



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles con maguey, nopal y mezquite y fortalecimiento de capacidades de gestión y manejo de pobladores en microcuenca Zamarripa

TESIS

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

Presenta

Alejandro Velázquez Padrón

Dirigida por:

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez

Co-Director:

M en GIC. Luis Felipe Vázquez Sandoval

Querétaro, Qro. México a octubre de 2020



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles con maguey, nopal y mezquite y fortalecimiento de capacidades de gestión y manejo de pobladores en microcuenca Zamarripa

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:
Alejandro Velázquez Padrón

Dirigida por:
Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Codirigida por:
M en GIC. Luis Felipe Vázquez Sandoval

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Presidente

M en GIC. Luis Felipe Vázquez Sandoval
Secretario

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero
Vocal

M en GIC. José Carlos Dorantes Castro
Suplente

Dr. Ignacio Torres García
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Octubre de 2020
México

“El verdadero compromiso implica la transformación de la realidad en que se halla oprimida la población, y reconocerle su papel fundamental en el proceso de transformación”

Paulo Freire

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

Resumen

Los pobladores de las Comunidades de San Pedro de la Cruz y San José de Zamarripa ubicadas en la microcuenca Zamarripa en la zona semiárida de Guanajuato, México, tienen limitaciones para desarrollar actividades agropecuarias que les provean de alimentos y forraje para sus animales. Se propuso como una opción de manejo de la microcuenca, la implementación de sistemas agrosilvopastoriles, a través del aprovechamiento del maguey, nopal y mezquite, combinados con el manejo de ganado. Se realizaron recorridos de observación de las características y condiciones de los terrenos y de las problemáticas de sus pobladores, entrevistas, intercambio de experiencias y un taller de capacitación a pobladores de las comunidades en gestión y manejo de microcuenca, mediante el aprovechamiento de sistemas agrosilvopastoriles. Quedaron establecidos dos módulos demostrativos en San José de Zamarripa y tres en San Pedro de la Cruz, todos ubicados en la parte media de la microcuenca, en donde se utilizaron 1171 plantas de mezquite (*Prosopis laevigata*), 1157 nopales (*Opuntia ficus-indica*), 629 plantas de maguey verde (*Agave salmiana*) y 4846 plantas de maguey americana (*Agave americana*) en 8.665 hectáreas, con sobrevivencia de 86 % en mezquite, 84.7 % en nopal, 98.4 % de maguey verde y 90.2 % de maguey americana. La participación de actores locales fue fundamental para involucrar a más participantes, realizar la gestión de recursos, realizar las labores previas al establecimiento de las plantas, instaurar los módulos demostrativos y para efectuar el manejo y mantenimiento de las plantaciones. Con lo anterior, quedaron establecidos no solamente módulos de sistemas agrosilvopastoriles con maguey, nopal y mezquite, sino también ideas y planes para mejorar las condiciones de la microcuenca y de sus pobladores. Esto ayudara a mejorar el aspecto socioeconómico, la capacidad productiva y el desarrollo sustentable de la microcuenca.

Palabras clave: microcuenca, sistemas agrosilvopastoriles, maguey, nopal, mezquite.

Summary

The habitants of the Communities of San Pedro de la Cruz and San José de Zamarripa located in the Zamarripa microbasin in the semi-arid area of Guanajuato, Mexico, have limitations to develop agricultural activities that provide food and fodder for their animals. It was proposed as an option to manage the microbasin, the implementation of agrosilvopastoral systems, through the use of maguey, nopal and petty, combined with livestock management. For this, observation tours of the characteristics and conditions of the land and the problems of its inhabitants were carried out, interviews, exchange of experiences and a training workshop to villagers of the communities in management and management of microbasin, through the use of agrosilvopastoral systems. Two demonstrative modules were established in San José de Zamarripa and three in San Pedro de la Cruz, all located in the middle of the microbasin, where 1171 mesquite plants (*Prosopis laevigata*), 1157 nopales (*Opuntia ficus-indica*), 629 green maguey plants (*Agave salmiana*) and 4846 american maguey plants (*Agave american*) were used in 8,665 hectares, 86% survival in mesquite, 84.7% in nopal, 98.4% green maguey and 90.2% american maguey. The participation of local actors was essential to involve more participants, to make the management of resources, to carry out the tasks prior to the establishment of the plants, to establish the demonstrative modules and to make the management and maintenance of the plantations. With this, not only agrosilvopastoral systems modules with maguey, nopal and mesquite were established, but also ideas and plans for improve the conditions of the microbasin and its habitants. This will help improve the socioeconomic aspect, productive capacity and sustainable development of microbasin.

Keywords: microbasin, agrosilvopastoriles systems, maguey, nopal, mesquite

Dedicatorias

A mi Dios y creador por haberme permitido la vida, por darme la fuerza para lograr con éxito mis proyectos y por esta maravillosa oportunidad de ser parte de la MGIC.

A mis hijas Estefani Alejandra, Korina Miroslava y Natalia Lisaida que han sido la fuente de alegría de mi vida.

A mis padres Luis Velázquez Martínez (Qepd) y Faustina Padrón Martínez, por darme la vida, por formarme y apoyarme en todo momento.

Agradecimientos

A la MGIC y a la UAQ por permitirme ser parte de su comunidad, al CONACYT por otorgarme la beca que me permitió realizar mis estudios de posgrado. A CONAFOR

A la Dra. Tamara por acompañarme en este maravilloso proyecto, por apoyarme, asesorarme y guiarme siempre que lo necesite.

A Luis Felipe por su amistad y valioso apoyo con el PROCODES, por los consejos para llevar siempre a buen fin cada una de las metas planteadas en este trabajo.

Al Dr. Juan Alfredo por su guía, su disposición y apoyo incondicional en todo momento con los objetivos académicos y administrativos de manera correcta.

A Carlos Dorantes por sus valiosas observaciones que me ayudaron a entender situaciones y relaciones sociales esenciales para el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Ignacio por sus valiosos comentarios que permitieron enriquecer este trabajo.

A mis maestras y maestros: Dra. Diana, Dr. Raúl, Dr. Miguel, Dr. Oscar, Dr. Pablo, Dr. Hugo, Dr. Gonzalo, por compartirme sus ideas y conocimientos. A Laurita, de quien en todo momento obtuve su valioso apoyo.

A Doña Lucia González, Luisa, Cheli, Leti, Sandra, Doña Mercedes, Mario, Sergio, Rogelio, Raúl, quienes creyeron en este proyecto, me brindaron su casa y su apoyo, y me compartieron su tiempo, su conocimiento, sus vivencias y sus alimentos.

A mis hermanas Lety, Lupe, Bárbara y Silvia por su apoyo y su cariño; a mis cuñados Paco, Víctor, Omar por su apoyo en todo momento y sin condiciones.

A mis amigas y amigos Sonia, Arlene, Ali, Marce, Lalo, Vic, Marco, Juan Luis.

Contenido

Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Índice de tablas	VII
Índice de figuras.....	VIII
Introducción.....	1
Justificación	7
Objetivo general	9
Objetivos particulares.....	9
1. Marco teórico	10
1.1 Problemáticas de producción en las zonas áridas y semiáridas	10
1.2 Estrategias interdisciplinarias de intervención en la microcuenca.....	11
1.3 Gestión y manejo de cuenca	16
1.4 Gestión y manejo de los sistemas agrosilvopastoriles con enfoque de cuenca.....	18
1.4.1 Componentes de los Sistemas Agrosilvopastoriles.....	19
2. Antecedentes	26
2.1 Los Sistemas Agrosilvopastoriles en México	26
2.2 El sistema silvopastoril en la Microcuenca Zamarripa	28
3. Metodología	30
3.1 Área de estudio	30
3.2 Trabajo de campo y capacitación	32
3.2.1 Entrevistas semiestructuradas.	33
3.2.2 Taller de capacitación en gestión y manejo integral de cuencas.....	34
3.2.3 Intercambio de experiencias	35
3.2.4 Gestión de recursos para desarrollar el proyecto	35
3.2.5 Determinación de zonas prioritarias de atención para establecer SASP	36
3.2.6 Diseño de plantación de los módulos agrosilvopastoriles.....	36
3.2.7 Preparación del terreno, establecimiento y manejo de la plantación	36
3.2.8 Análisis de la percepción, conocimiento y apropiación de los pobladores involucrados respecto al manejo de los SASP en la Microcuenca Zamarripa.	37

4. Resultados	38
4.1 Morfometría y características de la Microcuenca Zamarripa	38
4.2 Condiciones de las comunidades San José de Zamarripa y San Pedro de la cruz .	40
4.3 Visualización de la microcuenca por los pobladores.....	43
4.4 Capacitación y fortalecimiento de capacidades en gestión y manejo integral de cuencas y de sistemas agrosilvopastoriles a pobladores de la Microcuenca Zamarripa	47
4.5 Diseño participativo de los módulos de sistemas agrosilvopastoriles	53
4.6 Preparación de terreno y establecimiento de los sistemas agrosilvopastoriles	56
4.7 Condiciones de la plantación	66
4.8 Percepción, conocimiento y apropiación de los pobladores involucrados respecto al manejo de los SASP en la Microcuenca Zamarripa.	71
5. Discusión.....	75
6. Conclusiones.....	78
Anexos.....	80
Tablas	80
Referencias bibliográficas.....	94

Dirección General de Bibliotecas de la UAG

Índice de tablas

1. Tabla 1. Parámetros morfométricos de la Microcuenca Zamarripa.....	38
2. Tabla 2. Entrevista a pobladores de la microcuenca Zamarripa.....	80
3. Tabla 3. Taller de capacitación y fortalecimiento de capacidades en sistemas agrosilvopastoriles.....	81
4. Tabla 4. Principales actividades productivas en Microcuenca Zamarripa.....	83
5. Tabla 5. Resultados de las entrevistas aplicadas a pobladores de la Microcuenca Zamarripa.....	83
6. Tabla 6. Usos del maguey nopal y mezquite en la Microcuenca Zamarripa.....	88
7. Tabla 7. Especies de flora y fauna presentes en la Microcuenca Zamarripa.....	89
8. Tabla 8. Especies en Microcuenca Zamarripa y sus usos.....	90
9. Tabla 9. Problemática y sus causas en la Microcuenca Zamarripa.....	91
10. Tabla 10. Cantidad de plantas utilizadas en los predios	91
11. Tabla 11. Porcentaje de sobrevivencia de plántulas en los sistemas agrosilvopastoriles.....	92
12. Tabla 12. Altura y cobertura promedio de las plantas utilizadas en los sistemas agrosilvopastoriles	92
13. Tabla 13. Entrevista para analizar conocimiento de SASP y percepción del trabajo.....	93

Índice de figuras

1. Figura 1. Localización de la Microcuenca Zamarripa.....	30
2. Figura 2. Zonas prioritarias para intervención con SASP	40
3. Figura 3. Recorridos por las comunidades de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz.....	41
4. Figura 4. Vegetación en Microcuenca Zamarripa.....	41
5. Figura 5. Suelos y ganadería en Microcuenca Zamarripa.....	42
6. Figura 6. Mujeres lavando en el río y pozo que utilizan para obtener agua.....	43
7. Figura 7. Pobladores de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz.....	47
8. Figura 8. Mapas de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz.....	48
9. Figura 9. Terreno con mayores posibilidades de establecer SASP, ejido y hacienda Zamarripa.....	48
10. Figura 10. Pobladores Microcuenca Zamarripa.....	50
11. Figura 11. Pobladores Microcuenca Zamarripa.....	51
12. Figura 12. Sistema Agrosilvopastoril.....	51
13. Figura 13. Marco de plantación diseño 1.....	53
14. Figura 14. Marco de plantación diseño 2.....	54
15. Figura 15. Marco de plantación diseño 3.....	54
16. Figura 16. Marco de plantación diseño 4.....	55
17. Figura 17. Marco de plantación diseño 5.....	55
18. Figura 18. Deshidratación del nopal previo a su plantación en terreno.....	56
19. Figura 19. Cercado de los terrenos.....	56
20. Figura 20. Trazado de curvas a nivel por pobladores de Microcuenca Zamarripa.....	57
21. Figura 21. Roturación vertical en predio de la Comunidad de San José de Zamarripa.....	57
22. Figura 22. Preparación de cepas.....	58
23. Figura 23. Especies utilizadas.....	59
24. Figura 24. SASP establecido en el predio de Mario de la Comunidad de San José de Zamarripa.....	60

25. Figura 25. SASP establecido en el predio de Sergio de la Comunidad de San José de Zamarripa.....	61
26. Figura 26. SASP establecido en el predio de la Sra. Lucia en comunidad San Pedro de la Cruz.....	63
27. Figura 27. SASP establecido en el predio de Raúl de la Comunidad de San Pedro de la Cruz.....	64
28. Figura 28. SASP establecido en el predio de Sandra de la Comunidad de San Pedro de la Cruz.....	65
29. Figura 29. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Mario.....	66
30. Figura 30. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Sergio.....	67
31. Figura 31. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Sra. Lucia.....	68
32. Figura 32. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Raúl.....	68
33. Figura 33. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Sandra.....	69
34. Figura 34. Supervivencia de <i>Prosopis laevigata</i> y de <i>Opuntia ficus-indica</i>	70
35. Figura 35. Supervivencia de <i>Agave salmiana</i> y de <i>Agave americana</i>	70

Introducción

La tercera parte de la superficie de nuestro planeta presenta problemas de desertificación y pérdida de recursos. En muchos países sean cuales sean las condiciones físicas, ecológicas, socioeconómicas, o políticas, sus zonas áridas suelen presentar una problemática común: la fragilidad de sus ecosistemas y la elevada vulnerabilidad ante las intervenciones del hombre. Más de 1000 millones de personas viven en las zonas áridas del mundo y dado que su economía depende básicamente de la agricultura y ganadería, es fácil comprender que sus sistemas naturales y agrosistemas se encuentren entre los más expuestos a la degradación del suelo (PNUMA, 2006; Boza, 2014).

Se consideran zonas áridas a aquellas que reciben una precipitación pluvial media anual menor a 350 mm y zonas semiáridas aquellas en donde precipita de 350 a 600 mm anuales; esta precipitación promedio anual es menor a la evapotranspiración potencial anual, teniendo un déficit hídrico y una distribución de la precipitación altamente errática, que ocurre en pocos eventos y de manera torrencial (Tarango, 2005; Mercado, 2011). Estas zonas son susceptibles a la desertificación, la cual, se manifiesta en el deterioro de los suelos, de la flora y de la fauna, en el desequilibrio del ciclo hidrológico y en la disminución de la diversidad vegetal y animal, que ocurre por factores naturales y antropogénicos como la deforestación, sobrepastoreo, cambios de uso de suelo e inadecuado manejo del agua (UNCCD, 1994; López, 2006; SEMARNAT, 2006; Mercado, 2011).

El 66.2 % del territorio mexicano, está clasificado como árido y semiárido, y estas condiciones se ubican principalmente en los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Zacatecas, Guanajuato y Querétaro (Medina, *et al.*, 2004; Flores y Reveles, 2010). De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010, en las tierras secas de México habitaban 33.6 millones de personas, es decir, alrededor del 30% de la población del país (INEGI, 2011).

En las zonas áridas y semiáridas son más marcadas las presiones antropogénicas y naturales que con frecuencia conducen al deterioro natural, a la disminución de actividades productivas y pérdida de recursos naturales por suelos muy degradados, lo cual conlleva a una baja calidad de vida de la población en las comunidades rurales de nuestro país y migración en busca de empleo, ya que dependen de la disponibilidad y de la calidad del agua para consumo humano, del ganado y para desarrollar cultivos (Villagra, *et al.*, 2013). Las actividades agropecuarias son limitadas y de temporal. La agricultura es básicamente de subsistencia, y la mayoría de las veces no alcanza para cubrir las necesidades mínimas de consumo de alimento. Existe además extracción de la escasa vegetación, utilizada para consumo humano, para forraje y para leña.

La agricultura de temporal y la ganadería extensiva son necesarias para obtener alimentos y por su valor sociocultural (Flores, 2001). Una de las posibles soluciones para empezar a frenar la desertificación, desarrollar actividades productivas que promuevan el manejo y aprovechamiento de los sistemas agrosilvopastoriles (SASP), con la utilización de especies nativas y domesticadas como el maguey (*Agave sp*), el mezquite (*Prosopis laevigata*) y el nopal (*Opuntia ficus-indica*) que tradicionalmente han sido usadas para la alimentación humana, que pueden aprovecharse como forraje para ganado y que además proveen servicios ambientales. El objetivo de los SASP es incrementar la productividad en forma sostenible (Mijaíl, *et al.*, 2005), restaurar suelos degradados, mejorar el aprovechamiento de recursos hídricos y conservar la biodiversidad (Villeda, *et al.*, 2014). Constituyen, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, una opción importante para aprovechar y al mismo tiempo conservar los recursos naturales.

Los tipos de vegetación que predominan en estas áreas son matorrales xerófilos, con presencia de especies con capacidad de adaptación y sobrevivencia a condiciones adversas de humedad, de temperatura y de baja fertilidad del suelo

(Dubrovsky, *et al.*, 1988; Flores, 2004; Reveles, *et al.*, 2010). Se considera entonces promover el manejo de maguey (*Agave sp*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y nopal (*Opuntia ficus-indica*), que han sido utilizados en Sistemas Silvopastoriles (SSP) en zonas áridas.

En los SASP interactúan árboles, arbustos, cultivos agrícolas, hierbas, pastos y animales domésticos como bovinos, ovinos y caprinos. El objetivo de los SASP es incrementar la productividad en forma sostenible (Mijaíl, *et al.*, 2005), restaurar suelos degradados, mejorar el aprovechamiento de recursos hídricos y conservar la biodiversidad (Villeda, *et al.*, 2014).

Para que un SASP proporcione beneficios visibles a los pobladores de las zonas rurales y su entorno se deberían considerar aspectos como la capacitación en gestión y manejo de sus terrenos, potenciar la sinergia positiva entre los componentes del sistema y las actividades productivas y de aprovechamiento, y considerar la ubicación idónea para instaurar estos sistemas. Se propone que un referente para su establecimiento sea mediante la gestión y manejo integrado de cuencas, tomando en cuenta que desde esta perspectiva se realizan actividades de restauración, conservación, aprovechamiento y de interacción del ser humano con la naturaleza; y generalmente, por sus características físicas, en la parte alta de la microcuenca se tiene aptitud de conservación, mientras que en la parte media y baja se desarrollan actividades agropecuarias y extractivas.

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales que están delimitadas por un parteaguas y donde se concentran los escurrimientos que desembocan en el curso principal del río (Cotler, *et al.*, 2013). En la cuenca se ubican todos los recursos naturales y las actividades que realiza el ser humano; en esta interactúan el factor biofísico con el socioeconómico bajo una dinámica integral, que permite valorar, planear y gestionar la intervención de la población de acuerdo a los problemas generados en manera natural o antrópica. Implica la interacción de los recursos

naturales con la población, conlleva una visión integral y la participación de la población en los procesos de planificación, implementación, seguimiento, evaluación y toma de decisiones, por lo que el manejo de cuencas requiere el fortalecimiento y desarrollo de habilidades y capacidades locales (Villanueva, 2002; García, *et al.*, 2005).

El manejo de microcuenca con frecuencia requiere plazos largos para verificar el impacto de la implementación de prácticas y acciones; por ello es esencial que pobladores e instituciones, participen de manera activa y responsable hasta lograr el empoderamiento local y la conducción del manejo de la microcuenca. La participación de actores locales será la base para el desarrollo integral de la microcuenca, debiendo realizar acciones para contrarrestar los procesos de degradación de suelo y vegetación, mediante la conservación, restauración, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (Jiménez, 2004). Es sumamente necesaria la capacitación de los pobladores de las zonas rurales áridas y semiáridas, que de acuerdo con Jiménez y Faustino (2003) deben lograr conocimientos, habilidades, destrezas, cambio de actitudes y valores favorables a la conservación ambiental, manejo y aprovechamiento de recursos naturales, producción sostenida, capacidad de gestión y organización.

El fortalecimiento de la capacidad local cobra más relevancia hoy día, cuando los gobiernos disponen de pocos recursos económicos para apoyar en todos los problemas que sufren las comunidades y habitantes de las cuencas. Esta estrategia ha sido identificada como una de las vías favoritas para lograr la apropiación, empoderamiento y sostenibilidad de las acciones de manejo de cuencas (Jiménez, 2004). Es importante considerar dentro de la capacitación, tanto los factores económicos, como los sociales y ambientales para beneficio de los pobladores en la microcuenca.

El factor socioambiental implica que las personas constituyen el objetivo central del manejo de cuencas, porque de sus decisiones y gestiones dependen el uso, manejo, conservación y protección de los recursos naturales y del ambiente. Busca el cambio de actitudes y fortalecimiento de capacidades para el empoderamiento social, manteniendo una articulación adecuada entre los pobladores, los gobiernos locales, las instituciones y otras organizaciones responsables del manejo de cuencas (Jiménez, 2004).

Actualmente en el estado de Guanajuato los ecosistemas presentes en las zonas semiáridas se encuentran fuertemente deteriorados, las comunidades vegetales más impactadas son el mezquital y el matorral micrófilo; los procesos de deterioro continúan y en muchos sitios la eliminación de la cubierta vegetal ha desencadenado la ocurrencia de severos procesos de erosión y degradación del suelo (Zamudio, 2012). Estas situaciones afectan las capacidades productivas, por ejemplo en San Pedro de la Cruz y San José de Zamarripa en el municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato se han observado estas condiciones de deterioro y pérdida de suelo, de vegetación nativa y de animales. Estas comunidades que se ubican en la parte funcional media de la microcuenca, han compartido el agua para su uso en diversas actividades esenciales para la vida humana y de sus animales, continúan colectando agua del cauce de los ríos para su subsistencia; las mujeres siguen lavando en los ríos; tienen agricultura de temporal y siembran calabaza, ejote, maíz y frijol para autoconsumo; la ganadería que se desarrolla en sistemas de pastoreo extensivo y el cuidado de gallinas y cerdos de traspatio son actividades referenciales de esta zona, las cuales han afectado las condiciones vegetales de la microcuenca. La mayoría de los hombres desde los quince años de edad migran principalmente a Estados Unidos, mientras que las mujeres jóvenes de las comunidades salen a trabajar a San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo, San José Iturbide y Querétaro, colocándose como obreras y en servicio doméstico (Hernández, *et al.*, 2014). En el 2005 se implementó en esta zona un modelo de

sistema silvopastoril con el uso de maguey y de mezquite, no obstante esta iniciativa quedó en un plano particular.

El diseño participativo y la implementación de módulos de sistemas agrosilvopastoriles se proponen como opción para el manejo integrado de la microcuenca Zamarripa, porque se mejorará la producción agropecuaria en la parte media y alta de la microcuenca al realizar podas a las pencas de nopal y de maguey y la recolección de vainas de mezquite para usarlas principalmente como forraje, se contribuirá a un mejor uso de las zonas funcionales, disminuyendo la presión de forrajeo en las partes altas de la microcuenca, se establecerán espacios de conexión ecológica en las zonas productivas, además se espera que el uso de especies nativas de estas áreas favorecerán su establecimiento. Con lo anterior se espera que se mejoren las condiciones económicas, sociales y ambientales de los pobladores y fomente el desarrollo sustentable de la microcuenca.

A partir de esta situación, el objetivo de la presente investigación es apoyar a las comunidades para gestionar y manejar sus recursos y beneficiarse de los bienes que genera la implementación de SASP en la zona media de la microcuenca Zamarripa, a través de actividades que armonicen con la conservación y mejora de su ambiente. Para llevar a cabo esto, se capacitará a los principales actores de las comunidades de San José y San Pedro de la Cruz en la gestión y manejo de la microcuenca y el acompañamiento durante el diseño y el establecimiento de módulos de SASP que les permita disponer de forraje para su ganado, obtener alimento para sus familias, conservar y restaurar sus recursos naturales con plantas nativas.

Justificación

Los pobladores de las Comunidades de San Pedro de la Cruz y San José de Zamarripa ubicadas dentro de la Microcuenca Zamarripa, al igual que la mayoría de las personas que habitan cualquier zona árida y semiárida de México y del mundo, tienen serias limitaciones para desarrollar actividades agrícolas y pecuarias que les provean de alimentos para subsistir y forraje y agua para sus animales. Los ecosistemas áridos son frágiles y muy vulnerables a las actividades extractivas y de manejo inadecuado de los recursos naturales por parte del ser humano. Esta problemática de riesgo y vulnerabilidad de las zonas áridas y semiáridas se acentúan debido a las condiciones climáticas cada vez más cambiantes; se han estado presentando sequías cada vez más alargadas (percibido por las personas de la Microcuenca Zamarripa), y afectan el desarrollo de ganadería y agricultura

Se estimó necesario promover actividades productivas que permitan a los actores interesados de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz desarrollar plantaciones con maguey, nopal y mezquite que son tolerantes a las condiciones adversas de temperatura, humedad, sequías prolongadas, poco suelo, entre otros, con la intención de que estas acciones y sus resultados vayan permeando en el resto de los pobladores y posteriormente se vayan sumando para conservar y restaurar la Microcuenca Zamarripa mediante el establecimiento y manejo de sistemas agrosilvopastoriles, para que siga brindando los alimentos, productos y servicios ambientales que requiere la población.

Con el presente trabajo se fortalecieron las capacidades de los pobladores en la gestión y manejo de SASP para beneficio propio y de la microcuenca, y se dejaron establecidos módulos demostrativos con las especies nativas de maguey, nopal y mezquite en terrenos de San Pedro de la Cruz y San José de Zamarripa, que se ubican en la zona funcional media de la microcuenca Zamarripa. Estos proveerán alimentos a los pobladores (nopal verdura, tuna, aguamiel), forraje para su ganado (penca de nopal, penca de maguey, vaina y hoja de mezquite) y mejoraran las

condiciones biofísicas de la microcuenca (retención de suelo, infiltración de agua, atracción de fauna silvestre). Con lo anterior podemos dar respuesta a preguntas como: ¿Es importante el fortalecimiento de capacidades y el empoderamiento de pobladores de las zonas rurales en la gestión y manejo de microcuencas?, ¿Los sistemas agrosilvopastoriles contribuyen a llevar a cabo un manejo integral de la microcuenca? y ¿Qué especies son adecuadas para integrarlas en los SASP?

Dirección General de Bibliotecas de la UFG

Objetivo general

Establecer módulos de sistemas agrosilvopastoriles y promover la gestión y el manejo integral de cuencas mediante la capacitación a pobladores de las comunidades de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz de la microcuenca Zamarripa.

Objetivos particulares

- 1) Capacitar a pobladores de las comunidades de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz de la microcuenca Zamarripa desde una perspectiva de gestión y manejo integral de cuencas, sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales de los SASP.
- 2) Diseñar y establecer los módulos de SASP haciendo uso de plantas nativas de maguey, nopal y mezquite.
- 3) Analizar la percepción, conocimiento y apropiación de los pobladores involucrados respecto al manejo de los SASP en la Microcuenca Zamarripa.

1. Marco teórico

1.1 Problemáticas de producción en las zonas áridas y semiáridas

Tarango (2005), considera zonas áridas a aquellas áreas que reciben una precipitación pluvial media anual menor a 350 mm y semiáridas las que reciben entre 350 y 600 mm anuales; la precipitación promedio anual es menor a la evapotranspiración potencial anual, teniendo un déficit hídrico y una distribución de la precipitación altamente errática, que ocurre en pocos eventos y de manera torrencial, lo que limita sustancialmente el desarrollo de actividades agropecuarias. Evenari *et al.* (1985) señalan que las zonas áridas son regiones de baja precipitación, baja humedad, alta temperatura del aire, vientos fuertes, suelos con bajo contenido orgánico y alto contenido de sales minerales, alta erosión hídrica y eólica y donde el suelo desnudo es el rasgo más característico.

Los impactos de la desertificación se manifiestan en el deterioro de los suelos, de la flora y de la fauna, en el desequilibrio del ciclo hidrológico y en la disminución de la diversidad vegetal y animal. Entre los factores que originan el mal uso de la tierra se encuentran: la pobreza, las tradiciones culturales, el desconocimiento de las consecuencias de prácticas inadecuadas y la búsqueda de altas tasas de rentabilidad (López, 2006).

Gran parte del territorio del estado de Guanajuato ha sido sometido a fuertes presiones demográficas. Lo cual ha dado como resultado la prevalencia de paisajes totalmente alterados. La cubierta vegetal ha sido alterada en su mayor parte, encontrándose más de la mitad del territorio ocupada principalmente por zonas agrícolas, urbanas, industriales y por vías de comunicación. Por un lado las actividades agrícolas y pecuarias y, por el otro, las grandes zonas urbanas y las extracciones mineras del pasado, han arrastrado consigo un marcado deterioro ambiental (Carranza, 2005).

Para que las actividades agropecuarias en las zonas áridas y semiáridas sean sustentables hay que manejar adecuadamente el suelo, el agua y las especies que se cultivan, de manera que la capacidad productiva del agrosistema no se agote. El manejo sustentable debe incluir: 1) la necesidad de conservar el suelo, el agua y la diversidad genética a partir de mejoras en los sistemas productivos 2) que dichas mejoras sean asimiladas y conducidas por los propios productores y, 3) que sean viables económicamente y representen mejores ingresos para los pobladores (Mercado, 2011) .

El componente socioambiental presente siempre en las comunidades rurales, representa un factor esencial a considerar en la gestión y manejo sustentable de los territorios (López, 2006).

1.2 Estrategias interdisciplinarias de intervención en la microcuenca

Para este estudio fue importante considerar una aproximación desde una metodología mixta porque representa un conjunto de procesos sistemáticos e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández y Mendoza, 2018). En el método mixto se utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos, para tratar de entender problemas (Lieber y Weisner, 2010; Creswell, 2013). Se utilizó además observación participante como herramienta de investigación cualitativa.

La observación participante se considera como una herramienta para recoger datos en estudios de investigación cualitativa (Kawulich, 2005). Permite incrementar la validez del estudio, como observación que ayuda a tener una mejor comprensión del contexto y el fenómeno en estudio.

También se emplearon las estrategias de intervención planteadas por Jiménez (2004): “intervención por microcuencas”, la “investigación acción participativa”, “aprovechar experiencias aprendidas” y el “fortalecimiento de la capacidad local”.

La intervención por microcuencas se fundamenta porque es más fácil identificar proyectos de interés común, hay posibilidad de manejo inmediato por el interés de los actores locales, las condiciones de la población y los problemas biofísicos son más homogéneos, hay un menor costo relativo de los proyectos, más facilidad para la organización, concertación y coordinación. Así la utilización de microcuencas demostrativas por actores locales, donde se integren acciones y se muestre de manera práctica y real el manejo de cuencas forma también parte de esta estrategia (Villanueva, 2002; Jiménez, 2004).

En cuanto a la investigación, acción participativa (IAP) es una metodología o proceso que considera disminuir la injusticia en la sociedad, promover la participación de los miembros de las comunidades en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas y ayudar a los miembros de las comunidades a incrementar el grado de control sobre aspectos relevantes en sus vidas (empoderamiento), considerando a las personas como agentes de cambio y no como objetos de estudio (Balcázar, 2003)

La meta de la IAP es conocer para transformar, siempre actuando hacia un fin o un “para que”, pero esta acción no realizada desde arriba, sino desde y con la base social. Dentro de este proceso secuencial “conocer-actuar-transformar”, la investigación es solo una parte de la acción transformadora, pero hay que tomar en cuenta que se trata de una forma de intervención, al sensibilizar a la población sobre sus propios problemas, profundizar en el análisis de su propia situación u organizar y movilizar a los participantes. En consecuencia se partirá de la propia experiencia de los participantes, de las necesidades o problemas sentidos y vividos. Desde la óptica de la IAP la población es el agente principal de cualquier transformación

social. La IAP solo puede ser aplicada en ámbitos reducidos como un barrio, una organización o una comunidad rural, a fin de que la participación sea realmente efectiva y la población llegue a tomar las riendas del proceso de transformación. (Bru y Basagoiti, 2004)

Aprovechar las experiencias aprendidas y adaptarlas a la condición particular, es una estrategia necesaria, a fin de optimizar la eficiencia en el uso de los recursos económicos y humanos, favorecer los impactos a corto plazo e involucrar a los actores en el intercambio de experiencias. Las experiencias desfavorables nos ayudarán a no cometer los mismos errores y no desperdiciar (Jiménez, 2004).

El factor socioambiental implica que las personas, la familia y sus organizaciones constituyen el objetivo central del manejo de cuencas, porque de sus decisiones y gestiones dependen el uso, manejo, conservación y protección de los recursos naturales y del ambiente. El fortalecimiento de la capacidad local busca el cambio de actitudes y el fortalecimiento de habilidades y capacidades para el empoderamiento social, manteniendo una articulación adecuada entre gobierno, instituciones y organizaciones (Jiménez, 2004). Para que los diversos sujetos sociales a nivel individual, grupal y colectivo sean los generadores de sus propias soluciones a través del conocimiento, interpretación, comprensión y transformación de su realidad, se requiere de capacitación entendida como el "desarrollo de capacidades y habilidades individuales y colectivas de los miembros de la comunidad" (Garzón, 2009).

Es esencial promover que productores, familias, comunidad, instituciones y actores en general, participen desde el inicio de las acciones, bajo una modalidad activa y responsable hasta lograr el empoderamiento local y la conducción directa del manejo de la cuenca. La participación de las familias rurales y de los actores locales será la base para el desarrollo integral de la cuenca, una participación activa, con responsabilidades, percibiendo beneficios y servicios (Jiménez, 2004).

La capacitación y educación de acuerdo con Jiménez y Faustino (2003) deben lograr conocimientos, habilidades, destrezas, así como el cambio de actitudes y valores favorables a la conservación ambiental, el manejo de los recursos naturales, producción sostenida, capacidad de gestión y organización y compromiso de la población local.

El concepto de “fortalecimiento de la capacidad” se utiliza en muchas áreas y generalmente se presta poca atención a su significado. Actualmente se considera que el “fortalecimiento de la capacidad” puede interpretarse como “las actividades necesarias para mejorar la capacidad de las personas, las instituciones y los sistemas para adoptar y ejecutar decisiones, y llevar a cabo funciones en forma efectiva, eficiente y sostenible” (FMAM, 2001). Al fortalecer las capacidades de las personas se contribuye a mejorar su visión, sus decisiones, sus actividades y su entorno.

Con la intención de promover la acción mediante procesos participativos y de trabajo en equipo, para lograr la plena participación de los actores en los procesos, y que llevara a una práctica consciente y transformadora en beneficio de sí mismos y de su entorno (Geilfus, 2002), se utilizaron las siguientes técnicas y herramientas.

Los recorridos de campo constituyen una forma de conocer una comunidad, preferiblemente se deben hacer acompañados con miembros de la comunidad, siendo curioso y haciendo preguntas sobre lo que se observa. Es importante mostrar un interés honesto en el ambiente en el que vive la gente. El recorrido permite poner cara a cara a sus participantes con la realidad de su entorno. Se puede lograr un mejor entendimiento del ambiente en el que vive la gente, sus prácticas, los problemas que se presentan, y los recursos disponibles. Además se puede crear un punto de partida para un debate que ayude a las personas a concientizarse de los recursos que tiene a su disposición (Pérez, 2004).

La entrevista semiestructurada, entendida como una situación de interacción social, es una conversación con el propósito de generar datos para la investigación (Valles, 2000). Es un instrumento que permite recoger la información y contemplar los aspectos que emergen espontáneamente en el relato del entrevistado, referente a temas y subtemas de interés para el trabajo de investigación (Atencio, *et al.*, 2011). El entrevistador debe animar constantemente al entrevistado para que narre su historia, procurando no inducir ni sesgar el relato. Se debe organizar la conversación (no dirigirla) y recabar la información necesaria para la investigación. A partir de una pregunta inicial debe surgir una narración espontánea de experiencias. (Di Virgilio, *et al.*, 2007).

El taller de capacitación es una situación privilegiada de aprendizaje. Su propósito principal es reflexionar sistemáticamente sobre conocimientos, valores, actitudes, prácticas y experiencias que se tienen sobre determinada problemática en un grupo o una comunidad y que se expresa en la vida diaria de cada persona participante. El taller posibilita la construcción de aprendizajes sobre la base de la capacidad y oportunidad que tienen las personas de reflexionar en grupo sobre sus propias experiencias. El proceso de aprendizaje se completa con el regreso a la práctica para transformarla, poniendo en juego los elementos adquiridos en el proceso (Expósito, *et al.*, 2001)

La formación de equipos de trabajo permite la socialización de las personas, depende en gran medida de la influencia de los grupos en los que interviene, por lo que la personalidad de sus participantes se desarrolla potenciando capacidades y características con una fuerza educadora o modeladora dependiendo de los objetivos a cumplir. El grupo se define como el conjunto de dos o más personas que están vinculadas y relacionadas por objetivos comunes y tienen una relación que se expresa en la pertenencia y responsabilidad de sus miembros (López y Vizcaya, 2013).

El intercambio de experiencias es una herramienta muy útil ya que permite compartir conocimientos y aprender de la experiencia de otros; es una de las virtudes más trascendentales del intelecto humano. La posibilidad de sentir y reflexionar lo que nuestros compañeros han aprendido después de grandes esfuerzos, siempre enriquece en más de una forma nuestra propia historia (CBMAP, 2011).

1.3 Gestión y manejo de cuenca

Cuando las poblaciones humanas viven en un ambiente sano, en el que hay disponibilidad de recursos naturales, de aire y agua limpios y generan ingresos a partir del uso adecuado de los recursos naturales, entonces se mejora la calidad de vida de los habitantes de esas poblaciones (Chediack, 2009).

La meta es buscar un equilibrio entre producción y conservación, de manera que se pueda producir conservando y conservar produciendo; ya no es posible seguir produciendo a costa del deterioro y agotamiento de los recursos naturales. La alternativa es el impulso y tratamiento integral de la microcuenca, la planeación participativa y la agricultura conservacionista. La microcuenca es ideal para estos fines, ya que designa un proceso natural y social integral (Villanueva, 2002; Jiménez, 2004).

La microcuenca es el espacio que nos permite organizar las actividades humanas conociendo las estructuras sistémicas que la conforman y comprendiendo las relaciones espacio-temporales, que la determinan (Moreno y Renner, 2007). Es un sistema donde los componentes económicos, sociales y ambientales están estrechamente vinculados entre sí; en donde las personas comparten el espacio, sus identidades, tradiciones y cultura; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos. La microcuenca se reconoce como un sistema debido a las interacciones entre el sistema natural del suelo, el agua y el bosque y el sistema socioeconómico, que si bien no tiene un límite físico, sí depende de la oferta, calidad y disposición de los recursos (Siles y Freitas, 2003).

En la microcuenca se producen, relaciones, interacciones e interrelaciones y es un sistema natural dinámico de elementos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos que se relacionan entre sí, evolucionando permanentemente en función de las actividades antrópicas. Constituye el espacio para combinar el manejo forestal con el ordenamiento integral de los recursos naturales donde se hagan compatibles las demandas sociales con las capacidades o soporte de la naturaleza y en donde el hombre juega un rol principal ya que con sus decisiones y acciones, puede producir cambios positivos o negativos en las microcuencas (Umaña, 2002).

La gestión integrada de cuencas se define como el proceso que tiene como objetivo "manejar todos los recursos naturales (agua, suelos, bosques, fauna, flora), en una cuenca": Esto implica manejarlos con fines de protección, recuperación, conservación, producción así como buscar proteger las capacidades de las cuencas para captar y descargar agua en calidad, cantidad y tiempo adecuados (Moreno y Renner, 2007).

El manejo de cuencas se refiere a la gestión que el hombre realiza en la cuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una calidad de vida acorde con sus necesidades". Las actividades que realiza el hombre, constituyen el eje del manejo de la cuenca es decir, que dependiendo de las actividades del hombre, una cuenca estará bien o mal manejada (Umaña, 2002).

La microcuenca como espacio geográfico productivo, nos permite reconocer que no hay recursos naturales solos e independientes sino que conforman ecosistemas. La ordenación y manejo de microcuencas constituye la mejor alternativa para el tratamiento integral de los recursos naturales y particularmente del suelo y del agua. Es necesario iniciar los trabajos en las microcuencas con proyectos sencillos pero representativos de la problemática del área y de las necesidades de los productores (Villanueva, 2002).

Es importante considerar que el capital natural no sólo se restringe a los bienes materiales y tangibles (frutos, minerales, fibras, medicinas, etc.), también a los procesos ecológicos que regulan y mantienen los ecosistemas, los cuales son tan o más importantes que los mismos productos que extraemos. Tal es el caso de los procesos que regulan el clima, los que mantienen la fertilidad de los suelos, los que controlan las inundaciones, los que purifican el agua, los que mantienen la biodiversidad, los que les dan estabilidad a los ecosistemas (Daily, *et al.*, 1997). Estos procesos y los elementos involucrados para que se lleven a cabo están presentes en los Sistemas Agrosilvopastoriles (SASP), los cuales se proponen como opción de manejo e intervención de las microcuencas.

Los seres humanos no solo requieren de alimentos para su subsistencia, también necesita agua y aire limpio, estabilidad climática, recursos silvestres, biodiversidad y zonas de esparcimiento. Todos estos son elementos que ofrecen las zonas forestales, las cuales se encuentran también bajo la presión de problemas similares de los que aquejan a la agricultura (Tschardtke, *et al.*, 2012). Una opción que coadyuva a minimizar las problemáticas ambientales y de obtención de alimentos son los Sistemas Agrosilvopastoriles.

1.4 Gestión y manejo de los sistemas agrosilvopastoriles con enfoque de cuenca

Los sistemas silvopastoriles (SSP) combinan árboles o arbustos con praderas y ganado, con el objetivo de obtener productos forestales maderables (madera, postes, leña, carbón) y no maderables (frutos, miel, hongos y otros), así como productos derivados del ganado (carne, lana, leche y otros) y forraje de la pradera. (Ojeda y Restrepo, 2003).

Los SSP garantizan múltiples beneficios y mayor biodiversidad, son autosuficientes, regulan la energía solar incidente sobre la superficie con un efecto protector sobre la temperatura del sistema, la humedad relativa, la evapotranspiración, la

escorrentía; disminuyen la erosión, mejoran la vida del suelo, lo que les permite que sean resilientes al cambio climático (Musálem, 2001; Milera, 2013). Si se agrega el componente agrícola domesticado, se convierten en Sistemas Agrosilvopastoriles (SASP), tomando en cuenta que la actividad agrícola es necesaria y casi siempre está presente dentro de las actividades productivas esenciales en las comunidades rurales de las zonas áridas y semiáridas. Garantizan múltiples beneficios y son una estrategia para obtener beneficios de tipo económico, social y ambiental (Montenegro y Abarca, 2002).

1.4.1 Componentes de los Sistemas Agrosilvopastoriles

En los SASP se consideran el componente forestal, el componente agrícola y el componente pecuario, los cuales se mencionan a continuación.

Componente silvícola

Se refiere a los árboles presentes en el sistema y que cumplen funciones importantes como sombra, producción de forraje, madera, leña, entre otros. El empleo de especies adaptadas a las zonas áridas y semiáridas que respondan y aprovechen bien la energía solar, que garanticen altos rendimientos de biomasa, sean eficientes en la captación de CO₂ y dispongan de un mínimo de condiciones que garanticen un manejo adecuado del pastoreo y de las áreas para corte y acarreo, pueden contribuir a resolver parte de los problemas con el ganado (Milera, 2013).

Especies como el huizache, el huaje y el palo fierro se pueden utilizar para los SASP en las zonas áridas y semiáridas, además es factible hacer uso de maguey y mezquite. El mezquite es originario de México, con amplia distribución geográfica y ecológica en zonas áridas y semiáridas y tiene múltiples usos, ha estado ligado a la vida del campesino mexicano desde tiempos remotos (Gómez, 2008).

El género *Prosopis* en México se conoce con el nombre común de mezquite, que proviene del náhuatl micuítl (Granados, 1996). Este género incluye poco más de 40 especies nativas de regiones áridas y semiáridas de Norte y Sudamérica, África y Asia. El mezquite (*Prosopis* sp.) es uno de los principales recursos naturales para los habitantes de las regiones desérticas del norte de México, quienes encontraron en esta planta múltiples beneficios como madera, leña, carbón, postes para cercos, fabricación de muebles y producción de artesanías, frutos (vainas) y hojas para forraje, las flores se utilizan en la producción apícola (Hernández, 1992; CONAZA, 1994; Solís, 1997; Ríos, *et al.*, 2012).

Prosopis laevigata se distribuye de manera natural en Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz (Palacios, *et al.* 2016; Zamudio y Galván, 2011). De esta especie se destaca un papel ecológico muy importante ya que es un excelente fijador del suelo y por lo tanto, controlador de la erosión; es fijador de nitrógeno, lo cual mejora la fertilidad del suelo. Por otra parte, bajo ciertas condiciones son fuente de forraje para el ganado doméstico y fauna silvestre (Ríos, *et al.*, 2011; Rodríguez, *et al.*, 2014).

El mezquite *Prosopis laevigata* es un árbol cuyo crecimiento se encuentra relacionado con la profundidad del suelo y la disponibilidad de agua en el subsuelo (Ríos, *et al.*, 2011). Forma parte del equilibrio ecológico de los desiertos mexicanos ya que cuenta con un sistema de raíces profundas, que participan en la conservación del suelo y del agua (Rodríguez, *et al.*, 2014),

La importancia ecológica del mezquite es indiscutible; por una parte juega un papel importante en el medio ambiente como planta fijadora de nitrógeno, enriquece el suelo a su alrededor, promueve el crecimiento de matorrales asociados a ella y por tanto previene la erosión del suelo. Asimismo actúa como planta nodriza de numerosas especies de aves y roedores; por otro lado, esta planta se emplea en la obtención de madera, leña, carbón, miel; sus frutos (vainas) se utilizan en la

elaboración de diversos alimentos para consumo humano y como forraje En escala muy pequeña también se aprovecha la goma de su corteza. Si bien la utilización de la madera de mezquite para la elaboración muebles, leña y carbón, representan una importante actividad económica en numerosas comunidades rurales, la tala indiscriminada, ha resultado en una severa deforestación de este recurso en zonas áridas (Rodríguez, *et al.*, 2014).

Los productos provenientes del mezquite ofrecen un potencial importante como fuente de ingresos y empleo y generan alimentos, medicinas y otros productos para el autoconsumo de la población de las zonas rurales (Ríos, *et al.*, 2011). La importancia social del mezquite radica en su capacidad para proporcionar sombra y leña para las actividades humanas, reduce el impacto del viento y sirve para delimitar áreas agrícolas (Corona, *et al.*, 2000; De la Torre, *et al.*, 2009).

Otro de los recursos que ha cobrado una importancia relevante, sobre todo en las comunidades de las zonas áridas y semiáridas que es donde mejor prospera, son las especies del género *Agave*. El maguey, como comúnmente se le conoce es una planta xerofita adaptada a vivir en condiciones climáticas desfavorables, se hace notar por la importancia que adquiere desde el punto de vista agroecológico y socioeconómico por los múltiples usos de que es objeto, dependiendo de la región donde se ubique, que van desde su empleo como leña hasta ornamental. Con ello se puede recuperar y aprovechar los usos de mayor importancia socioeconómica y agroecológica que tiene el *Agave* en México, como son: obtención de forraje, aguamiel para la elaboración de pulque y de mezcal, la conservación de suelos y como forraje. Los sistemas agroforestales son relevantes escenarios de conservación y aprovechamiento del género, así como del conocimiento y prácticas locales asociadas a sus beneficios (García, 2007; García, *et al.*, 2010, Torres, *et al.*, 2019)

Los magueyes definen la esencia biológica y cultural de nuestro país. Son plantas que se encuentran en la mayor parte de los paisajes de México. Los indígenas mexicanos se refieren a esta planta como *metl* en nahua, la palabra maguey fue traída por Hernán Cortez. Los agaves fueron fundamentales en la alimentación y bebida de los antiguos mexicanos, además de proveerles de fibras, representan una importante fuente de ingresos gracias a las bebidas destiladas típicas: el tequila y el mezcal, no olvidando el tradicional pulque (bebida sin destilar), que está teniendo un resurgimiento en nuestro país (Eguiarte, *et al.*, 2017; Scheinvar, 2017; Torres, *et al.*, 2019).

Los agaves pertenecen a la División Angiosperma, Clase Liliopsida, Orden Asparagales, familia Agavaceae y forman la subfamilia Agavoideae. La familia es endémica de América y se distribuye desde el sur de los Estados Unidos de América hasta el norte de Sudamérica, incluyendo las islas del Caribe. El género *Agave* cuenta con 210 especies, de las cuales México tiene 159, es decir, 75% del total, con 129 de ellas endémicas del territorio mexicano, que representan 61% de las especies del mundo y 81% de las que se distribuyen en México (García, 2011).

La importancia socioeconómica y agroecológica del maguey se hace evidente en el uso que se le da como forraje para la alimentación del ganado. El agave favorece la biodiversidad, retiene y conserva el suelo y sus nutrientes, con lo cual se evita su erosión; capta y retiene la humedad y permite la recarga de mantos acuíferos. Constituye una de las mejores opciones forrajeras, debido a la alta eficiencia en el uso del agua y a su adaptación a diferentes hábitats, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas (Carrasco, 2013; Narváez, *et al.*, 2016; Torres, *et al.*, 2019).

Componente agrícola

Se incluyen todas aquellas especies vegetales domesticadas, que son cultivadas, que proporcionan alimento al ser humano y que generalmente son de temporal en las comunidades rurales. Actualmente el cambio climático es uno de los más

grandes retos que el mundo debe enfrentar, y en el futuro las sequías prolongadas y la desertificación son temas que deberán atender muchos países, ya que los campesinos pobres y pequeños productores serán más severamente afectados. Si la gente quiere sobrevivir en estas duras condiciones, sus cultivos deberán tolerar la sequía, altas temperaturas y suelos pobres. Las cactáceas están siendo de creciente interés alrededor del mundo en particular el nopal (*Opuntia ficus-indica*) debido a sus características únicas, las cuales le proveen resiliencia a condiciones climáticas adversas. El nopal es capaz de crecer en tierras donde otros cultivos no prosperan (FAO – ICARDA, 2018).

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es la cactácea que posee la mayor importancia agronómica a nivel mundial, debido no solamente a sus deliciosos frutos, sino también a sus cladodios, los cuales son usados maduros como forraje o para consumo humano cuando son tiernos. La forma sin espinas de *O. ficus-indica* es el resultado de un largo proceso de selección y cultivo, es de rápido crecimiento y presenta gran desarrollo vegetativo que se traduce en más forraje (Alkämper, 1984; Kiesling, 1999; Casas y Barbera, 2002; Aréchiga, *et al.*, 2007).

Se pueden aprovechar las ventajas del nopal, tales como su alta resistencia a condiciones de aridez, su capacidad de producción de biomasa en condiciones de escasa precipitación, y la constitución de reservas forrajeras para la fauna silvestre y el ganado, se han usado especies del género *Opuntia* para controlar la erosión ya que por la presencia permanente de sus raíces y de la parte aérea de la planta modifican el microclima del área que ocupan (Mulas y Mulas, 2004).

Componente pecuario

Los bajos niveles de productividad en la mayor parte de los sistemas ganaderos se generan como consecuencia del agotamiento de los recursos naturales (Acosta, 2010). La ganadería representa una estrategia de supervivencia para las familias campesinas, ya que constituye una fuente de dinero en efectivo en momentos de

necesidad económica y además juega un papel importante en la cultura y capitalización de familias productoras pequeñas y medianas (Marinidou y Jiménez, 2010).

La integración de la ganadería en SASP aporta un gran beneficio medioambiental, ya que aumenta la fertilidad de los suelos, evita la erosión, pero sobre todo es muy eficiente en el aprovechamiento de los recursos. Dicha ganadería debe basarse en el uso de razas nativas adaptadas a esos medios difíciles (Boza, *et al.*, 2014).

Para nopal y maguey se estima una producción de materia seca anual de 5 ton/ha aunque para climas semiáridos se puede tener hasta 10 - 20 t/ha (Kock, 2003), lo cual equivaldría a alimentar de 1 a 3 cabezas de ganado bovino de 400 kg aproximadamente, durante todo el año. Ello sin considerar la vaina del mezquite y los pastos que aun en pequeñas cantidades se generen posteriormente a la época de lluvias. Esto sin duda traería beneficios económicos a la gente y beneficios ambientales a la microcuenca ya que se evitaría el sobrepastoreo, se daría tiempo a la vegetación a recuperarse y se mejorarían las condiciones del suelo.

A pesar de la importancia de integrar el conocimiento; tanto en centros de investigación como en instituciones académicas el enfoque fragmentado en la generación de nuevo conocimiento hacen que los componentes agrícola, forestal y pecuario se continúen estudiando por separado, descuidando su integración como sistema en temas ricos en interacción como lo son los Sistemas Agroforestales (SAF), Sistemas Silvopastoriles (SSP) y Sistemas Agrosilvopastoriles (SASP). Es importante vincular los temas de degradación de suelos, manejo de agua, establecimiento de SASP, servicios ambientales y agregación de valor a los recursos naturales (Acosta, *et al.*, 2013).

Entre los factores que han limitado los procesos de formulación de instrumentos de política para el fomento de SASP, se encuentran el desconocimiento de los

resultados de procesos exitosos, el grado de desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles, la escasez de recursos, la falta de personal entrenado, el compromiso a largo plazo que pocas instituciones están dispuestas a asumir, las innovaciones y esquemas de transferencia de tecnologías en SASP articuladas a buenas prácticas ganaderas, y la ausencia de estrategias de comunicación dirigidas a decisores de política que demuestren de manera clara los beneficios económicos, sociales y ambientales (Acosta, *et al.*, 2013).

De acuerdo a Muñoz (2000), Clavero y Suarez (2006), Iglesias *et al.* (2011), Milera (2013), Murguetio *et al.* (2013) y Sotelo *et al.* (2017), en diversos países y en variados ecosistemas, principalmente utilizados en zonas tropicales de México, Centroamérica y Sudamérica; los SASP son sistemas productivos y sumamente flexibles en cuanto a la superficie, las especies a utilizar, el lugar dentro de la microcuenca en donde se pueden establecer y el diseño o arreglo de la plantación. Todo depende de las características biofísicas de los terrenos y de las necesidades de las personas. Pero lo más importante es que se deberían utilizar siempre especies nativas, que están adaptadas a las condiciones climáticas y de suelo del lugar y que no causan impactos negativos a la biodiversidad.

El manejo de cuencas en zonas áridas y semiáridas basado en sistemas agrosilvopastoriles puede ser más eficiente, ya que se puede realizar en espacios pequeños en cualquier parte de la cuenca, sobre todo en las partes media y baja que es donde mayor incidencia tiene la población y en donde se pueden establecer los sistemas productivos considerando los aspectos sociales, ambientales y económicos a partir de especies nativas seleccionadas para cada condición edafoclimática, que brinden múltiples beneficios a los pobladores, que estén adaptadas a las condiciones del lugar, que posean una alta eficiencia en la captación de energía solar, que tengan considerables rendimientos con la aplicación mínima de insumos externos y que sean resilientes a las condiciones climáticas y de precipitación cada vez más adversas.

2. Antecedentes

2.1 Los Sistemas Agrosilvopastoriles en México

En México, la mayoría de los sistemas silvopastoriles tradicionales (SSPt) estudiados están relacionados con la producción de ganado bovino, ya que se encuentra en todos los ecosistemas del país. Podemos encontrar SSP en los trópicos, en zonas áridas y semiáridas con sus características específicas en cada uno de ellos. Un sistema mixto es el de doble propósito, ampliamente extendido en los trópicos, en los que una pequeña parte de la leche es ordeñada para su venta y el resto utilizada para la alimentación de becerros que son vendidos al momento del destete (Villegas, *et al.*, 2001; Gallardo, 2006; Castelán, *et al.*, 2008).

En el trópico seco de México, la ganadería bovina se ha basado en prácticas de roza, tumba y quema con el fin de eliminar la vegetación arbórea y promover el cultivo de pastos mejorados. Sin embargo, existen ejemplos en los que los ganaderos han logrado integrar al componente forestal en la producción. La venta de ganado es la principal fuente de ingreso para los agricultores, ya que la producción de cultivos es realizada principalmente para el autoconsumo (Reyes, *et al.*, 2003; González, *et al.*, 2006; Martínez, *et al.*, 2006; Palma, 2006; Quiñones, *et al.*, 2006; Sánchez, 2008; Gutiérrez, *et al.*, 2012).

En el trópico húmedo mexicano la expansión de la frontera ganadera ha alterado a numerosas comunidades indígenas que se dedicaban principalmente a la producción agrícola. Estas comunidades integraron la ganadería a su manejo tradicional del espacio, generando sistemas agro-silvo-pastoriles. Un ejemplo se presenta en Papantla, Veracruz en donde un potrero totonaco abarca de 3 a 5 ha, y soporta de manera semi-intensiva de 5 a 7 cabezas de ganado bovino por hectárea y su alimentación se complementa con rastrojo de maíz y forraje de algunos árboles locales como *Brosimum alicastrum* (Ortiz, 2001).

En el norte del estado de Chiapas se encuentran comunidades indígenas que han incorporado el ganado bovino a su sistema de producción. El ganado representa el principal ingreso monetario, ya que su producción se destina al mercado local, mientras que la producción de las milpas se destina al autoconsumo y para complementar la alimentación del ganado (Alemán, *et al.*, 2007).

Es importante mencionar el sistema de café en Chiapas debido a que se realiza en gran parte de la zona alta del estado y presenta un gradiente de multifuncionalidad desde el más complejo con fuerte multifuncionalidad hasta el más simplificado y débil. El café de policultivo tradicional presenta mayor potencial para la producción de alimentos y mayor productividad, el café rústico tiene mayor significancia en la producción de madera, conservación de la biodiversidad y servicios culturales, pero, los rendimientos son menores (Soto, 2017).

Durante muchos años los grupos tzotziles chiapanecos han cultivado maíz, frijol, calabaza, recolectan leña, forraje, condimentos plantas medicinales y ceremoniales, aprovechando arbustos y árboles como *Baccharis vaccinioides*, *Cleyera theaoides*, *Eupatorium ligustrum*, *Prunus serotina*, *Quercus laurina*, *Buddleia cordata*, *Pennisetum clandestinum* y han practicado la crianza de ovinos con el fin de utilizar la escasa lana que producen (1 kg por año/oveja) para el tejido de su vestimenta tradicional; otro producto es un cordero destetado por año, además que se aprovecha el estiércol en sus cultivos (Farrera y Bermúdez, 1994). Se destaca la participación de la mujer en la actividad pastoril lo cual se reforzó mediante sensibilización, organización y demostración a las pastoras a partir de encuestas y talleres para la búsqueda de soluciones a sus necesidades en la producción ovina (Muñoz, 2000).

En las zonas semiáridas a pesar de ser las regiones con mayor superficie en el territorio nacional, se encuentran menos trabajos registrados, sin embargo se han descrito formas de manejo agroforestal tales como el *huamil* en Valle de Santiago,

Guanajuato (Palerm, 1997), los bosques de cactáceas y otros tipos de vegetación del Valle de Tehuacán (Moreno, *et al.*, 2013). Altieri y Toledo, (2005) han descrito sistemas agroforestales manejados por los ñañú en el valle del Mezquital, en Hidalgo. En Coahuila (Mellado, 2006) y San Luis Potosí (Aguirre, 2001) se usan las pencas (hojas) de los agaves como forraje para ganado bovino, aunque no se ha descrito el manejo de estas especies. El consumo de agaves puede irritar la cavidad bucal de los bovinos, pero esto no evita que el ganado lo ingiera, ya que gradualmente desarrolla tolerancia mediante el endurecimiento del paladar y encías (Mellado, 2006).

Durante el año 2010 en Aldama, Chihuahua, Ríos, *et al.*, (2012) llevaron a cabo un trabajo para evaluar la factibilidad de establecer un sistema silvopastoril en áreas degradadas con el uso de árboles de mezquite (*Prosopis* sp.) asociados con zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) y chamizo (*Atriplex canescens*), obteniendo un rendimiento bajo, lo que atribuyeron a la baja precipitación (287 mm) registrada durante la estación de crecimiento (julio-octubre), La sobrevivencia del chamizo fue de 65.4% en la evaluación realizada 60 días después de la plantación.

2.2 El sistema silvopastoril en la Microcuenca Zamarripa

En la comunidad de San José de Zamarripa, se localiza una propiedad conocida como Hacienda Zamarripa, en la cual desde el 2005 se plantó mezquite (*P. laevigata*) y maguey (*A. americana* y *A. salmiana*) con el objetivo de cosechar la penca, utilizarla como forraje para ganado y la piña procesarla para obtener mezcal; a la fecha mantienen un hato de aproximadamente 80 cabezas de ovinos alimentados con ensilado de penca de maguey. Lo anterior ha permeado en algunos pobladores de la comunidad y de otras comunidades vecinas, quienes han mostrado interés en aplicar sistemas similares al mencionado. Mario y Sergio Sotelo, trabajadores en esta Hacienda, han adquirido conocimiento y experiencias en el manejo y aprovechamiento del mezquite y del maguey.

Por lo anterior y considerando la importancia de los SASP y sus beneficios que radican en la producción de la gran diversidad de bienes que se pueden obtener de ellos, de los servicios ambientales que proveen y de la posibilidad de rehabilitar suelos degradados; dependiendo de las especies vegetales multipropósito que se utilicen y del diseño y acomodo de árboles, arbustos, pastos y/o plantas; es necesario establecer SASP en la Microcuenca Zamarripa con especies de maguey, nopal y mezquite, también es imperativo impulsar este tipo de manejo de microcuenca debido a que considera de manera integral los aspectos ambientales, sociales y económicos

3. Metodología

3.1 Área de estudio

La microcuenca Zamarripa (Figura 1) se encuentra en la parte semiárida de San Luis de la Paz Guanajuato dentro de las coordenadas 21.396967° , -100.477463° y 21.355735° , -100.466218° norte y 21.368689° , -100.501043 y 21.379220° , -100.419916 oeste, entre los 1,990 msnm en su parte más baja y 2,500 msnm en la parte más alta, con una temperatura promedio de 17.3°C y una precipitación promedio de 460.6 mm/anales; forma parte de la subcuenca Paso de Vaqueros, abarca una superficie de 2,814 ha., y cuenta con una población aproximada de 630 habitantes, distribuidos en las comunidades de San José de Zamarripa, San Pedro de la Cruz y San Antonio. En esta figura 1 también se muestran los polígonos y la ubicación de los predios en donde quedaron establecidos los sistemas agrosilvopastoriles.

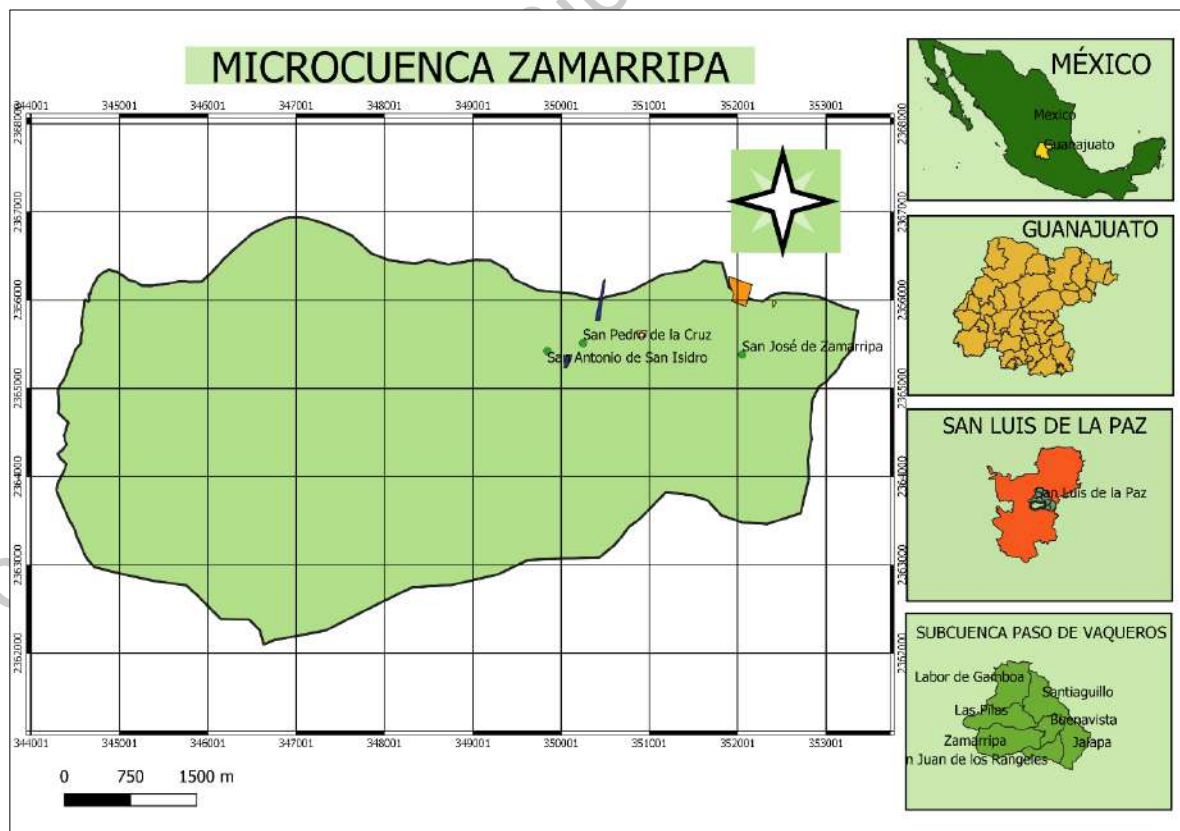


Figura 1. Localización de la Microcuenca Zamarripa.

La población de San José de Zamarripa es de 142 personas, mientras que en San Pedro de la Cruz habitan 226 personas existiendo un equilibrio entre la población femenina y la población masculina en ambas comunidades. La población económicamente activa es de 40 en San José de Zamarripa (38 hombres y 2 mujeres) y de 63 en San Pedro de la Cruz (61 hombres y 2 mujeres) (INEGI, 2011). La población masculina es principalmente quien realiza actividades económicas remuneradas. Las mujeres y hombres jóvenes han tenido la necesidad de emigrar por falta de oportunidades laborales dentro de sus comunidades. A pesar de las dificultades, las mujeres que han permanecido en las comunidades se han convertido en líderes de sus hogares e incluso en tomadoras de decisiones que competen a sus familias y a sus comunidades. La mujer participa en actividades escolares y religiosas dentro de la comunidad y es capaz de mostrar una nueva forma y dinámica social y política en sus comunidades.

El grado promedio de escolaridad de la población en San José de Zamarripa es de 4.22 años, mientras que en San Pedro de la Cruz es de 4.47 años (INEGI, 2011), se considera que este rezago educativo se pudiera atribuir a que en las comunidades no se cuenta con suficiente infraestructura escolar. En la microcuenca se cuenta con 3 escuelas primarias ubicadas en las comunidades de San Antonio de San Isidro, Zamarripa y San Pedro de la Cruz; mientras que sólo se encuentra una Escuela Telesecundaria en la comunidad vecina de San Juan de los Rangelos.

Dentro de los servicios que se ofertan en la zona existen dos casas de salud, las cuales se encuentran en las comunidades de San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz. Las viviendas tienen servicio de electricidad, pero no cuentan con drenaje, ni agua entubada (INEGI, 2011), lo que ocasiona que las personas defequen en zonas al aire libre y se vean en la necesidad de acarrear agua del río hasta sus hogares. Sus actividades económicas giran en torno al sector primario, principalmente a la agricultura de autoconsumo y al cuidado de animales domésticos.

Las costumbres y tradiciones en San Pedro de la Cruz y San José de Zamarripa se desarrollan principalmente en temas religiosos. Celebran las fiestas patronales a San José el día 19 de marzo y el 29 de junio a San Pedro, en donde se organizan para cantar las mañanitas, celebrar misa y primeras comuniones. También celebran a la Santa Cruz el 3 de mayo con misa y posteriormente comparten comida todos los asistentes. La Virgen de San Juan recorre las comunidades visitando cada casa un día al año. Otros momentos de convivencia se generan cuando llegan empleos temporales a las comunidades y desarrollan las actividades en grupos, además cuando preparan los terrenos para siembra y durante la siembra que coinciden las personas en los terrenos de las comunidades (información proporcionada por Luisa Sotelo y Araceli Becerra).

3.2 Trabajo de campo y capacitación

Durante el desarrollo de todas las actividades se interactuó permanentemente con los pobladores de las comunidades de San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz, con la intención de lograr que la capacitación promoviera y movilizara recursos y potencialidades y que las personas integraran su conocimiento sobre los beneficios que aportan el maguey, el nopal y el mezquite; para ello se llevaron a cabo recorridos de campo, dialogo y observación permanente, entrevistas semiestructuradas, un taller de capacitación en gestión y manejo integral de cuencas y una actividad de intercambio de experiencias; se dio acompañamiento en todo momento para fortalecer la comunicación, el interés, la confianza y las capacidades de los pobladores participantes.

Se utilizaron métodos mixtos para representar un conjunto de procesos sistemáticos, se recolectaron datos tanto cuantitativos como cualitativos, Tomando en cuenta las ocupaciones, así como aquellos momentos de disponibilidad de tiempo de las personas, se llevaron a cabo 15 recorridos en compañía de pobladores de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz, con la finalidad de conocer sus comunidades y sus límites, sus vías de acceso y sus caminos, sus

escuelas, templos, festividades, el tipo de vegetación y las especies vegetales presentes, el suelo, las pendientes del terreno, el cauce principal, las actividades productivas, el modo en que los pobladores utilizan los recursos, las problemáticas presentes en las familias y en las comunidades entre otros (Figura 3).

3.2.1 Entrevistas semiestructuradas.

Tomando en cuenta que desde los primeros acercamientos con pobladores de las comunidades, fueron pocas las personas interesadas en participar en el proyecto, que los SASP se pueden establecer y manejar desde pequeños espacios hasta grandes extensiones de terreno, que es más fácil manejar el territorio a pequeñas escalas y que los aprendizajes son más efectivos cuando se llevan a cabo entre pares (esto para reproducirlo posteriormente con otros pobladores de las mismas comunidades), se seleccionaron cinco personas (de ocho que se tenían contempladas inicialmente) para aplicarles las entrevistas semiestructuradas (tabla 6 en anexos), esta selección se hizo considerando el tiempo disponible de cada uno de los participantes, la apertura y la fluidez en la comunicación, además de los conocimientos y la práctica que se percibieron que tenían las personas seleccionadas durante las visitas a las comunidades, los diálogos y recorridos por la zona.

Inicialmente se platicó con dos habitantes de la comunidad de San José de Zamarripa (Mario y Sergio), a quienes se les planteó la idea del proyecto, los cuales aceptaron participar, haciéndoles mención que sería importante invitar a otras personas a que se sumaran. Posteriormente en otra visita ya había otras dos personas de la Comunidad de San Pedro de la Cruz interesadas en participar, para lo cual se llevó a cabo una visita a su domicilio para platicar y plantear la idea del proyecto. Se les invitó a que extendieran la invitación a pobladores de su comunidad y de la comunidad de San Antonio. En otra próxima visita ya se habían sumado cuatro personas de la Comunidad de San Pedro de la Cruz, con lo que ya se tenían

ocho personas. De la comunidad de San Antonio no aceptaron participar. Para aplicar las entrevistas se utilizaran las preguntas indicadas en la tabla 2.

3.2.2 Taller de capacitación en gestión y manejo integral de cuencas.

El taller tuvo la finalidad de interactuar con los pobladores participantes, socializar e intercambiar conocimientos, vivencias y experiencias y reconocer la importancia de los recursos presentes en la microcuenca, los beneficios del maguey, nopal y mezquite y la importancia y beneficios de los SASP; dirigido a los pobladores de las comunidades San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz. Se buscó la interacción y capacitación, para que los pobladores sean los generadores de sus propias soluciones, a través del conocimiento, interpretación, comprensión y transformación de su realidad (Garzón *et al.* 2009).

Teniendo de referencia los aspectos de la investigación, acción participativa, se llevó a cabo en tres momentos:

- a) El primero tuvo la intención de rescatar el conocimiento, las vivencias y experiencias de los participantes en el proceso. Mediante algunas dinámicas se hizo un diagnóstico de la situación actual, partiendo de los conocimientos y experiencias. Se analizaron las condiciones y las necesidades reales que existen.
- b) El segundo fue para complementar con fundamentación teórica y proponer alternativas de solución a los problemas identificados. Se comparó con lo conocido y trabajado por otros, buscando generar conocimientos que correspondan a los intereses y necesidades de transformación de los procesos productivos de los pobladores.
- c) El tercero fue para dar a conocer la propuesta de los Sistemas Agrosilvopastoriles y mediante un proceso de reflexión se buscó generar una propuesta consensuada para mejorar la situación problemática inicial detectada, mediante acciones para impulsar la transformación de la microcuenca y como una nueva manera de hacer las cosas para mejorar las

condiciones de vida de la población y transformar de manera positiva las condiciones productivas y de su entorno social y natural.

Para cumplir con los momentos se utilizó la programación del taller (Tabla 3), haciendo mención de las actividades y los objetivos de cada una.

3.2.3 Intercambio de experiencias

Se involucró a los participantes de este trabajo en un intercambio de experiencias para propiciar que los pobladores de San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz fortalecieran sus actividades productivas y desarrollaran su empoderamiento como manejadores de su territorio y gestores de planes y programas que incidan en la Microcuenca Zamarripa. Se involucró a los participantes en el Intercambio de experiencias en Sistemas Silvopastoriles desarrollado los días 6 y 7 de septiembre de 2019 en Santa Catarina y San Luis de la Paz, Guanajuato.

3.2.4 Gestión de recursos para desarrollar el proyecto

Considerando las instituciones que pudieran aportar para llevar a cabo el proyecto, se hizo una solicitud de donación de 2000 plántulas de mezquite (*P. laevigata*) a la Delegación de la CONAFOR en el Estado de Guanajuato el día 8 de febrero de 2019, de la cual se obtuvo respuesta satisfactoria y las plántulas nos fueron entregadas en Delegación CONAFOR Irapuato, Guanajuato el día 7 de marzo de 2019.

Por otra parte se gestionó y se dio acompañamiento a los participantes del proyecto ante la CONANP para solicitar el Proyecto “Recuperación de suelo para uso productivo” con número de folio 2628 que fue parte del Programa de conservación para el desarrollo sostenible (PROCOCODES) 2019. El cual fue autorizado por un monto de \$152,280.00 e iniciado a trabajar en la segunda quincena de agosto de 2019.

3.2.5 Determinación de zonas prioritarias de atención para establecer SASP

Se utilizaron capas vectoriales de vegetación y uso de suelo a escala 1:250000, se utilizó la serie III del año 2005 y la serie VI del año 2016 que se descargaron del Portal de Geoinformación del Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad. De la página de FIRCO se descargó la capa de microcuencas, De INEGI se descargaron las cartas F14C35 A, B, C, D, E, F. Se utilizó un Sistema de Coordenadas Proyectadas con unidades en metros, se utilizó UTM Zona 14N, para cada capa utilizada se estableció de manera inmediata el SRC EPSG 32614 (WGS 84 / UTM Zone 14N). El SIG utilizado es el QGIS al cual se añaden todas las capas mencionadas, obteniéndose el mapa de la figura 2 en donde se visualizan las áreas con cambios y las zonas de mayor necesidad de intervención.

3.2.6 Diseño de plantación de los módulos agrosilvopastoriles

Los modelos de plantación fueron diseñados de acuerdo a los conocimientos y experiencias de Mario Sotelo y Sergio Sotelo de la comunidad de San José de Zamarripa que han manejado el maguey (*A. americana* y *A. salmiana*) y el mezquite (*P. laevigata*) durante aproximadamente 10 años en la Hacienda Zamarripa en donde se encuentra un sistema silvopastoril con esas especies y a Rogelio Sotelo, Luisa Sotelo, Lucía González y Araceli Becerra, quienes han manejado y aprovechado la planta de nopal sin espinas (*O. ficus-indica*) en la comunidad de San Pedro de la Cruz; se considera además lo mencionado por Ríos, *et al.* (2011), que indican que el mezquite es recomendable plantarlo a distancias de 3 metros entre plantas y 3 metros entre líneas. Por su parte Efraín (2010) menciona que el nopal es recomendable plantarlo a 40 cm entre plantas y 40 cm entre líneas. Illsley (2003), menciona que el agave hay que sembrarlo a una distancia de 1 a 2 metros entre plantas.

3.2.7 Preparación del terreno, establecimiento y manejo de la plantación

Se formaron tres grupos de trabajo de acuerdo a su parentesco y a la localidad a la que pertenecen. Estos equipos llevaron a cabo las siguientes actividades:

- a) La penca de nopal se dejó deshidratar aproximadamente 15 días.
- b) Cercado de predios predios
- c) Curvas a nivel (establecer plantación siguiendo curvas a nivel)
- d) Roturación vertical del terreno
- e) Preparación de cepas de acuerdo al tamaño de las plántulas
- f) Establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles con las especies nativas de maguey, nopal y mezquite en cinco predios

Para el nopal se sugirió dejar los tres cladodios más grandes y mejor formados y cosechar los restantes, para la siguiente generación dejar dos cladodios por cada uno anterior y cosechar los restantes igual que en proceso anterior. La siguiente generación de cladodios se aprovechara completamente; ya sea como nopal verdura o como forraje para los animales.

En cuanto a las plantas de maguey a partir de los tres años se pueden podar las pencas inferiores, las cuales servirán como forraje para los animales de los pobladores. Los hijuelos se pueden aprovechar para continuar extendiendo la plantación o para su venta.

Finalmente se llevaron a cabo mediciones de las plántulas para determinar sobrevivencia, altura y cobertura a los tres meses de realizada la plantación.

3.2.8 Análisis de la percepción, conocimiento y apropiación de los pobladores involucrados respecto al manejo de los SASP en la Microcuenca Zamarripa.

Este análisis se hizo por medio de testimonios de los actores involucrados en el establecimiento y manejo de los módulos de SASP, siguiendo una guía de entrevista semiestructurada (Tabla 13), ya que se consideró necesario conocer su sentir respecto al trabajo desarrollado y la pertinencia y apropiación de los SASP establecidos en San Pedro de la Cruz y en San José de Zamarripa de la microcuenca Zamarripa.

4. Resultados

4.1 Morfometría y características de la Microcuenca Zamarripa

El área de la microcuenca es de 2814 ha, con una altitud media de 2230 m y cuyo cauce principal corre 10.65 km y tiene forma alargada (tabla 1).

Tabla 1. Parámetros morfométricos de la Microcuenca Zamarripa

Parámetro	Valor	Unidad de Medida
Área	2814	ha
Perímetro	25.176	km
Longitud transversal	9.114	km
Longitud de corrientes	54.61	km
Longitud del cauce principal	10.65	km
índice de compacidad	1.32	oval oblonga
Factor de forma	0.25	alargada
Altitud media	2230	m
Pendiente media del cauce principal	3.35	suave
Pendiente media de la cuenca	23.2	accidentada
Densidad de drenaje	1.96	moderada
Número total de corrientes	101	
Orden de corrientes	4	
Densidad hídrica	3.55	Cauces/km ²
Tiempo de concentración	1.43	hr

Fuente: Información de CONABIO e INEGI

En la zona se encuentran mayormente suelos Feozem en 61.7%, suelos delgados, con bajo contenido de materia orgánica, observándose erosión en cárcavas y mayormente laminar. El uso de suelo es para agricultura de temporal y pastizal inducido, los tipos de vegetación son: bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral crasicaule y pastizal natural. En la microcuenca se encuentran elevaciones desde los 1900 a los 2500 msnm, con terrenos accidentados. Al este se encuentra la Sierra Gorda. El clima predominante es semiárido con lluvias en verano, con

temperatura anual promedio de 17.3°C y precipitación media anual de 460.6 mm. La región es muy propensa a heladas en los meses de septiembre a marzo, así mismo a las sequías que pueden presentarse de septiembre hasta junio.

La mayor parte de la superficie es de agostadero presentando diferentes asociaciones vegetales, arbustivas y arbóreas. La condición de la vegetación de estos terrenos es de regular a malo, debido a que el manejo de ganado no tiene control, la carga animal está por encima de las propuestas por COTECOCA (2014), lo cual ocasiona baja disposición de alimento para el ganado. La agricultura en su totalidad es de temporal, con cultivos de maíz y frijol mayormente, y avena en cantidades pequeñas.

El mapa de la figura 2 indica las categorías resultantes de las variables consideradas que inciden en las zonas consideradas como de urgente intervención, debido a que existe un proceso acelerado de pérdida de suelo asociado a la escasa vegetación existente. Las zonas más oscuras representan aquellos terrenos que han sufrido mayor degradación en los últimos quince años, lo cual se corroboró directamente en campo y se encontraron coincidencias; en los terrenos de las partes media y baja de la microcuenca principalmente, que han sido utilizados para pastoreo y en donde aún se continua con esta práctica, es recomendable y factible realizar acciones de conservación y restauración y pueden ser considerados como terrenos con potencial de ser intervenidos con Sistemas Agrosilvopastoriles.

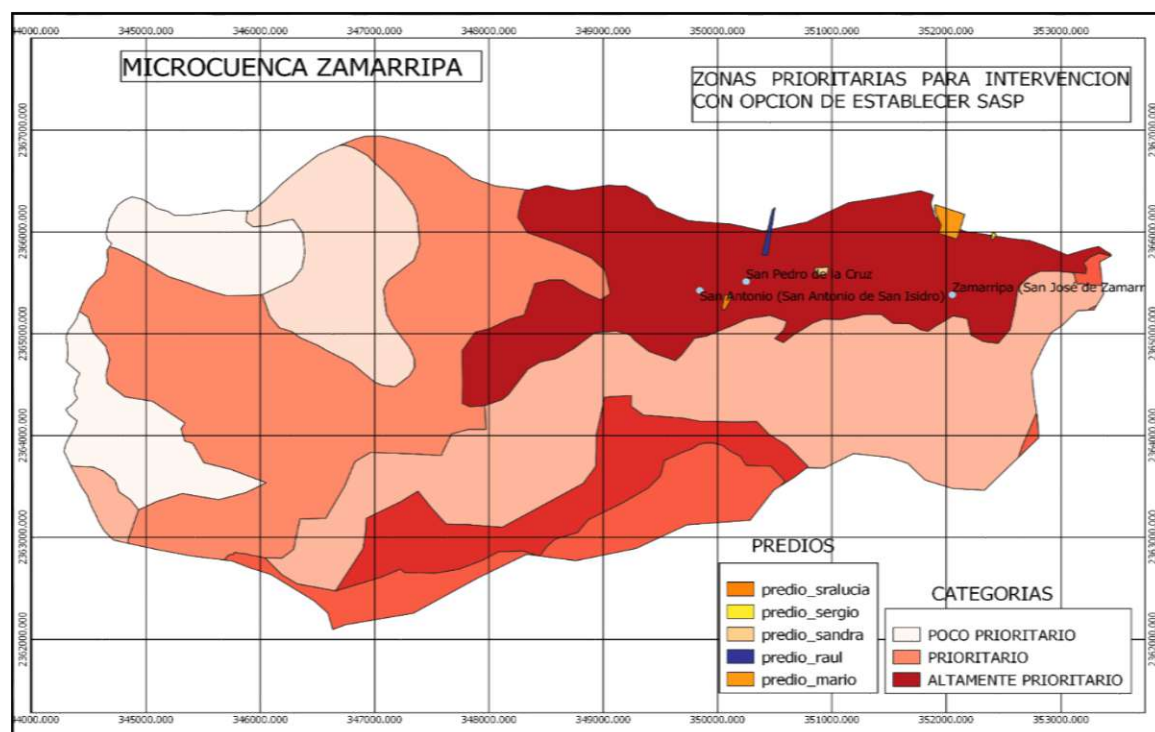


Figura 2: Zonas prioritarias para intervención con SASP.

Fuente: Información de INEGI

4.2 Condiciones de las comunidades San José de Zamarripa y San Pedro de la cruz

En los terrenos de las zonas funcionales media y baja de la microcuenca, hay pocos terrenos dedicados a la agricultura, lo cual se asocia a lo que los pobladores mencionan que cada año que pasa es más difícil ya que las lluvias son cada vez más espaciadas y muy difícil predecir cuándo caerán las primeras, por lo cual cosechan poco. El ganado que poseen está mal alimentado por la escasez de forraje; por lo que cada año se les mueren algunos. Las problemáticas del ganado y de la agricultura ocasionan problemas económicos, desnutrición y problemas de salud en las familias, desapego de los recursos naturales y de las actividades agropecuarias, migración de las comunidades y desintegración familiar. Observando los terrenos, se considera que tienen potencial para desarrollar Sistemas Agrosilvopastoriles con plantas nativas de maguey, nopal y mezquite,

similar a la plantación de maguey y mezquite que se encuentra en la hacienda Zamarripa de la localidad San José de Zamarripa (Figura 3)



Figura 3. Recorridos por las comunidades de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz
Fotografías: Alicia Zarate Martínez

El tipo de vegetación predominante es matorral xerófilo (Figura 4) con las especies que caracterizan esta comunidad vegetal que tienen una altura media de 2.0 m y son: nopal (*Opuntia* sp.), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), ocotillo (*Karwinskia humboldtiana*), engorda cabra (*Dalea* sp), pirul (*Schinus molle*), huisache (*Acacia* sp), mezquite (*Prosopis laevigata*), maguey verde (*Agave salmiana*), órganos (*Pachycereus marginatus*), biznaga (*Echinocactus platyacanthus*), cardón (*Cylindropuntia rosea*), uña de gato (*Mimosa biuncifera*), una planta que los pobladores nombran cashtinini (*Verbesina serrata*). También se encuentran presentes pastos nativos como el navajita (*Bouteloua gracilis*) y el banderita (*Bouteloua curtipendula*).



Figura 4. Vegetación en Microcuenca Zamarripa

Los suelos de la zona funcional media presentan rocas en un 20 - 40 %, con pendientes entre 5 y 15°, en los cuales se observó erosión hídrica y eólica debido a que existe poca vegetación que protege la capa superficial del suelo; también se observaron cabezas de ganado bovino y unos pocos caballos y burros pastoreando la escasa vegetación, cabe mencionar que el pastoreo se realiza libremente, no hay manejo del pastoreo de ganado, es decir no hay rotación de potreros (Figura 5).



Figura 5. Suelos y ganadería en Microcuenca Zamarripa

Las mujeres continúan lavando en el río y obteniendo agua del mismo para consumo en los hogares (Figura 6), debido a que no cuentan con agua potable. Al existir poca vegetación, no hay forraje suficiente para los animales, lo cual causa disminución de los parámetros productivos y además se presentan enfermedades que causan muertes en la temporada de estiaje.

Al existir escasa cobertura vegetal, aumenta la erosión hídrica, no hay retención de humedad ni infiltración de agua, y esta corre pendiente abajo arrastrando rocas pequeñas, arena y suelo, causando además escasez de agua en sus pozos para consumo humano que hacen sobre el lecho del río. Aunado a lo anterior se suma el abandono por parte de las autoridades hacia los habitantes de las comunidades de la microcuenca Zamarripa, que no les proveen de agua potable y no se preocupan por desarrollar y apoyar actividades agropecuarias que les permitan mejorar su calidad de vida, tampoco por mejorar las condiciones ambientales de la microcuenca.



Figura 6. Mujeres lavando en el río y pozo que utilizan para obtener agua
Fotografías tomadas por Luisa Sotelo González

La ganadería es una actividad importante, seguido de la agricultura de temporal, se observaron 21 parcelas en la zona funcional media, en las cuales se siembra maíz, frijol, calabaza y avena. (Tabla 4).

4.3 Visualización de la microcuenca por los pobladores

Debido a que las lluvias en la microcuenca se presentan de manera errática; los productores no cuentan con una planeación ni con estrategias de producción que les permita mejorar sus cosechas e incrementar sus ingresos o hacer un mejor uso de la tierra, aunado a la falta de organización e iniciativa que los impulse a cambiar su modo y su visión de producción, ya que continúan cultivando solamente maíz y frijol. Derivado de lo anterior muchos pobladores emigran hacia Estados Unidos o se ocupan como albañiles, jornaleros, o se contratan en fábricas y en invernaderos de San Luis de la Paz y San José Iturbide Guanajuato. Además, muchas familias se sostienen de remesas enviadas por familiares desde Estados Unidos.

Los terrenos de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz son de pequeña propiedad, lo cual le ha permitido a algunos de los pobladores cuidar sus terrenos y planear actividades de recuperación de su entorno. A pesar de las dificultades que se les presentan año con año de plagas en sus cultivos, de enfermedades en sus animales y de cosechas raquíticas, desean seguir trabajando en el campo, porque consideran que es importante para ellos y sus familias, porque toda su vida lo han

hecho y le tienen amor a su tierra y quisieran que las generaciones más jóvenes también lo hicieran.

Se desarrolla agricultura, pero de temporal y con limitantes económicas para la compra de insumos; los cultivos que se desarrollan son: maíz, frijol, avena, calabaza, chícharo y lenteja; y son totalmente para autoconsumo. Estos cultivos por ser de temporal dependen de la lluvia, la cual es muy escasa y se retrasa mucho, afectando los cultivos ya que las heladas se presentan desde el mes de septiembre. Las plagas que se presentan son la palomilla blanca, el borreguillo y el gusano cogollero que atacan principalmente a frijol y en menor grado al maíz (Tabla 5).

Hace 15 – 20 años las primeras lluvias del año se presentaban a partir de marzo y llovía en mayor cantidad, además las lluvias estaban más distribuidas durante el año y le permitía a los pobladores sembrar en abril – mayo y cosechar antes de que comenzaran los meses. La cosecha era mayor que en el presente y había más seguridad en la obtención de una buena cosecha.

Se tienen bovinos, ovinos, equinos, porcinos y gallinas; animales destinados generalmente para autoconsumo y para venta cuando a las familias se les presentan problemas económicos por falta de trabajo o por enfermedades. Se presentan problemas de desnutrición además de presencia de garrapatas, enfermedades y muerte en la época de estiaje donde tienen poco acceso al agua en cantidad y calidad; en los terrenos no hay árboles en donde los animales pudieran sombreadarse y además no tienen suficiente forraje para alimentarse por lo que frecuentemente sus dueños tienen necesidad de comprar pacas de forraje.

Hace 15 - 20 años había más vegetación en los terrenos de la microcuenca, pero el manejo inadecuado del pastoreo ha sido una de las principales causas de la deforestación y de la pérdida de vegetación. Los terrenos eran de uso común y la cantidad de animales y su manejo no estaba controlado, por lo que los animales

podían andar libremente causando daño y pérdida de especies y del suelo. Generalmente no se respeta la capacidad de carga lo cual siempre ocasiona daños irreversibles a los ecosistemas. Es por ello que en el presente los animales carecen de forraje suficiente. Se tiene conocimiento de los usos y beneficios del maguey, nopal y mezquite, sin embargo, no se han llevado a cabo acciones suficientes para su conservación y para la restauración de los terrenos con estas especies que no solo brindan beneficios ecológicos, sino que se obtienen múltiples beneficios de ellos.

Se tienen familias pequeñas, de cuatro a seis integrantes y que toda la vida han vivido en las comunidades de la microcuenca, nacidas ahí mismo. Solo dos familias nacieron en otra comunidad pero de la misma microcuenca y se fueron a vivir a San Pedro de la Cruz. Obtienen ingresos de las actividades en el campo, empleándose en algunos trabajos de manera temporal, a veces apoyados por familiares radicados en Estados Unidos o que trabajan como obreros en fábricas de San Luis de la Paz.

Se enfrentan a diversos problemas de los cuales los más mencionados son la carencia de trabajo constante, que afecta económicamente a las familias y limita su calidad de vida, las enfermedades respiratorias que se presentan en el invierno y las enfermedades gastrointestinales que son frecuentes en temporada de mucho calor y poca agua. Las sequías prolongadas ocasionan no solo problemas para que las actividades agropecuarias se puedan llevar a cabo sino que afectan el abastecimiento para consumo humano, ya que la mayoría de las personas obtienen el agua de los ríos y arroyos cuando el agua se encuentra circulando por la microcuenca, y el resto del año hacen pequeños pocitos sobre el río buscando agua para consumo humano y para darle de beber a sus animales. Cada año se agrava la situación de la falta de agua. En 2018 y 2019 tuvieron que comprar agua de garrafón y hacer solicitudes a la Presidencia Municipal para que les proveyeran agua de pipa, sin embargo, en el 2019 no se recibió agua debido a que también se tuvo escasez de agua en la cabecera municipal.

Según mencionan los entrevistados, la mayoría de las personas que habitan en la microcuenca no quieren involucrarse ni participar en actividades de mejora de sus comunidades, a menos que reciban algún estímulo económico o material, porque así se les ha acostumbrado. Es por ello que se tienen caminos en malas condiciones y la gente no participa ni coopera en su mantenimiento y mejora. Se tiene el proyecto de proveer agua entubada a las comunidades pero la gente no está dispuesta a pagar el costo de la tubería. Este es un problema complicado ya que en ocasiones causa diferencias entre los habitantes, lo cual limita la realización de proyectos para las personas que si están dispuestas a gestionar, participar y mejorar su entorno y la calidad de vida propia y de sus familias.

Resultado de las entrevistas se destaca que:

- Los pobladores de las comunidades de la Microcuenca Zamarripa en general desconocen sobre el concepto de cuenca, su estructura y funcionamiento, pero están desarrollando conciencia ecológica y están dispuestos a obtener capacitación para mejorar las condiciones de sus terrenos y de su entorno.
- Están conscientes de que en el pasado no se hicieron las cosas de manera adecuada, que el manejo del ganado y la extracción de productos del campo fueron de manera excesiva y que eso ocasiono que los recursos naturales se fueran perdiendo. Indican que están dispuestos a trabajar duro y que es importante llevar a cabo reforestaciones con mezquite, que se necesita volver a plantar maguey, que también es importante el nopal y que las plantas del lugar son las más adecuadas para utilizar y recuperar el suelo y la biodiversidad; que con ello se pueden obtener beneficios en el suelo y mucho forraje para alimentar a sus animales.
- Creen que en un futuro las condiciones en su entorno se mejorarán si comienzan a trabajar sus terrenos de manera integral, mediante el uso de maguey, nopal y mezquite y que las familias y las generaciones futuras vivirán mejor.

4.4 Capacitación y fortalecimiento de capacidades en gestión y manejo integral de cuencas y de sistemas agrosilvopastoriles a pobladores de la Microcuenca Zamarripa

Las personas participantes elaboraron un listado de los usos y lo que obtienen del maguey (forraje, aguamiel, pulque, quiote), el nopal (nopalitos, tunas, colonche, forraje) y del mezquite (forraje, leña, nidos para aves) (tabla 6); y un listado de especies de flora y fauna que se pueden encontrar en su territorio, entre los que se pueden mencionar animales como conejos, zorrillos, víboras, ardillas, águilas, zopilotes, tejones, correccaminos, abejas y plantas como mezquites, nopales, magueyes, garambullos, uña de gato, huizaches, y biznagas entre otras (Tabla 7); aunque reconocen que algunas ya se encuentran muy escasas y otras casi ya desaparecidas, y esto lo asocian a la pérdida de vegetación por manejo inadecuado del pastoreo y por personas que se dedican a la cacería.

Los pobladores elaboraron un mapa (Figuras 7 y 8) en donde señalan los límites de la microcuenca, la hacienda Zamarripa, los grandes propietarios de los terrenos, la localización de las casas dentro de cada comunidad, las iglesias, las escuelas, el río principal, los arroyos, los terrenos en donde desarrollan agricultura, en donde pastorean su ganado, en donde han observado la fauna silvestre y vegetación nativa. Indican cuales son los terrenos en donde se pudieran establecer sistemas agrosilvopastoriles y se realiza un recorrido por los terrenos para verificar los límites de las comunidades (Figura 9).



Figura 7. Pobladores de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz
Fotografía tomada por Alicia Zarate Martínez



Figura 8. Mapas de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz. Elaborados por participantes

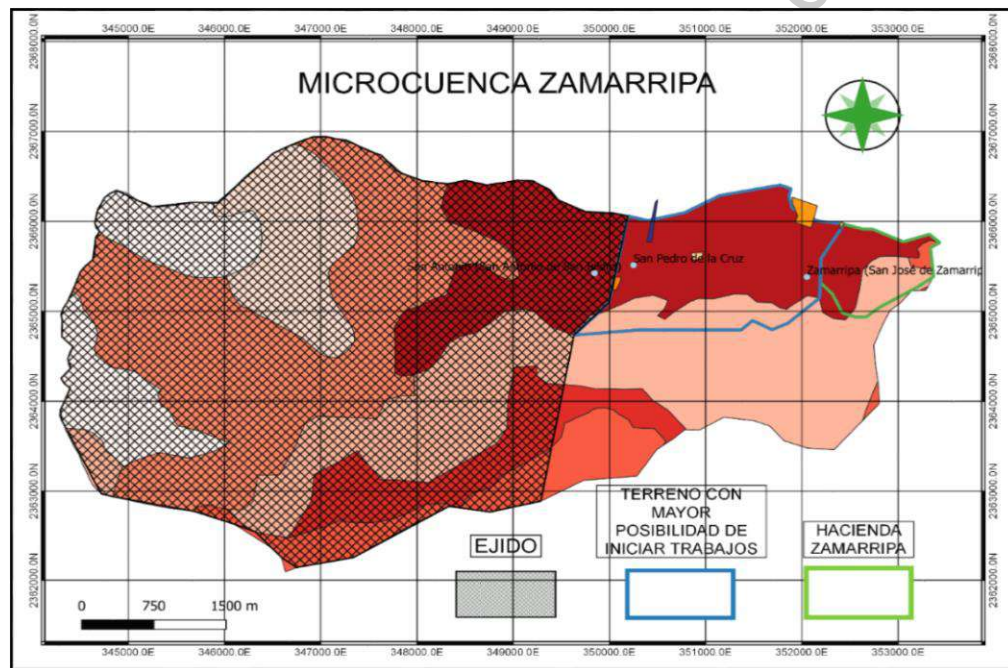


Figura 9. Terreno con mayores posibilidades de establecer SASP, ejido y hacienda Zamarripa.

Fuente: Información de INEGI

Se conocen las condiciones de la vegetación en aquellos terrenos que se encuentran cercados. Son conscientes del cambio que se observa en los terrenos de la Hacienda Zamarripa en donde desde hace quince años plantaron maguey de la especie americana y también plantaron mezquite, ya que en los terrenos de dicha hacienda se observa vegetación constante todo el año, lo cual significa forraje para los borregos que ahí se encuentran. Comparando esos terrenos con los suyos

entienden que hay mucha diferencia y entienden que el maguey y el mezquite son importantes para el suelo y para proveer de forraje al ganado.

Se elabora un listado de las especies animales y vegetales que han existido en la microcuenca (Tabla 8) y algunos usos que les han dado, entre los cuales se puede mencionar el conejo, liebre, tlacuache, ratas de campo y otros utilizados como alimento, el hígado del zorrillo con fines medicinales, por otro lado el mezquite y el huizache para forraje y para leña principalmente, nopal, para alimento y para cercos vivos, maguey para forraje, alimento y cercos vivos; algo destacable sobre el maguey, es que refirieron que antes todas las casas eran de adobe y que los techos eran de penca de maguey unidas con lodo en el que revolvían tierra y abono de vaca y que las casas eran frescas en temporada de calor y durante el invierno las casas se mantenían cálidas; que también cocían el quiote en hornos caseros, que su sabor era diferente al quiote que hoy se vende, que era más jugoso y más natural y que era costumbre raspar los magueyes y aprovechar el aguamiel, la cual cocían y se consumía en un plato con pedazos de tortillas y era un alimento esencial en muchas casas, sobre todo para los niños.

Expresaron que antes del año 2000 las personas poseían muchas cabezas de ganado y que había mucha vegetación para alimentarlas, sin embargo se fueron acabando los magueyes, los nopales y los pastos, por lo cual los animales enflaquecieron y enfermaron y en temporada de estiaje muchos se les han muerto; además indican que los problemas más preocupantes para ellos y los demás habitantes de las comunidades son principalmente la falta de agua, las plagas y enfermedades a sus cultivos y las enfermedades en sus animales, la migración también es fuerte y afecta los lazos familiares y que la mayoría de las personas es apática y no participa ni colabora en actividades en beneficio de sus comunidades (Tabla 9).

Reunidos los participantes (Figura 10) y mediante una línea de tiempo, recordaron cómo vivían hace quince o veinte años y los cambios que han ocurrido, mencionaron que antes había mucha vegetación en los terrenos que servía de forraje a los animales y que ahora existe muy poco forraje en los terrenos, que tienen que comprar pacas de forraje y que aun así los animales se les enferman y se les mueren; que existen algunos nopales y magueyes en los terrenos de personas que los cuidan, pero en la mayoría de terrenos ya no existe vegetación que pueda ser aprovechada como alimento o como forraje.



Figura 10. Pobladores Microcuenca Zamarripa
Fotografías tomadas por Alicia Zarate Martínez

Mediante un experimento con dos cajas inclinadas, una con tierra y vegetación y la otra solo con tierra, se mostró una simulación del comportamiento del agua de lluvia y se demostró la relación entre el agua, el suelo y la vegetación, ya que al caer el agua en la caja que contenía suelo solamente, lo arrastro pendiente abajo; y en la caja que tenía vegetación, al caer el agua quedo retenida en la vegetación y otra parte de agua se infiltró, y escurrió una mínima cantidad de agua pendiente abajo. Con lo anterior manifestaron entender la importancia de proteger el suelo con vegetación y que la plantación de maguey, nopal y mezquite es importante no solo para obtener forraje para sus animales y alimento para ellos, sino que el agua de lluvia que se infiltre o que escurra por sus arroyos y el rio va a dirigirse pendiente abajo, y que si existe vegetación en los terrenos (Figura 11), se va a retener suelo y agua.



Figura 11. Pobladores Microcuenca Zamarripa
Fotografía tomada por Alicia Zarate Martínez

Reconocieron que los terrenos de la hacienda (Figura 12) han cambiado desde que se hizo la plantación de maguey y mezquite, que esos terrenos son los únicos que siempre están verdes por la presencia de estas plantas, que los mezquites proporcionan sombra y que su ganado siempre tiene que comer a diferencia del ganado del resto de la gente que sufre por falta de forraje. Mencionaron que cuando los propietarios de la Hacienda Zamarripa plantaron maguey y mezquite, muchas personas criticaron esta actividad, pero al cabo de los años y ver los resultados reconocen que se equivocaron al juzgar dicha acción. Ahora están dispuestos a trabajar con dichas especies agregando la planta de nopal que comienza a dar frutos en menor tiempo. Rogelio Sotelo de la comunidad de San Pedro de la Cruz mencionó la importancia del nopal como forraje, ya que él mantiene con pencas de nopal a sus vacas durante la época seca de cada año.



Figura 12. Sistema agrosilvopastoril

Respecto a los aprendizajes manifestados y observados durante la capacitación, se destaca que los participantes:

- Reconocieron que para ellos son importantes los recursos suelo, agua, minerales, luz solar, el aire, las plantas y sus animales, porque conviven con ellos en su entorno y aprovechan todos esos recursos. Se les explico que es la biodiversidad y que existen recursos que se pueden recuperar, pero que también hay otros recursos naturales que si se pierden ya no se podrían recuperar o tardarían muchos años en hacerlo.
- Son conscientes que han hecho un mal manejo de los recursos, por lo que se han estado perdiendo paulatinamente. Consideran que aún están a tiempo de cambiar esa problemática y que tienen que volver a reforestar para que en un futuro sus hijos y sus nietos tengan algo que aprovechar para ellos y para sus animales y que puedan volver a tomar aguamiel y pulque, comer tunas y nopalitas y volver a consumir quiote horneado y que sus animales tengan disponibilidad de forraje.
- Manifestaron que es necesario cambiar la manera de manejar los terrenos, que es necesario reforestar y que tienen que hacerlo con plantas que sean de la misma zona, que el nopal, el maguey y el mezquite son ideales para ello, porque son plantas que ya conocen y porque ya están acostumbradas a las condiciones climáticas y de suelo que ahí se presentan, pero también mencionaron que en ocasiones se les presentan momentos complicados porque sus vecinos no quieren entender y cambiar la manera de pensar y que muchas veces les hacen destrozos a quienes si plantan un maguey o una planta de nopal, pero indicaron que aun así ellos seguirán adelante e implementaran los sistemas agrosilvopastoriles en sus terrenos.

4.5 Diseño participativo de los módulos de sistemas agrosilvopastoriles

De manera participativa se consideraron cinco diseños de plantación, los cuales se muestran en figuras 13, 14, 15, 16 y 17:

1. Plantar el *Agave americana* a una distancia de 2 m entre planta y 2 m entre surcos y 4 m entre pares de surcos (Figura 13), con lo cual se obtiene una densidad de plantación de 1650 plantas/ha. Plantar mezquite en la periferia intercalado con *Agave salmiana* (nativo del lugar) a cada 6 m (con una densidad de 60 árboles/ha, 112 agaves /ha.).

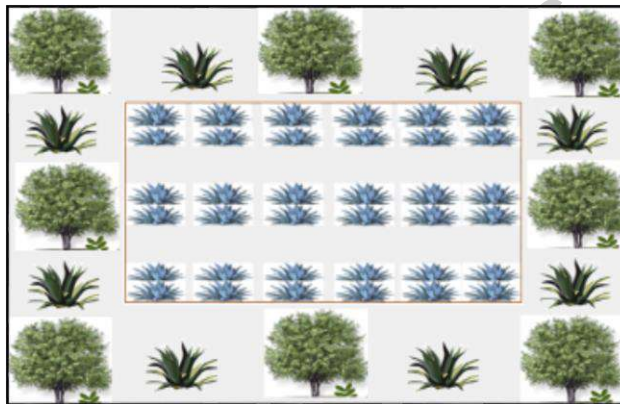


Figura 13. Marco de plantación diseño 1.

Fuente. <http://www.lasficheras.com/maguey/>. Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

2. Plantar el *Agave americana* a una distancia de 2 m entre planta y 2 m entre surcos y 4 m entre pares de surcos (Figura 14), obteniendo una densidad de plantación de 1,200 plantas/ha. A un metro de los surcos de agave plantar mezquite a 6 m entre cada uno y en la periferia intercalado con *Agave salmiana*, teniendo una densidad de 192 árboles/ha y 112 plantas de *Agave salmiana*/ha.



Figura 14. Marco de plantación diseño 2.

Fuente: <http://www.lasficheras.com/maguey/>. Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

3. Plantar una línea de nopal y una línea de agave a las distancias mencionadas para agave (2 m entre planta), 2 m hacia el siguiente surco de nopal, el nopal tenerlo a 2 m entre planta, y a 2 m entre surcos (Figura 15), obteniendo una densidad de 2000 plantas de nopal/ha y 1000 plantas de agave/ha. Colocar plantas de mezquite en los límites del módulo a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*, con una densidad de 60 árboles/ha y 112 plantas de *Agave salmiana*/ha.

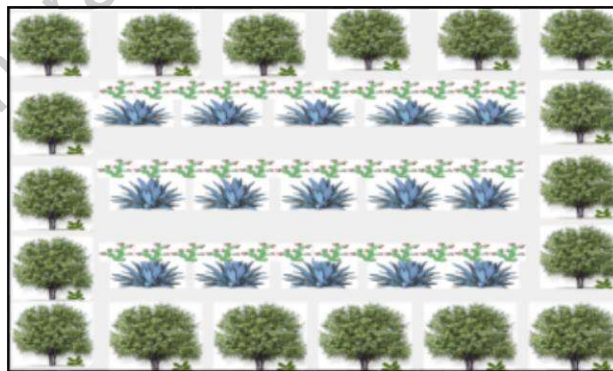


Figura 15. Marco de plantación diseño 3.

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

4. Plantar una línea de agave y una línea de nopal a las distancias mencionadas para maguey (2 m entre planta), 2 m hacia el siguiente surco de nopal, teniendo el

nopal a 2 m entre planta, y a 2 m entre surcos (Figura 16), obteniendo una densidad de 1300 plantas de nopal/ha y 650 plantas de agave/ha. Colocar plantas de mezquite en los límites del módulo y entre surcos de maguey-nopal a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*, logrando una densidad de 208 árboles/ha y 112 plantas de *Agave salmiana*/ha.

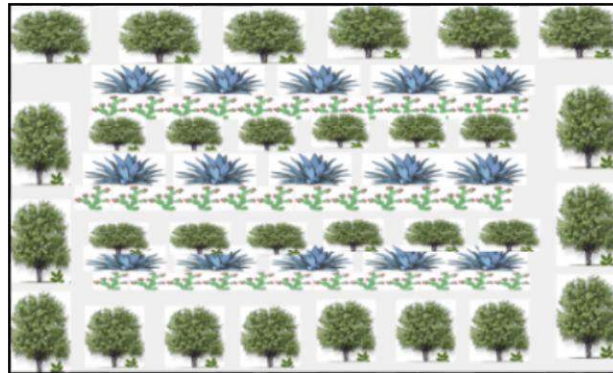


Figura 16. Marco de plantación diseño 4.

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

5. Plantar líneas de agave a las distancias mencionadas para agave (2 m entre planta), 2 m hacia el siguiente surco de agave, el nopal tenerlo a 2 m entre planta, y a 2 m entre surcos (Figura 17). Colocar plantas de mezquite en la periferia del módulo a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*, con una densidad de 60 árboles/ha y 112 plantas de *Agave salmiana*/ha.

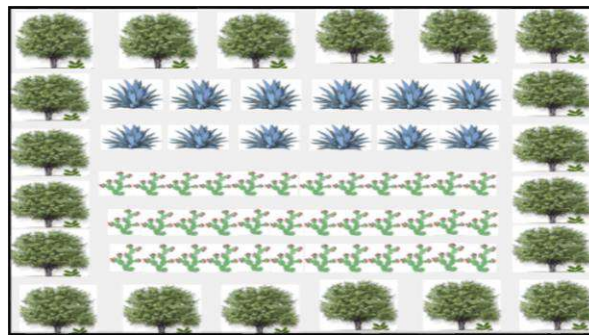


Figura 17. Marco de plantación diseño 5

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

4.6 Preparación de terreno y establecimiento de los sistemas agrosilvopastoriles

La penca de nopal se dejó deshidratar aproximadamente 15 días antes de la plantación (Figura 18),



Figura 18. Deshidratación del nopal previo a su plantación en terreno
Fotografía tomada por Alicia Zarate Martínez

Con la finalidad de proteger las plántulas de nopal, maguey y mezquite contra el pisoteo y consumo de ganado fue necesario cercar los predios (Figura 19), cuatro predios con alambre de púas y uno con malla ciclónica debido a que ingresaban cerdos y el alambre de púas no era suficiente.



Figura 19. Cercado de los terrenos.
Fotografías tomadas por Araceli Becerra y por Sergio Sotelo Becerra

Para proteger al suelo de la erosión y propiciar la infiltración de agua, la plantación se estableció siguiendo curvas a nivel (Figura 20).



Figura 20. Trazado de curvas a nivel por pobladores de Microcuenca Zamarripa
Fotografía tomada por Alicia Zarate Martínez

Considerando las condiciones de los terrenos de los pobladores participantes, solamente en un predio fue posible llevar a cabo una roturación vertical del terreno (Figura 21).



Figura 21. Roturación vertical en predio de la Comunidad de San José de Zamarripa.
Fotografía tomada por Alicia Zarate Martínez

Las cepas para maguey se hicieron de 10 a 30 cm de profundidad (de acuerdo al tamaño de la plántula), para nopal de 10 a 30 cm de profundidad y para mezquite de 20 a 30 cm de profundidad (Figura 22).



Figura 22. Preparación de cepas.

La plantación en los predios de las Comunidades San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz de la Microcuenca Zamarripa se realizó del día dos al día diez de septiembre de 2019. Los módulos se establecieron en cinco predios en la microcuenca Zamarripa, con una superficie total de 8.665 hectáreas. Dos en San José Zamarripa (Figuras 24 y 25) y tres en la Comunidad de San Pedro de la Cruz (Figuras 26, 27 y 28); la ubicación y los diseños fueron de acuerdo a las consideraciones de los participantes, los cuales quedaron establecidos con las siguientes superficies:

- 1.- Predio Mario Sotelo Becerra: 5.417 hectáreas en San José de Zamarripa
- 2.- Predio Sergio Sotelo Becerra: 0.175 hectáreas en San José de Zamarripa
- 3.- Predio Raúl: 1.577 hectáreas en San Pedro de la Cruz
- 4.- Predio Señora Lucia: 0.719 hectáreas en San Pedro de la Cruz
- 5.- Predio Señora Mercedes: 0.777 hectáreas en San Pedro de la Cruz

Para maguey se utilizaron las especies *Agave americana* de 2 años de edad y *Agave salmiana* de entre 2 y 4 años (Figura 23), la especie de *Agave americana* fue obtenida mediante plántulas desarrolladas en vivero con semilla de las plantas de la Hacienda Zamarripa de las cuales se utilizaron 4846, además 629 plántulas de *Agave salmiana* de hijuelos de plantas establecidas en la zona. Para nopal se utilizaron 1157 pencas de nopal de entre 6 y 10 meses de edad (Figura 23) de la

variedad sin espinas (*Opuntia ficus-indica*), y se encuentra también en la zona, sobre todo en la comunidad de San Pedro de la Cruz, se plantó con las caras expuestas al sol (este – oeste) y se cubrió con tierra hasta un medio de la penca. En cuanto al mezquite (*Prosopis laevigata*), se utilizaron 1171 plántulas; 400 de 12 meses de edad, donadas por CONAFOR y 771 de 8 meses de edad (Figura 23) compradas en un vivero en Salamanca Guanajuato. Las plántulas de mezquite al momento de la plantación tenían entre 40 y 60 cm de altura. Se hace hincapié en que la vegetación natural fue respetada en todos los predios.



Figura 23. Especies utilizadas.

Fotografías tomadas por Mario Sotelo Becerra y por Alicia Zarate Martínez

1.- En el predio de Mario Sotelo Becerra de la comunidad de San José de Zamarripa que consta de una superficie de 5.417 hectáreas se plantó el *Agave americana* a una distancia de 2 m entre planta y 2 m entre surcos y 4 m entre pares de surcos (Figura 14). A un lado de los surcos de agave se plantó *Prosopis laevigata* a 6 m entre cada uno y en la periferia intercalado con *Agave salmiana*.

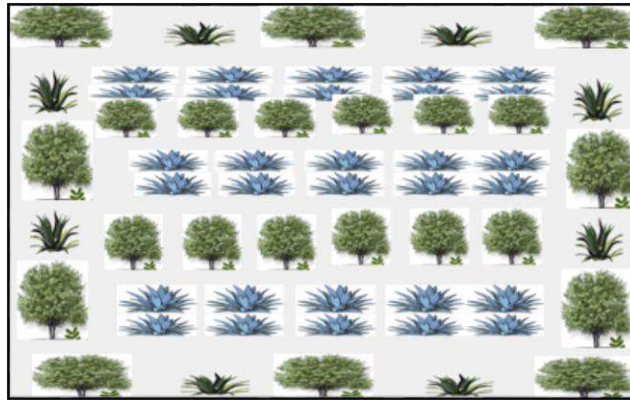


Figura 14. Marco de plantación diseño 2.

Fuente: <http://www.lasficheras.com/maguey/>; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

En este predio se establecieron 605 mezquites, 111 plántulas de maguey salmiana, 2712 plántulas de maguey americana (Tabla 10 en anexos y figura 24), dejando tres surcos con 114 cladodios de nopal cerca de la periferia. Este fue el predio de mayor superficie y en el cual se utilizó también mayor cantidad de planta, sobre todo de la especie *Agave americana*. Mario Sotelo es trabajador en la Hacienda Zamarripa, en donde ya se encuentra establecida una plantación de maguey y mezquite; razón por la cual está convencido de la importancia de estas plantas para el suelo y por el forraje que se obtiene, el cual es aprovechado por el ganado.



Figura 24. SASP establecido en el predio de Mario de la Comunidad de San José de Zamarripa

2.- En el predio de Sergio Sotelo Becerra de la comunidad de San José de Zamarripa que consta de una superficie de 0.175 hectáreas se plantaron líneas de nopal y después líneas de agave. El agave a 2 m entre planta y surco, el nopal también se colocó a 2 m entre plantas y surcos (Figura 17). Se colocaron plantas de mezquite en la periferia a 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*. El total de plantas se indica en tabla 10.

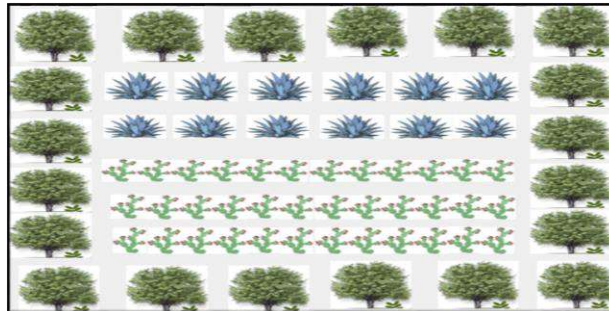


Figura 17. Marco de plantación diseño 5

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

Sergio Sotelo al igual que su hermano Mario no tenía interés en plantar nopal, sin embargo conforme se fueron realizando las actividades, se fue convenciendo de la importancia del nopal y decidió destinar parte de este predio para colocar esta planta. En este predio se establecieron 30 mezquites, 51 plántulas de maguey salmiana y 111 plántulas de maguey americana (Tabla 10 en anexos y figura 25) y 222 cladodios de nopal.



Figura 25. SASP establecido en el predio de Sergio de la Comunidad de San José de Zamarripa

3.- En el predio de la señora Lucia González Medina de la comunidad de San Pedro de la Cruz que consta de una superficie de 0.719 hectáreas se plantó una línea de nopal y una línea de agave a las distancias mencionadas para agave (2 m entre planta), 2 m hacia el siguiente surco de nopal, el nopal a 2 m entre planta. Se colocaron plantas de mezquite en la periferia a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana* (Figura 15).

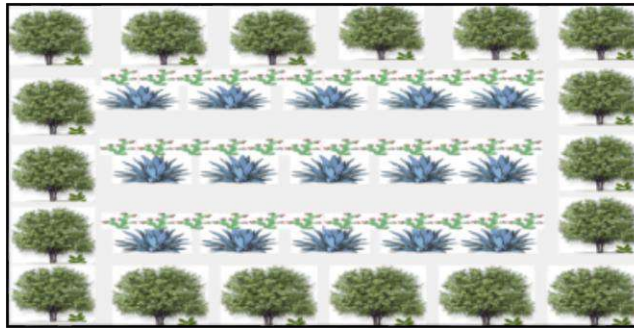


Figura 15. Marco de plantación diseño 3.

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

En este predio se establecieron 60 mezquites, 114 plántulas de maguey salmiana, 400 plántulas de maguey americana y 420 cladodios de nopal (Tabla 10 en anexos y figura 26), debido a que el terreno es pequeño y no hay acceso para vehículos o maquinaria, no se dejaron espacios entre surcos, se hizo la plantación continua de líneas de nopal seguidas de líneas de maguey, con mezquite y *Agave salmiana* en la periferia.

Este predio fue necesario cercarlo con malla ciclónica debido a su cercanía con un camino vecinal y que se encuentra a un costado del río, en el punto en donde las personas hacen pequeños pozos para obtener agua, y en donde las mujeres de la comunidad lavan su ropa durante todo el año, lo cual genera también presencia de animales como cerdos y gallinas que ingresaban al predio y causaban destrozos en la vegetación existente.



Figura 26. SASP establecido en el predio de Lucia González en comunidad San Pedro de la Cruz

4.- En el predio de Raúl Cruz Prado de la comunidad de San Pedro de la Cruz que consta de una superficie de 1.577 hectáreas se plantaron líneas de agave y después líneas de nopal; el agave a 2 m entre planta y surco, el nopal también se colocó a 2 m entre planta y surco (Figura 17). Se colocaron plantas de mezquite en la periferia a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*.

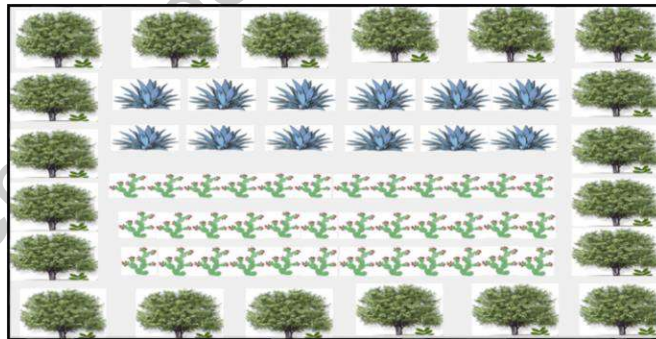


Figura 17. Marco de plantación diseño 5

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

En este predio se establecieron 400 mezquites, 100 plántulas de maguey salmiana, 800 plántulas de maguey americana y 203 cladodios de nopal (Tabla 10 en anexos y figura 27); debido a que este terreno es pequeño y no tiene acceso para vehículos o maquinaria, no se dejaron espacios entre surcos, se hizo la plantación continua

de líneas de *Agave americana* y después algunas líneas de nopal, con mezquite y *Agave salmiana* en la periferia.



Figura 27. SASP establecido en el predio de Raúl de la Comunidad de San Pedro de la Cruz

5.- En el predio de Sandra Moreno de la comunidad de San Pedro de la Cruz con una superficie de 0.777 hectáreas se plantaron líneas de agave y después líneas de nopal, el agave a 2 m entre planta y surco, el nopal también se colocó a 2 m entre planta y surco, (Figura 17). Se colocó mezquite en la periferia a una distancia de 6 m entre cada uno intercalado con *Agave salmiana*.

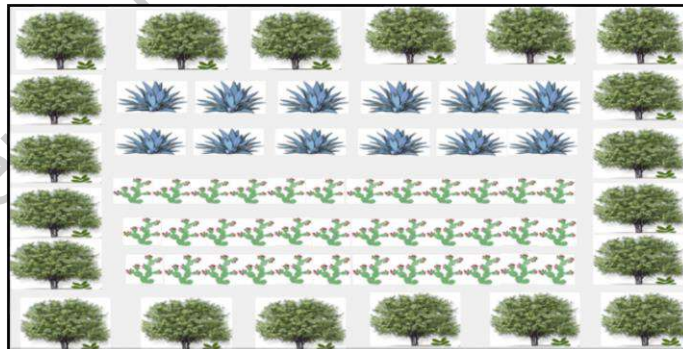


Figura 17. Marco de plantación diseño 5

Fuente: Lesia Pablenco; Aleksandra Sabelskaya; Robert O'Brien

En este predio se establecieron 76 mezquites, 253 plántulas de maguey salmiana, 823 plántulas de maguey americana y 198 cladodios de nopal (Tabla 10 en anexos y figura 28); debido a que este terreno es pequeño y no tiene acceso para vehículos,

además de la gran cantidad de material rocoso, no se dejó espacios entre surcos, se hizo la plantación continua de líneas de *A. americana* y después algunas líneas de nopal, con mezquite y *A. salmiana* en la periferia. En este predio se encontraban especies nativas como garambullos, nopal cardón, uña de gato, huizaches, mezquites, nopal arton, cashtinini y otras, las cuales fueron respetadas. La plantación se llevó a cabo en líneas pero solo en los espacios que no estaban ocupados por alguna planta ya establecida.



Figura 28. SASP establecido en el predio de Sandra de la Comunidad de San Pedro de la Cruz

4.7 Condiciones de la plantación

1. Predio de Mario Sotelo

En este predio el porcentaje de sobrevivencia para *P. laevigata* fue de 95 %, para *O. ficus-indica* de 94 %, para *A. salmiana* de 96.4 % y para *A. americana* de 96 % (Tabla 11), se observó que las plantas de mezquite y nopal fueron atacadas por roedores. Durante 3 meses y medio posterior a la plantación, solo se aplicó un riego de auxilio.

La altura y cobertura promedio de *P. laevigata* fue de 35.06 cm \pm 11.66 cm y 123.52 cm² \pm 89.23 cm², para *A. salmiana* de 18.74 cm \pm 7.21 cm y de 242.84 cm² \pm 156.43 cm², para *A. americana* de 11.57 cm \pm 4.02 cm y 114.76 cm² \pm 90.86 cm². En *A. salmiana* la categoría de tamaño que más plantas presento fue de 6 a 21 cm, en *A. americana* fue de 1 a 10 cm y en *P. laevigata* fue en el rango de 20 a 39 cm (Figura 29).

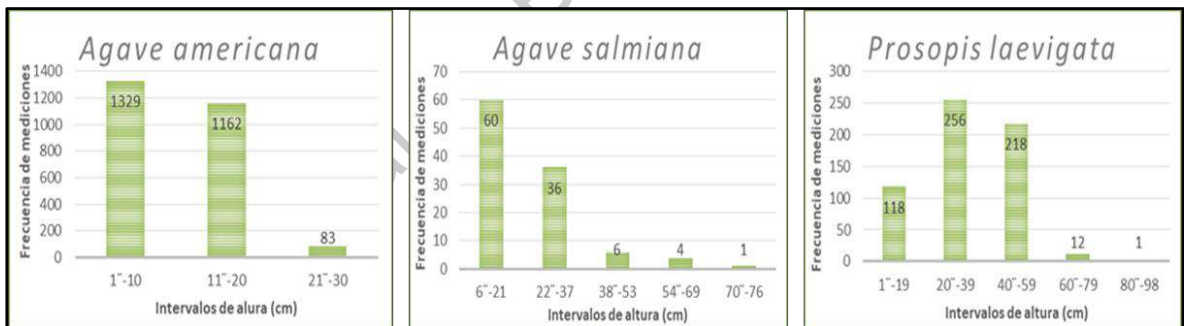


Figura 29. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plantas en predio de Mario

2. Predio de Sergio Sotelo

En este predio el porcentaje de sobrevivencia para *P. laevigata* fue de 100 %, para *O. ficus-indica* de 91.5 %, para *A. salmiana* de 94 % y para *A. americana* de 96.4% (Tabla 11), se observó que las plantas de mezquite y nopal fueron atacadas por roedores.

La altura y cobertura promedio de *P. laevigata* fue de 32.47 cm \pm 9.66 cm y 39.06 cm² \pm 20.41 cm², para *A. salmiana* de 22.89 cm \pm 5.08 cm y de 293.38 cm² \pm 128.27 cm², para *A. americana* de 8.76 cm \pm 2.49 cm y 53.62 cm² \pm 32.82 cm². En *A. salmiana* la categoría de tamaño que más plantas presento fue de 26 a 41 cm, en *A. americana* fue de 6 a 10 cm y en *P. laevigata* fue en el rango de 35 a 49 cm (Figura 30).

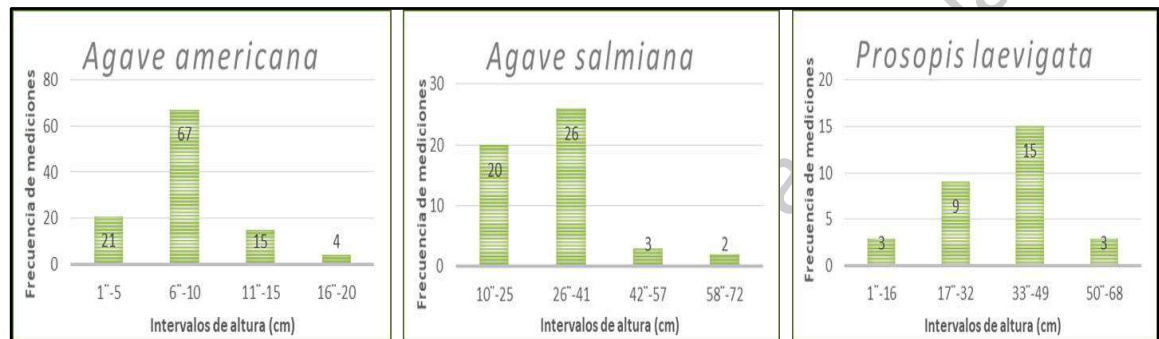


Figura 30. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Sergio

3. Predio de Lucia González

En este predio el porcentaje de sobrevivencia para *P. laevigata* fue de 86.6 %, para *O. ficus-indica* de 97.9 %, para *A. salmiana* de 100 % y para *A. americana* de 100 % (Tabla 11). Se observó que las plantas de nopal y de mezquite fueron atacadas por roedores y por hormigas.

La altura y cobertura promedio de *P. laevigata* fue de 28.89 cm \pm 13.53 cm y 30.4 cm² \pm 21.87 cm², para *A. salmiana* de 27.36 cm \pm 8.05 cm y de 956.81 cm² \pm 582.64 cm², para *A. americana* de 11.52 cm \pm 3.63 cm y 206.56 cm² \pm 149.7 cm². En *A. salmiana* la categoría de tamaño que más plantas presento fue de 13 a 25 cm y de 26 a 38 cm, en *A. americana* fue de 11 a 15 cm y en *P. laevigata* fue en el rango de 30 a 44 cm (Figura 31).



Figura 31. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Lucia González

4. Predio de Raúl Cruz Prado

En este predio el porcentaje de sobrevivencia para *P. laevigata* fue de 80.5 %, para *O. ficus-indica* de 85.7 %, para *A. salmiana* de 100 % y para *A. americana* de 93.1 % (Tabla 11). Se observó que las plantas de nopal y de mezquite fueron atacadas por roedores.

La altura y cobertura promedio de *P. laevigata* fue de 39.5 cm \pm 13.01 cm y 212.1 cm² \pm 178.02 cm², para *A. salmiana* de 35.29 cm \pm 10.37 cm y 1808.37 cm² \pm 1466.26 cm², para *A. americana* de 11.46 cm \pm 4.58 cm y 155.5 cm² \pm 128.77 cm². En *A. salmiana* la categoría de tamaño que más plantas presento fue de 38 a 56 cm, en *A. americana* fue de 11 a 20 cm y en *P. laevigata* fue en el rango de 21 a 40 cm (Figura 32).

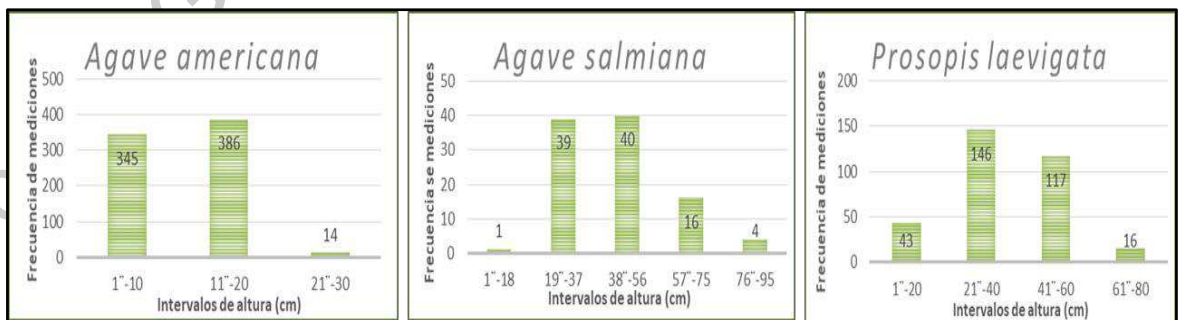


Figura 32. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Raúl

5. Predio de Sandra Moreno

En este predio el porcentaje de sobrevivencia para *P. laevigata* fue de 36.8 %, para *O. ficus-indica* de 42.9 %, para *A. salmiana* de 97.6 % y para *A. americana* de 66.5 % (Tabla 11). Se observó que las plantas de nopal y de mezquite fueron atacadas por roedores.

La altura y cobertura promedio de *P. laevigata* fue de 18.27 cm \pm 14.45 cm y 0.785 cm² \pm 0.00004 cm², para *A. salmiana* de 20.78 cm \pm 7.89 cm y 262.56 cm² \pm 167.27 cm², para *A. americana* de 6.61 cm \pm 3.54 cm y 4.31 cm² \pm 4.91 cm². En *A. salmiana* la categoría de tamaño que más plantas presento fue de 17 a 33 cm, en *A. americana* fue de 7 a 12 cm y en *P. laevigata* fue en el rango de 11 a 20 cm (Figura 33).

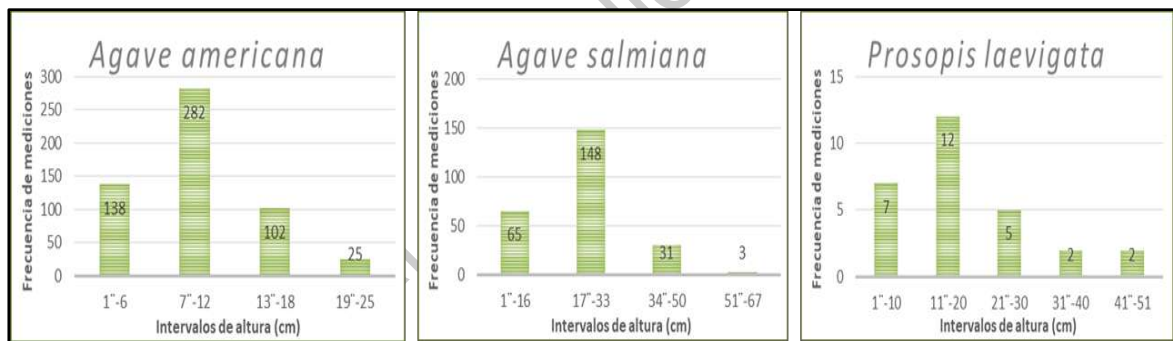


Figura 33. Rangos de altura y la frecuencia de presencia en plántulas en predio de Sandra

De manera general, se tuvieron los resultados totales de sobrevivencia por predio de las plantas de *A. americana*, *A. salmiana* y *P. laevigata* como lo indica la tabla 11 en anexos y las figuras 34 y 35 por especie y por predio.

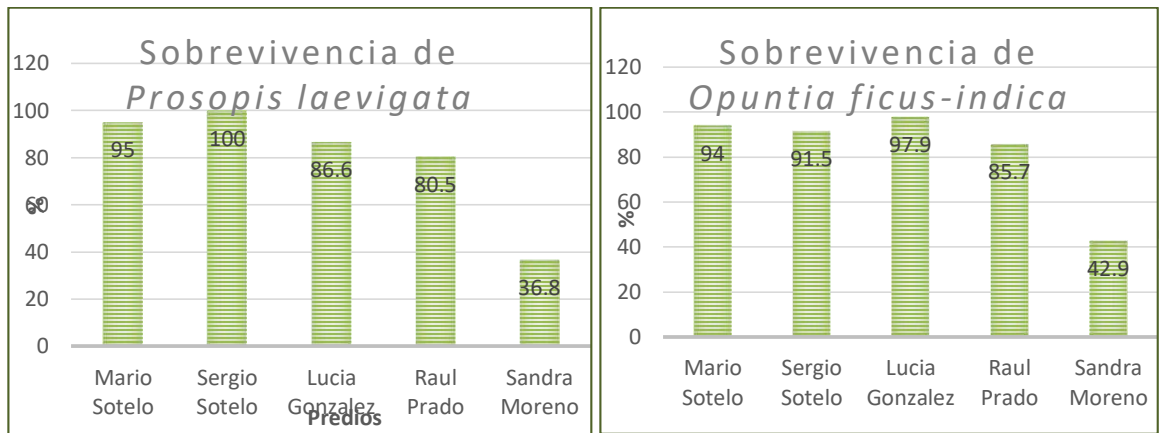


Figura 34. Sobrevivencia de *Prosopis laevigata* y de *Opuntia ficus-indica*.

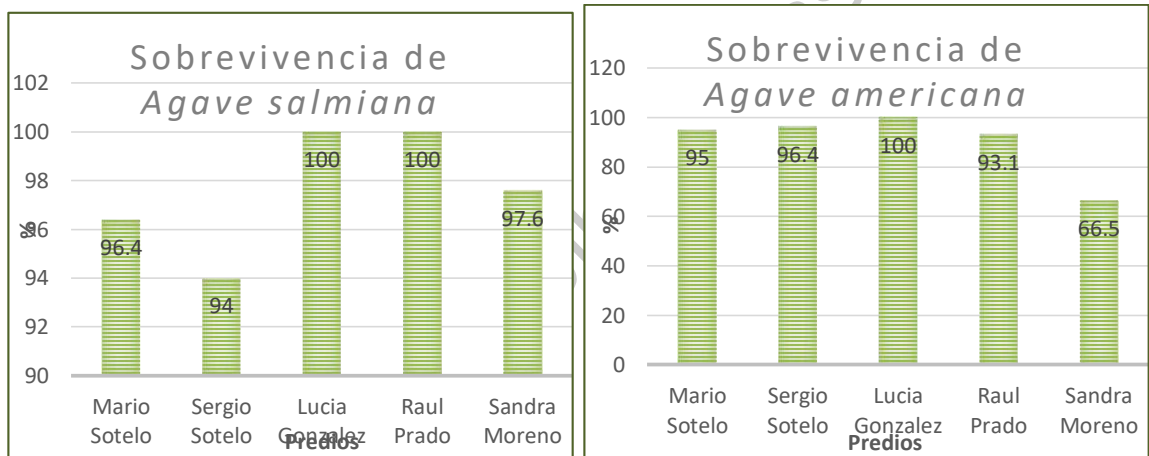


Figura 35. Sobrevivencia de *Agave salmiana* y de *Agave americana*

4.8 Percepción, conocimiento y apropiación de los pobladores involucrados respecto al manejo de los SASP en la Microcuenca Zamarripa.

Los participantes de este proceso manifestaron que comprenden qué es una cuenca, que tiene una parte alta, una parte media y una parte baja. Que el agua y el suelo se desplazan de las partes altas hacia las partes bajas porque así lo han visto en los terrenos de sus comunidades. Que el agua escurre y corre por pequeños arroyos que se forman cuando llueve y se van juntando en un río principal que se dirige hacia la parte baja de su microcuenca. Que en este territorio se encuentran árboles, plantas, pastos, animales (domésticos y silvestres) y la gente que vive en las comunidades. Que las personas necesitan cuidar sus recursos para poder aprovecharlos en beneficio de ellos y de sus animales.

Entienden que un sistema agrosilvopastoril es aquel que tiene árboles, plantas diversas, pastos, cultivos que se pueden desarrollar (nopal, maguey, maíz, frijol, calabaza) y que además incluye animales que se pueden alimentar con el forraje que se produzca de los árboles, los pastos, las plantas y los cultivos. Que estos sistemas establecidos en la parte media-alta de la microcuenca les servirán para atraer aves y otros animales que se han estado alejando o perdiendo. Que pueden utilizar las especies y el diseño que más les convenga de acuerdo a sus necesidades y a sus recursos disponibles. Que en estos sistemas que incluyen varias especies se pueden obtener diversos productos, tanto para consumo de ellos y sus familias, como forraje para su ganado. Lo anterior se manifiesta en el diseño de sistema agrosilvopastoril que los involucrados eligieron para ser implementado en sus terrenos; hubo quienes prefirieron mayor cantidad de *Agave americana* y quien eligió nopal y maguey en cantidades similares.

De acuerdo a su experiencia consideran que los sistemas agrosilvopastoriles implementados en sus terrenos tardan de tres a seis meses en quedar establecidos, es decir que las plantas peguen o prendan (sobrevivan) como ellos lo mencionan. Y que a partir de ese momento las plantas que sobreviven a las condiciones del

suelo, temperatura, humedad y ataque por parte de insectos y fauna silvestre, requerirá solo de un poco de agua del siguiente periodo de lluvias para desarrollarse y producir.

En cuanto a las especies utilizadas, las personas mencionaron que:

- a) El nopal (*O. ficus-indica*) o nopal pelón como lo conocen, a partir de los cuatro meses comienza a dar nopalitos, pero lo dejan hasta los dos años aproximadamente para que los cladodios crezcan y maduren y el nopal verdura y las tunas se pueda aprovechar para consumo familiar. Y las pencas más grandes y gruesas se puedan utilizar como forraje para su ganado.
- b) El maguey americana (*A. americana*) y el maguey verde (*A. salmiana*), a partir de los dos años de establecidos comienzan a dar hijuelos, y después de los tres años se les puede ir haciendo podas y aprovechar las pencas como forraje; pero casi hasta los diez años se pueden quebrar para obtener aguamiel y después el pulque, o vender las piñas para producir mezcal.
- c) El mezquite (*P. laevigata*), a partir de los cinco años empieza a producir vainas, las cuales pueden ser aprovechadas como forraje y a partir de aquí se le hacen podas y las ramas y hojas también sirven como forraje.

Entienden que de sus sistemas agrosilvopastoriles que incluyen maguey, nopal y mezquite, van a obtener diversos productos y servicios tales como: aguamiel, quiote, pulque, nopalitos, tunas, leña, postes, forraje de todas las especies, semillas y plántulas para seguir reforestando, sombra, retención de suelo, infiltración de agua, retención de humedad en las plantas, barreras vivas para disminuir la velocidad del viento, oxígeno, mejora del paisaje, más fauna silvestre.

Para los participantes no fue difícil implementar los sistemas agrosilvopastoriles en sus terrenos porque querían aprender, porque trabajaron en equipos y porque ya tenían conocimiento y experiencia en la plantación y manejo de maguey americana (*A. americana*), maguey verde (*A. salmiana*), nopal (*O. ficus-indica*) y mezquite (*P.*

laevigata). Consideran que otras personas también los pudieran implementar. Creen que con los SASP tendrán mayor cantidad de alimentos y árboles y que mejorará su situación económica, su salud y su calidad de vida. En general hubo aceptación a la adopción de los sistemas agrosilvopastoriles, lo cual se vio reflejado en el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas en los predios.

Consideran que entre otras cosas lo importante de llevar a cabo este proyecto fue que:

- a) Se comenzó a reforestar sus terrenos, que forman parte de la microcuenca Zamarripa.
- b) Se aprendió a valorar y aprovechar los recursos naturales y humanos que tienen.
- c) Aprendieron de otras personas y tuvieron la oportunidad de mostrar su conocimiento y platicar sus experiencias en la siembra y manejo de maguey americana (*A. americana*), de maguey verde (*A. salmiana*), de nopal (*O. ficus-indica*) y de mezquite (*P. laevigata*).
- d) Aprendieron qué es una cuenca, como funciona y la importancia de cuidarla y manejarla, y que esto lo pueden hacer mediante los sistemas agrosilvopastoriles con maguey americana (*A. americana*), maguey verde (*A. salmiana*), nopal (*O. ficus-indica*) y mezquite (*P. laevigata*).
- e) Integraron sus conocimientos en cuanto a formas de aprovechar el maguey, el nopal y el mezquite, y que estas plantas además de brindarles diversos productos, retienen suelo y humedad y esto les sirve a ellos, a sus terrenos y a la microcuenca donde ellos viven.
- f) Reafirmaron que hay que gestionar las cosas que necesitan, que siempre se puede aprender de otras personas, que hay que poner empeño en las actividades de cuidado y manejo de su microcuenca porque no solo es para ellos, sino también para las próximas generaciones.

Para llevar a cabo este proyecto se tuvo acercamiento con personal de CONAFOR para preguntar sobre los requisitos para obtener plantas de mezquite. Una vez

obtenidos los requisitos se elaboró una solicitud de donación de 2000 plantas de mezquite. Se tuvo también acercamiento con personal de la CONANP para preguntar sobre el apoyo a proyectos productivos de restauración y conservación. Se platicó con los pobladores de las comunidades de San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz la información proporcionada tanto por CONAFOR como por CONANP y los pobladores de manera organizada estuvieron pendientes y acercándose a las oficinas de CONANP para preguntar los periodos de apertura para solicitar el apoyo para el proyecto. Una vez que se apertura el periodo de aceptación de solicitudes de apoyo a proyectos, los pobladores presentaron la documentación requerida y elaboraron la solicitud de apoyo. También tuvimos acercamiento con oficinas municipales (Desarrollo agropecuario y Protección al ambiente), pero de estas no se tuvo respuesta positiva.

Con la intención de obtener planta de A. americana a buen precio y de buena calidad, se tuvo acercamiento de todos los actores involucrados en el proyecto con los dueños de la Hacienda Zamarripa en donde se encuentra el sistema silvopastoril y que venden plantas de esta especie. En esta gestión no se tuvieron los resultados esperados ya que el precio de la planta consideramos que fue alto y la calidad no fue la ofrecida y la esperada, Sin embargo esto incentivo a los pobladores a esforzarse en las actividades pensando en un futuro poder desarrollar planta y semilla por si mismos para continuar reforestando sus terrenos.

Posterior al establecimiento de los sistemas agrosilvopastoriles, los participantes en el proyecto continuaron teniendo acercamiento y solicitando apoyos en las oficinas municipales. Sobre todo en la Dirección de Desarrollo agropecuario en donde les ofrecieron 1000 plantas de maguey para continuar reforestando.

5. Discusión

A partir de un enfoque interdisciplinario y considerando el manejo integrado de cuencas, que incluyó el aspecto social con pobladores de las comunidades de San José de Zamarripa y de San Pedro de la Cruz, que se localizan en la zona media-alta de la microcuenca Zamarripa, como factor dinámico, en constante movimiento y proceso de enseñanza-aprendizaje, que a través del fortalecimiento de sus habilidades y capacidades se convirtió en generador de cambios positivos a través de la implementación de acciones y estrategias en beneficio propio, de sus animales y de su entorno físico. Por otro lado, el aspecto técnico que consideró especies naturales y domesticadas de la zona (maguey, nopal y mezquite), condiciones biofísicas del suelo y las necesidades productivas de la población para la obtención de alimentos y forraje; sumado al factor social, se pudieron implementar cinco módulos con sistemas agrosilvopastoriles, en un lapso de dos años. Estos módulos están compuestos por maguey americana (*Agave americana*), maguey verde (*Agave salmiana*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y mezquite (*Prosopis laevigata*) y son importantes para la microcuenca Zamarripa en la que se tienen problemas de escasez de agua, erosión de suelos, pérdida de animales por escasez de forraje, migración por falta de empleo, baja calidad de vida de los pobladores. Los sistemas agrosilvopastoriles proporcionarían diversos productos como: tunas, nopales verdura y para forraje, aguamiel, pencas de maguey para forraje, piñas de maguey para mezcal, quiote, vainas y ramas de mezquite para forraje, además de servicios ecosistémicos como sombra, retención de suelo, disminución de la erosión, retención e infiltración de agua, lo que ya es percibido por los campesinos; lo cual se tiene que verificar mediante un programa de monitoreo y seguimiento para acompañar y apoyar en el mantenimiento y manejo de las plantaciones y demostrar a los pobladores de las comunidades la efectividad de estos sistemas y su importante y necesario rol como gestores y manejadores de su microcuenca.

Al iniciar este trabajo, los participantes no sabían que es una cuenca, conocían el manejo y el aprovechamiento de maguey nopal y mezquite, pero no de manera

integral, conocían los recursos naturales de su entorno, pero no su importancia para el buen funcionamiento de la microcuenca (suelo, agua y biodiversidad), al término de las actividades programadas manifestaron entender el valor de los recursos presentes para ellos y para la microcuenca; la importancia de la vegetación para obtener alimentos y forraje, pero también para conservar el suelo y permitir la infiltración de agua y que esto lo pueden lograr mediante la integración del nopal, maguey y mezquite en sistemas agrosilvopastoriles, y reconocieron la importancia de aprender de otros y compartir experiencias y aprendizajes. La interacción entre todos los participantes en este trabajo y la capacitación fueron necesarias para que los pobladores pudieran empezar a generar sus propias soluciones; por otro lado la investigación acción participativa permitió desarrollar un pensamiento crítico y permitió el empoderamiento de los campesinos que participaron en este proceso y asumir un rol activo tanto en la producción de conocimiento como en su transmisión, así como en la gestión y manejo de su territorio; la importancia de estas estrategias es considerada de la misma manera por diversos autores como Jiménez (2004), Garzón *et al.* (2009), Sirvent y Rigal (2012) y Soliz y Maldonado (2012).

Las especies utilizadas de maguey americana (*Agave americana*), maguey verde (*Agave salmiana*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y mezquite (*Prosopis laevigata*), respondieron bien a las condiciones climáticas y biofísicas, lo cual se refleja en los porcentajes de sobrevivencia encontrados, por ello se consideran especies adecuadas y con alto potencial para manejarse en sistemas agrosilvopastoriles. Se obtuvo sobrevivencia de 86 % en mezquite comparado con los trabajos de Ríos *et al.* (2011), Ríos *et al.* (2012), Villeda *et al.* (2014), quienes indicaron obtener baja sobrevivencia de mezquite, pero no mencionan porcentajes. En nopal se obtuvo 84.7 % de sobrevivencia comparado con lo que indica Vázquez *et al.* (2011) de 65 a 69 % en Coahuila; 75 a 78 % en Durango y 79 a 82 % en Nuevo León. En las especies de agave se obtuvo 98.4 en *A. salmiana* y 90.2 en *A. americana* comparado con lo que menciona Vázquez *et al.* (2011) de entre 87 y 90 % de sobrevivencia. Los diseños y las especies a utilizar fueron de acuerdo a los

conocimientos, experiencias, intereses y necesidades que manifestaron los participantes de este trabajo. El porcentaje de sobrevivencia estuvo influido por ser especies naturales y domesticadas en la zona de la microcuenca Zamarripa, por ser conocidas y manejadas previamente por los pobladores participantes, además por el interés y compromiso adquirido durante la capacitación.

Para este trabajo fue fundamental el papel y la intervención de los campesinos en el manejo de su microcuenca. De su grado de entendimiento, conocimiento, responsabilidad y compromiso respecto a la gestión y manejo integral de los recursos presentes en la microcuenca dependerá el éxito de las actividades y estrategias utilizadas. Se establecieron SASP en la parte media-alta de la microcuenca con diferentes arreglos, mediante un enfoque integrado de cuencas; considerando que en el mediano, pero sobre todo en el largo plazo, cuando sean visibles los beneficios, los demás habitantes de la microcuenca los podrán adoptar y se extenderán y replicarán paulatinamente en el resto de la microcuenca.

Los participantes del trabajo entendieron la importancia de participar e involucrarse en todos los procesos de gestión y manejo de su microcuenca, desde la búsqueda de apoyos y de recursos, pasando por la capacitación y socialización de información y conocimientos, hasta la implementación de acciones y estrategias en beneficio propio y de la microcuenca. Considerando que la gestión integrada de cuencas se define como el proceso que tiene como objetivo “manejar todos los recursos naturales (agua, suelos, bosques, fauna, flora), en una cuenca” (Moreno y Renner, 2007) y que el manejo se refiere a la gestión que el hombre realiza para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una mejor calidad de vida (Umaña, 2002); Los sistemas agrosilvopastoriles contribuyen en el logro de una adecuada gestión y manejo de la Microcuenca Zamarripa.

6. Conclusiones

La sociedad y las instituciones académicas y de gobierno tenemos la responsabilidad de buscar e identificar opciones y estrategias que permitan el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en las comunidades de las zonas rurales, que sean amigables y respetuosas con su entorno; también debemos promover esas estrategias y asumir la responsabilidad de apoyar y acompañar las actividades dirigidas al desarrollo de esas estrategias con la intención de mejorar la calidad de vida de las personas de esas comunidades y de las microcuencas.

Todos vivimos y realizamos nuestras actividades en una cuenca, y obtenemos bienes y servicios diversos de ella, pero no somos conscientes de nuestra responsabilidad para protegerla. Por ello, se proponen los sistemas agrosilvopastoriles como estrategia para un manejo integral, que debe iniciarse en pequeños espacios dentro de las microcuencas, pero es fundamental iniciar tomando en cuenta las opiniones, saberes, problemáticas y necesidades de sus habitantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el establecimiento, sobrevivencia e implementación de los módulos de sistemas agrosilvopastoriles en las comunidades de San José de Zamarripa y San Pedro de la Cruz de la Microcuenca Zamarripa, se recomienda que el manejo de una microcuenca en las zonas áridas y semiáridas debe ser mediante el fortalecimiento de habilidades y capacidades de los pobladores en el manejo y aprovechamiento de SASP, que incluyan las especies de nopal, maguey y mezquite, que son especies que proporcionan múltiples beneficios y servicios ecosistémicos y que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas.

Los sistemas agrosilvopastoriles pueden ser implementados en cualquier parte dentro de una microcuenca, sin embargo para obtener éxito en su implementación y establecimiento se tiene que considerar el uso de especies nativas o

domesticadas de la zona, que ya son conocidas por los habitantes de la microcuenca y están adaptadas a las condiciones biofísicas y ambientales del lugar; además, siempre es necesario tomar en cuenta las necesidades del dueño del terreno (alimento, forraje u otras). Los sistemas agrosilvopastoriles pueden ser la estrategia para ordenar el uso de todo el territorio de la microcuenca y asegurar que tenga el mejor uso.

Dirección General de Bibliotecas de la UAG

Anexos

Tablas

Tabla 2. Entrevista a pobladores de la microcuenca Zamarripa

Datos generales		
Nombre entrevistado:	Comunidad:	Fecha:
2. Información general		
• Tamaño de la familia ¿número de personas que trabajan en las actividades agropecuarias?		
• ¿Desde cuándo se encuentra la familia en la comunidad?		
• ¿Cuáles son sus fuentes de ingreso?		
• ¿Tipo de tenencia y tamaño de la propiedad familiar?		
3. Caracterización del subsistema agrícola familiar		
• ¿Qué cultivos que tiene?		
• ¿Cuáles son los problemas de producción y comercialización que se le presentan?		
• ¿Cómo es la situación actual en comparación con años anteriores?		
4. Caracterización del subsistema de producción animal		
• ¿Qué especies ganaderas tiene?		
• ¿Cuáles son los problemas de producción y comercialización que se le presentan?		
• ¿Cómo es la situación actual en comparación con años anteriores?		
5. Problemática familiar y de la comunidad		
• ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se le presentan a la familia (económicos, sociales, de salud...)?		
• ¿Cómo tratan de resolver esos problemas?		
• ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se presentan en la comunidad?		
• ¿Cómo tratan de resolver esos problemas?		
6. Conocimiento sobre especies nativas		
• ¿Qué sabe usted sobre la planta de maguey (usos, cultivo, productos, beneficios....)?		
• ¿Qué sabe usted sobre la planta de nopal (usos, cultivo, productos, beneficios....)?		
• ¿Qué sabe usted sobre el árbol de mezquite (usos, cultivo, productos, beneficios....)?		
7. Conocimiento sobre la cuenca		
• ¿Sabe usted qué es una cuenca?		
• ¿Cuál es la importancia de la cuenca?		
8. ¿Cómo considera que se presentará la situación en el campo en los próximos años?		
9. Usted ¿cuáles considera que podrían ser algunas soluciones para mejorar esa situación?		
10. Comentarios adicionales		
11. Nombre entrevistador:		

Fuente:

Tabla 3: Taller de capacitación y fortalecimiento de capacidades en sistemas agrosilvopastoriles

Momento	Objetivo	Tiempo	Actividad	Desarrollo	Recursos	Producto
Bienvenida inauguración	Presentar el objetivo del taller	10 min	Presentación	Presentar el objetivo del taller		Establecer el objetivo del taller
Apertura	Generar un clima cálido	10 min	Pelota caliente	Presentación de participantes	Pelota	Integración,
	Obtener información sobre el conocimiento que se tiene de la biodiversidad	20 min	Conociendo nuestros recursos	Invitar a los participantes a mencionar la flora y la fauna de la zona, Por cada mención se toma un dulce y se colocan en un frasco los de flora y en otro los de fauna	2 frascos 1 bolsa de dulces variados	Listado de especies de flora y fauna
Desarrollo	Mapear la zona	40 min	Mapa de recursos	Ubicar en un mapa la flora y fauna mencionada.	Papel bond plumón bolígrafo, Cinta	Mapa de la zona
	Reconocer los usos de las spp. y reflexionar sobre las amenazas	30 min	Mapa de recursos	Se solicita a los participantes a que cuenten el uso de las especies de flora y fauna mencionados y se anexan al mapa.	Hojas blancas y bolígrafos	Mapa de la zona con extensiones
	Realizar un análisis de las condiciones en que se encuentran los recursos en la microcuena	40 min	Mapa de recursos	Solicitar a los participantes a que comenten: 1, ¿Cómo se encuentran esas especies el día de hoy?, 2, ¿cómo se podría mejorar su situación?, 3, ¿qué les afecta?	Hojas de colores bolígrafos	Mapa de recursos

Momento	Objetivo	Tiempo	Actividad	Desarrollo	Recursos	Producto
Cierre	Determinar las principales problemáticas de la localidad.	60 min	Identificar principales problemas	Identificar los problemas y sus causas	tarjetas, papelón y plumón	Listado de problemas.
	Hacer un resumen de la sesión	10 min	Plenaria	Hacer un resumen de lo trabajado	Pobladores	Agendar otra reunión
SEGUNDO DIA						
Momento	Objetivo	Tiempo	Actividad	Desarrollo	Recursos	Producto
Desarrollo	Comprender el aprovechamiento sustentable.	50 min	"Para hoy, para mañana"	Simulación del uso y conservación de los recursos naturales,	Palomitas platos salsa valentina	
	Entender el concepto de cuenca.	50 min	Conociendo de cuencas	Con una maqueta, explicar el concepto de cuenca.	Maqueta Tierra	
	Conocer los SASP y sus beneficios económicos, sociales y ambientales	40 min	Exposición de SASP	Explicar cómo se conforman los SASP, que especies utilizar y los beneficios que aportan	Proyector Computadora Sitio para proyectar	
Cierre		30 min	Sistemas Agrosilvopastoriles	Con el apoyo de videos, mostrar las características y beneficios de los sistemas agrosilvopastoriles con especies nativas	Proyector Computadora Sitio para proyectar Extensión Bocinas	
	Hacer un resumen de la sesión y exponer las reflexiones	30 min	Plenaria	Hacer resumen de lo trabajado y se invita a los participantes a que indiquen que les pareció el taller y con que se quedan.	Pobladores	

Fuente:

Tabla 4. Principales actividades productivas en la microcuenca Zamarripa

Actividades productivas		
Ganadería (Bovinos principalmente)	Carne	En caso de que los pobladores requieran vender su ganado lo llevan a ofrecer a San Luis de la Paz. También hay personas que hacen recorridos en las comunidades para comprar ganado, lo que permite que los productores no tengan necesidad de movilizar su ganado o buscar comprador.
Agricultura	Maíz, frijol, calabaza, avena, chícharo.	La producción es de temporal y completamente para autoconsumo.

Fuente: Información proporcionada por pobladores de Microcuenca Zamarripa

Tabla 5. Resultados de las entrevistas aplicadas a pobladores de la Microcuenca Zamarripa.

Entrevistas Semiestructuradas Microcuenca Zamarripa					
Preguntas	Lucia González Medina 54 años	Mario Sotelo Becerra 38 años	Sandra Gpe Moreno Cruz 21 años	Rogelio Sotelo González 31 años	Sergio Sotelo Becerra 33 años
Localidad	San Pedro de la Cruz	San José de Zamarripa	San Pedro de la Cruz	San Pedro de la Cruz	San José de Zamarripa
Tenencia de la tierra	Pequeña propiedad 3 hectáreas	Pequeña propiedad 10 hectáreas	Pequeña propiedad 7 hectáreas	Pequeña propiedad 4 hectáreas	Pequeña propiedad 10 hectáreas
Cultivos	Maíz, frijol, calabaza, chícharo	Frijol, avena, calabaza, chícharo, maíz	Maíz, frijol, chícharo, quelite, calabaza, lenteja,	Maíz, frijol, calabaza, chícharo	Frijol, avena, calabaza, maíz
Problemas en la agricultura	Temporal Depende de la lluvia. Lluvia muy escasa, se ha recorrido mucho. El maíz requiere mayor cantidad de agua que el frijol	Temporal Económicos (sale a trabajar para mantener a la familia)	Temporal Económicos (para comprar semilla)	Temporal Sequia Lluvia muy escasa, se ha recorrido mucho. Heladas que comienzan desde septiembre	Temporal Sequia Lluvia escasa y se retrasa y afecta los cultivos ya que las heladas se presentan desde septiembre

	Lucia González	Mario Sotelo	Sandra Gpe	Rogelio Sotelo	Sergio Sotelo
Comparación con años anteriores	Plagas: borreguillo en frijol	Plagas: borreguillo en frijol Maíz gusano cogollero	Plaga borreguillo en frijol	Plagas: borreguillo en frijol	Plagas palomilla Borreguillo Gusano cogollero
	autoconsumo	autoconsumo	autoconsumo	autoconsumo	autoconsumo
Especies animales	Antes llovía desde febrero, sobre todo en abril y mayo y llovía mas	Antes llovía desde marzo, sobre todo en abril y mayo y llovía más.	Antes llovía más	Antes llovía desde abril y mayo y llovía más.	Antes llovía en abril y mayo y llovía más. No había tanta plaga. Había elote en mayo. Se cosechaba más..
	Se cosechaba mas	Había elote ya en mayo. Se cosechaba más. No había muchas plagas.	Se cosechaba mas	Los cultivos eran más seguros, ahorita se retrasa la siembra y la cosecha.	Se cosechaba más.. Ahorita hay que comprar todas las verduras
Problemas en ganadería	Gallinas 10 Caballos 5 para yunta. Burros 3	Vacas 4	Vacas 10 Caballos 2 Cerdos 2	Vacas 4 Beceros Caballos 5	Vacas 4 Borrego 2 Puercos
	No hay forraje garrapatas	No hay forraje Hay que comprar pacas Cuando hace mucho calor se enferman	No hay forraje Hay que comprar pacas Cuando hace mucho calor se enferman	No hay forraje Garrapatas Cuando hace mucho calor se enferman	No hay forraje Garrapatas Hay que comprar pacas Enfermedades
Comparación con años anteriores	Sobrepastoreo ha destruido la vegetación	Sobrepastoreo ha destruido la vegetación	Los animales han destruido la vegetación	Sobrepastoreo ha destruido la vegetación	Sobrepastoreo ha destruido la vegetación
	Como no se plantaban arbolitos ni nada, no había ni hay plantas que sirvan como forraje	Había mucho pasto, En el campo había más cosas que aprovechar.	Antes había mucho forraje Se venden vacas para comprar forraje	Antes había menos animales Ahorita hay muchos animales y poco forraje	Antes todos los animales andaban sueltos., No se enfermaban tanto

	Lucia González	Mario Sotelo	Sandra Gpe	Rogelio Sotelo	Sergio Sotelo
Conocimiento sobre maguey	Aguamiel	Aguamiel	Aguamiel	Aguamiel	Aguamiel,
	Pulque	Forraje	Forraje vacas	Pulque	Forraje,
	Forraje	Pulque	y caballos	Forraje	Pulque
	Techos de penca	Mezcal Quiote	Pulque	Mezcal Quiote	Mezcal, Quiote
	Mezcal	Penca para barbacoa		Flor del quiote se come	Penca para barbacoa
	Maguey verde	Maguey		Maguey mano	Maguey
	Maguey cenizo	salmiana		de chango	salmiana
	Tardan 10 años para el aguamiel	Maguey americana		Maguey verde	Maguey americana
		Tardan 5 años para comenzar a cortarse		Maguey americana	Maguey manso
					Maguey criollo
Conocimiento sobre nopal	Nopalitos	Nopalitos	Forraje	Nopalitos	Nopalitos
	Tunas (redonda y morisquilla)	Forraje para vacas	Nopalito Tunas	Forraje, Tunas	Forraje, Tunas
	Colonche	Tunas		Colonche	Colonche
	Forraje	Colonche Nopal con espina		Nopal cardón	Melcocha
				Nopal reina	Nopal con espina
Conocimiento sobre mezquite	Nos dan	Le sacamos	Vainas	Se le saca	Lo usamos
	Sombra	Forraje	Sombra	Vainas	para forraje
	Rama	Leña	forraje	Leña	La vaina para
	Vainas	Vainas		Forraje	los animales
	Leña	Planta nodriza		Sombra	Leña
Conocimiento sobre la cuenca	Forraje	Sirve para las abejas			Sombra
					Hacen nido las aves
Conocimiento sobre la cuenca	Donde se juntan todos los arroyitos	No sabe	No sabe	Sirven para detener agua	No sabe

	Lucia González	Mario Sotelo	Sandra Gpe	Rogelio Sotelo	Sergio Sotelo
Como considera que se presentara la situación en el campo en los próximos años	Si le echamos ganas va a estar bien bonito y a la mejor la gente viendo que esta bonito le va a dar ganas también de hacerlo	Si recibimos apoyo y asesoría y trabajamos duro el campo va a estar mejor	Si lo cuidamos va a estar mejor que ahorita, tenemos que cuidar los mesquititos y los nopales	Si no hacemos nada ahorita va a estar peor	Va a mejorar, los cerros ya no van a estar pelones con la reforestación, va a haber más forraje para animales.
Usted cuales considera que podrían ser algunas soluciones para mejorar esa situación	Trabajar mucho Reforestar en tiempo de lluvias para que la planta sobreviva Echándole ganas	Mantener los terrenos con planta Plantando especies nativas que se utilizan mucho y casi no hay	Cuidar las pocas plantas que quedan	Reforestar. Que haya más plantas. Hay que poner mezquite, ni modo que pongamos plantas de otros lados.	Reforestar con maguay y mezquite, no utilizan mucha agua, . Hay que utilizar plantas del lugar.
Tamaño de la familia, cuantos trabajan en los procesos	6 integrantes Todos participan en las actividades del campo	4 integrantes Todos participan en las actividades agrícolas	4 integrantes Todos participan en las actividades	5 integrantes Todos ayudan en las actividades del campo.	4 integrantes Todos participan en las actividades
Desde cuándo se encuentra la familia en la comunidad	Desde hace 23 años	Nacieron en la comunidad	Nacieron en la comunidad	Desde hace 22 años	Toda la vida
Fuentes de ingreso	Hijos migrantes apoyan en la economía Hijos trabajan en fabrica en san Luis de la Paz también apoyan	Del trabajo en el campo	Del trabajo de papa migrante	Voy al día, trabajo de albañil a veces o en lo que salga.	Del trabajo en el campo

	Lucia González	Mario Sotelo	Sandra Gpe	Rogelio Sotelo	Sergio Sotelo
Problemas en la familia	No hay trabajo Familiar enfermo de leucemia. Entre todos se apoyan para solucionar los problemas	Enfermedades en invierno (gripas). Falta de trabajo Insuficiente dinero para mantener la familia	Enfermedades en invierno (bronquitis)	No siempre hay trabajo. En invierno nos enfermamos. Problemas económicos Nos apoyamos ce la familia con mi mama	Enfermedades sobre todo en invierno, hay que vender algún animal para cubrir los gastos. En el trabajo pagan poco
Problemas en la comunidad	La gente no participa si no hay estímulos económico o de cosas Falta de agua Caminos en malas condiciones Agua insalubre porque la toman del rio, o de pozos sobre el rio en donde la gente lava Mal olor del agua. Problemas estomacales Tiene que comprar agua de garrafón. Hay proyecto de proveer agua entubada a la comunidad pero la gente no quiere cooperar para la tubería	La gente no participa a menos que reciba algún estímulo No hay mucho trabajo Escasez de agua	Alcoholismo Falta de agua Los manantiales se les han secado Diferencias entre la gente por el acceso al agua, no todos escarban para buscarla, unos sacan más que otros La gente no cuida el agua Poco trabajo La gente vive al día y luego no tiene dinero Problemas familiares por falta de dinero (ruptura de familias)	Problemas con el agua que no hay. El camino también está muy feo, se descompone muy seguido. Se compra agua para tomar Se recolecta agua pluvial y se llenan tinacos	El mayor problema es con el agua. Tenemos que usar y tomar el agua del rio o de los manantiales sobre el rio. Se tiene que solicitar agua a la presidencia para que nos traigan pipas, pero esa nos la venden y no siempre. A veces tenemos que comprar garrafones porque el agua de los manantiales está muy sucia, huele muy feo y tiene muchos bichos y alfilerillos

Fuente: Elaborada con información proporcionada por pobladores de la Microcuenca Zamarripa

Tabla 6. Usos del maguey nopal y mezquite en la Microcuenca Zamarripa

	Maguey	Nopal	Mezquite
Usos	Aguamiel	Nopalitos	Forraje
	Pulque	Forraje para vacas	Leña
	Forraje verde	Tunas	Vainas para engorda de animales
	Techos de penca	Colonche	Abajo crece pasto y otras plantas
	Mezcal	Melcocha	Sirve para las abejas
	Quiote		Hacen nido las aves
	Ensilado para forraje		
	Penca para barbacoa		
	Flor del quiote p/consumo humano		
Plantas conocidas de cada especie	Maguey salmiana	Nopal cardón	
	Maguey americana	Nopal reina	
	Maguey manso	Nopal pelón	
	Maguey criollo	Nopal manso	
	Maguey duranguense	Nopal redondo	
	Maguey verde	Nopal morisquilla	
	Maguey cenizo		

Fuente: Información proporcionada por los pobladores de la Microcuenca Zamarripa.

Dirección General de

Tabla 7. Especies de flora y fauna presentes en la Microcuenca Zamarripa

Fauna	Flora
Zorro	Uña de gato
Tlacuache	Nopal
Conejos	Mezquite
Liebres	Huizache
Coyotes	Cardón
Águilas	Garambullo
Zopilotes	Cactáceas
Palomas	Órganos
Zorrillo	Jara
Vibora cascabel	Palo blanco
Alicante	Biznagas
Tejón	Magüey verde
Murciélago	Magüey americana
Rata de campo	Pasto navajita
Ardillas	Cashtinini
Ranas	Cactus
Lagartijas	Pirul
Culebras	Tomatillo
Venado	Ocotillo
Gavilanes	Engorda cabras
Auras	Garabatllo
Garzas	Tronadora
Cardenales	Nopal cardón
Gorriones	Nopal reina
Abejas	Nopal pelón
Cuervos	Nopal manso
Tordos	Nopal redondo
Calandrias	Nopal morisquilla
Zanates	Magüey cenizo
Correcaminos	
Halcón	
Búho	
Pájaro carpintero	
Patos	
Puma	
Tuzas	
Gato montes	

Fuente: Información proporcionada por los participantes del taller.

Tabla 8. Especies en Microcuenca Zamarripa y sus usos

Animales	Uso	Vegetales	Uso
Tlacuache	Alimento	Nopal	Nopalitos Tunas Colonche Forraje Para cercos vivos La vaina como forraje Leña
Conejos	Alimento	Mezquite	Carbón Follaje para forraje Sombra Forraje Leña Carbón
Liebres	Alimento	Huizache	Forraje Como cerco vivo
Ratón de campo	Alimento	Cardón	Alimento Alimento (borrachitas, chilitos)
Patos	Alimento	Garambullo	Cercos vivos
Venados	Alimento	Cactáceas	Leña
Ardillas	Alimento	Órganos	Leña Aguamiel Pulque
Zorrillo	El hígado para personas con asma y problemas del corazón	Jara	Penca para los techos de las casas Cercos vivos
Vibora cascabel	Alimento Medicinal	Palo blanco	Forraje
Tejón	Alimento	Maguey verde	Leña Pitayas
Rata de campo	Alimento	Pasto navajita	
		Cashtinini	
		Cactus	

Fuente. Información proporcionada por los participantes del taller.

Dirección General

Tabla 9. Problemática y sus causas en la Microcuenca Zamarripa

Problemas	Causas
Falta de lluvia	Por el calentamiento global
Calentamiento global	Contaminación en las ciudades por carros y fábricas, falta de árboles,
Falta de infraestructura	El gobierno no apoya, a la gente no le interesa o más bien no participa
La gente	Es muy apática, no quiere trabajar, quiere todo regalado, si no hay pago o estímulo económico la gente no quiere hacer las cosas, la gente no se organiza
Se cortan plantas y no se reforesta	Todos queremos cortar plantas para comer, para darle a los animales pero nadie quiere reforestar
Migración	Falta de trabajo en la comunidad, porque la gente ya se acostumbró a irse a Estados Unidos, porque allá se gana más dinero, a veces lo que ganan allá en una semana acá lo ganan en un mes o mas
Falta de niños	La gente ya no quiere tener niños, los jóvenes ya no se quieren casar, porque la vida ya está muy cara
Falta de agua	Ya no llueve como antes
Plagas y enfermedades	Cuando los animales están mal alimentados se les pegan las garrapatas, se enferman más y muchos se mueren cuando hace mucho calor, sobre todo en abril y mayo que los animales no encuentran suficiente forraje.

Fuente. Información proporcionada por habitantes de Microcuenca Zamarripa

Tabla 10. Cantidad de plantas utilizadas en los predios

Predios	<i>Prosopis laevigata</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>	<i>Agave salmiana</i>	<i>Agave americana</i>	Total
Mario Sotelo	605	114	111	2712	3542
Sergio Sotelo	30	222	51	111	414
Lucia González	60	420	114	400	994
Raúl Cruz	400	203	100	800	1503
Sandra Moreno	76	198	253	823	1350
Totales	1171	1157	629	4846	7803

Fuente

Tabla 11. Porcentaje de sobrevivencia de plántulas en los sistemas agrosilvopastoriles

Especie	<i>Prosopis laevigata</i>			<i>Opuntia ficus-indica</i>			<i>Agave salmiana</i>			<i>Agave americana</i>		
	Predio	vivos	muerdos	%	vivos	muerdos	%	vivos	muerdos	%	vivos	muerdos
Mario Sotelo	575	30	95	107	7	94	107	4	96.4	2574	138	95
Sergio Sotelo	30	0	100	203	19	91.5	51	0	94	107	4	96.4
Lucia Glez	52	8	86.6	411	9	97.9	114	0	100	400	0	100
Raúl Prado	322	78	80.5	174	29	85.7	100	0	100	745	55	93.1
Sandra Moreno	28	48	36.8	85	113	42.9	247	6	97.6	547	276	66.5
Total sobreviv	1007	164	86	980	177	84.7	619	10	98.4	4373	473	90.2
Total plantas	1171			1157			629			4846		

Fuente.

Tabla 12. Altura y cobertura promedio de las plantas utilizadas en los sistemas agrosilvopastoriles

Especie	<i>Prosopis laevigata</i>		<i>Agave salmiana</i>		<i>Agave americana</i>		
	Predio	Promedio altura (cm)	Cobertura (cm ²)	Promedio altura (cm)	Cobertura (cm ²)	Promedio altura (cm)	Cobertura (cm ²)
Mario Sotelo		32.95 ± 15.07	179.1 ± 225.9	22.61 ± 12.96	482 ± 742.2	10.78 ± 5.14	124.98 ± 155
Sergio Sotelo		34.03 ± 15.28	126.8 ± 257.2	30.39 ± 12.18	688.9 ± 797.9	8.28 ± 3.46	51.3 ± 78.5
Lucia González		28.96 ± 14.02	33.7 ± 40.2	31.28 ± 10.79	1459 ± 1191.2	11.03 ± 4.23	207.7 ± 182.4
Raúl Cruz		37.60 ± 14.99	219.99 ± 210.2	44.08 ± 16.17	3243.2 ± 2330.2	11.46 ± 4.58	163.6 ± 175.1
Sandra Moreno		18.18 ± 13.05	1.17 ± 0.99	22.99 ± 9.91	383.7 ± 357.84	9.38 ± 4.86	41.54 ± 60.99

Fuente.

Tabla 13. Entrevista para analizar conocimiento de SASP y percepción del trabajo

1. ¿Qué es una cuenca?
2. ¿Qué es un sistema agrosilvopastoril?
3. ¿Cuánto tiempo considera que es necesario para establecer una plantación con maguey, nopal y mezquite como un sistema agrosilvopastoril similar al que se trabajó en su terreno?
4. ¿Cuánto tiempo tardan el maguey, el nopal y el mezquite en llegar a su etapa adulta?
5. ¿Qué considera que va a obtener del sistema agrosilvopastoril establecido en su terreno?
6. ¿Qué se puede obtener del maguey, el nopal y el mezquite, y en qué tiempo se puede comenzar a aprovechar lo que produzcan estas especies?
7. ¿Qué otros beneficios obtendrá usted y su familia de su sistema agrosilvopastoril?
8. ¿Qué tan difícil fue para usted establecer el sistema agrosilvopastoril en su terreno?
9. ¿Cree que otras personas también pudieran implementar un sistema agrosilvopastoril similar al suyo?
10. ¿Qué opina de todas las actividades que se realizaron en sus terrenos y como parte de la capacitación en sistemas agrosilvopastoriles para beneficio de la microcuenca y sus habitantes?

Fuente. Propia

Dirección General de Bibliotecas

Referencias bibliográficas

- Acosta, A., Murgueitio, E., Zapata, C. y Solarte, A. (2013). Fomento de sistemas agrosilvopastoriles institucionalmente sostenibles. SLM 05 FAO
- Acosta, A. (2010). Cambio climático y desarrollo pecuario: desafíos institucionales para el desarrollo sostenible de sistemas silvopastoriles en Centroamérica. En: Ibrahim M, Murgueitio E, editores. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible, Panamá. CATIE: Turrialba, Costa Rica. 160 p. Serie técnica No.15.
- Aguirre, R. (2001). El maguey mezcalero potosino. Edit. Consejo potosino de ciencia y tecnología. Gobierno del estado de San Luis Potosí. Instituto de investigación de zonas desérticas de la UASLP.
- Alemán, S., Ferguson, B., Jiménez, F. y Nahed, T. (2007). Ganadería extensiva en regiones tropicales: el caso de Chiapas. En: Aleman-Santillan T, B Ferguson y F Medina-Jonapa (Eds.). *Ganadería, Desarrollo y Ambiente: una visión para Chiapas*. ECOSUR, Chiapas, 19-40.
- Alkämper, J. (1984). Opportunities and risks in the cultivation and use of *Opuntia*. Contributions development research. 11: 9–14.
- Altieri, M., & Toledo, V. (2005). Natural resources management among small-scale farmers in semiárid lands: Building on traditional knowledge and agroecology. *Annals of Arid Zone*, 44: 365-385.
- Aréchiga, F., C. F., Aguilera, J., Valdez, R., Blanco, F., Urista, J., Reveles, M. y Rubio, F. (2007). El nopal en la producción animal. Universidad Autónoma de Zacatecas, México, pp 15-31
- Atencio, R., Gouveia, E. y Lozada, J. (2011). El trabajo de campo estrategia metodológica para estudiar las comunidades. *Revista Omnia*. Vol. 17. Núm. 3, Pp. 9-22
- Balcazar, F. (2003). Investigación acción participativa (IAP): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en Humanidades*, vol. IV, núm. 7-8, 2003, pp. 59-77

- Boza, J., Robles, B. y González, R. (2014). *La ganadería andaluza en el siglo XXI*. Capítulo 9. Volumen I.
- Bru, P. y Basagoiti, R. (2004). La Investigación-Acción Participativa como metodología de mediación e integración socio-comunitaria. *Revista Comunidad* 6.
- Carranza, E. (2005). Conocimiento actual de la flora y la diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. En flora del bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario XXI.
- Carrasco, I. (2013). Caracterización nutricional y digestibilidad in vitro de la inflorescencia del maguey (*Agave salmiana*) con aditivos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- Casas, A. & Barbera, G. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. In P.S. Nobel, ed. *Cacti: Biology and uses*, pp.143–162. Berkeley, CA, USA, University of California.
- Castelán, O., Bermúdez, J., Ruiz, S. y Mould (2008). *Oportunidades y retos para los sistemas campesinos de rumiantes en Latinoamérica: Manejo de recursos, seguridad alimentaria, calidad y acceso a mercados*. UAEM, México.
- CBMAP. (2011). Lecciones Aprendidas del Intercambio de Experiencias. Sistematización de Mejores Prácticas de los Proyectos Productivos del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño. Panamá.
- Chediack, S. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Corredor Biológico Mesoamericano México Serie Diálogos / Número 3. P. 38
- Clavero, T. y Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Revista Pastos y Forrajes*, vol. 29, núm. 3, pp. 1-6.
- CONAZA. (1994). Mezquite (*Prosopis spp.*). Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto Nacional de Ecología.

- Corona, C., Gómez, F. y Ramos, E. (2000). Análisis químico proximal de la vaina de mezquite (*Prosopis torreyana*) en arboles podados y no podados en diferentes etapas de fructificación. Revista Chapingo serie zonas aridas 1: pp. 21-28.
- COTECOCA. (2014). Coeficientes de agostadero por entidad. SAGARPA, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2016/archivos/02_a_grigan/D2_AGRIGAN04_06.pdf
- Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R. y Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México
- Creswell, J. (2013). Diseño de investigación Métodos cualitativos, cuantitativos y de método mixto. Publicaciones SAGE.
- Daily, G., Alexander, S., Ehrlich, P., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P., Mooney, H., Postel, S., Schneider, S., Tilman, D. & Woodwell, G. (1997). Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. Issues in Ecology 2. 16 pp.
- De la Torre, A., Cota, F., García, J., Campos, J. y San Martín, F. (2009). Etiología de la muerte descendente del mezquite (*Prosopis laevigata*), en la Reserva de la Biosfera del Valle de Zapotitlán. México. Agrociencias 43: pp. 197-208.
- Di Virgilio, M., Fraga, C., Najmias, C., Navarro, A., Perea, C. y Plotno, G. (2007). "Competencias para el trabajo de campo cualitativo: formando investigadores en Ciencias Sociales". Revista Argentina de Sociología, vol. 5, número 009. Buenos Aires, Argentina. pp. 90-110.
- Dubrovsky, J., North, G. & Nobel, P. (1988). Root growth, developmental changes in apex, and hydraulic conductivity for *Opuntia ficus-indica* during drought. New Phytol. 138, 75-82.
- Efraín, R. (2010). Establecimiento de una plantación de nopal verdura y algunas pruebas de deshidratación de nopalito. RESPYN Revista de salud pública y nutrición, Edición especial No. 5

- Eguiarte, L., Equihua, C. y Espinoza, L. (2017). Agaves, agaves y más agaves. Los Agaves y el campo mexicano. Revista IKOS Núm. 18. UNAM e Instituto de Ecología
- Expósito, V., Grundmann, G., Quezada, L. y Valdez, L. (2001). *Preparación y ejecución de talleres de capacitación: una guía práctica*. Libro. Edit. Centro Cultural Poveda. República Dominicana.
- Evenari, M., Noy, M. & Goodall, D. (1985). Hot deserts and arid shrublands. Tomes 12A y 12B. Elsevier, N.Y. USA.
- FAO–ICARDA. (2018). Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas. Roma, 2018
- Farrera, C. y Bermúdez, O. (1994). Aspectos socioeconómicos de la comercialización de la lana en los municipios de San Cristóbal de las Casas y San Juan Chamula en los Altos de Chiapas. Tesis Profesional. Licenciado en Economía. Escuela de Ciencias Sociales
- Flores, M. y Reveles, M. (2010). Producción de nopal forrajero de diferentes variedades y densidades de plantación. VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional “Producción y Aprovechamiento del Nopal”. RESPYN, Edición Especial No. 5-2010.
- Flores, V. (2001). El uso del nopal como forraje en el mundo. En Flores V. C. A. Memorias del curso-taller El nopal forrajero, una alternativa alimentaria para el ganado. Guadalupe, N.L. México.
- Flores, V. (2004). Los nopales y la lucha contra la desertificación. En Esparza-Frausto, G., Valdez-Cepeda y Méndez-Gallegos, S. (Editores). El nopal: tópicos de actualidad. Pp.167-182.
- FMAM. (2001). Guía para la autoevaluación de las necesidades de los países en materia de capacidad para la ordenación del medio ambiente mundial. Secretaría de Fondo del Medio Ambiente Mundial – Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). Washington, Estados Unidos.

- Gallardo, J. (2006). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. SAGARPA, México.
- García, A., Campos, J., Villalobos, R., Jiménez, F. y Solórzano, R. (2005). Enfoques de manejo de recursos naturales a escala de paisajes: convergencia hacia un enfoque ecosistémico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.
- García, A. (2007). Los agaves de México. Revista Ciencias.
- García, H., Méndez, G. y Talavera, M. (2010). El género agave spp en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5-2010.
- García, A. (2011). Agavaceae. En R. Medina Lemos (Ed.), Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fascículo 88). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 95 pp
- Garzón, B., Auad, A., Abella, M. y Brañes, N. (2009). La transformación del hábitat popular desde talleres integrados de investigación acción participativa. Revista INVI, 20(55).
- Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. (IICA). San José C.R.
- Gómez, F. (2008). Apuntes del curso de vegetación nativa de zonas áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. México. 168 p.
- González, J., Madrigal, S., Ayala, B., Juárez, C. y Gutiérrez, V. (2006). Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development, 18 (8): 19-33. Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>
- Granados, S. (1996). El mezquite: el árbol del desierto. Ciencias forestales 1: 37-51.
- Gutiérrez, J., Aguilera, G., González, E. y Juan, P. (2012). Evaluación de la sustentabilidad posterior a una intervención agroecológica en el subtropico

- del Altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 15-24.
- Hernández, D., Bustos, V., Ramírez, C. y Ríos, V. (2014). Análisis situacional de la red de valor de bovinos de carne. ECODES San Luis de la Paz, Guanajuato, México.
- Hernández, R. (1992). El Mezquite. *Vinculación* 4: 23–26.
- Hernández, R. y Mendoza, T. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Primera edición. Mc. Graw-Hill, México.
- Iglesias, J., Funes, M., Toral, O., Simón, L. y Milera, M. (2011). Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Apuntes para el conocimiento. Pastos y Forrajes vol.34 no.3 Matanzas jul.-sep. Revista SciELO.
- Illsley, C. (2003). Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros silvestres INEGI. (2011). Censo de Población y Vivienda 2010. México.
- Jiménez, F. (2004). La cuenca hidrográfica como unidad de planificación, Manejo y gestión de los recursos naturales. CATIE San José Costa Rica.
- Jiménez, F. y Faustino, J. (2003). Enfoques y Estrategias actuales para el manejo de cuencas hidrográficas en América Central. En Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas (3,8-13 jun 2003, Arequipa – Perú). Libro de resúmenes, 169 pp.
- Kawulich, B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. *Revista Forum: Qualitative Social Research*. Volumen 6, No. 2, Art. 43
- Kiesling, R. (1999). Origin, domestication and distribution of *Opuntia ficus-indica*. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.*, 3: 50–59 (available at [http:// www.jpacd.org](http://www.jpacd.org)).
- Kock, G. (2003). El uso del nopal como forraje en las zonas áridas de Sudáfrica. In: El nopal (*Opuntia spp.*) Como Forraje. Eds. Mondragón J. C. y S. Pérez. G. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Lieber, E. & Weisner, T. (2010). Meetin the practical challenges of mixed methods research. En *Handbook of Mixed Methods Research*.

- López, D. y Vizcaya, X. (2013). Manual de Técnicas y Dinámicas Grupales Volumen II. Centros de Integración Juvenil A.C.
- López, R. (2006). Elementos para el diseño de una política de uso sustentable de las tierras ganaderas de Sonora- Estudios sociales 14 (27): 140-157.
- Marinidou, E. y Jiménez, F. (2010). Sistemas silvopastoriles: uso de árboles en potreros en Chiapas. CONAFOR, ECOSUR. 46 p.
- Martínez, I. y Lumaret, J. (2006). Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. *Folia Entomológica Mexicana*. 45(1): 57-68
- Medina, G., Ruiz, C. y Bravo, L. (2004). Definición y clasificación de la sequía. Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte centro de México. Libro Técnico No 4. INIFAP-SAGARPA, México.
- Mellado, M., Estrada, R., Olivares, L., Pastor, F. & Mellado, J. (2006). Diet selection among goats of different milk production potenti al on rangeland. *J. Arid Environ.* 66 127-134.
- Mercado, M. (2011). Desertificación de cuencas agrícolas en Baja California Sur. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México.
- Mijaíl, A., Sotelo, M., Ramírez, F., Ramírez, I., López, A. y Siria, I. (2005). Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco, departamento de Matagalpa, Nicaragua. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. I Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Cuba.
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. 17(3): 7-24. Cuba.
- Montenegro, J. y Abarca, S. (2002). Los sistemas silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones. *Agronomía Costarricense* 26(1): 17-24.
- Moreno, A., Toledo, V. y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91: 375-398.

- Moreno, A. y Renner, I. (2007). Gestión Integral de Cuencas. La experiencia del Proyecto Regional Cuencas Andinas. Perú.
- Muñoz, M. (2000). Contribución al desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles con la participación de pastoras en una comunidad de los altos de Chiapas. Tesis UNAM. México.
- Mulas, M. & Mulas, G. (2004). The strategic use of *Atriplex* and *Opuntia* to combat desertification. Short and Medium- Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Desertification Research Group. University of Sassari. Italy. 101 p.
- Murgueitio, E., Chara, J., Solarte, A., Uribe, F., Zapata, C. y Rivera, J. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad en Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 26:313-316
- Musálem, S. (2001). Sistemas Agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural para el trópico mexicano Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. p. 95. Referido por Ríos S. J.C. et al 2014.
- Narváez, S., Alberto, U., Martínez, T. y Jiménez, M. (2016). El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano Revista de Geografía Agrícola, núm. 56.
- Ojeda, P. y Restrepo, J. (2003). Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. 71 p
- Ortiz, E. (2001). Reversión de la deforestación y ganadería totonaca en el municipio de Papantla, Veracruz, México. En: Hernández, L. (Comp.). *Historia ambiental de la Ganadería en México*. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México.
- Palacios, A., Rodríguez, R., Hernández, M., Jiménez, E. y Tirado, D. (2016). Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. Ex willd) M.C.

- Johnston basada en un modelo de nicho ecológico. *Revista mexicana de ciencias forestales*. Vol. 7 (34): 35-46.
- Palerm, J. (1997). La persistencia y expansión de sistemas agrícolas tradicionales: El caso del huamil en el Bajío mexicano. *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba*, 5: 121-133.
- Palma, J. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, 14 (3): 95-104.
- Pérez, F. (2004). Proyectos de desarrollo y procesos participativos. Ingeniería Aplicada a la Cooperación para el Desarrollo. Volumen 2. Primera edición. Editorial *Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras*.
- PNUMA. (2006): Día mundial del medioambiente 5 junio de 2006. Desiertos y desertificación.
- Quiñones, V., Sánchez, C., Valencia, P., Castellanos y Macías, G. (2006). Especies vegetales seleccionadas por caprinos en pastoreo en agostaderos áridos del noreste de Durango, México. *Memoria de la III Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. México, 82-88.
- Reyes, B., Zamora, E., Reyes, M., Frías, J., Olalde, V. & Dendooven, L. (2003). Decomposition of leaves of huisache (*Acacia tortuosa*) and mesquite (*Prosopis* spp) in soil of the central highlands of Mexico. *Plant and Soil*, 256 (2): 359-370.
- Reveles, H., Flores, O., Blanco, M., Valdez, C. y Félix, R. (2010). El manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, Edición Especial No. 5-2010
- Ríos, J., Trucíos, R., Valenzuela, L., Sosa, G. y Rosales, R. (2011). Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. *INIFAP*.
- Ríos, J., Valenzuela, L., Rivera, M., Trucíos, R. y Sosa, G. (2012). Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua. México. *Revista Tecnociencia* Vol. VI, No. 3.
- Rodríguez, S., Rojo, M., Ramírez, V., Martínez, R., Cong, H., Medina, T. y Piña, R. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite. *Revista Ra Ximhai*, Enero -

- Junio, 2014/Vol. 10, Número 3, Edición Especial Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.
- Sánchez, H. (2008). Sistema silvopastoril: Un proyecto exitoso en la huasteca potosina. En: *Memorias. Coloquio "Hacia una producción animal sustentable"*. Colegio de Posgraduados, México.
- Scheinvar, E. (2017). Agaves, mezcal tradicional, cultura y diversidad. Los Agaves y el campo mexicano. Revista IKOS Núm. 18. UNAM e Instituto de Ecología SEMARNAT. (2006). Tercer Informe Nacional México 2002-2005 en materia de implementación de la UNCCD. México.
- Siles, C. y Freitas, D. (2003). La fuerza de la corriente: gestión de cuencas hidrográficas con equidad de género. Editorial ABSOLUTO. San José, C.R.
- Sirvent, M. y Rigal, L. (2012). Investigación Acción Participativa Un desafío de nuestros tiempos Para la construcción de una sociedad democrática.
- Solís, G. (1997). Evaluación poblacional actual del mezquite y palo fierro en ambientes áridos sujetos a un aprovechamiento continuo. CONACYT. 3888-N9401. Informe Final de Proyecto. Hermosillo Sonora. 86 p.
- Solís, F. y Maldonado, A. (2012). Guía de metodologías comunitarias participativas. UASB. Ecuador.
- Sotelo, M., Suárez, S., Álvarez, C., Castro, N., Calderón, S. y Arango, J. (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico - Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable? Publicación CIAT No. 448. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p.
- Soto, P. (2017). La multifuncionalidad del sistema de café con sombra. En: Libro de Resúmenes de la Reunión Nacional de la Red Temática de Sistemas Agroforestales de México. 30 de octubre al 1 de noviembre del 2017. Universidad Autónoma de Baja California
- Tarango, A. (2005). Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de México. Redalib.org. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. México.

- Torres, I., Rendon, F., Blancas, J. & Moreno, A. (2019). The genus *Agave* in agroforestry systems of Mexico. *Botanical Sciences*, 97(3), 263-290. <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.2202>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I. & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151: 52-59
- Umaña, E. (2002). Taller de capacitación: Educación ambiental con enfoque en manejo de cuencas y prevención de desastres. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- UNCCD. (1994). Elaboración de una Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África. Texto Final de la Convención. Disponible en: www.unccd.int.
- Valles, M. (2000). Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Madrid: Síntesis
- Vázquez, R., Blanco, F., Ojeda, C., Martínez, J., Valdez, R., Santos, A. y Háuad, L. (2011). Reforestación a base de nopal y maguey para la conservación de suelo y agua. RESPYN "Revista Salud Pública y Nutrición" Edición Especial No. 5 2011 pp 185-203.
- Villagra, P., Meglioli, P., Pugnaire, F., Vidal, B., Aranibar, J. y Jobbágy, E. (2013). La regulación de la partición del agua en zonas áridas y sus consecuencias en la productividad del ecosistema y disponibilidad de agua para los habitantes, en: Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. Valdivia, Chile.
- Villanueva, M. (2002). Microcuencas. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, 222 pp.
- Villeda, G., Tirado, E. y Quesada, M. (2014). Adecuación del modelo silvopastoril intensivo al altiplano de México en condiciones semiáridas. COFUPRO-Fundación PRODUCE Aguascalientes. Aguascalientes, México.

Villegas, D., Bolaños, M. y Olguín, P. (2001). *La ganadería en México. Temas selectos de Geografía de México*. Plaza y Valdés, UNAM, México.

Zamudio, S. y Galván, R. (2011). La diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. Flora del bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología. A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional.

Zamudio, S. (2012). Diversidad de ecosistemas del estado de Guanajuato en La Biodiversidad de Guanajuato: Estudio de Estado Vol. LI. México. CONABIO/ Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

Dirección General de Bibliotecas de la UAG