u ocupa cierta especie vegetal, vista desde una proyección vertical (Coulloudon et al. 1999).

Para el agostadero de la microcuenca La Joya, también se obtuvieron datos de frecuencia que representa la predominancia en el agostadero de cierta especie; la frecuencia es un indicador de la salud del agostadero, del tipo de suelo y de las condiciones climatológicas que prevalecen (Berlijn et al. 1987). Permite conocer la abundancia y distribución de las especies en el agostadero, es un parámetro útil para detectar los cambios de una comunidad vegetal a través del tiempo; se determina con el número de veces que una especie está presente durante el muestreo, el valor se expresa comúnmente en porcentaje (Coulloudon et al. 1999).

La composición incluye las especies cuyas características corresponden a las condiciones de suelo y clima; es la proporción de varias especies vegetales observadas en el área de muestreo y se expresan en términos de cobertura relativa, densidad relativa y peso (Coulloudon et al. 1999).

Figura 16 Resultados de cobertura y frecuencia de pastos.

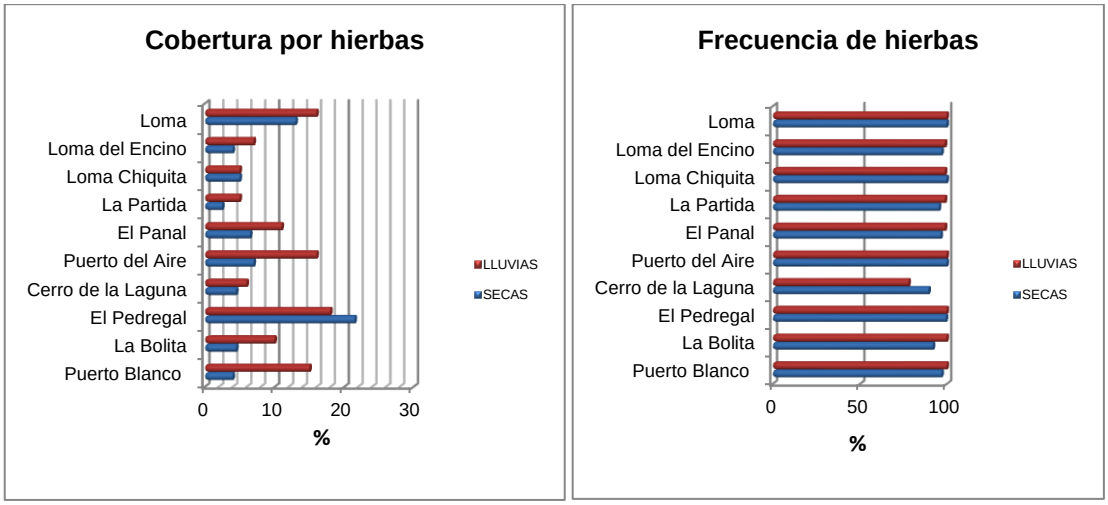


Se encontró que en los distintos sitios de muestreo, la cobertura de pastos tiende a disminuir en la estación lluviosa (Figura 16), esto puede ser explicado porque la lluvia activa el crecimiento de otras especies vegetales. También nos refiere que la composición de gramíneas en la microcuenca es de

especies perennes principalmente que se mantienen vivas incluso en temporada seca. Los pastos predominan en la mayoría de los sitios de acuerdo a los datos de frecuencia obtenidos; el sitio conocido como “La Bolita” presenta menor predominancia de pastos durante la época seca y esto puede ser influenciado por el tipo de gramínea, el suelo y el grado de erosión.

El promedio de la cobertura de pastos para la época seca fue de 24% y en la de lluvias del 11%; la frecuencia de observar pastos durante la época seca fue del 98.35 % y de 99.5%. Es necesario recordar que el área del dosel del pasto es más pequeña en relación por ejemplo a la de las hierbas.

Figura 17. Cobertura y frecuencia de hierbas.

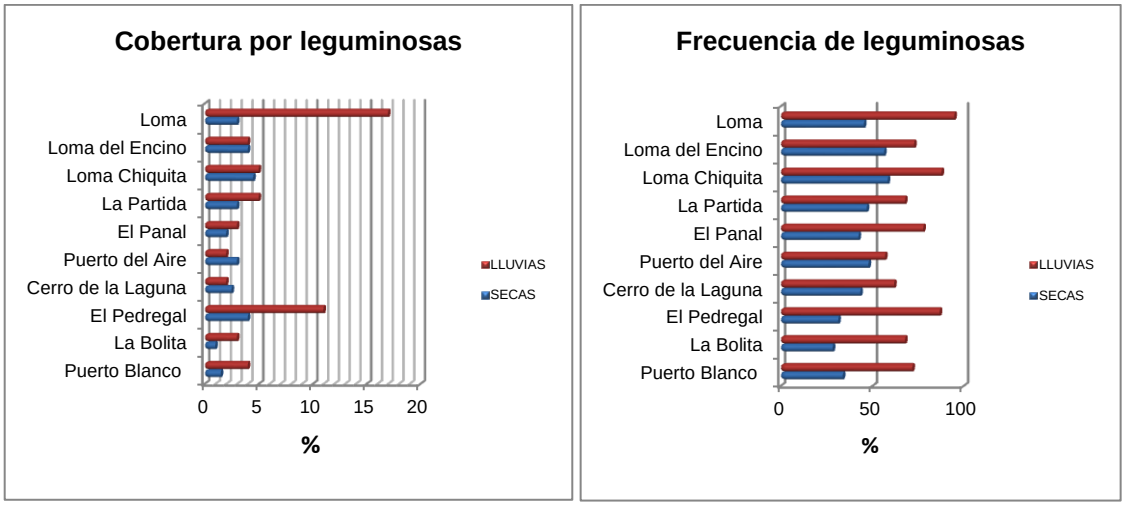


La cobertura por hierbas (Figura 17) observada durante el muestreo de la época seca es menor en relación a lo que ocurre a lo observado en la época lluviosa, excepto en el caso del potrero conocido como El Pedregal, donde la cobertura por hierbas es mayor en época seca. Localizar hierbas en los sitios muestreados se observó en similar proporción en sequía y lluvias, aunque aumentó ligeramente en lluvias, excepto en el caso de “Cerro de la Laguna donde la frecuencia de hierbas fue más alta en la época seca.

En promedio la cobertura de la época seca fue de 7%, aumentando en la época lluviosa a un 11% en promedio. Para el caso de la frecuencia, las

hierbas se observaron en un 44% de los casos en época seca y un 75% en la época de lluvias.

Figura 18. Cobertura y frecuencia obtenida de leguminosas.



Las especies de leguminosas observadas y cuantificadas durante el muestreo (Figura 18), en su mayoría son de tipo herbáceas y en pocos casos arbustivas, sin contemplar a las especies arbóreas. Fue evidente la notable diversidad de especies de leguminosas en la microcuenca, representando en promedio una cobertura para la época seca del 3% y un 6% de cobertura del suelo en la época lluviosa. La frecuencia de observar leguminosas en los muestreos de la microcuenca en época seca fue en promedio de 44% y para la época de lluvias fue del 75%.

En este ecosistema, aunque no se realizó la identificación estricta de las especies, se observaron de acuerdo a sus características morfológicas individuos de las tres subfamilias de leguminosas:

1. *mimosoideae* cuyas hojas bipinnadas o raramente pinnadas presentan flores regulares en espigas o capítulos globosos y pétalos similares valvados;

2. *caesalpinoideae* con hojas bipinnadas, pinnadas o raramente simples (unifolioladas), en las flores se observa un pétalo superior interno con respecto a los otros y estambres libres

3. *faboideae* caracterizada por hojas pinnadas o en pocas ocasiones simples, las flores presentan un pétalo superior externo con respecto a los otros y algunos estambres unidos (Dorado, Arias, Ramírez y Sousa, 2005).

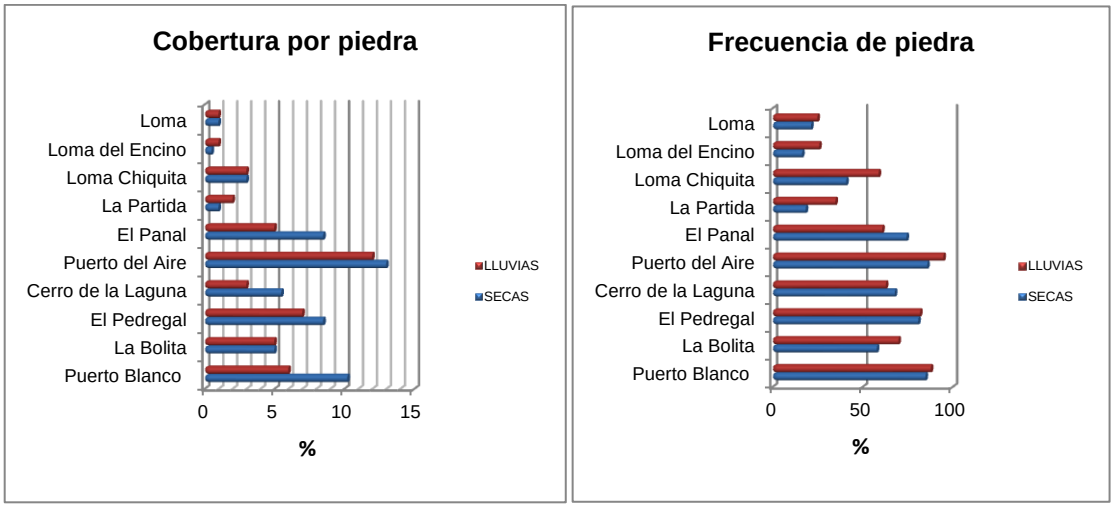
Las plantas desprenden agua y oxígeno al aire por las hojas, pero las leguminosas, además de obtener del aire el anhídrido carbónico y del suelo el agua, la materia mineral y los nitratos; utilizan indirectamente el nitrógeno del aire interpuesto en el suelo para formar proteínas. Este proceso se realiza mediante la fijación del nitrógeno libre por las proteobacterias (Rizobios) existentes en los nódulos de las raíces de las leguminosas. Estas bacterias transforman el nitrógeno en compuestos nitrogenados orgánico, que son utilizados por la leguminosa (Morrison, 1980)

La importancia de esta familia vegetal para la nutrición animal radica en su alto contenido proteico, sobre todo concentrado en los órganos reproductores y en las partes en crecimiento como las hojas. Las proteínas se forman a partir de un conjunto de aminoácido de los cuales, aproximadamente 10 son esenciales para los animales no rumiantes (McDonald et al. 2002)

Las proteínas contienen hidrógeno, oxígeno, carbono, azufre y algunas también contienen fósforo y hierro; para la alimentación animal son esenciales pues permiten la vida al constituir a la célula y regular su actividad, se encuentran formando parte de la mayoría de los músculos, órganos internos, cartílagos, tejido conectivo, piel, pelo, lana, plumas, pezuñas, cuernos, sistema nervioso y esqueleto (Morrison, 1980; McDonald et al. 2002). Cada molécula de proteína está integrada por un número considerable de moléculas de aminoácidos enlazadas que por medio de hidrólisis enzimática se van separando primeramente en péptidos y luego aminoácidos libres que se van absorbiendo durante el proceso digestivo (Rook y Thomas, 1989)

El contenido de proteínas es alto en las plantas jóvenes en crecimiento, descendiendo a medida que las plantas maduran (McDonald et al. 2002).

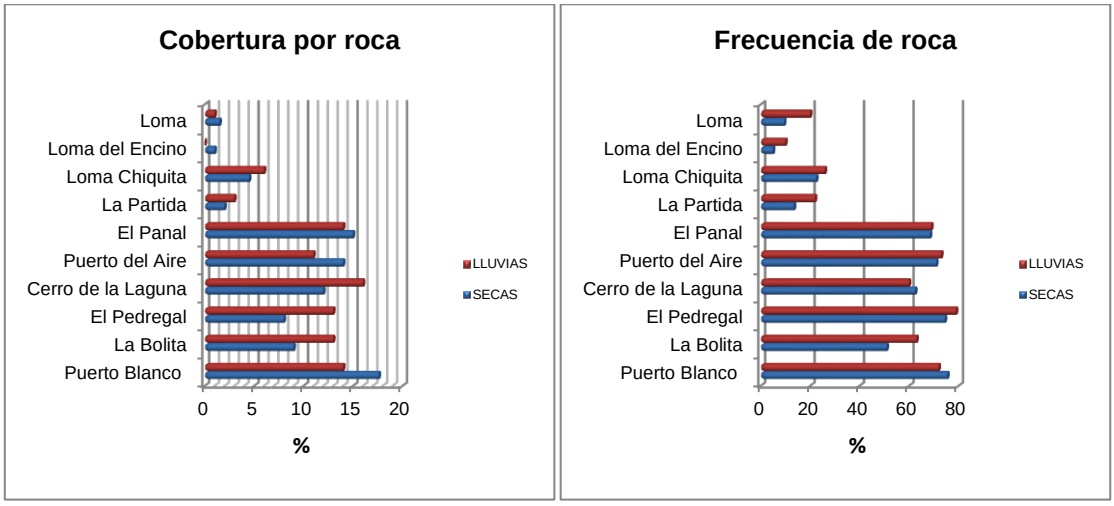
Figura 19. Cobertura y frecuencia obtenida de piedra.



La presencia de piedra (considerada aquella con un rango diametral de 2 a 5 cm.) en cuanto al valor promedio de cobertura fue de 6% en la época seca y de 5% en la de lluvias (Figura 19).

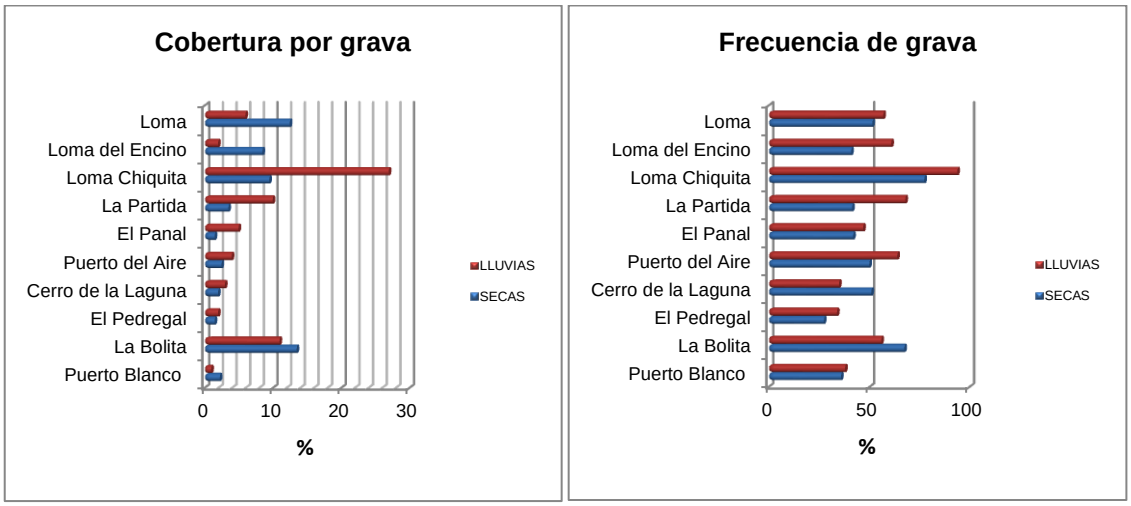
La frecuencia promedio de observar piedra en la superficie de la microcuenca durante el muestreo para la época seca fue de 55% y 60.4% durante la época lluviosa.

Figura 20. Cobertura y frecuencia obtenidas de rocas



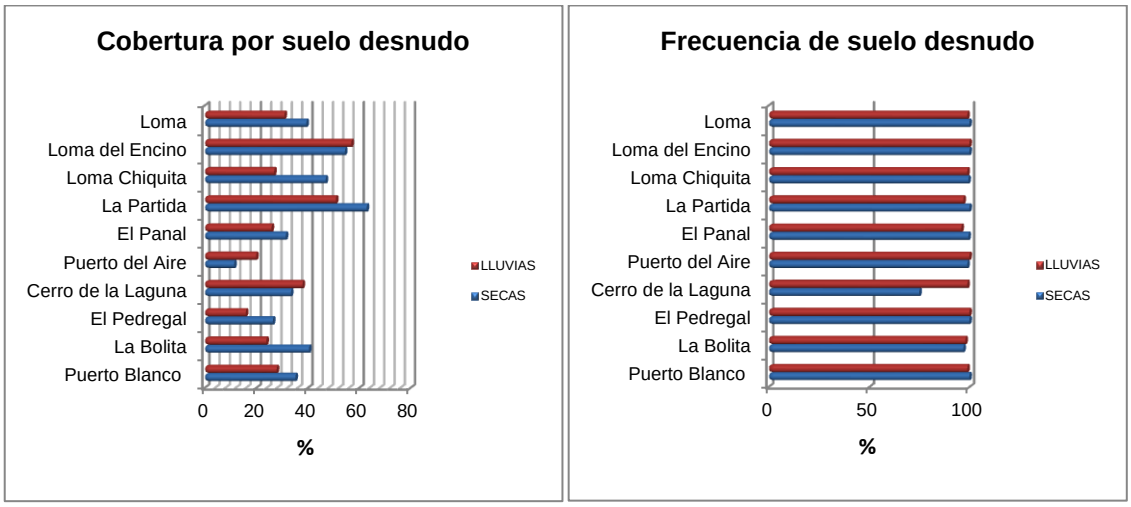
Se clasificó como roca toda aquella formación edáfica que fuera mayor a los 10 cm. de diámetro; encontrando que el porcentaje promedio de cobertura por roca en los sitios evaluados fue de 8% en época seca y 9% en la época lluviosa. El promedio general de frecuencia para los sitios indica que en el 47% de los casos se observó roca. Los sitios con mayor presencia de rocas fueron: El Pedregal, Puerto Blanco, Puerto del Aire, El Panal, Cerro de la Laguna y La Bolita. En promedio el porcentaje de frecuencia para la época seca y la lluviosa obtenidos son de 45 y 49 respectivamente (Figura 20).

Figura 21. Cobertura y frecuencia de grava en los sitios muestreados.



Se tomó como grava a toda aquella formación edáfica cuyo diámetro oscilara entre los 0.5 cm y los 1.5 cm. La cobertura por grava promedio fue de 6% en la época seca y de 7% durante la lluviosa. La frecuencia de observar grava en promedio para secas y lluvias fue de 49% y 55.4% para cada caso (Figura 21).

Figura 22. Cobertura y frecuencia de suelo desnudo.



Los sitios con mayor porcentaje de cobertura de suelo sin presencia de materia vegetal o formaciones rocosas fueron La Partida y Loma del Encino, la presencia de suelo desnudo tiene implicación en el sentido de que está expuesto a la acción de la erosión hídrica o eólica, también es un signo del uso que recibe este sitio de pastoreo, pues refleja un sobre pastoreo. Ambos sitios reciben constantemente la presión del tránsito del ganado en el camino de la rutina pastoril (Figura 22).

En promedio el porcentaje de cobertura en época seca fue de 38% y 32% en la época lluviosa, lo que indica un efecto por la presencia del agua en la microcuenca en forma de precipitación pluvial, aunada a factores de uso de suelo y vegetación que se ven reflejados en el balance hídrico anual.

La frecuencia promedio de observar suelo desnudo en la microcuenca fue de 97% en la época seca y de 98% durante la época lluviosa que como se mencionó antes, este año en especial presentó el fenómeno de sequía,

repercutiendo por supuesto en el agostadero y en la socioeconómica de la microcuenca.

6.2.3 Capacidad de Carga Animal

Para el cálculo de la capacidad de carga animal, es decir el número de unidades animal recomendadas para pastorear los agostaderos de la microcuenca durante un tiempo determinado, se tomaron en cuenta el tipo de vegetación existente en cada sitio de muestreo y la superficie que esta ocupa en la microcuenca. No se contemplan las áreas cuyo uso de suelo está ocupado por escurrimientos, cuerpos de agua, asentamientos humanos, parcelas de cultivo, caminos, áreas arboladas por encino y las de reserva.

El factor de uso asignado para el cálculo fue de 25%, que es utilizado en el manejo de pastizales naturales, tomando en cuenta la presencia de fauna silvestre y la necesidad de una recuperación del agostadero en cuanto a promover la cobertura vegetal y así contribuir al funcionamiento de la microcuenca (Holechek et al. 1989; Hanselka et al. 2001). Para un referente también se presenta el cálculo en caso de utilizar un factor de uso de 35% y 50% de acuerdo a los trabajos presentados por Holechek y colaboradores (1989) para agostaderos con condición similar de precipitación (Cuadro 17).

El forraje disponible es el obtenido a través del cálculo de la materia seca, en el cual las muestras recolectadas en campo, fueron sometidas al proceso de desecación por medio de una estufa de aire forzado con el objetivo de conocer la producción de forraje seco para los distintos sitios estudiados. Para la realización del cálculo del forraje disponible se utilizó el promedio de los kilogramos de materia seca producidos por hectárea en las dos épocas muestreadas (Cuadro 17)

Cuadro 17. Forraje disponible para los tipos de vegetación muestreados.

	Época seca	**Época lluvias**	**PROMEDIO**	**FORRAJE DISPONIBLE**		
Vegetación muestreada	Kg M.S./Ha	Kg M.S./Ha	Kg M.S./Ha	**25%** Kg M.S./Ha	**35%** Kg M.S./Ha	**50%** Kg M.S./Ha
Sin vegetación aparente	355	422	**389**	97	136	194
Pastizal inducido	633	724	**678**	170	237	339
Vegetación mixta	330	331	**331**	83	116	165

A partir de los datos de forraje disponible presentados en el cuadro 15 fue que se procedió a calcular la disponibilidad de forraje tomando en cuenta la superficie según el tipo de vegetación muestreada; luego se calculó la carga animal (Cuadro 18).

Debido a imprecisiones en los mapas de uso de suelo y vegetación (USV) existentes para la microcuenca la Joya, pues para el muestreo del agostadero, inicialmente se consultó el mapa utilizado para el PRPC, que contempla los usos de suelo y vegetación: bosque de encino, matorral inerme, matorral subinerme, chaparral, pastizal natural, zona urbana y agricultura de temporal; posteriormente se tuvo acceso al mapa que utiliza el Centro Regional de Capacitación en Cuencas (CRCC) del cual este trabajo se valió para realizar el balance hídrico presentado más adelante. Este mapa presenta mayor diversidad de vegetación y distribución de los usos de suelo cómo se verá en el cuadro 18 en el que se presenta el cálculo de la carga animal.

Debido a que finalmente sólo se contó con la información de tres tipos de uso de suelo y vegetación y que se había propuesto comparar la información con la presentada por COTECOCA en 1980 (Mora et al. 1980) para la

microcuenca y cuyo valor de coeficiente de agostadero determinado para el tipo de vegetación fue de 7.79 hectáreas necesarias para mantener una unidad animal durante un año. Este valor se utilizó para calcular la carga animal para los tipos de vegetación que no se muestrearon (Cuadro 18).

Cuadro 18. Carga animal calculada por uso de suelo y vegetación con diferentes factores de uso para la microcuenca La Joya.

Uso de suelo y vegetación	**Superficie**	**Coeficiente de agostadero (1980)**	**Disponibilidad de forraje con factor de uso de 25%**	**Carga Animal**	**Disponibilidad de forraje con factor de uso de 35%**	**Carga Animal**	**Disponibilidad de forraje con factor de uso de 50%**	**Carga Animal**
	Ha	**Ha/U.A./Año**	**Kg M.S./Ha**	**U.A.**	**Kg M.S./Ha**	**U.A.**	**Kg M.S./Ha**	**U.A.**
Agricultura de temporal	346							
Cauce	76							
Cuerpo de agua	1							
Asentamnto. humano	34							
B. encino conservado	13	7.79		1.7		1.7		1.7
B. encino perturbado	128	7.79		16.5		16.5		16.5
Matorral espinoso y vegetación secundaria	292	7.79		37.5		37.5		37.5
Matorral xerófilo crasicaule perturbado	36	7.79		4.6		4.6		4.6
Pastizal inducido	384		65,328	14.9	91,075	20.8	130,272	29.7
Vegetación mixta	50		4,145	0.9	5,793	1.3	8,240	1.9
Zona sin vegetación aparente	231		22,448	5.1	31,474	7.2	44,897	10.3
TOTALES	**1592**			**81.2**		**89.6**		**102.1**

Si el valor de coeficiente de agostadero calculado en el año de 1979 por COTECOCA (Mora et al. 1980) que clasificó el tipo de vegetación como Ace441 (“Selva baja caducifolia en cerriles al norte y sureste de Querétaro Ciudad”, mapeado en la carta intersectorial 14 Q-III), (Anexo 5), menciona que produce 632.220 kg de M.S./Ha utilizable al año con un factor de uso del 50%, obtuvo un coeficiente de agostadero de 7.79 antes mencionado (Mora et al. 1980); entonces se obtuvieron los datos para la carga animal presentados en el cuadro 19 a continuación y cuyo resultado de capacidad de carga animal para la microcuenca La Joya es de 145.7 U.A; comparable con 102.1 U.A. (Cuadro 17), valor obtenido al utilizar la producción de forraje calculada a través de los muestreos realizados y aplicando un factor de uso del 50% al igual que COTECOCA.

Cuadro 19 Carga animal calculada basándose en los datos de COTECOCA obtenidos en el muestreo del año 1979.

USV microcuenca La Joya	**Superficie**	**Coeficiente de Agostadero (COTECOCA, 1980)**	**Carga Animal calculada**
	Ha	**Ha/U.A/año**	**U.A.**
Agricultura de temporal	346		
Cauce	76		
Cuerpo de agua	1		
Asentamientos. humanos	34		
B. encino conservado	13	7.79	1.7
B. encino perturbado	128	7.79	16.5
Matorral espinoso y vegetación secundaria	292	7.79	37.5
Matorral xerófilo crasicaule perturbado	36	7.79	4.6
Pastizal inducido	384	7.79	49.3
Vegetación mixta	50	7.79	6.4
Zona sin vegetación aparente	231	7.79	29.7
TOTALES	**1592**		**145.7**

6.2.4 Balance Hídrico

El clima que se presenta en la microcuenca de acuerdo a la modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, es el semiseco templado BS1Kw(w), con lluvias en verano (mayo a septiembre), con temperatura media anual menor a 18°C. La temperatura media anual es de 15.3°C, el período más cálido se sitúa entre los meses de abril a junio con un máximo de 25.3°C de promedio mensual en el mes de mayo, y la temperatura mínima se localiza entre los meses de noviembre a marzo con un mínimo de 6.6°C promedio mensual en enero. El promedio de precipitación anual es de 612.7 mm y de acuerdo a los datos recabados de la estación climatológica más cercana, reportados en el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC); se registran 10 días de heladas en los meses de diciembre a enero y son todavía posibles en octubre, noviembre, febrero y marzo. La sequía se presenta en la estación invernal, prolongándose en ocasiones hasta junio (MAGIC, 2009).

El balance hídrico mensual calculado para la microcuenca La Joya, compara los aportes y pérdidas, de agua proveniente de las precipitaciones durante los 12 meses del año y el agua que se pierde por la combinación de la evaporación y la transpiración de las plantas (evapotranspiración), ambas variables mencionadas, se evalúan para conocer la cantidad de agua por unidad de superficie en milímetros. El balance se considera positivo cuando la diferencia es positiva o cuando la relación es superior a uno.

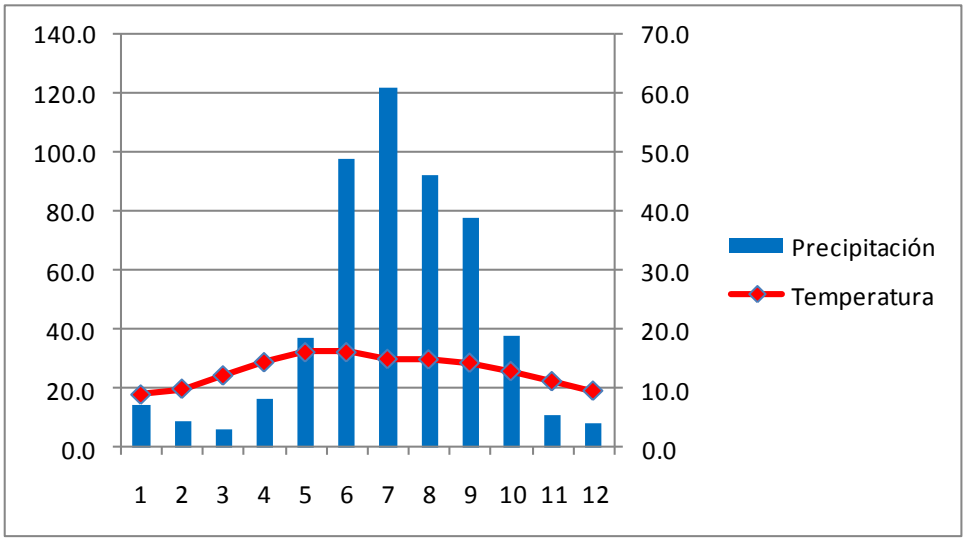
El escurrimiento se cuenta en las pérdidas y la infiltración se considera como reserva de agua capilar en el suelo. A continuación (Cuadro 20) se muestran los resultados obtenidos en el cálculo el balance hídrico para la microcuenca La Joya:

Cuadro 20. Variables climatológicas y del suelo.

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	anual
Temperatura	8.9	9.9	12.2	14.5	16.2	16.2	15.0	15.0	14.4	12.9	11.2	9.6	13.00
Precipitación	14.6	9.1	5.8	16.5	37.0	97.6	122.1	92.4	77.8	38.0	10.6	8.0	529.46
Evapotranspiración potencial	35.6	36.5	51.4	64.3	77.7	74.3	67.0	64.3	56.0	51.8	42.6	38.6	660.1
Evapotranspiración actual	27.9	24.9	29.2	36.5	55.2	74.3	67.0	64.3	56.0	50.1	34.4	30.1	549.9
Humedad en el suelo	157.3	142.7	121.5	102.0	89.8	221.3	221.3	221.3	221.3	210.2	186.0	169.2	172.0
Diferencia de humedad en el suelo	-11.9	-14.6	-21.2	-19.4	-12.2	131.5	0.0	0.0	0.0	-11.1	-24.2	-16.8	0.0
Infiltración	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5	34.8	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2
Escurrimiento	1.7	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	34.8	36.7	27.2	13.6	6.8	3.4	126.0

De los datos anteriores se generó el siguiente hidrograma de la relación precipitación y temperatura (Figura 23):

Figura 23. Hidrograma de precipitación y temperatura.



En esta representación gráfica del comportamiento hídrico de la microcuenca, es factible observar que el inicio de las lluvias ocurre en el mes de mayo junto con el ascenso en la temperatura ambiental, el período lluvioso se

prolonga hasta el mes de septiembre al tiempo que también la temperatura desciende, por lo que podemos mencionar que tanto la lluvia como lo temperatura están relacionadas en esta microcuenca.

La cantidad de evaporación depende de la cantidad de agua disponible por lo que cesa cuando se agota el volumen de agua aportada por las precipitaciones; de aquí se deriva el término de evaporación potencial (ETP) que es la cantidad de agua que pasa a la atmósfera regulada por las condiciones meteorológicas o climáticas, de un suelo con vegetación en optimas condiciones y donde el agua no está limitada.

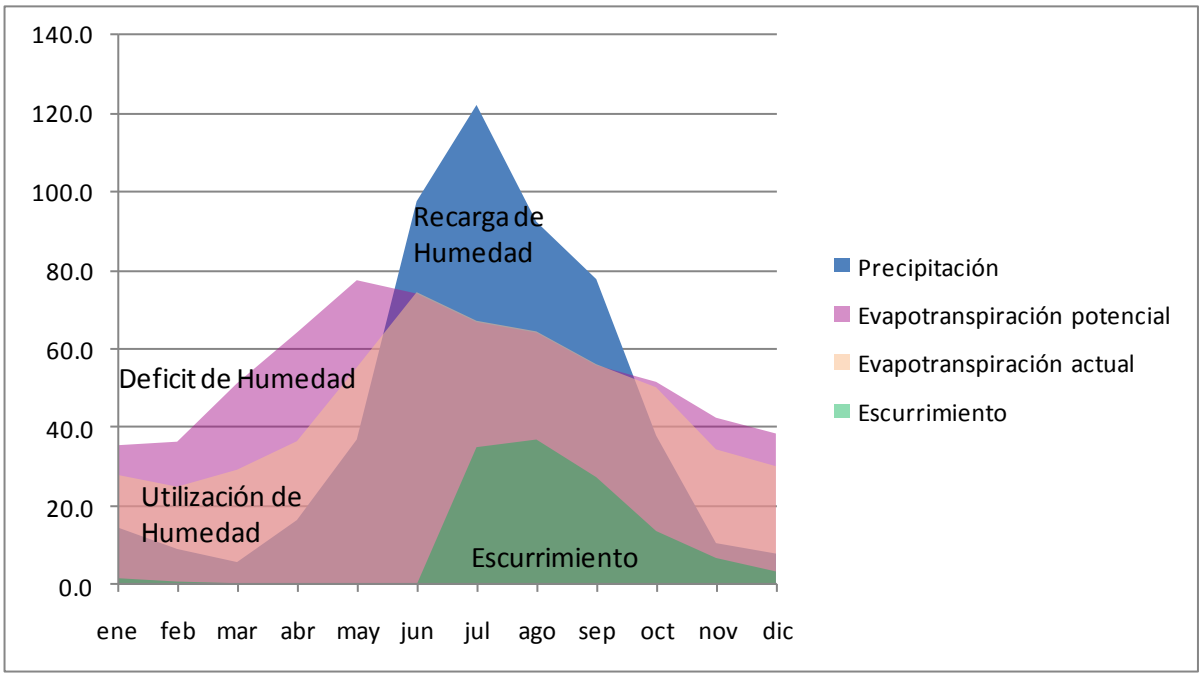
Si se compara la precipitación (P) con la ETP y la P<ETP entonces la evaporación real será igual a la P y disminuirán las reservas, no habrá escurrimiento y el período será deficitario. Si P>ETP entonces la evapotranspiración real será igual a la ETP, por lo que habrá escurrimiento y formación de reservas, entonces el período será de excedente. A continuación se muestra el diagrama del balance hídrico obtenido para la microcuenca La Joya a partir de los siguientes datos (Cuadro 21):

Cuadro 21. Balance hídrico para microcuenca La Joya

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	anual
Precipitación	14.6	9.1	5.8	16.5	37.0	97.6	122.1	92.4	77.8	38.0	10.6	8.0	529.46
Evapotranspiración potencial	35.6	36.5	51.4	64.3	77.7	74.3	67.0	64.3	56.0	51.8	42.6	38.6	660.1
Evapotranspiración actual	27.9	24.9	29.2	36.5	55.2	74.3	67.0	64.3	56.0	50.1	34.4	30.1	549.9
Escurrimiento	1.7	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	34.8	36.7	27.2	13.6	6.8	3.4	126.0

Se generó el siguiente diagrama (Figura 24):

Figura 24. Diagrama del Balance Hídrico en la microcuenca La Joya



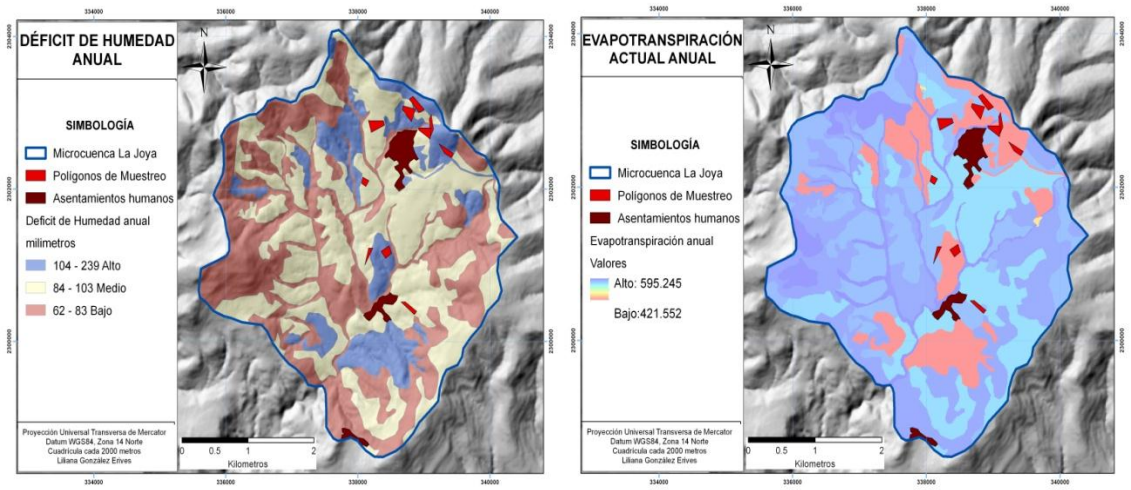
Es visible que en los meses de junio y finales de septiembre existe humedad suficiente proveniente de las lluvias como para que sea posible la recarga capilar de la microcuenca y también sea posible que ocurran escurrimientos superficiales; pero por la otra parte, el déficit de humedad empieza a presentarse desde octubre y se acentúa en marzo hasta finales de abril, descendiendo el déficit en mayo cuando empiezan las lluvias; en este período es cuándo existe utilización de humedad residual por la vegetación de la microcuenca, que por sus características, está adaptada a estas condiciones. De acuerdo a los datos obtenidos, el ciclo hidrológico inicia en octubre, mes en el que el valor promedio de la ETP es mayor a la P, a partir de este momento inician los procesos de cambios en el balance hídrico en la microcuenca y la ubicación del agua cambia tanto en estados (líquido, gaseoso, sólido) como en movimiento; pasando entonces a evaporación, luego en meses posteriores

(mayo a septiembre) ocurrirá la precipitación y escorrentía superficial o subterránea, todo influenciado por el tiempo, la energía solar y la gravedad.

A nivel de la microcuenca estos cambios durante el ciclo hidrológico se presentan de manera distinta en cada sección del territorio, esto estará influenciado por el uso de suelo y vegetación, las actividades antrópicas como la agricultura, ganadería cosecha de leña, obras de conservación, topografía y ubicación geográfica entre los principales.

De acuerdo a lo anterior y a la realización del balance hídrico se generaron los siguientes escenarios para la microcuenca La Joya:

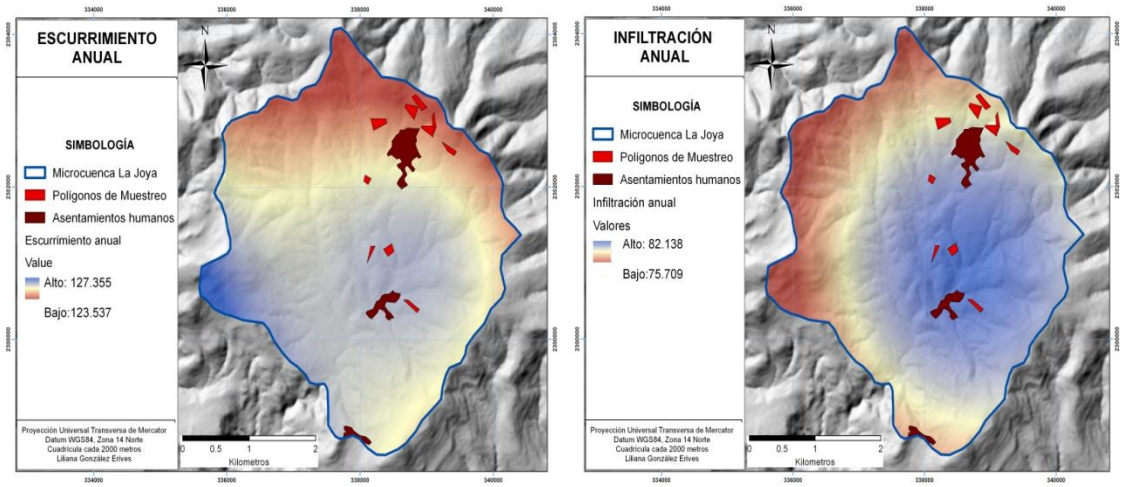
Figura 25. Déficit de humedad y evapotranspiración.



En la figuras anteriores (Figura 25) se observa la estrecha relación que existe entre la cobertura vegetal, el déficit de humedad y la evapotranspiración ya que el alto déficit de humedad se debe principalmente a la falta de cubierta vegetal, pues en estas zonas que corresponden a la parte baja y media de la microcuenca debería darse la acumulación de agua de lluvia que escurre desde el parteaguas. La evapotranspiración es alta 595 mm en las áreas con vegetación mixta, seguida por las que están vegetadas por encino, matorral xerófilo, matorral espinoso, pastizal rodeado por polígonos de vegetación arbustiva o arbórea, pastizal en zonas con menos vegetación circundante y la menor evapotranspiración ocurre en áreas sin vegetación aparente, cercanas a las poblaciones y que son los sitios con mayor presión antrópica donde se lleva

a cabo un continuo pastoreo como se puede observar en los polígonos rojos que representan los muestreos realizados.

Figura 26 Escurrimiento e infiltración en la microcuenca.



El escurrimiento de acuerdo al resultado del balance hídrico (Figura 26) ocurre con mayor intensidad con 127 mm en la zona más alta de la microcuenca, donde la topografía escarpada promueve la escorrentía y las prácticas agrícolas de ladera ocurren. No se descartan errores provenientes de las estaciones climatológicas que para este lado de la microcuenca es la que se localiza más distante; empero, el escurrimiento que se observa en la parte baja de la microcuenca es ocasionado por la menor densidad vegetal, lo que expone en general a la microcuenca a un proceso de erosión acelerado. Contrastando con la infiltración que se calculó en 82 mm la más elevada, esta ocurre al interior de la microcuenca, donde se localizan las dos poblaciones con mayor número de habitantes, donde sus actividades productivas se desarrollan y donde la topografía es menos abrupta en relación al resto de la cuenca.

En las condiciones actuales de la microcuenca y debido a su topografía, son necesarias obras para controlar el escurrimiento, conservar el suelo, promover la infiltración y como consecuencia aumento de la vegetación.

El conservar y aumentar la densidad de la vegetación es muy importante ya que debido a su presencia es posible controlar el escurrimiento, que es similar en toda la microcuenca (127 mm a 123 mm) y promover la

infiltración (82 y 75 mm), esto hace la diferencia para el funcionamiento del ecosistema de la microcuenca y la productividad para sus habitantes.

6.2.5 Bordos y manantiales utilizados como abrevaderos en la microcuenca La Joya

La presencia de almacenes de agua en forma de bordos y manantiales en la microcuenca es muy importante pues determinan las rutas de pastoreo y de movilización del ganado.

Para el cálculo de la carga animal este factor puede tomarse en cuenta, es decir, la proximidad a las fuentes de agua con respecto a los agostaderos que más recorre el ganado en la microcuenca La Joya; como se verá a continuación existen notable cantidad de manantiales que actualmente funcionan como abrevadero para el ganado, pero no tienen el mismo aprecio o relevancia para los habitantes de la microcuenca, como la que le dan a los bordos y bebederos que se han construido por medio de apoyos y programas gubernamentales; pues muchos de estos manantiales se encuentran azolvados o bien se han perdido por derrumbe y formación de cárcavas.

Los escurrimientos perennes en su mayoría con agua salada, son importantes para el ganado en los meses invernales, cuando la mayoría de los bordos se han secado, las milpas se han cosechado y los animales vagan libres en busca de alimento y agua.

La información recabada se obtuvo por medio de investigación acción con diversos habitantes de la microcuenca (amas de casa, pastores, agricultores y habitantes en general, de distintas edades y papeles dentro de la microcuenca) mediante recorridos y entrevista semiestructurada.

6.2.5.1 Localidad de la Joya

Manantial el Sauz:

A este manantial llega el ganado a beber (bovinos, ovinos, caprinos, gallinas, perros, etcétera). De aquí se abastecen actualmente dos familias, quienes llevan el agua mediante mangueras por gravedad desde el cárcamo (construcciones para colectar y almacenar el agua) y llenar un tanque de “rotoplas” (Figura 27). El resto de los vecinos utilizaban el agua que también llevaban mediante mangueras que llegaban hasta su casa desde el manantial. Esto se hiso hasta los noventa cuando llegó el agua potable al pueblo.

Figura 27. Cárcamo del manantial con mangueras para llevar a agua.

Este manantial lleva su nombre porque había un árbol sauce. De este manantial salen varios escurrimientos que fluyen a través de las rocas (Figura 28). Se ubica en las coordenadas en unidades geográficas UTM 0338103 longitud Este y 2301119 latitud Norte. Está bajo el camino de acceso a la localidad de la Joya.

Figura 28. Manantial el Sauz.

Manantial el Plato:

Se encuentra en la falda de una ladera que lleva a un arroyo conocido como arrollo del Plato, por el cual todo el año corre agua salada. Este manantial tiene dos cárcamos (Figuras 29 y 30). Antaño los habitantes de la localidad de Charape La Joya venían hasta aquí para llevar agua en los recipientes que cargaban en burros. Esto dejó de hacerse cuando llegó la red de agua potable a la microcuenca. Coordenadas UTM 0338991 y 2301448 a 2339 msnm. El ganado bebe agua del arroyo El Plato y de la que encharca al escurrir de los cárcamos.

Figura 29. Manantial, cárcamo y escurrimiento hacia el arroyo.

Figura 30. Arroyo del Plato.

Manantial de la Barranca:

Se localiza entre los Cerros de la Silleta y el Cerro del Coyote (Figura 31), que forman una barranca, comúnmente el ganado no va al manantial directamente a beber, si no del escurrimiento. El manantial produce agua salada. El acceso a esta zona es complicado y no se cuenta con las coordenadas para su ubicación.

Figura 31. Manantial de la barranca a la distancia.

Manantial el Pozo de la Laguna:

Este manantial era una importante zona de reunión para las familiar de la localidad de la Joya pues aquí venían las mujeres a lavar y los hijos pequeños a bañarse, llegaban con sus costales de ropa y aquí preparaban la comida, que se cocinaba mientras ellas lavaban. Contaba con un bordo de un metro aproximado de altura donde se acumulaba agua. Actualmente solo se observan las piedras lisas de tantos años ser talladas por la ropa y las manos de las lavanderas; el bordo ya desapareció y el agua que fluye escurre hacia un arroyo (Figura 32). Se localiza en las coordenadas 0339647 y 2301953 a 2415 msnm. El agua es muy dulce y llegan los animales a beber, principalmente los bovinos.

Figura 32. Manantial el Pozo de la Laguna.

Manantial Palo Bobo:

Este manantial (Figura 33) se localiza en las coordenadas 0339272 y 2301868 a 2400 msnm., dentro de una parcela que cuenta con un potrero, este manantial funciona como abrevadero de bovinos, existen dos salidas de agua y produce agua dulce.

Figura 33 Manantial Palo Bobo.

Manantial el Capulín:

Está localizado en una zona de bosque de encino, el manantial siempre tiene agua dulce, de forma notablemente redonda cerca de un escurrimiento y agua obscura por la hojarasca, sirve como abrevadero para el ganado que pase por ahí en su recorrido por la microcuenca. Se ubica a 2427 msnm en las coordenadas 0337798 y 2303326.

Manantial Terrero:

El agua de este manantial es notablemente cristalina, sin crecimiento de algas acuáticas y tiene unos troncos de palo dulce hundidos para evitar que el ganado se caiga en él cuando llega a beber. Antiguamente este manantial era muy visitado por las familias para ir a lavar y recrearse, pueden observarse los lavaderos en formación a un lado del manantial, pues sacaban el agua a una tina que llenaban para distribuirla durante el lavado de la ropa, el agua fluía hacia un escurrimiento cercano. El manantial se localiza en las coordenadas UTM 0338069, 2303063 a 2407 msnm.

Manantial las Cañaditas:

Se encontraba en un arroyo, llegaba el ganado a beber en su tránsito por la microcuenca, actualmente desapareció por un derrumbe de rocas y tierra. Tenía agua dulce de la que bebían los pastores y las lavanderas que llegaban a

este manantial con sus costales de ropa. Localizado a 2371 msnm en las coordenadas UTM 0337869 y 2302522.

Cárcamo y Manantial del Roble:

Este manantial doble, cuenta con un cárcamo (Figura 34) que se utilizaba para llevar agua a las viviendas; actualmente surte a tres viviendas de las cuales sólo una está habitada. Se localiza en las coordenadas UTM 0338939 y 2302807 a 2451 msnm cerca de un escurrimiento.

A un lado del cárcamo esta el llamado Manantial del roble, muy utilizado por los pastores para beber agua ellos y el ganado. Se localiza a 2448 msnm en las coordenadas UTM 0338944 y 2302815.

Figura 34. Manantial y cárcamo del Roble

Cárcamo de la Tinajita:

Este manantial cuenta con una construcción tal que está prácticamente cubierto por concreto formando una pila que en la parte superior está cubierta por una plancha de concreto y sólo tiene una escotilla por donde se puede bajar por una escalinata (Figura 35); esta construcción se conoce cómo cárcamo y le

da el nombre al manantial. Este espacio está poblado por serpientes de diversos géneros y por anfibios que transitan libremente a través de la escotilla. Según cuentan los pastores lo utilizan para sacar agua y beber cuando el ganado se les adelantó a llegar a los otros manantiales cercanos que están expuestos y que los animales pisotean haciendo el agua turbia y “sucia”. Se localiza a 2464 msnm en las coordenadas UTM 0339000 y 2302891.

Figura 35. Cárcamo de La Tinajita

Manantial el Pelón:

Localizado entre formaciones rocosas (Figura 36), en las faltas del sitio conocido como Cerro del Pelón, sirve como abrevadero para el ganado y los pastores llevan beben también su agua dulce.

Figura 36. Manantial el Pelón

Manantial la Colmena:

Manantial con excepcional agua dulce que pareciera energizar a quien la bebe, se localiza a las faldas del Cerro conocido como la Colmena (Figura 37). Muy apreciado por algunas personas antiguas de la localidad La Joya que subían para colectar agua y tener exclusivamente para beber. Actualmente sirve de abrevadero y beben agua los pastores. Se azolva continuamente debido a que está expuesto al suelo que baja con la lluvia a través de las laderas del cerro, así que está propenso a desaparecer.

Figura 37. Manantial La Colmena

Manantial La Tinaja del Roble (Saniquizios):

Había un roble y tinajas para lavar y bañarse, procede del escurrimiento del Cerro del Mogote; actualmente está azolvado y solo queda el escurrimiento perenne llamado los Saniquizios que lleva agua salada; este escurrimiento posteriormente va cambiando su nombre a Arroyo del Tambor, Arroyo ojo del agua y Arroyo Másimo. Se localiza a 2373 msnm en las coordenadas UTM 0338070 y 2302655.

Manantial Los Nogales:

Localizado en el poblado de la Joya, cerca de las viviendas de dos familias que utilizan su agua para lavar.

Bordo Tierra Negra:

Existen bordos en las parcelas, que se conocen como “bordos parcelarios” como es el caso de este bordo (Figura 38). Este año no se llenó de agua y se encuentra azolvado. Se construyo hace 20 años aproximadamente y comentan que las mujeres de la familia (esposa y nueras) iban a lavar a este bordo. Se ha utilizado como abrevadero principalmente. Coordenadas UTM 0338851 y 2301875 altitud 2389 msnm.

Figura 38 Bordo parcelario Tierra Negra.

Bordo del Salero:

Es parcelario (Figura 39), funciona como abrevadero y contuvo agua hasta febrero. Se ubica en las coordenadas UTM 0339195 y 2301619 a 2371 msnm. Aquí beben bovinos, equinos principalmente, del dueño de la parcela.

Figura 39 Bordo parcelario El Salero.

Bordo del Tepozán

Hace 5 años que se azolvó totalmente, prácticamente cuando se construyó, existe un camino que se habilitó para llegar a él que luego dejó de utilizarse y actualmente es difícil el tránsito por ahí. Existía un manantial que llevaba el nombre de “pozo del tepozán”, el cual según relato, se secó cuando se construyó el bordo. Este bordo se utilizó como abrevadero hasta hace poco,

pues acumulaba un poco de agua. Se encuentra en las coordenadas 0339629 y 2301527 a 2374 msnm. Recientemente el bordo se reventó en la zona donde se había construido el vertedero dejando una gran cárcava que provoca que la acumulación de agua sea mínima y efímera (Figura 40).

Figura 40. Bordo del Tepozán

Bordo Piletas

Construido aproximadamente hace 12 años por un programa de gobierno, pero aproximadamente hace 3 años se rompió parte de la cortina y el agua que almacena ahora es muy poca, cuando no había agua potable en la localidad de la Joya las mujeres subían a llevar agua o a lavar. Es abrevadero para el ganado pero ya no alcanza para todo el año, pues además está azolvado. Se localiza en un escurrimiento conocido como la rinconada, en las coordenadas UTM 0337977, 2303301 a 2451 msnm.

Bordo Tinajas de Piletas

Realmente no es un bordo, son formaciones rocosas en un escurrimiento que forman tinas, donde siempre hay agua dulce almacenada donde llega a beber el ganado de la microcuenca. Cuando llueve y captan agua cristalina los vecinos de la Joya disfrutan ir a bañarse a este sitio, además de que la vegetación presenta encinar y esto hace un sitio de reunión y le da un

valor escénico. Se localiza a 2447 msnm en las coordenadas UTM 0337857 y 2303406.

Bordo la Lagunita:

Se trata de un bordo parcelario ubicado cerca del camino de entrada a la microcuenca La Joya (Figura 41), es utilizado por su dueño para abrevadero de bovinos, equinos y caprinos. El agua casi le dura todo el año.

Figura 41. Bordo La Lagunita

Bordo La Laguna

Contiene agua todo el año y es a donde acude la mayoría del ganado en época de sequía (Figura 42).

Figura 42. Bordo comunal La Laguna

A continuación se presenta un resumen de bordos y manantiales en la microcuenca que son utilizados como abrevaderos, ubicados en la localidad de La Joya (Cuadro 22):

Cuadro 22. Bordos y manantiales en la Localidad La Joya

Manantiales	Características
LA JOYA	
1.-M. El Roble *	Agua dulce.
2.- M. El Sauz *	A un lado del camino, agua dulce
3.- M. El Pelón *	Agua dulce, a las faldas del cerro con el mismo nombre.
4.- M. El Terrero*	Agua dulce
5.- M. La Colmena*	En el cerro de la colmena, agua dulce
6.- M. Las Cañaditas*	Junto al cerro del Mogote, desaparecido, agua dulce.
7.- M. El Plato *	Frente al salero, en parcela pero lo usan todos; agua dulce.
8.- M. Pozo de la Laguna*	Junto a la laguna, agua dulce.
9.- M. La Barranca*	Junto al chamacuero y el mirto, agua dulce.
10.- Cárcamo de La Tinajita	Sacan agua los pastores para beber. Agua dulce
11.- M. Los Nogales*	Agua dulce, usado para lavar y dar de beber al ganado.
12.- M. La Tinaja del Roble*	Azolvado totalmente, ya no está visible, agua usada para lavar y bañarse, ligeramente salado. Localizado en los “Saniquizios”

Nota: hay dos bordos parcelarios al otro lado del parteaguas de la microcuenca, uno de ellos está abandonado. * son abrevaderos

Bordos Comunes	Características
LA JOYA	

1.- B. Piletas *	Agua dulce, azolvado y la cortina rota por lo que contiene poco agua que no dura todo el año.
2.- La Laguna *	Agua dulce, contiene agua todo el año.
3.- El Tepozán	Se encuentra azolvado y la cortina derrumbada; prácticamente no contiene agua
Bordos Parcelarios	**Características**
4.- El Salero	Se seca en invierno.
5.- La Lagunita *	Frecuentemente contiene agua todo el año.
6.- La Tierra Negra	Azolvado, tiene agua pocos meses.

* son abrevaderos

6.3.5.2 Localidad Charape la Joya

Un elevado número de manantiales de esta localidad contienen agua salida, así como los principales escurrimientos conocidos como el Madroño, el Coyote y Másimo; estos se unen con los escurrimientos que provienen de la localidad de la Joya a través del escurrimiento conocido como los Saniquizios por un lado y el Plato por otro lado, mezclándose el agua dulce y salada; esta es la principal fuente de agua para el ganado de esta localidad.

Manantial Pozo del Coyote:

Antiguamente su agua azul y dulce surtía unas viviendas que existieron cerca del sitio. Se encuentra azolvado. Se utilizaba como abrevadero.

Manantial El Volcán:

Localizado a un lado de la ladera conocida como El Mocho, cuentan que se escuchó un estruendo cuando este manantial emergió; todavía contiene agua dulce que beben las personas que por ahí transitan, contiene azolve. Se utiliza como abrevadero.

Manantial El Cerrito Blanco:

Localizad en una zona de reforestación, contiene agua dulce de la que beben las personas y el ganado cuando llega a atravesar el cerco.

Manantial Arroyito

Se encuentra en un área reforestada con eucaliptos, antiguamente daba mucha agua, dulce de la cual bebían las personas y el ganado. El agua que escurre llega al arroyo al sitio conocido como ojo de agua y el agua es salada.

Manantial Salado:

Agua utilizada para lavar cuando escasea la que proviene de la red. También lo utilizan para beber algunos habitantes de Charape la Joya y el ganado, pues contiene agua dulce.

Manantial Hondurita:

Está azolvado casi completamente, produce un escurrimiento constante, su agua es dulce pero no apetecida para beber, por lo que es utilizada para lavar y beber el ganado, antiguamente tenía un ademe para contener el agua. Forma un escurrimiento que lleva su nombre. Se localiza en las coordenadas UTM 0338713 y 2300589.

Manantial Las Cornetas:

Se localiza en las coordenadas UTM 0338890 y 2300663 dentro de una parcela, debajo del bordo que lleva el mismo nombre (Figura 43). Antiguamente el agua se utilizaba para bañarse y lavar; actualmente se encuentra con azolve y el agua escurre continuamente y es bebida por el ganado.

Figura 43. Bordo las Cornetas localizado sobre el manantial.

Manantial el Madroño:

El agua mana a través de una pared de piedra, el agua es salada y escurre hacia un arroyo; el ganado bebe aquí.

Manantial el Resumidero:

Pequeño manantial de agua salada que siempre tiene agua y lo utilizan para que beba el ganado.

Manantial el Chupadero:

Localizado bajo la Cruz Blanca, el agua salada da de beber al ganado que pertenece a los habitantes de la localidad.

A continuación en el cuadro 23 se presenta un resume sobre la información antes descrita y se anexa la información sobre los bordos comunales y parcelarios que proporcionan agua al ganado en las distintas épocas del año.

Cuadro 23. Bordos y manantiales en la Localidad Charape la Joya

Manantiales	Características
CHARAPE LA JOYA	
1. Pozo del Coyote *	Se secó hace 20 años, azolvado, arriba del bordo de las Cornetas. Agua dulce
2. El Volcán *	Azolvado en su mayoría, sitio conocido como el Mocho. Agua dulce.
3. El Cerrito Blanco*	En la zona protegida por reforestación. Agua dulce.
4. El Arroyito*	En zona protegida por reforestación. Agua dulce.
5. Salado *	Camino a la localidad de La Presita de San Antonio. Agua dulce.
6. La Hondurita *	Agua dulce.
7. Las Cornetas *	Debajo del bordo que lleva el mismo nombre. Agua salada que escurre todo el año.
8. El Madroño *	Agua salada.
9. Ojo de agua *	Circulado, una parte para rebombeo solar hacia un bebedero para ganado. Agua salada.
10. Másimo *	Lo desazolvan para que beba el ganado. Agua salada.
11. Chupadero *	Lo desazolvan para que beba el ganado. Agua salada.
12. Resumidero*	Agua salada todo el año.
13. Robles *	Lo desazolvan para que beba el ganado. Agua salada.

Bordos Comunes	Características
CHARAPE LA JOYA	
1.- Bordo del Rancho *	También conocido como el bordo Terreaderos.
2.- Cornetas *	En un escurrimiento importante, junto a una

	parcela. Agua dulce.
3.- Zanjones *	En zona reforestada, contiene muy poco agua, está azolvado.
4.- Muertos*	Es importante por ser la fuente para ganado mayor en época de estiaje. Está del otro lado del parteaguas.
5.- Ojo de agua*	Importante abrevadero del otro lado del parteaguas.
Bordos Parcelarios	**Características**
6.- Escobillal *	Lo utilizan todos, está abierto al paso.
7.- Ojo de agua*	Utilizado para riego y abrevadero de caballos.
8.- Lagunita *	No contiene agua todo el año.
9.- Tapanco *	Conserva agua todo el año.
10.- Huizachal *	Se reventó y contiene poco agua.
11.- Másimo *	Libre acceso, pero no conserva agua todo el año.
12.- Terreaderos *	Uso como abrevadero del ganado del dueño de la parcela.
13.- Hondurita *	Una parte está azolvada. Cuenta con una noria
14.- Planadita *	Es una especie de pantano que siempre conserva agua.

* son abrevaderos

En la microcuenca la Joya existe una alta prevalencia de manantiales que se utilizan como abrevaderos y además se han construido alrededor de ocho bordos en las áreas de uso común del ejido y doce pequeños bordos en algunas parcelas, pero debido a que durante su construcción no se han tomado en cuenta las funciones y condición de la microcuenca, la mayoría de estos bordos no contienen agua suficiente para abastecer de bebida al ganado a lo largo de todo el año y se encuentran azolvados y/o destruidos en parte o totalmente. Es así que los manantiales toman vital importancia para la

producción pecuaria que se desarrolla en la microcuenca ya que son la principal fuente de agua.

Para la salud pública y animal, es importante que pastores y ganado beban en el mismo manantial, pues las heces y orina del ganado son transporte de bacterias, virus, hongos y parásitos que en general que pueden ser muy nocivos para el hombre y a nivel productivo aumenta la posibilidad de una epidemia para el ganado por contagio.

Para la población son apreciados los manantiales cuando la red de agua potable falla pues muchas personas acuden a surtirse de agua para beber o realizar sus labores domésticas. También se pudo constatar que para los habitantes de la microcuenca La Joya los manantiales además de los valores antes mencionados tienen un valor escénico y sentimental.

Por las condiciones en las que se han encontrado la mayoría de los manantiales, donde las construcciones que tenían para protegerlos ya no existen, están azolvados, llenos de materia orgánica en descomposición o incluso han desaparecido, es evidente la falta de conciencia sobre la vitalidad e importancia que tienen para la microcuenca pues son parte de su estructura y funcionalidad y que para los seres humanos que en este espacio habitan son una fuente de recursos que les proporcionan beneficios socioeconómicos, y ambientales. El estudio elaborado por Granados (2011) aborda de manera más extensa y puntual los aspectos aquí mencionados acerca de este tema.

6.3 Resultados del Objetivo III

6.3.1 Mapa social de la microcuenca La Joya

En busca de implementar la sustentabilidad de acuerdo a (Angel, 2010) es necesario concebir el término de manera integral, y no únicamente como una cuestión ambiental, es decir que se avance en una mayor comprensión de los sistemas tradicionales, se estará en mayores posibilidades de utilizar enfoques de manejo para proteger el ambiente y mejora la calidad de vida, así como crear una estructura más acorde con las posibilidades de la tierra para mantener y reproducir la vida y reconocer que la sustentabilidad no sólo trata del asunto del ambiente sino de justicia social, erradicación de la pobreza, desarrollo, sobrevivencia de culturas e individuos, implicando de manera general a la naturaleza, economía y sociedad. Finalmente menciona que para poder lograr implementar programas que realmente consideren la sustentabilidad en su conjunto, es necesaria una dimensión territorial sobre una dimensión sectorial y concientizar sobre las distintas funciones del ámbito rural.

El Territorio

Para efectos de este trabajo, se abordaron aspectos sociales, económicos y ambientales de dos localidades ejidales ubicadas dentro de la microcuenca La Joya; pues en total se encuentran cuatro poblaciones en la microcuenca, que son: La Joya, Charape La Joya, La Presita de San Antonio, en el estado de Querétaro y El Pinalillo en el estado de Guanajuato. Se abordaron solo dos localidades por ser quienes dentro de la microcuenca cuentan con mayor espacio y cuyas actividades impactan de manera importante en la misma.

Los datos que se presentan para las localidades de La Joya y Charape La Joya, se obtuvieron del censo nacional de Población y Vivienda 2010 por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), también se obtuvo información mediante observación participante y entrevista

semiestructurada aplicada a diversos actores sociales dentro de la microcuenca, con el objeto de conocer y obtener información importante para apoyar el proceso de ordenamiento ganadero ya que se a identificado que esta actividad contribuye de manera importante a la alteración de la estructura y función de la microcuenca, pero también es una actividad importante económica y culturalmente para la sociedad de este territorio.

Antaño este espacio delimitado por el parteaguas, pertenecía a la hacienda de la Monja y las primeras familias que llegaron a vivir ahí, anualmente después de la cosecha, debían reportar tanto el ganado como los surcos cultivados; esto se registraba y había que pagar el uso de pasto por cada animal que poseyeran y trajeran pastando; además, había que entregar parte de la cosecha o dinero, de acuerdo a los surcos que cultivaba cada familia, pues la "patrona" les daba permiso de desmontar y cercar un área para tal fin. Comenta doña Guadalupe, mujer soltera, de 70 años, habitante de la Joya: "ayer, la patrona no dejaba sacar leña para vender, solo para el gasto, ya después (cuando se conformó el ejido) algunos vecinos cortaban palos verdes y todavía no estaban listos (secos) para cortar". Luego varias familias se dedicaron a la venta de leña a la ciudad de Querétaro: "salíamos oscuro con los burros cargados de leña para Querétaro, entrabamos por Carrillo, pero a veces nos agarraba la policía y nos quitaba unas cargas o nos cobraban por dejarnos pasar; hacíamos todo el día en ir y venir, de regreso traíamos mandadito"; Don José cuenta sus recuerdos de niño y consiente de la situación de su microcuenca continúa: "pero que quiere, gracias a eso nuestros papás nos sacaron adelante y nos daban de comer".

Desde 1949, la propiedad de la tierra pasó a ser ejidal, cuentan que empezaron a oír que les iban a dar tierras, entonces en la Joya el señor Melquiades Moreno empezó a investigar y junto con otro habitante del Charape fueron a la ciudad de México; de ahí regresaron con la confirmación de que se formaría el ejido. Por ese tiempo, el ganado era pastoreado por los terrenos aledaños que hoy son ejidos, como es el caso de la Barreta con cuyos habitantes en un principio habían acordado formarían parte del mismo ejido;

pero sin aviso alguno el líder de Charape se reunió con el líder del poblado de la Barreta para dividir y repartir el ejido, lo que limitó de modo importante el espacio de pastoreo pues el número de animales, sobre todo de ganado menor (cabras y ovejas) llegaba a las doscientas cabezas por ganadero; toda esta situación generó un conflicto entre ambas localidades. Incluso, una vez formado el ejido de acuerdo al Registro Agrario Nacional (RAN, 2007) aún existen tres parcelas en conflicto dentro del ejido que suman un total de 5.602 has. Y se quedaron sin asignar 0.117 ha.

De acuerdo a la información obtenida a partir del Diario Oficial, órgano del gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, sección segunda, página 8; con fecha del 29 de noviembre de 1949 en su edición matutina, se publicó la resolución sobre la dotación de ejido a los poblados de Charape y La Joya, en Centro, Querétaro. Documento del Departamento Agrario, localizado en el Tomo CLXXVII, número 25 (DOF, 11 octubre de 2011). La Constitución de 1917, consagró en su artículo 27 los principios que rigen la existencia y funcionamiento de los núcleos agrarios, que se fundamenta en los intereses sociales por encima del interés individual: la reforma a este artículo y la Ley Agraria en 1992 define al ejido como una de las tres formas de propiedad de la tierra que en este caso corresponde a las tierras, bosques y aguas entregadas por el gobierno a un núcleo de población campesina para su explotación (INEGI, 2006).

El ejido está comprendido por 1,159.53 hectáreas, de la cuales 400 ha. se ubican en el estado de Guanajuato, al cual cada ejidatario paga un impuesto de 50 pesos anualmente. Cada tres años nombran un nuevo comisariado ejidal para que los represente, que puede ser de Charape la Joya o de la Joya, al cual le cooperan con dinero, para que pueda viajar fuera de la microcuenca y gestionar los asuntos del ejido. Los espacios para la agricultura que es de temporal, ocupan el 44.45% de la superficie de la microcuenca, el 1.1% es zona urbana y lo demás se utiliza como agostadero. Las parcelas están cercadas con

piedra o con alambre de púas para evitar que el ganado entre cuando están sembradas.

Para llegar a la microcuenca no hay transporte público, se toma el único camino empedrado que la atraviesa, sí necesitan salir lo hacen caminando hasta el poblado de la Barreta que es el más cercano, llaman un taxi de Santa Rosa Jáuregui o bien le pagan a algún vecino de confianza que cuente con vehículo. Para comunicarse fuera de la microcuenca se utilizan teléfonos celulares a un costo elevado y requieren antena o bien caminan hasta la parte alta donde llegue la señal. En las localidades de Charape La Joya y La Joya se cuenta con infraestructura escolar para preescolar, primaria y secundaria. Cuentan con el servicio de agua entubada desde el 2006 proveniente de Buenavista, la cual a veces no es abastecida diariamente o hasta por semanas. Se establecieron algunas ecotecnias como tanque de ferrocemento, estufa ahorradora, biofiltro y baño seco, pero hasta el momento, no se utilizan eficientemente en la mayoría de las casas, porque no se construyeron correctamente.

La Joya

De acuerdo al último censo de población y vivienda INEGI (2010) en esta localidad viven 156 personas de las cuales 83 son hombres y 73 mujeres que habitan en 29 viviendas de las 35 que existen en la localidad, es decir, hay 6 viviendas deshabitadas. Se identificaron 5 hogares censales con jefatura femenina y 24 con jefatura masculina, en promedio hay 5.38 ocupantes por vivienda. La mayoría de los habitantes guardan una relación de parentesco, en ocasiones muy cercano aunque eso no tenga que ver con que sus relaciones sean estrechas ni que reconozcan tal vínculo sanguíneo. Algunas personas han llegado, por lazos de parentesco o matrimonio, de localidades cercanas como la Barreta, la Presita o el Pinalillo, sobre todo de Charape la Joya para establecerse aquí. No cuentan con fiesta local.

Charape la Joya

En la localidad de Charape la Joya conviven 125 personas de los que 61 son hombres y 64 mujeres, habitando en 25 viviendas de las 30 que existen, hay por tanto, 5 viviendas deshabitadas. La jefatura femenina se da en 3 viviendas y en 22 la jefatura es masculina. En promedio existen 5 personas como ocupantes en las viviendas de la localidad. Aquí sucede la misma situación que en la Joya, guardan relaciones de parentesco y llegan personas de comunidades aledañas, aunque hay una joven que llegó de otro municipio para casarse y residir en esta localidad (INEGI, 2010).

Hasta este año se organizó en esta localidad una fiesta que incluyó a todo el pueblo, se celebró una misa, un habitante, quien organizó todo, sacrificó un bovino y algunas vecinas pusieron tortillas para el banquete; no todos asistieron al evento. Se menciona que antes organizaban una fiesta en diciembre para celebrar el día 12 a la Virgen de Guadalupe, incluso se reunían con los pobladores de La Joya, pero tomaban mucho alcohol y había riñas, resultando personas lesionadas, por lo que ya no se realiza esta celebración y al igual que las personas del otro poblado, en esa fecha salen a otras localidades como Támbula a la cabalgata o Santa Rosa Jáuregui. Incluso algunos asisten a las cabalgatas y peregrinaciones que se realizan en otros municipios y estados.

Religión

Todos los habitantes en la microcuenca practican la religión católica y no aceptan a las personas de otras religiones, aunque ellos platican que tienen familiares en otras localidades que practican otras religiones, y lo consideran una mala decisión, incluso dejan de visitarles. El sacerdote llega a celebrar misa mensualmente en cada localidad, ambas cuentan con una iglesia, pero la Iglesia nueva de Charape la Joya aún no está terminada, comentan que para su

construcción les apoyó un migrante desde Estados Unidos y el resto de los recursos los han cooperado ellos.

Migración y Economía

Desde hace aproximadamente tres generaciones se ha venido realizando la migración, ha sido muy importante hacia Estados Unidos, familias completas se han ido, algunos han dejado la vida en el intento; pero en general muchos viven, trabajan, se han nacionalizado e incluso tienen empresas allá. Todas las familias tienen una historia que contar, generalmente se van jóvenes, al salir de la secundaria en busca de trabajo y mayor oportunidad, llegan a vivir a Washington u Oklahoma principalmente donde ya viven más gente de su localidad, estos les ayudan a encontrar trabajo y en muchos casos los albergan en lo que pueden rentar un espacio propio. Es notable que muchos jóvenes que se han casado en aquel país lo hagan con jóvenes que también migraron de la Joya o Charape la Joya. Otros dejan a su esposa y familia instaladas en su casa o en la casa de la familia de alguno de los dos, les envían dinero para que se alimenten y continúen la construcción de la casa que es en lo que principalmente ocupan su dinero, también en ropa y calzado. Las esposas de los migrantes y sus hijos, se hacen cargo de la unidad de producción y de la construcción de la casa que comúnmente es de tabique y loza, pues el adobe y la teja ya no les parecen “modernos”. Si los hijos aún son muy pequeños para ayudar, contratan a alguien de la misma población para que hagan los trabajos que les representan dificultad a ellas como es el caso de arar y rayar la tierra para la siembra o contratan algún albañil que construya su casa (casi siempre familiares para evitar conflictos con el esposo o los vecinos). Las familias jóvenes utilizan para la producción agrícola las parcelas y traspatios de los familiares que están en Estados Unidos o bien los padres fraccionan sus parcelas para heredar a los hijos y en ocasiones, a las hijas que se quedan en las localidades al casarse, pero esto es menos frecuente.

Pocas mujeres migran a Estados Unidos solas, lo hacen con su esposo o la familia completa, aunque cuando ya tienen dos o más hijos comentan que les resulta imposible hacer ese viaje. Comúnmente las que se van con su familia es porque su esposo ha logrado legalizarse en aquel país y ya no han regresado, pero dejan sus casas encargadas, la tierra y el ganado por si allá les fuera mal.

Las principales fuentes de ingresos para los habitantes de la microcuenca son los trabajos eventuales en la construcción en las ciudades, las remesas provenientes de los familiares que trabajan en Estados Unidos, los subsidios gubernamentales, y la ocasional venta de ganado, sobre todo cuando no hay otro bien del cual echar mano y la situación es apremiante. Muy pocas veces venden la producción de granos y oleaginosas de la milpa.

Algunas mujeres jóvenes y solteras salen a trabajar en actividades domésticas en las ciudades y regresan algunos fines de semana a sus casas para llevar dinero o lo que haga más falta a la familia. La población se encuentra subempleada por lo cual la tasa de dependencia del exterior de la microcuenca es muy alta.

Intervenciones

Exteriormente hay varias instituciones que ejercen intervención en la microcuenca y sus habitantes; a nivel gubernamental a través de programas como el de empleo temporal (PET) para la construcción de bordos, caminos; la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) y sus técnicos; organizaciones no gubernamentales y técnicos quienes gestionan recursos de programas gubernamentales y que “benefician” a ciertas familias pero con una asistencia técnica muy deficiente e interesada, pues comentan los habitantes de la microcuenca que en cuanto les pagan ya no se vuelven a presentar y les dejan el trabajo inconcluso y ellos tratan de terminarlo, con malos resultados como el caso de las ecotecnias mencionadas; situación que les ha acarreado conflictos entre los pobladores. Otro ejemplo reciente e importante, fue el caso del

programa PROARBOL (Conafor) cuyo técnico no hizo su trabajo y lo mismo para los líderes locales que ignoraban las reglas de operación y además trataron de sacar ventaja, por lo que se encuentran en la lista negra de la institución, lo que los pone en una situación de no poder ser acreedores a otros programas de este tipo y además tienen que pagar el dinero que se invirtió en la reforestación (más de cuatrocientos mil pesos).

El DIF estatal formó grupos de mujeres en ambas localidades y las capacitó para la elaboración de bordados y deshilados; las que decidieron continuar en el programa reciben ocasionalmente el material necesario para hacer el trabajo, luego una de ellas tiene que llevar los trabajos de todas, lavados y planchados a la tienda del DIF que está en la ciudad de Querétaro para que ahí sea vendido al doble del precio que a ellas les pagan; antaño dicen que no les pagaban constantemente, sino que les “regalaban” una despensa por su trabajo; actualmente, tardan en realizarles el pago, el cual es por medio de cheques que tienen que salir a cobrar.

Otro actor de intervención es el Centro Regional de Capacitación en Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro, que está buscando implementar obras de infraestructura y acondicionamiento en los tres niveles de la microcuenca en busca de prácticas para un manejo sustentable de los recursos, con miras a que en un futuro sea posible que algunos habitantes interesados de la microcuenca, sean capacitadores de otros campesinos que lleguen externos solicitando el servicio y así generar ingreso para ellos.

Otros actores son los (las) promotoras del programa oportunidades que les dan un subsidio económico y alimenticio (despensas) por los hijos que tengan en la escuela.

El CONAFE, que ha sido muy inconstante a pesar de que tuvieron muy buena participación y aceptación por los adultos que se inscribieron para continuar sus estudios.

Estructura Familiar y Organización

En estas localidades no se puede hablar de un colectivo, la familia es la base de la organización, donde cada integrante tiene un rol muy importante y definido dentro del grupo. Esta organización se repite en la mayoría de las familias. Trataré de exponer la situación de acuerdo al género y la edad a continuación:

Las mujeres:

Cuando son niñas y cuentan con cuatro y cinco años acompañan a las hermanas mayores en sus quehaceres o a su mamá; luego a los seis años cuentan las mujeres adultas de aproximadamente cincuenta años, iniciaban a aprender a sembrar en la milpa, “primero a una mano” y “ al siguiente año a dos manos”, aprenden a calcular la distancia entre semillas y la profundidad de siembra; las niñas ahora son enseñadas a esta actividad hasta los nueve o diez años, pues ya van a la escuela y no tienen la misma disponibilidad de tiempo, y cuando son chicas dependen de que alguien las acompañe en el camino a la milpa porque para cuando salen de la primaria el resto de la familia desde temprano ya está allá. Inician su aprendizaje en el tejido y bordado, actividad muy apreciada y disfrutada por las mujeres de la microcuenca, les representa su mayor pasatiempo y oportunidad de sociabilizar con las otras mujeres prestándose “las muestras”. Cuando cuentan con diez años, las niñas también empiezan a cooperar activamente con las actividades hogareñas (barrer, limpiar, hacer comida, lavar ropa, cuidar hermanos, etc.). Pocas son las niñas que sacan a pastorear el ganado, pero sí lo atienden cuando están aún encerrados antes de salir a pastorear; esto por su género y por protección.

Las mujeres jóvenes antes de casarse, van a la secundaria, pero una vez que terminan es cuando inician una vida en casa cuidando hermanos, y haciendo todas las labores domésticas que han venido aprendiendo junto con la madre; cuando el resto de la familia está en la milpa trabajando, se encargan de preparar los alimentos y llevarlos. Las jóvenes en la microcuenca se casan o se

unen libremente en promedio a después de los 18 años y entonces pasan a formar parte de la familia del cónyuge y ayudar en las actividades de la familia de él.

Las mujeres adultas casadas o no, tienen un papel muy importante en todas las actividades de la casa, se encargan de cocinar, preparar el nixtamal, moler y hacer las tortillas; preparar la ropa, educar y cuidar a los hijos, cultivos de traspatio, jardinería (les gustan mucho las plantas y se las intercambian con las vecinas y amistades). Sus actividades las dividen de acuerdo a las estaciones del año, es decir:

Invierno.- En estos meses se dedican a desgranar la cosecha y seleccionar la semilla del año siguiente y almacenar el resto; pues la mayoría de los maridos salen a trabajar, pocos en la localidad y el resto fuera. Dedican tiempo a las actividades domésticas, al bordado, la costura y el tejido. Sociabilizan con otras mujeres de la localidad. Atienden a las crías de las cabras y las borregas que inician parto en estos meses, algunas también viajan a caballo para revisar el ganado mayor en los potreros.

Primavera.- Empiezan los preparativos para la época de siembra, continúan con las actividades domésticas, en casa aumenta la atención a las plantas del traspatio, traen tierra del cerro para cambiar las macetas, siembran algunas hortalizas dependiendo del agua que dispongan. Preparan alimentos y los llevan al marido que está en la parcela barbechando y se queda con él para ayudarle y regresar los dos juntos. Hay colecta de nopales y frutos silvestres.

Verano.- Continúan con las actividades domésticas, pero participan intensamente en las actividades de siembra, primera y segunda escarda de los cultivos, en la colecta de esquilmos para “henificar”, almacenar y alimentar posteriormente al ganado (quelite). El trabajo es muy fuerte para ellas pues si no cuentan con hijas que las apoyen, tienen que distribuir su tiempo para terminar el quehacer de la casa y luego alcanzar al esposo para ayudarle en la milpa.

Otoño.- Es el tiempo de la cosecha, son semanas de mucho trabajo, tienen que ser constantes y darse prisa antes de que pueda llover, mojar y

perjudicar la cosecha, en esta época se empieza a juntar y bajar el ganado de las partes altas de la microcuenca por el frío y el alimento escasea, con esto aumenta el riesgo de que derrumben o rompan las cercas en busca de las cosechas por lo que toda la familia está muy al pendiente de los animales tanto propios como ajenos. Salen junto con el esposo amaneciendo de la casa y regresan una vez obscurecido a descargar las mazorcas y la paja con frijol. Se llevan los ingredientes y cocinan en el campo, dedican un día para hacer suficientes tortillas para la semana y para lavar; esto se facilita cuando hay hijas en edad de apoyar.

Adultas mayores; ellas están al pendiente de la casa aunque no necesariamente desempeñando las actividades, orientan a las mujeres más jóvenes, guardan y comparten el acervo de conocimientos culinarios y las costumbres. Saben hacer muchas cosas y sobre la historia de su localidad.

Los hombres:

Cuando son niños acompañan al hermano mayor a cuidar al ganado que pastorea y aproximadamente a los ocho años ya empiezan a ir solos a las cercanías de las localidades o a la milpa. En la primaria por falta de maestros, solamente hay dos grupos entonces cada grupo va 3 horas a la escuela, así si la familia cuenta con dos o más niños de diferentes edades, estos se turnan para ir a cuidar el ganado en lo que el otro estudia. Inician la faena una vez que amanece, revisan al ganado en el corral, les reportan a los padres los hallazgos y luego proceden a sacar a los animales a beber en los bordos y/o los manantiales y a comer del agostadero comunal. En la mañana beben atole y en la escuela reciben un desayuno, así que regresan a las cuatro o cinco a la casa para comer y encerrar al ganado. Otros llevan algo de comer y regresan un poco más tarde, antes de que obscurezca, sobre todo si son niños más grandes. Algunas familias que no tienen niños los contratan para hacer este trabajo, la paga puede ser en especie (maíz, frijol o alimentos) o bien en efectivo que les es entregado a los padres. Es usual también que en una misma familia junten el ganado de varios de los integrantes que ya están casados y se

vayan rotando la actividad de pastorear entre los niños. A los diez años empiezan a ayudar en la siembra, aunque no es su actividad principal, pero a los 12 años empiezan a manejar la yunta y aprender todo lo relacionado con su equipamiento. También ayudan en labores de construcción y acarreo de materiales

Cuando llegan a la juventud, los hombres que no han querido seguir la secundaria se dedican a cuidar al ganado y los que asisten a la escuela y no cuentan con hermanos menores, se van a pastorear llegando de la escuela, regresando al obscurecer. Este trabajo lo realizan un poco más alejados de las poblaciones. Al llegar a los 18 años toman la decisión de seguir en la localidad trabajando en la unidad familiar o bien emigrar en busca de otras ocupaciones; cuando se van a Estados Unidos pasan varios años antes de que regresen a visitar a su familia debido a la dificultad y los costoso de volver a cruzar la frontera para volver a sus empleos.

Cuando llegan a la edad adulta o se casan, también dividen sus actividades de acuerdo a la época del año:

Invierno.- Algunos se dedican a atender al ganado mayor, salen a caballo a revisarlo, a que beba, etc. revisan los cercos y acondicionan la unidad. Pocos son empleados por los vecinos de las localidades, sobre todo en la construcción. La mayoría salen de las localidades a Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, la ciudad de México para trabajar como albañiles, ayudantes o veladores; pudiendo regresar el fin de semana.

Primavera.- Los que no salen lejos de las localidades, continúan sus actividades de la época anterior, preparan las herramientas e inician el barbecho y los preparativos que hagan falta para la siembra. Los que salen, ocupan algunos fines de semana para trabajar la tierra con el apoyo del resto de la familia o bien si cuentan con dinero, pagan a alguien para que lo haga; en los últimos años han ido tractoristas a ofrecer el servicio del barbecho, cobrándoles $750.00 la hectárea.

Verano.- Una vez que se establecen las lluvias, muchos dejan sus trabajos o piden permiso al patrón, para irse a sembrar, ellos manejan la yunta y

enseñan a los hijos a hacerlo. Están al pendiente de cualquier imprevisto y en darle atención en conjunto con el reto de la familia a la siembra.

Otoño.- Continúan con la cosecha con el apoyo del resto de la familia y una vez toda almacenada, regresan en busca de sus trabajos anteriores pues el efectivo empieza a escasear.

Adultos mayores; poseen las parcelas que decidirán a quien heredar, guardan la memoria del quehacer en la unidad de producción; ejercen autoridad de organización y dirección sobre los más jóvenes.

Las unidades de producción (agricultura y ganadería)

La agricultura, como se ha visto, es muy importante para los habitantes de la microcuenca ya que representa su fuente de alimento, de germoplasma y de esquilmos para alimentar al ganado como se verá a continuación. Pero también es muy importante para el resto del país pues en sitios como este es donde se conservan siglos de selección y mejoramiento de maíz, calabaza, chícharo y frijol, son años de adaptación al temporal, a las plagas y a los suelos de cada región, es el alimento para todos.

A algunos productores de especies menores se le ha apoyado con material para construcción de corrales con malla ciclónica, postes y lámina para los techados a costos menores de los del mercado, mediante un programa de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) y la participación de los prestadores de servicios profesionales (PSP). Los que no han sido acreedores del apoyo construyen los corrales con piedra en la cual asientan láminas de reúso que sostienen con vigas de quiote de maguey; circulan el corral con malla ciclónica sostenida con postes de madera de palo dulce. Los ganaderos acostumbran colocar los corrales en las laderas para que esto facilite la limpieza del corral y que por gravedad el estiércol vaya avanzando por la ladera; otros productores deciden la ubicación junto a algún escurrimiento que transita por su predio, esto lo aprovechan para que el estiércol excedente

avance y se lo lleve la corriente hídrica en época de lluvias, contaminando el agua.

Los corrales son barridos una vez al mes o dos veces al año, esto depende del número de integrantes disponibles en la familia para realizar este trabajo, o que tengan dinero para pagar a alguien que lo haga. La gran mayoría del estiércol es aprovechado como abono en las parcelas, lo transportan cargándolo en costales a lomo de burro o si es el caso que entre un vehículo a su parcela, rentan uno o utilizan el propio si cuentan con él.

Los problemas zoosanitarios encontrados se relacionan estrechamente con la falta de limpieza de los corrales es decir: parasitosis internas y externas, infecciones digestivas, sistémicas y respiratorias ocasionadas por microorganismos que gustan del calor, los nutrientes y la humedad que proporciona el estiércol almacenado. También hay importantes problemas de salud, abortos y muertes ocasionados por la desnutrición del ganado, sobre todo en épocas de sequía. La selección del pie de cría se define por selección natural, es decir, se deja a todas las hembras que nacen, y se venden a los machos excedentes y a las hembras viejas.

Como ya se ha venido mencionando, la alimentación del ganado se realiza en un sistema de pastoreo extensivo, que difiere en cada especie: en el caso de ovinos y caprinos, son pastoreado diariamente durante alrededor de 6 a 8 horas. Pocos adultos hombres realizan este trabajo, pero llevan al ganado a hacer recorridos más largos dentro de la microcuenca e incluso fuera de ella en tierras del mismo ejido. Por lo general cuando los pastores son niños o las amas de casa, la actividad se realiza cerca del poblado y casi siempre en las mismas áreas, que se van rotando durante la semana. Una vez levantada la cosecha de las parcelas se lleva al ganado tanto bovinos, equinos y especies menores para que consuman los restos de la cosecha y la hierba, esto ocurre desde finales de septiembre hasta los meses de febrero dependiendo del tamaño de la parcela o de las parcelas con que cuente la familia. Después se empieza a echar mano de los esquilmos que se guardaron de la cosecha (rastrojo de maíz y paja con rastrojo de frijol), estos se dan a los animales más

deteriorados a algunas hembras lactando en condición corporal baja y lo mismo para los bovinos, para que soporten hasta la época de lluvias. A los caballos se les da trato especial, pues a estos se les desparasita, se les peina y se les baña; la alimentación se basa en granos, si su economía se los permite compran pacas de alfalfa henificada y destinan buena parte de los mejores rastrojos de la cosecha para su alimentación; esto por la estima que se les tiene y a que están destinados a jalar la yunta para las labores en las parcelas y funcionar como transporte dentro de la microcuenca o salir a los poblados más cercanos.

Los bovinos son mantenidos la mayor parte del año libres, en los potreros del ejido y en las partes altas de la microcuenca donde la vegetación aún es más espesa y esto propicia el crecimiento de pastos; pero en los meses fríos y secos el pasto escasea y el ganado empieza a buscar bajar hacia los poblados en busca de agua de los manantiales y los escurrimientos además de buscar la suplementación de rastrojo que año con año reciben. Cuando se establecen los cultivos son regresados a los potreros pues de lo contrario es muy frecuente que brinquen las cercas y dañen los cultivos, provocando esto problemas y deudas con los vecinos.

La presencia de almacenes y manantiales de agua en la microcuenca son muy importantes pues determinan las rutas de pastoreo y de movilización del ganado; son importantes para el cálculo de la carga animal ya que este factor debe tomarse en cuenta, es decir, la proximidad a las fuentes de agua con respecto a los agostaderos.

7. **CONCLUSIONES**

7.1 Generales

i) En la microcuenca La Joya, parte de ella ubicada en el municipio de Querétaro, se verifica la indispensable confluencia de la concepción del manejo integrado de cuencas y el análisis del papel de la ganadería en su estructura y función para atender la planeación de su recuperación.

ii) Al mismo tiempo, para realizar propuestas que permitan la planeación de la producción y conservación de la microcuenca, se requiere abordarlas con herramientas participativas, es decir que teniendo un contacto directo con la gente que pretenda una comprensión de sus circunstancias, se puedan derivar alternativas viables de ser aceptadas y ejecutadas por los habitantes y organizaciones de la microcuenca.

iii) La ganadería es una actividad que tiene una continuidad histórica que brinda arraigo y seguridad, es parte integrante de la dinámica socioeconómica y ambiental de la microcuenca, y es solo conjuntamente con la ganadería que se puede avanzar en la recuperación de este espacio.

iv) Dada la ausencia institucional en la investigación, experimentación y apoyo técnico para la ganadería campesina, y los limitados recursos locales, se requiere una fuerte participación externa para posicionar a la ganadería como parte del proceso de recuperación de la cuenca.

v) Se requiere un trabajo interdisciplinario que permita concatenar los hallazgos en el orden socioeconómico, zootécnico y medioambiental para superar la compartimentación de las soluciones técnicas de cada área de conocimiento.

7.1.1 Sistemas de Producción pecuarios

i) El manejo de hatos individuales y potreros colectivos combinado con la falta de asistencia técnica ha tenido por consecuencia la ineficiencia en el rendimiento de los animales, deterioro del recurso forrajero y daño en la microcuenca.
ii) Las bases del manejo del ganadero en la microcuenca son: el manejo de la milpa, la participación de los miembros de la familia con disponibilidad de tiempo y la explotación del recurso forrajero disponible, obteniendo una eficiencia económica que sacrifica el recurso natural y que tiende a su propio deterioro en una espiral de disminución del forraje y aumento de la carga animal.
iii) La agricultura y la producción de esquilmos permiten el sostenimiento de las unidades animales de la microcuenca, sin que esto represente ganancias productivas.
iv) El sostenimiento de ganado bovino y equino, tiene un fuerte componente social de posicionamiento o prestigio que no obedece a un referente técnico puesto que la eficiencia de conversión en el ganado vacuno o el trabajo realizado por el equino sólo justifican su manutención disminuyendo la población del hato existente.
v) La condición sanitaria del ganado ovino-caprino es afectada por las condiciones del establo y su manejo.

7.1.2 Evaluación de las condiciones de la vegetación en las zonas de pastoreo

i) Se ha rebasado la capacidad de carga de todos los sitios de muestreo en las áreas de pastoreo.
ii) El monitoreo del recurso forrajero a través de la temporada de secas y de lluvias confirma que la escasa disponibilidad en términos de materia seca se debe a una excesiva presión de pastoreo durante todo el año, haciendo más vulnerable el agostadero en años de sequía.
iii) La superior frecuencia, cobertura y composición de los pastos conjuntamente con la escasa suplementación, muestra limitantes en la nutrición de los hatos, además de que haya una categorización en el manejo de acuerdo al estado fenológico y propósito productivo del animal.

7.1.3 Evaluación de las condiciones del agua en las zonas de pastoreo

i) El balance hídrico muestra una deficiencia en la infiltración por el acelerado escurrimiento relacionado con la falta de cobertura vegetal y la topografía, poniendo a la microcuenca en una situación de déficit hídrico la mayor parte del año.
ii) Los manantiales y bordos son la fuente principal de agua para las especies animales en la microcuenca.
iii) La condición de los manantiales y los bordos es de abandono y azolve para la mayoría; esto relacionado a la introducción del servicio público del agua potable.

7.1.4 La perspectiva social

i) Las unidades de producción pecuaria están constituidas por 51 familias que representan el 83.6% de la población de las comunidades analizadas dentro de la microcuenca. Considerando que a la vez estas familias poseen tierras de cultivo, y que el manejo de la milpa se combina con la producción pecuaria, esto da lugar a que dentro de la estructura del ingreso familiar; la ganadería sea la principal participación en los ingresos obtenidos localmente, por lo que adquiere relevancia social y económica, aunado al manejo de los recursos de la microcuenca.
ii) Los llamados apoyos de las entidades gubernamentales tienden a perpetuar el sistema de manejo ganadero actual, puesto que no responde a criterios de desarrollo de los poseedores ni de la microcuenca.

7.1.5 Actividades pecuarias a contribuir al mejoramiento de la estructura y función de la microcuenca La Joya.

i) Se requiere indispensablemente un trabajo interdisciplinario para la determinación de las actividades de la ganadería debido a la relación existente entre la dinámica social, la dinámica de la milpa y el manejo de conservación de la microcuenca.
ii) La estrategia de ordenamiento de las áreas de pastoreo está definida por la disponibilidad de forraje de acuerdo con los resultados de los dos muestreos y el balance hídrico; estableciendo áreas de recuperación, áreas de reserva y definición de épocas de pastoreo.
iii) Se debe demostrar a los dueños de los hatos cómo el mejoramiento de la condición sanitaria, el mejoramiento de la condición del agostadero, y la suplementación compensan la disminución de cabezas de los hatos en términos de una similar o superior ganancia de peso en el mismo lapso, con una consecuente recuperación de la condición de la cuenca.
iv) La metodología participativa y la importancia de los talleres, puede permitir la organización de los productores y generar un plan de manejo que contemple la función ecológica del agostadero dentro de la microcuenca.
v) Se requiere el trabajo interdisciplinario y participativo para llevar a cabo las propuestas y los trabajos necesarios para desarrollar el plan de manejo.
vi) La coordinación del CRCC y su enfoque, son medulares para que las propuestas se lleven a cabo.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar las dos reuniones planteadas en el objetivo III de esta tesis para continuar con las actividades planteadas en el PRPC y del Centro Regional de Capacitación en Cuencas.
- Establecer en el PRPC la contribución que la ganadería debe proporcionar en la gestión integral de la cuenca, revirtiendo el papel depredador que hasta el momento ha tenido.
- Suplementación en la alimentación del ganado, que permita alimentarlos cuando el agostadero requiera descanso, para los años secos y para lograr productividad mayor.
- Establecer un reglamento del manejo del agostadero común de la microcuenca La Joya con las autoridades ejidales y las dos comunidades principales, mismo que defina la composición de los hatos ganaderos por especie, el ordenamiento de zonas de pastoreo y la carga permitida por zona. Este reglamento debe estar contenido en el programa de manejo.
- En la evaluación y definición de los recursos vegetales para la ganadería campesina, la herramienta de Sistemas de Información Geográfica puede resultar sesgada a niveles de precisión de pequeña escala como en la microcuenca de La Joya, ya sea por la antigüedad de las capas o por la clasificación de la información, por lo que se hace sumamente relevante continuar el trabajo de campo en los sitios de pastoreo y complementar la información de los tipos de vegetación.
- Coordinar las acciones de las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno para las actividades zoosanitarias y técnicas en función de los requerimientos del programa de manejo ganadero orientado a la recuperación de la cuenca.
- Para lo anterior es necesario que el CRCC tome en sus manos la prestación de servicios en lugar de los particulares para

garantizar la correcta aplicación de los recursos y congruencia con los objetivos de recuperación de la estructura y función de la microcuenca.

- Se requiere que en investigaciones futuras se consideren los resultados de prospectiva sobre cambio climático para considerarlos en el balance hídrico, y en los cambios de la composición vegetal, que repercuten en la disponibilidad de forraje lo que derivará en una carga animal ajustada para el largo plazo.
- Introducción de pastos de mayor resistencia y rendimiento adecuados a las condiciones de los terrenos erosionados y manejo agrosilvopastoril.
- Establecimiento de parcelas demostrativas en las áreas destinadas al cultivo que cuentan con infraestructura de cercado para evaluar la viabilidad social, ambiental y económica de las especies vegetales que se pretendan introducir.
- Transformación en productos y subproductos para ampliar las expectativas nutricionales de los habitantes de la microcuenca, promover el autoconsumo y la venta local.
- Actividad colectiva, inversiones dirigidas, y capacitación enfocada a pastores tomando en cuenta su edad, ideología y capacidad de y para tomar decisiones.

9. LITERATURA DE REFERENCIA

A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association of official agricultural chemists. U.S.A.

Angel C.I. 2010. Análisis de la influencia de las relaciones intergubernamentales en los resultados ambientales y sociales del Programa de estímulos a la producción ganadera “antiguo PROGAN” y del Programa de producción pecuaria sustentable y ordenamiento ganadero y apícola “nuevo PROGAN”, ¿hacia un desarrollo sustentable?. Tesis para obtener el título de maestra en administración integral del ambiente. El Colegio de la Frontera Norte y CICESE. Tijuana B.C. México. 135 p.

ASF, 2011; Auditoría Superior de la Federación, Cámara de Diputados; Informe del resultado de la fiscalización superior de la cuenta pública 2009 a la H. Cámara de Diputados; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: Programa de uso sustentable de recursos naturales para la producción primaria-componente producción pecuaria sustentable y ordenamiento Ganadero y apícola (09-0-08100-02-0353); consultado de: http://es.scribd.com/doc/59482265/2009-Programa-de-Uso-Sustentable-de-Recursos-Naturales-para-la-Produccion-Primaria-Componente-Produccion-Pecuaria-Sustentable-y-Ordenamiento-Ganader; 11 de julio del 2011 a las 12:22 a.m.

Auccapiña L. J. 2005. Ganadería y pobreza rural en las zonas altoandinas del Perú; *In* Cavallotti V., B. *et al*. Ganadería, sustentabilidad y desarrollo rural. Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. México. pp. 74-85.

Barajas G.C.I. 2005. Evaluación de la diversidad de la flora en el campus Juriquilla de la UNAM; Bol-e. Vol. 1, No. 2. Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla. http://www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/DiversidadUNAMjuriquilla.pdf; 8 de septiembre del 2010; 2:35 p.m.

Berlijn J.D., Bernardón A.E. 1978. Manuales para la educación agropecuaria: Pastizales naturales. Editorial Trillas. México. 80p.

Carabias J., Landa R., *et al*. 2005. Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. 1ª. ed. Universidad Nacional Autónoma de México- El Colegio de México- Fundación Gonzalo Río Arronte. México D.F. 217 p.

Carrales Z.J. 1993. Evaluación de la condición y tendencia del agostadero en el Ejido el Mezquite Municipio de Sabinas, Coahuila; Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo. México.59 p.

Carrillo J. 2001. Carga animal y equivalente vaca (E.V.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Estación Experimental agropecuaria Balcarce; Buenos Aires, Argentina. Consultado de http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/cria/equivaca.htm. El 2 de agosto de 2011, 1:35 a.m.

Castro R.D., Ayala R.A., Zebadua H.A. 1992. Respuesta de la vegetación herbácea de un pastizal de bosque de pino a diferentes cargas animal. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 46 p.

CONAGUA. 2011. Se registran los niveles de lluvia más bajos de las últimas décadas. Comunicado de prensa no. 397-11. México, D.F., 19 de noviembre de 2011. Servicio Meteorológico Nacional. 2 p. consultado de: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Comunicados/Comunicado%20de%20Prensa%20397-11.pdf.

Cotler A.H., Fregoso D.A. s/f. Sistemas de producción agropecuaria. Consultado en: http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/lch_sistemas_de_produccion.pdf, consultado el 18 de noviembre de 2011.

Coulloudon B., Eshelman K., Gianola J., Habich N., Hughes L., Johnson C., Pellant M., Podborny P., Rasmussen A., Robles B., Shaver P., Spehar J., Willoughby J. 1999. Sampling Vegetation Attributes. Interagency Technical Reference. Edit. Bureau of Land Management National Business Center; Denver, Colorado. USA. 171 p.

Datta S.K., Malabika R. 1997. La ordenación de la cuenca hidrográfica del Valle del Doon: un esfuerzo para la restauración ecológica sostenible mediante la participación de la población. XI Congreso Forestal Mundial. 13-22 de octubre. Antalya, Turquía. pp. 267-276. Consultado de: http:www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V2/T9S/3.HTM, el 18 de enero de 2009; 10:30 a.m.

DOF. 2009. Diario Oficial de la Federación, martes 29 de diciembre de 2009. Sexta sección. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Reglas de operación. Consultado en http://www.dof.gob.mx/index.php?year=2009&month=12&day=29; el 18 de junio de 2011, 11:27 p.m.

Dorado O., Arias D.M., Ramírez R., Sousa M. 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla. Primera edición. Edit. Universidad Autónoma del Estado de Morelos-CEAMISH. 9 a 27 pp.

Dourojeanni A. Jouravlev A., Chávez G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. No. 47. Serie recursos naturales e infraestructura. Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Dunne T. and Leopold L. 1978. Water in environmental planning. Freeman & Company: San Francisco, USA. 819 p.

FAO. 2006. Livestock´s Long Shadow. Environmental issues and options, Iniciativa para ganadería, medio ambiente y desarrollo (LEAD) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

consultado en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf el día 14 de abril del 2011 a las 3:40 p.m.

FIRCO. 2005. Guía técnica para la elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC). Fideicomiso de Riesgo Compartido, Coordinación Nacional de Microcuencas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. 163 p.

Foladori G. 2002. Avances y límites de la sustentabilidad social. Economía, Sociedad y Territorio. Vol. III, Núm. 12. El Colegio Mexiquense, A.C. Toluca, México. pp. 621-637.

Fullbright T.E. 1995. Rangeland Habitat Analysis. Department of Animal and Wildlife Sciences; Texas A&M University-Kingsville, Texas. 77 p.

Geilfus F. 1997. 80 herramientas para el desarrollo rural participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA-SAGAR, México. 208 p.

Giraldo O.F. 2009. Medicina veterinaria y reducción de la pobreza rural en Colombia. 13 p. http://www.lrrd.org/lrrd21/5/gira21078.htm. Consultado 6 de junio de 2010 7:34 p.m.

Gonsalves J.T., Becker T., Braun A., Camplian D., De Chavez H., Fajber E., Kapiriri M., Rivaca-Caminade J., Vernooy R. (eds). 2006. Investigación y desarrollo participativo para la agricultura y el manejo sostenible de recursos naturales. Vol. 1: Compendio. investigación y desarrollo participativo. Perspectivas de los usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Centro Internacional de la papa, Laguna, Filipinas y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa,

Canadá. Capítulos 6, 7 y 71.

González M.J. 2005. Capacidad de carga de un matorral con rehabilitación física; Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 75 p.

Granados M.L.E. 2011. Más allá del parteaguas, diversidad de saberes en el manejo y la gestión del agua. El caso de la Joya, Querétaro, Qro. México. Tesis. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

Gutiérrez O. E. y Díaz S. H. s/f. Estime cuantas unidades animal mes (UAM) tiene en su rancho para determinar la adecuada capacidad de carga; Unión ganadera regional de Nuevo León. Consultada en: http://fmvz.uat.edu.mx/Ganaderia%5CMANEJO%20DE%20PASTIZALES%5C031%20Estime%20Cuantas%20Unidades%20Animal%20MES%20(UAM)%20tiene%20su%20Rancho%20para%20Determinar%20la%20Adecuada%20Capacida.pdf; 15 de noviembre del 2011, 6:20 p.m.

Hanselka C.W., Lyons R.K., Holechek J.L. 2002. Managing climatic and financial risk with grazing. The Texas A&M University System. Consultado de: http://texaserc.tamu.edu. 31 de agosto del 2011; 10:37 p.m. 2 p.

Hanselka C.W., White L.D., Holechek J.L. (2002). Using forage harvest efficiency to determine stocking rate. Agricultural communications. The Texas A&M University System; consultado de: https://agrilifebookstore.org/publications_details.cfm?whichpublication=1533&orderby=pubnumber&simplesearch=UsingForageHarvest&criteriastring=simplesearch%3DUsing%20Forage%20Harvest. 31 de agosto del 2011; 11:37 p.m. 2 p.

Hanselka C.W., White L.D., Holechek J.L. 2001. Managing residual forage for rangeland health. The Texas A&M University System. Consultado de: http://texaserc.tamu.edu. 31 de agosto del 2011; 10:30 p.m. 2 p.

Hernández E.B. 1997. Estrategias para el fortalecimiento del manejo de cuencas hidrográficas de montañas tropicales. XI Congreso Forestal Mundial; Antalya, Turquía. pp. 249-257 http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/V2/T9S/1.HTM Consultado: 29 de mayo del 2011, 11:31 p.m.

Holechek J.L., Pieper R.D., Herbel C.H. 1989. Range Management. Principles and Practices. Department of Animal and Range Sciences. New Mexico State University, Las Cruces NM. Prentice Hall. New Jersey. 500 p.

INE. 2003. Instituto Nacional de Ecología. Dirección de investigación de ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas. Dirección de manejo integrado de cuencas hídricas. Diagnóstico bio-físico y socio-económico de la cuenca Lerma-Chapala. Resumen ejecutivo. Consultado en: http://www.ine.gob.mx/descargas/cuancas/res_ejecutivo.pdf. el 27 de noviembre de 2011, 10:56 p.m.

INEGI. 2006. Núcleos agrarios, tabulados básicos por Municipio. Programa de certificación de derechos Ejidales y Titulación de Solares. PROCEDE. Querétaro de Arteaga. México. 51 p. consulado de: http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/cartcat/tabulados/PDF/tbe_qro.pdf. 15 de noviembre de 2011, 6:20 p.m.

INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por Localidad. Gobierno del Estado de Querétaro de Arteaga, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

Libreros J.H.F. 2004. Estrategias de capacitación ambiental de ganaderos con base en visiones de mundo, representaciones y conceptos estructurantes: el caso proyecto GEF-CATIE Costa Rica. Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Chapingo. México. 214 p.

Llerena P.C. 1996. Metodología para la elaboración de planes maestros de cuencas. Capítulo I. marco conceptual. Instituto de promoción para la gestión del agua (IPROGA). Lima, Perú. 17-27 p.p.

López G. J. A. 2010a. Cálculo correcto de la carga animal; presentado en el X Seminario de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria en el Estado de Querétaro. Memorias. SAGARPA, Centro de Investigación Regional del Centro, INIFAP. Querétaro. pp. 23-29.

López P.D.T. 2010b. Evaluación de Capacidad de Carga para venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en el predio Reserva Santa Fe, Estado de México. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 54 p.

López P.M. 2005. La situación de las cuencas en México *In* Vargas .S. *et al.* Problemas socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Institut de Recherche pour le Développement (IRD). México. pp. 36-63.

Lyons R.K., Machen R., Forbes T.D.A. 1999. Understanding forage intake in range animals. Texas agricultural extension service. The Texas A&M University System.

MAGIC, Octava generación. 2009. Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la Microcuenca La Joya. Universidad Autónoma de Querétaro; Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. 60p.

Márquez M.M. *et al.* 2003. Producción ganadera mejorando su base natural de recursos en Zacatecas; *In* Cavallotti B.A., *et al.* La ganadería mexicana en el nuevo milenio, situación, alternativas productivas y nuevos mercados. 1ª. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo / CIESTAAM. México. pp. 295-308.

Martínez A.C.O., *et al.* 1999. Desarrollo sostenible del sistema agrosilvopastoril en el sur de Sinaloa, propuesta del proyecto INIFAP-UACh. Red de Gestión de Recursos Naturales-Fundación Rockefeller. México. 91 p.

Mata G.B. (ed). 2003. Desarrollo Tecnológico Participativo para una Agricultura Sustentable. Universidad Autónoma Chapingo - The Rockefeller Foundation. Chapingo, México. 254 p.

McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.D.F., Morgan C.A. 2002. Nutrición animal. Sexta edición. Edit. Acriba S.A. Zaragoza, España. 573 p.

Mestre E. 2005. Cuencas en Latinoamérica: perfiles y casos de organización y gestión ambiental y social. *In* Vargas *et al.* Problemas socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) - Institut de Recherche pour le Développement (IRD). México. pp. 24-34.

Michaelsen T. 1991. Participación popular en la planificación de la ordenación de cuencas hidrográficas. *In* Unasylva, Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Núm. 64. Ordenación de cuencas hidrográficas. 7 p. Consultado en:
http://www.fao.org/docrep/u1510s/u1510s02.htm 8 de marzo de 2010 10:27 p.m.

Monterroso R.A.I, Gómez D.J.D., Tinoco R.J.A., Toledo M.M.L. 2008. Presentación sobre la generación de escenarios de cambio climático a escala regional al 2030 y 2050; evaluación de la vulnerabilidad y opciones de adaptación de los asentamientos humanos, la biodiversidad y los sectores ganadero, forestal y pesquero, ante los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos; y fomento de capacidades y asistencia técnica a especialistas que elaboran programas estatales de cambio climático. UACh: Ciudad de México. Consultado en: http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/archivos/taller3/presentaciones/14_SECTOR_GANADERO_Dic08.pdf 9 de septiembre del 2010, 1:33 p.m.

Mora B.A., Macías C.J.J., Santillán R. 1980. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Memorias de los Estados Hidalgo y Querétaro. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; Comisión Técnico Consultiva para la determinación regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA).México.

Morrison F.B. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. Tomo I. Ed. UTEHA S.A. de C.V. México. 1 a 39 p.p.

Odum E.P. 1972. Ecología. Tercera edición. Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V. México. 1 a 35 p.p.

Örtengren K. 2005. Un resumen de la teoría que sustenta el método de Marco Lógico. Método de Marco Lógico. Asdi. Departamento de política y metodología. Artículo SIDA1489es; consultado en www.sida.se/publications el día 14 de junio del 2011; 4:56 p.m.38 p.

Özyuvaci N., Süleyman Ö., Görcelioçlu E. 1997. La ordenación integrada de cuencas para el desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables. XI Congreso Forestal Mundial. 13-22 de octubre; Antalya, Turquía. pp. 259-266. Consultado de:

http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/v2/T9S/2-4.HTM; el 18 de enero de 2009; 9:34 a.m.

Presidencia de la República. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental.html consultado 15 de enero del 2011, 10:50 p.m.

Rahman M.A., Fals Borda O. 1989. La situación actual y las perspectivas de la investigación-acción participativa en el mundo. *In* Salazar M.C*. et al*. La Investigación-acción participativa, inicios y desarrollos. Editorial popular - Editorial Laboratorio Educativo. México. 177-194 pp.

RAN. 2007. Registro Agrario Nacional. Secretaría de la Reforma Agraria. PROCEDE Consultado de: http://ran.gob.mx/ran/index.php/programas/procede

Reyes, I.M.A., N. F. J. Jiménez. 2008. Territorio y medio ambiente. *In* Estudios Agrarios. Número 39; Procuraduría Agraria. México D.F. pp.7-22.

Rook J.A.F., Thomas P.C. 1989. Fisiología de la nutrición en los animales domésticos. Edit. Continent S.A. de C.V. México. 18 a 55 p.p.

Rosete V.F.A., Díaz M.S. 2007. El ordenamiento ecológico del territorio: instrumento clave para promover el desarrollo rural sustentable. Revista: estudios agrarios. Número 36. Procuraduría Agraria. México D.F. 121 a 150 p.p.

Ruíz J.M. 2003. Manejo de la vegetación para la conservación del suelo en las riberas del Río Estorax en la comunidad de Peñamiller, Querétaro. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. 87 p.

SAGARPA. 2006. Programa sectorial de desarrollo agropecuario y pesquero 2007-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 96 p. consultado de: http://www.sagarpa.gob.mx/tramitesyServicios/sms/Documents/sectorial_231107.pdf

SAGARPA. 2007. Programa Nacional pecuario 2007-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.42 p. consultado de: http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Programa%20Nacional%20Pecuario/Attachments/1/PNP260907.pdf

Salas Q., H. 2003. Culturas ganaderas en México. *In* Cavallotti V., B. *et al*. La ganadería mexicana en el nuevo milenio. Situación, alternativas productivas y nuevos mercados. Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. México. pp. 17-31.

Salazar M.C. 1992. La Investigación-acción participativa, inicios y desarrollos; Editorial Popular - Editorial Laboratorio Educativo; México. 194 p.

Sánchez V.A.S., *et al.* 2003; La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. 1ª. Ed. SEMARNAT. México. 47 p.

Sanders K.D. 2006. A Rancher's guide to monitoring Rangelands. 2nd. Annual North Central Idaho Grazing Conference. Rangeland Ecology and Management, College of Natural Resources. University of Idaho. 6 p.

Shimada A.M. 2009. Nutrición animal. Segunda edición. Edit. Trillas. México. 397 p.

Tudela F. 2005. Presentación; *In* Carabias J., Landa R., *et al.* Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México; 1ª.ed. Universidad Nacional Autónoma de México - El Colegio de

México - Fundación Gonzalo Río Arronte. México D.F. pp.11-12.

Vargas L.S. 2003. La participación campesina como base del desarrollo ganadero en zonas agroecológicas desfavorecidas en Puebla, México; *In* Cavallotti B.A., *et al.* La ganadería mexicana en el nuevo milenio, situación, alternativas productivas y nuevos mercados. 1ª. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, CIESTAAM. México; pp. 283-294.

Vargas S., Mollard E. 2005. Problemas socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) - Institut de Recherche pour le Développement (IRD); México. 385 p.

Vargas V.S., Guzmán R.N.B. 2008. El agua para riego como bien económico y social. *In* Revista: Estudios Agrarios. No. 39. Procuraduría Agraria; México D.F. pp.23-47.

Vázquez F. 2006. Territorio y población, nuevas dinámicas regionales en Paraguay. Asociación Paraguaya de Estudios de Población (ADEPO) - Fondo de población de las Naciones Unidas (UNFPA) - Cooperación Técnica Alemana (GTZ); Paraguay. 200 p.

Vidal N. de la T. s/f. El Enfoque del marco lógico en los proyectos sociales. Perú. Consultado en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/educacion/gestion_proyectos/pdf/a06.pdf; consultado 14 de junio del 2011, 5:19 a.m. Presentación 24 diapositivas.

White L.D., Rector B.S., Hays K.B. 2000. Reading your landscape: are your pastures healthy?. Rangeland watershed management for Texas. Agrilife extension. Texas A&M University System. Consultado de: http://AgriLifebookstore.org. 31 de agosto del 2011; 11:37 p.m. 2 p.

10. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada durante la campaña de vacunación realizada en el mes de julio y agosto del 2010.

FECHA:				POBLADO:			
PRODUCTOR (ES)							
Zonas a donde acostumbra pastorear:				Horario de pastoreo: Días de pastoreo: L, M, M, J, V, S, D			
	BOVINO V - D	OVINO V - D	CAPRINO V - D	CERDO V - D	CABALLO	ASNO	OTRAS
PESO							
Hembra que haya parido ó es mayor de un año							
Hembra							

joven que no ha parido							
Crías hembras							
Macho adulto, semental							
Macho joven sin castrar							

Macho castrado							
Crías machos							
MESES DE PARTOS	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
PRODUCEN LECHE PARA CONSUMO O PROCESAR				SÍ ( ) cantidad y especie			NO ( )

CON QUE ALIMENTA A SUS ANIMALES, (a quienes)		MESES DEL AÑO	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
OFRECE ALGÚN SUPLEMENTO (a quienes)	De qué tipo:	MESES DEL AÑO	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
ENFERMEDADES QUE OBSERVA	1	MESES	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
	2	MESES	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
	3	MESES	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D
	4	MESES	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S,

						O, N, D	
				5	MESES	E, F, M, A, M, J, Jl, A, S, O, N, D	
TRATAMIENTOS				1			
				2			
				3			
				4			
				5			
VENDE ANIMALES	BOVINOS #._____	OVINOS #.____	CAPRINOS #.____	CERDOS #.____	CABALLOS #.___	ASNOS #:___	OTRAS #____

Anexo 2. Formato para el doble muestro en campo.

MUESTREO MICROCUENCA LA JOYA

FECHA: _____ NUM. MUESTREO: _____

SITIO DE MUESTREO _____

LOCALIDAD: _____ DUEÑO: _____

USO: _____ DESDE CUANDO: _____

ESPECIES QUE PASTOREAN _____ ÉPOCA DEL AÑO: _____

Disponibilidad Forrajera **Rango de Cobertura**

Paso/Disp. Forrajera	PASTO	HIERBAS	LEGUMINOSAS	PIEDRA	ROCAS	GRAVA	S. DESNUDO	COORDENADAS UTM	ALTURA (m.s.n.m)	CLAVE
1/										
2/										
3/										
4/										
5/										
6/										
7/										
8/										
9/										
10/										
1/										
2/										
3/										
4/										
5/										
6/										
7/										
8/										
9/										
10/										
1/										
2/										
3/										
4/										
5/										
6/										
7/										
8/										
9/										
10/										
1/										
2/										
3/										
4/										
5/										
6/										
7/										
8/										
9/										
10/										
1/										
2/										
3/										
4/										
5/										
6/										
7/										
8/										

Anexo 3. Equivalencias de Unidad Animal (UA)

Ganado	Unidad Animal
Bovino	
Una vaca de 400 a 450 Kg de peso	1.00
Una vaca adulta con su cría (menor de 7 meses)	1.00
Un toro adulto	1.25
Una cría de bovino destetada (8 a 12 meses)	0.60
Un bovino añojo (de más de 12 meses y menos de 17)	0.70
Un bovino añojo (de 17 a 22 meses)	0.75
Un bovino de 2 años	0.90
Ovino y Caprino	
Una oveja con su cría	0.20
Un cordero o cabrito del destete hasta los 12 meses	0.12
Un cordero o tripón destetado de más de 12 meses	0.14
Una cabra con cabrito	0.17
Sementales ovinos y caprinos	0.26
Equinos	
Un caballo (mayor de 3 años)	1.25
Un caballo (de 2 a 3 años)	1.00
Un caballo (menor de 2 años)	0.75
Una yegua con cría	1.25
Burro o mula	1.00
Fauna	
Un venado cola blanca	0.14
Un venado bura	0.25

Manual de organización de COTECOCA, SAGARPA 2002, presentado por Monterroso et al, (2008)

Anexo 4. Guía de entrevista semiestructurada para informantes clave.

Localidad:__Fecha:_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Componente social: el productor y su famlia

1.-¿ Nombre, donde y cuando nació, escolaridad?

2.-¿Que es lo que más le gusta hacer, metas en la vida?

3.-¿Actividades (épocas del año).?

4.- ¿Es ejidatario, privado, avecindado?.(tipo de propiedad)

5.-¿ Cuantos miembros de su familia salen a trabajar, donde y que hacen?

6.-¿Familiares fuera de la localidad y a donde están (mandan apoyo económico, a quien, a que lo destinan)?

7.-¿ Historia de familia en la localidad?

8.- ¿Que problemas detecta en su localidad y en su casa?

9.-¿ Que oportunidades detecta en su localidad y en su casa?

10.-¿ Cómo le gustaría que fuera su localidad?

Componente: *Agrícola*

1.-¿Que siembra, quien le enseñó, cuando?

2.- ¿Superficie de siembra?

3.-¿ Quienes siembran (edades), en qué meses?

4.-¿ Herramientas que usa, quienes las manejan (si usa yunta de que tipo y que manejo le da a los animales)?

5.-¿En que meses cosecha, quienes lo hacen (como se organizan).?

6.-¿ Que cosecha y para que la usa (grano y esquilmos, venta a quienes)? Subproductos para alimentar a que ganado

7.-¿Problemas y oportunidades?

8.- ¿Se anotó en el Procampo o algun apoyo del gobierno para la siembra?

Componente: *Pecuario*

1.¿Que le gusta y que no del ganado (propio o el de los vecinos). Cual es más importante para usted y por qué?, que significa ser ganadero.

2.-¿ desde cuando tiene ganado, para que lo usa y de quiénes es?

3.-¿Qué ganado pastorea (vacas, borregos, chivas, caballos),a quien se le asigna este trabajo (edades) y rutas de pastoreo y en qué época del año?

4.- ¿Dónde beben agua, como llegan ahí?

5.-¿ Que ganado no pastorea , como lo cuida, con que lo alimenta y quien lo hace.?

6.- ¿Ha detectado plantas o sustancias que afecten o intoxiquen a su ganado y de que modo?

7.-¿ Número de cabezas de cada quien ó quien tiene más y porqué?

8.-¿Que comen (pasturas y suplementos como maguey, nopal, pacas, sal) cuando y como se los da?

9.- ¿Se ha visto en la necesidad de rentar o comprar pasto, a quienes, son de la microcuenca?

10.-¿Como decide la ubicación, los materiales y la forma de construcción de sus corrales, quién, cuando y como los limpia, que le hace al estiércol, como lo transporta?

11.-¿Lleva registros, selecciona animales para cría, venta, destete?

12.- ¿Cuantas veces al año, vende o en que ocasiones sacrifica para comer?

13.- ¿Participa en algún programa de gobierno de apoyo para la ganadería como el PROGAN?

14.-¿A que le da prioridad en sus gastos (agricultura, ganadería, vivienda, alimentación, educación).?

15.- ¿Cree que afecte el ganado a su microcuenca y cómo?

16.- ¿Existen cercas en las zonas comunes de pastoreo, quien las puso, para qué y cuando?

Anexo 5. Mapa de vegetación de la porción de la microcuenca La Joya en el Estado de Querétaro, señalada color naranja (Mora et al. 1980).