

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

**HELENA COTLER ÁVALOS
MARÍA LUISA CUEVAS FERNÁNDEZ**

FUNDACIÓN RÍO ARRONTE, I.A.P.

**ESPACIOS NATURALES Y
DESARROLLO SUSTENTABLE A.C.**

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS
EN AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

Helena Cotler Avalos
María Luisa Cuevas Fernández



RÍO ARRONTE
FUNDACIÓN



© D.R. Primera edición, 2017
Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
Blvrd. Adolfo López Mateos 2009, Los Alpes,
01010 Álvaro Obregón, CDMX
www.fgra.org.mx/

DISEÑO DE INTERIORES, PORTADA Y
CUIDADO DE LA EDICIÓN: RAÚL MARCÓ DEL PONT LALLI
FOTO DE PORTADA: CLAUDIO CONTRERAS KOOB

Impreso y hecho en México ■ *Printed in Mexico*

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	6
Agradecimientos	7
Introducción	9
I. Importancia de la conservación de suelos y agua en México	9
II. Encuesta sobre prácticas de conservación de suelos en zonas agrícolas y ganaderas	13
Agroecosistemas	17
i. Sistemas agrícolas y agroforestales	18
ii. Sistemas pecuarios y silvopastoriles	25
Milpa intercalada con frutales	31
Maíz en terrazas con frutales	38
Sistema agroforestal de aguacate	46
Sistema lama-bordo	51
Labranza de conservación	58
Sistema silvopastoril en el trópico húmedo	68
Sistema silvopastoril en el trópico seco	74
Ganadería holística	81
Conclusiones	89
Referencias	93
Anexos	
Anexo 1. Encuesta sobre prácticas de conservación de suelos en zonas agrícolas y ganaderas	97
Anexo 2. Personas encuestadas y sus respectivas organizaciones de adscripción u ocupación	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividad principal de los encuestados	15
Figura 2. Sitios de aplicación de la encuesta y su sistema de producción	16
Figura 3. Nivel de educación de los encuestados	16
Figura 4. Prácticas de conservación de suelos más comunes en sistemas agrícolas y agroforestales	19
Figura 5. Elección de prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales	19
Figura 6. Tipo de capacitación recibida para promover las prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales	20
Figura 7. Propósitos para implementar prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales	21
Figura 8. Principal destino de la producción agrícola	22
Figura 9. Indicadores para medir los resultados de las prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales	22
Figura 10. Organización social óptima para la implementación exitosa de prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales	23
Figura 11. Principales obstáculos identificados para implementar prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales	24
Figura 12. Prácticas de conservación de suelos más comunes en sistemas pecuarios y silvopastoriles	25
Figura 13. Elección de las prácticas de conservación en sistemas pecuarios y silvopastoriles	26
Figura 14. Propósitos para implementar prácticas de conservación de suelos en sistemas pecuarios y silvopastoriles	27
Figura 15. Principal destino de la producción en sistemas pecuarios y silvopastoriles	27
Figura 16. Medios de evaluación de las prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles	28
Figura 17. Organización social óptima para la implementación exitosa de prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles	29
Figura 18. Principales obstáculos identificados para implementar prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles	29
Figura 19. Tipo de capacitación recibida para promover las prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles	30

AGRADECIMIENTOS

El diseño e implementación de este proyecto fue apoyado de manera entusiasta por la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. a través de ENDESU (Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.).

Las autoras queremos agradecer a Edge Software Services S.A. de C.V. Desarrolladores de Encuestas Dinámicas, en particular a Daniel Romero, por todo su apoyo en el diseño, programación y seguimiento de la encuesta en línea.

Los resultados aquí presentados no serían posible sin la participación de los encuestados, quienes nos compartieron su tiempo y conocimiento. En especial a aquellas personas en Sinaloa (Sección Agricultura Sustentable de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa), Tlaxcala (Grupo Vicente Guerrero A.C.), Oaxaca (CEDICAM-Centro de Desarrollo Integral Campesino de la Mixteca), Michoacán (Alternare A.C.) y Estado de México (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible) que nos recibieron y explicaron en detalle su trabajo y expectativas.

Finalmente, los comentarios de los Drs. Mario Martínez, Raúl Pineda y, especialmente, de la Dra. Ana Burgos, permitieron afinar y enriquecer el diseño de la encuesta.

INTRODUCCIÓN

I. IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA EN MÉXICO

Detrás (y debajo) de los grandes retos socio-ambientales actuales, como sustentabilidad alimentaria, pérdida de biodiversidad, desertificación y pobreza nos encontramos a los suelos.

Los suelos son mucho más que el soporte físico de la vegetación; los suelos ejercen funciones fundamentales para la vida, como ser el soporte de todos los ecosistemas terrestres, donde se producen los alimentos, fibras y maderas; constituyen el medio donde se captura y secuestra el carbono, regulan la atmósfera, filtran el agua, desintoxican materiales inorgánicos y orgánicos y proveen el hábitat para una miríada de organismos (Blum *et al.*, 2006).

En México, uno de los problemas más agudos que ha experimentado la agricultura y que no lo apreciamos claramente aún, es el deterioro de la calidad del suelo (Etchevers *et al.* 2016). La pérdida de la fertilidad del suelo y su erosión, constituyen los problemas más graves que limitan el propósito de la seguridad alimentaria y la adaptación de estos sistemas ante la variabilidad climática e influyen en las condiciones de pobreza y de migración rural.

La producción agrícola y pecuaria intensiva puede resultar en procesos de degradación, desertificación o salinización que comprometen la provisión de servicios ecosistémicos. El reto

para la producción agropecuaria es limitar los procesos de degradación mientras se mantiene e incrementa los rendimientos. Como mencionan Dominati *et al.* (2014) la economía de las naciones se basa en la sustentabilidad de sus agroecosistemas.

En nuestro país, distintos datos nos están reflejando las consecuencias de la pérdida de fertilidad de los suelos y de su erosión. En 2012, 48.6% de las unidades de producción agrícola mencionaron la pérdida de fertilidad de los suelos como el principal problema para el desarrollo de actividades agropecuarias (INEGI, 2012), lo cual puede ser una de las causas del abandono de 1.4 millones de unidades de producción agropecuarias (entre 1991 y 2007) (Robles Berlanga, 2012). Las consecuencias de la erosión de suelos van más allá de la parcela y la recuperación de los suelos es costosa y lenta. Algunas estimaciones prevén que el costo de la erosión de suelos en México puede superar los mil millones de dólares (Magulis, 1992) o bien el equivalente de 38.3 a 54.5 dólares por hectárea por pérdida de rendimiento y nutrientes que deben ser reemplazados por fertilizantes (Cotler *et al.*, 2011), lo cual constituye de 37 a 52% del presupuesto que recibe cada agricultor de PROAGRO (antes PROCAMPO). Esta situación es especialmente grave al considerar que hace 14 años se estimaba que la degradación de suelos afectaba al 45% del territorio nacional (SEMARNAT-COLPOS, 2002).

Además de ocasionar la pérdida de rendimientos y el incremento de costos de producción, la erosión de los suelos provoca la reducción del contenido de carbono en los suelos. Esta reducción disminuye la capacidad de retención de humedad en los suelos. Algunos estudios mencionan que por cada 1% de incremento de carbono orgánico en suelos la capacidad de retención de agua disponible en ellos aumenta de 3 a 7% (Hudson 1994), haciéndolo más tolerante ante sequías. El incremento en carbono orgánico también mejora la actividad biológica de los microorganismos, mejorando el suministro de nutrientes. Por ello, muchas veces el contenido de materia

orgánica es en sí mismo un indicador de la calidad de los suelos (Lal, 2015).

Uno de los retos más importantes en la agricultura y la ganadería es la creación de sistemas productivos resilientes y adaptativos ante la variabilidad climática y que sean eficientes en términos de agua y energía, sin degradar ni contaminar el ambiente (Arnés *et al.*, 2013). En este contexto es importante reconocer que los suelos resilientes son el fundamento básico para la construcción de agroecosistemas resilientes (Blanco-Canqui y Francis, 2016).

En distintos contextos los agricultores han desarrollado estrategias innovadoras para mejorar la calidad de los suelos y atender la variabilidad climática (Altieri *et al.*, 2015), donde la recuperación de prácticas de manejo tradicionales puede proveer elementos para el desarrollo de estrategias adaptativas de respuesta al cambio climático (Astier *et al.*, 2012).

A pesar de las décadas de programas gubernamentales de prácticas de conservación de suelos, la adopción por parte de los agricultores, como premisa básica para la conservación de suelos, sigue siendo escasa. Recientemente se ha entendido mejor que la adopción de prácticas de manejo constituye un proceso complejo (de Graaf *et al.*, 2008, Eakin y Wehber, 2009), donde confluyen factores personales y familiares (actitudes, conocimientos, situación familiar, migración), factores sociales (asistencia técnica, tenencia de la tierra), factores físicos (pendiente, erosividad y variabilidad climática, erosionabilidad de suelos), factores institucionales y acción colectiva (reglas, normas, trabajo comunitario) y factores económicos (ingresos, deudas, trabajo externo).

En el proceso de adopción se pueden identificar tres fases, que incluyen: i) la aceptación, que eventualmente puede guiar hacia la inversión en ciertas medidas; ii) la actual adopción, donde se invierten recursos, tiempo y esfuerzos en realizar las medidas de conservación y la tercera fase o el uso continuo (adopción

final), cuando las acciones son incorporados en los sistemas de producción, replicadas en otras parcelas de los mismos dueños (de Graaff *et al.*, 2008).

En el proceso de adopción es importante diferenciar la adopción de una tecnología, donde la decisión está generalmente basada en incrementar rentabilidad económica a la adopción de estrategias de conservación que implican un cambio de mayor durabilidad con distintos objetivos en los agroecosistemas (de Graaff *et al.*, 2008; Jara-Rojas *et al.*, 2013).

Además que estas prácticas compiten con otras actividades, en un contexto de recursos limitados (Tenge *et al.*, 2005) y con escaso apoyo gubernamental (Cotler *et al.*, 2016).

La diversidad topográfica, biológica y también social e institucional en el México rural explica porque muchas veces las estrategias que funcionan en un lugar pueden no ser adecuadas o ser totalmente inadecuadas para otro sitio (Etchevers *et al.*, 2016).

Por ello, el objetivo principal del presente estudio fue identificar el trabajo que realizan hoy en día campesinos, agricultores, ganaderos y organizaciones sociales para ir adaptando diversas prácticas de conservación de suelos, ante las distintas condiciones ambientales, sociales e institucionales del país, y entender a través de sus voces, las motivaciones, expectativas y también las formas de resolución a los obstáculos.

En la primera parte de este documento se explica la metodología utilizada para la realización de la Encuesta sobre prácticas de conservación de suelos en zonas agrícolas y ganaderas. En la segunda parte se describen los principales resultados ambientales, sociales e institucionales que rigen la conservación de suelos en los agroecosistemas.

En la tercera sección se esquematiza la experiencia y algunos resultados de conservación de suelos en diversos agroecosistemas agrícolas y ganaderos del país.

II. ENCUESTA SOBRE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN ZONAS AGRÍCOLAS Y GANADERAS

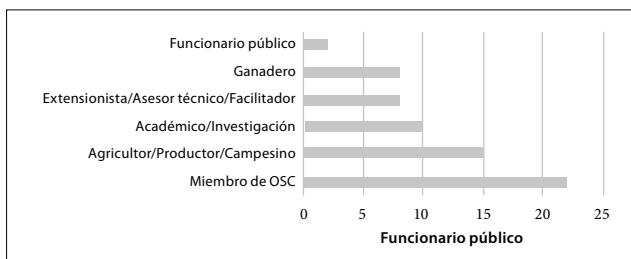
Con la idea de recopilar experiencias sobre conservación de suelos bajo contextos socio-ambientales diversos, se diseñó una encuesta que abarca los siguientes cuatro aspectos principales (Anexo 1):

- I Importancia de la conservación de suelos en el desarrollo de sus actividades, donde se identificaron las prácticas de conservación de suelos más utilizadas en función del tipo de agroecosistema (agrícola, agroforestal, pecuario, silvopastoril). La descripción de las prácticas de conservación establecidas, su elección, el tiempo, propósito de las prácticas.
- II Características socioambientales de los sitios donde se aplicaron las prácticas de conservación de suelos: tenencia, tamaño de parcela, uso, mano de obra, destino, clima, pendiente, textura, profundidad de suelo.
- III Los requerimientos necesarios para realizar estas prácticas: jornales necesarios, equipos, insumos, organización social más apropiada para la implementación exitosa de estas prácticas, obstáculos para la implementación de las prácticas, resolución de los obstáculos, apoyos recibidos.
- IV La divulgación y el monitoreo: capacitación para promover las prácticas de conservación de suelos, documentación de los resultados obtenidos, réplica de las prácticas realizados por otros agricultores/ganaderos.

La encuesta sobre prácticas de conservación de suelos tuvo preguntas abiertas y cerradas y fue aplicada a través de tres medios: i) el sitio de internet Encuestas dinámicas; ii) a través de su envío en documento Word y formulario pdf por correo electrónico y iii) su aplicación presencial a campesinos sin acceso a medios electrónicos.

En total se obtuvieron 65 respuestas provenientes de campesinos, organizaciones de la sociedad civil, investigadores, agricultores, ganaderos, extensionistas, asesores técnicos y funcionarios públicos (Figura 1 y Anexo 2).

Figura 1. Actividad principal de los encuestados



Las encuestadas se distribuyeron en 91 sitios en el país localizados en 20 de los 32 estados que conforman la

República Mexicana. Más del 30% de las respuestas está ubicada en clima templado, 27% en trópico húmedo, 23% en clima semiárido, 16% en trópico seco y únicamente 3% de las prácticas (sistemas pecuarios) en climas áridos (Figura 2).

Como contexto social, más del 50% de los encuestados tienen una licenciatura, principalmente en biología, ingeniería agrícola o forestal, 9% tiene estudios de bachillerato o carrera técnica, 19% tienen estudios de posgrado y 22% cursó total o parcialmente la primaria o secundaria (Figura 3). Este resultado se debe a que la encuesta estuvo diseñada y fue enviada a organizaciones e instituciones que apoyan la implementación de prácticas de conservación de suelo.

Figura 2. Sitios de aplicación de la encuesta y su sistema de producción

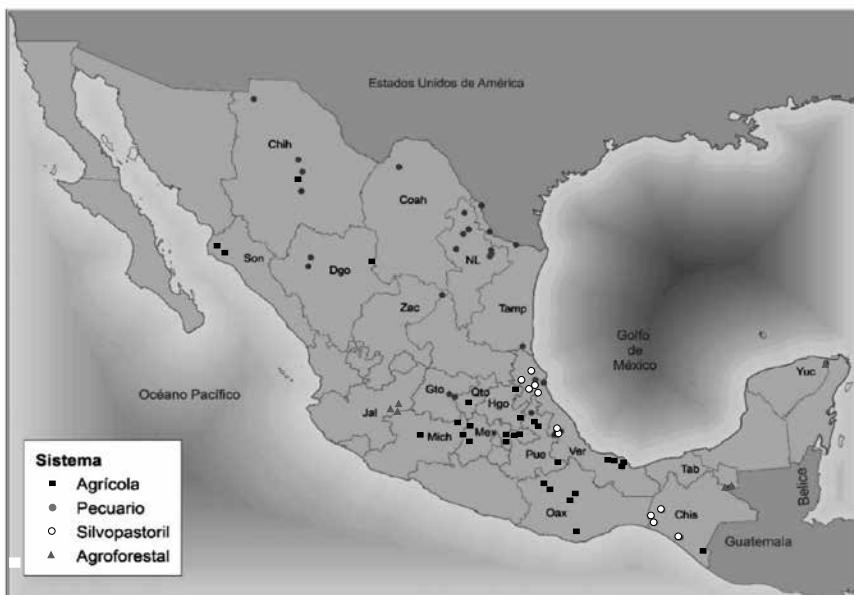
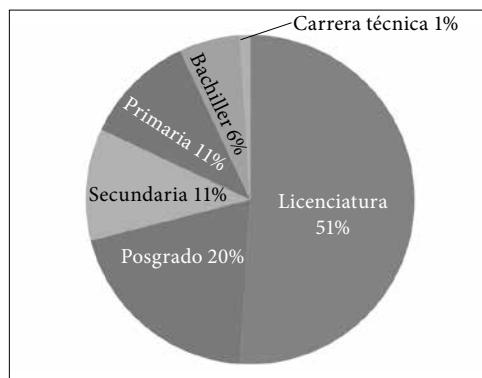


Figura 3. Nivel de educación de los encuestados



En la mayoría de los casos (70%), las prácticas de conservación de suelos se realizan en suelos deteriorados con la finalidad de recuperar sus propiedades y funciones, es decir que se realizan prácticas como medio correctivo, más que como medio preventivo a la erosión de suelos.

AGROECOSISTEMAS

Los agroecosistemas expresan una multiplicidad de arreglos agroproductivos asociados al entorno ecológico, cultural, político y socioeconómico (Altieri *et al.*, 2015), dando como resultado una particular “coevolución” entre la naturaleza y los agricultores, con sus particulares formas de organización, conocimientos y valores. En los agroecosistemas, como mencionan (Huato y Toledo, 2016) “se entrelazan y retroalimentan conocimientos, racionalidades e innovaciones campesinas y modernas”. El diseño de un agroecosistema debe buscar que “arriba del suelo posea una alta diversidad de especies y que abajo del suelo sea biológicamente activo; un sistema que promueva el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y una alta cobertura del suelo que prevenga la pérdida del suelo” (p. 79).

Independientemente del tipo de agroecosistema, todos ellos se sustentan y dependen de los suelos, cuyas propiedades y calidad son a su vez modificadas a través del manejo.

En el ámbito de los suelos, el manejo puede darse mediante prácticas de conservación que conservan la fertilidad de los suelos (prácticas también conocidas como agronómicas y vegetativas) y prácticas de conservación cuya principal función es la de retener sedimentos (conocidas como prácticas mecánicas)

(<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/soil-conservation/en/>).

Generalmente en suelos erosionados se requiere tanto disminuir el movimiento de las partículas (sedimentos) como la recuperación de la fertilidad, en términos de incorporación de materia orgánica, mejoramiento de porosidad y enriquecimiento de edafofauna. Para obtener estos resultados se requiere la combinación en el territorio de estas prácticas.

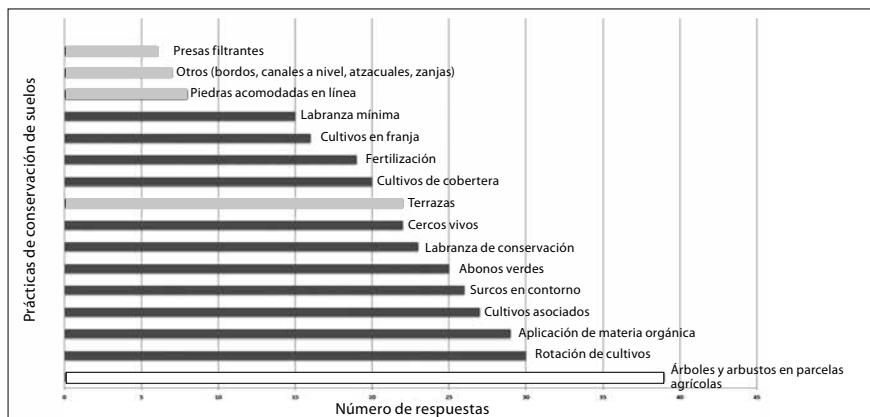
Por otro lado, las prácticas varían también en función de la intensidad de la erosión, el uso del terreno, las expectativas a futuro en el uso, los costos y la necesidad de mano de obra.

I. SISTEMAS AGRÍCOLAS Y AGROFORESTALES

La gran mayoría de los sistemas agrícolas evaluados se encuentran en tierras ejidales (50%) y comunidades (28%), donde el 48% tiene una extensión de 1 a 3 hectáreas; en ellas la principal mano de obra es familiar (52%) o familiar y contratada (33%). También se evaluaron sistemas agrícolas en tierras con superficie de más de 20 hectáreas, donde la mano de obra es exclusivamente contratada.

En las parcelas agrícolas y agroforestales se realizan con más frecuencia prácticas agronómicas y vegetativas, combinándolas con prácticas mecánicas. De acuerdo con las respuestas obtenidas, las prácticas agronómicas más utilizadas en estos sistemas son la rotación de cultivos, la aplicación de materia orgánica y el establecimiento de cultivos asociados (Figura 4). De las prácticas mecánicas sobresale la construcción de terrazas. De los 42 sistemas agrícolas y agroforestales analizados 19% aplican sólo una práctica agronómica, 68% aplican dos o más y el restante 13% no aplica este tipo de prácticas.

Figura 4. Prácticas de conservación de suelos más comunes en sistemas agrícolas y agroforestales (en gris claro: prácticas mecánicas, en negro: prácticas agronómicas; en blanco: prácticas vegetativas)



La implementación de prácticas de conservación de suelos se realizó, principalmente, en suelos deteriorados a través de prácticas que podían ser conocidas por los dueños de la tierra o bien, diseñadas particularmente para esas condiciones socioambientales, generalmente por técnicos de organizaciones sociales (Figura 5).

Figura 5. Elección de prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales



El acompañamiento y la capacitación para socializar las prácticas de conservación de suelos constituyen pasos fundamentales para asegurar la correcta implementación y si es necesario, realizar modificaciones en función de los resultados obtenidos. Esta etapa se realizó a través de distintos medios, los más reconocidos fueron los cursos o talleres, el intercambio de experiencias entre campesinos y la visita a parcelas demostrativas (véase Figura 6). Los encuestados resaltaron la importancia de esta etapa, tanto para el impulso inicial como para el desarrollo y evolución de las prácticas en el tiempo. Llegando a ser la ausencia de un acompañamiento técnico un obstáculo importante para la continuidad de estas acciones.

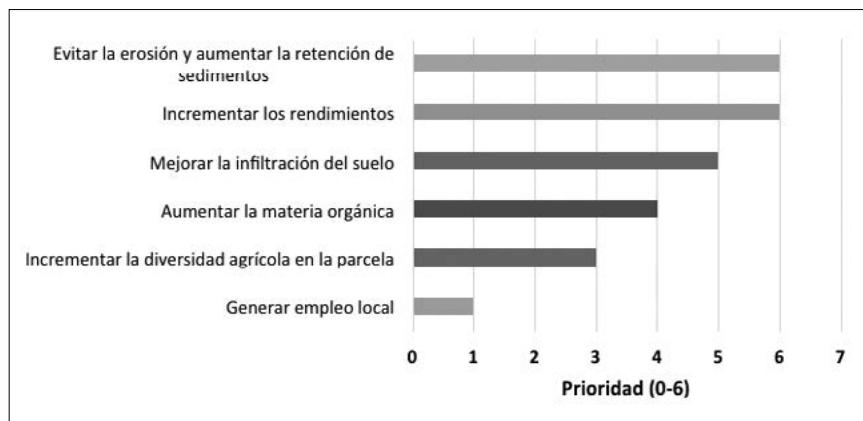
Figura 6. Tipo de capacitación recibida para promover las prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales



Debido a las condiciones de deterioro del suelo, las principales motivaciones de los dueños de la tierra para realizar prácticas de conservación de suelos fueron “evitar la erosión y aumentar la retención de sedimentos” e “incrementar los rendimientos”. Es decir que la relación entre la calidad de los suelos y

los rendimientos es bien conocida. Aunque es importante resaltar que en la mayoría de los casos se reconocen los beneficios de la conservación de los suelos relacionados con la infiltración, la materia orgánica y la agrobiodiversidad (Figura 7).

Figura 7. Propósitos para implementar prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales (donde 6 es el valor más alto)



Después de 3 años de implementación de prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y agroforestales, más de la mitad de los encuestados identificaron cambios favorables en sus parcelas, principalmente en el incremento de la materia orgánica, mejorando con ello la calidad del suelo y por lo tanto la productividad. Esto es sumamente importante en términos de seguridad alimentaria, ya que el principal destino de la producción agrícola de estos sitios es el autoconsumo con venta de excedentes (Figura 8).

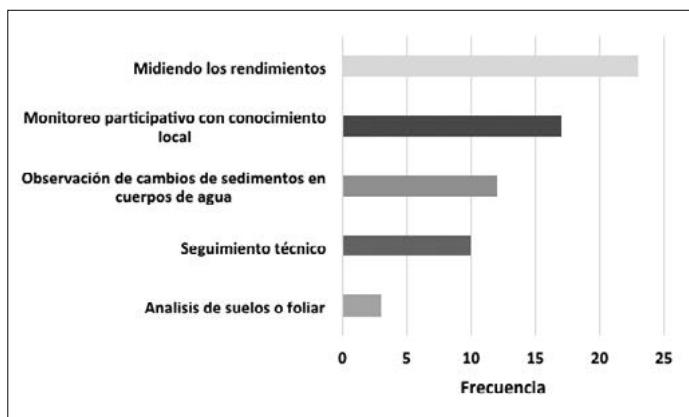
Las prácticas de conservación de suelos requieren un trabajo adicional, por ello es importante demostrar los resultados tangibles de su implementación, de modo que se facilite su apropiación por los dueños de la tierra. Según los encuestados, los medios utilizados para conocer los resultados de estas prácticas constituyen la medición del rendimientos (mencionando tam-

Figura 8. Principal destino de la producción agrícola



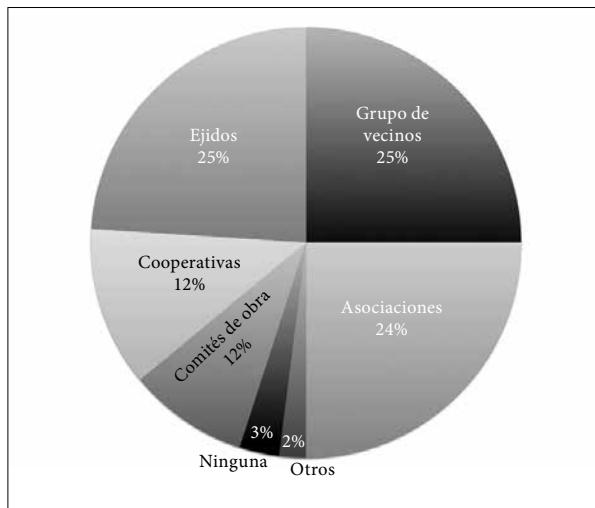
bien la calidad de los productos), el monitoreo participativo, las observaciones de cambios de sedimentos en cuerpos de agua y el seguimiento técnico (Figura 9). Estos tres últimos métodos fueron posibles cuando tenían un acompañamiento técnico.

Figura 9. Indicadores para medir los resultados de las prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales



Para el diseño, la implementación y el seguimiento de las prácticas, la organización social cumple un papel importante para reducir costos, compartir conocimientos, ampliar las redes y los contactos y comunicar riesgos. Los tres tipos de organización social que, según los encuestados, mejor funcionan para la implementación exitosa de las prácticas de conservación de suelo son el ejido, cuando éste tiene reglas claras y las tareas están reguladas; los grupos de vecinos y las asociaciones (Figura 10). A pesar de que las tierras eran de uso particular donde la decisión del manejo la realiza el dueño de la tierra, sólo 3% mencionó que no necesitaba la presencia de alguna organización social.

Figura 10. Organización social óptima para la implementación exitosa de prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales

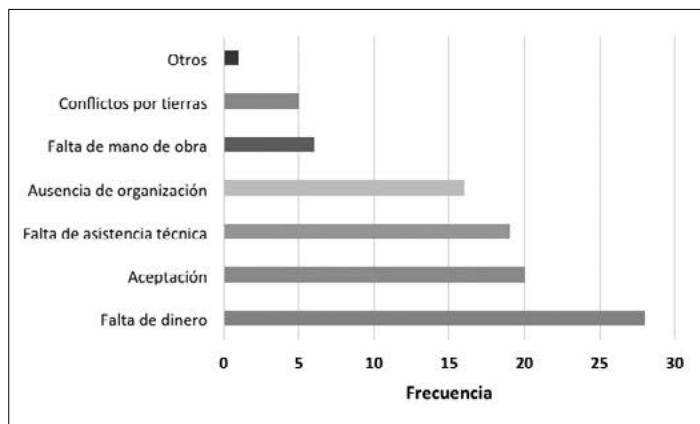


Las prácticas de conservación de suelos muchas veces constituyen actividades que no están incorporadas en los sistemas de producción tradicional, por lo que puede significar un trabajo suplementario, ante el cual los entrevistados han expresado

diferentes obstáculos para su realización. Entre los principales se señaló la falta de dinero, la difícil aceptación por parte de las demás personas de la comunidad, la falta de asistencia técnica y la ausencia de organización (Figura 11). La manera como lo han resuelto es, principalmente, organizándose entre las personas de la misma comunidad y su cercanía, buscando ámbitos de capacitación y en muchos casos (51%) solicitando apoyos gubernamentales (las dependencias mencionadas fueron: INDESOL, CONAFOR, Comisiones de Cuenca, CONAGUA, SAGARPA, CONANP, Secretarías de desarrollo agrícola y sociales de los Estados, entre otros). A pesar de los obstáculos hay un fuerte interés por continuar implementando estas prácticas, para lo cual se considera básico el apoyo tanto de organizaciones de la sociedad civil (OSC) como de las universidades.

Figura 11. Principales obstáculos identificados para implementar prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales

Aunque se reportó que la aceptación es uno de los principa-



les obstáculos a vencer al momento de proponer e implementar mejores prácticas, 55% de los encuestados respondieron que sí se han replicado las prácticas elegidas en otras parcelas; obte-

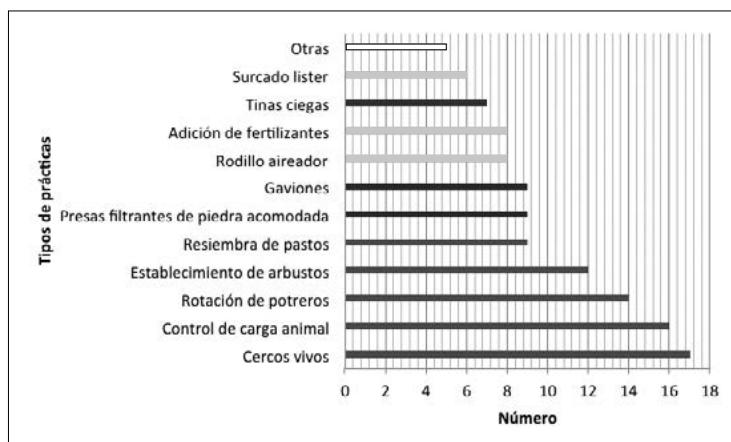
niendo mejores rendimiento, con mejoras evidentes en la condición del suelo y más agrobiodiversidad.

En la tercera parte de este documento se describen con más detalle algunos agroecosistemas como el sistema de milpa intercalada con frutales (MIAF), el sistema agroforestal de aguacate, el sistema lama-bordo, el de maíz en terrazas con frutales y el cultivo de labranza de conservación.

II. SISTEMAS PECUARIOS Y SILVOPASTORILES

En los sitios de pastoreo y módulos silvopastoriles, ubicados tanto en tierras de propiedad privadas como ejidales, se implementan un conjunto de prácticas agronómicas, vegetativas y mecánicas que buscan mejorar las condiciones del suelo. De acuerdo con las respuestas obtenidas, los tres principales tipos de prácticas (agronómicas, vegetativas y mecánicas) se combinan en la parcela, siendo las prácticas vegetativas las más utilizadas (Figura 12).

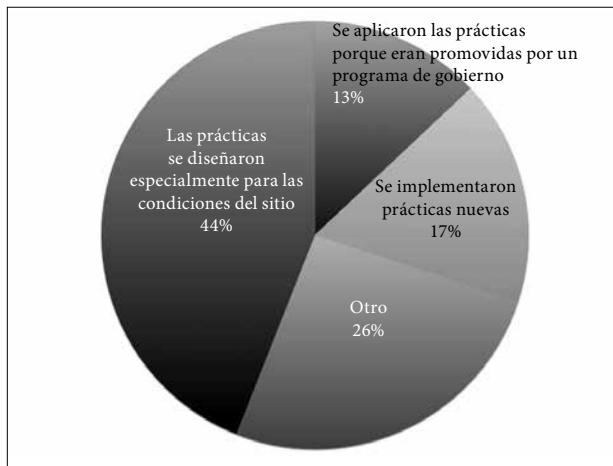
Figura 12. Prácticas de conservación de suelos más comunes en sistemas pecuarios y silvopastoriles (en gris claro: prácticas mecánicas; en negro: prácticas agronómicas; en blanco: prácticas vegetativas)



En todos los casos reportados de sistemas pecuarios y silvopastoriles (23) se aplicaron prácticas vegetativas. Las prácticas más extendidas son los cercos vivos, el control de carga animal, la rotación de potreros y el establecimiento de arbustos. Al igual que para los sistemas agrícolas, más del 75% de los encuestados implementan dos o más prácticas vegetativas. Las prácticas mecánicas no se implementan con tanta frecuencia como las prácticas vegetativas. De acuerdo con los resultados obtenidos, 39% de los encuestados no las construyen.

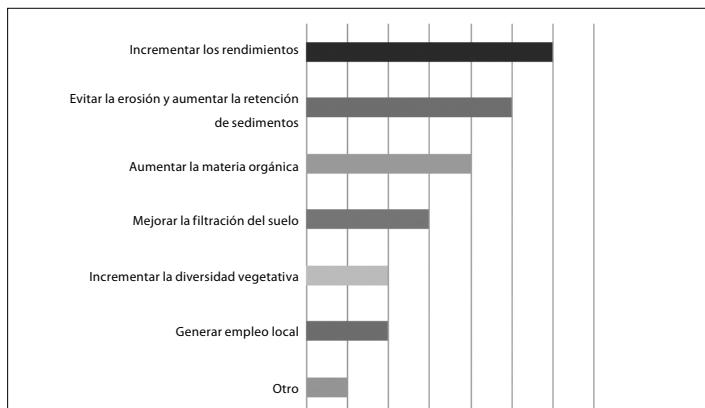
Los suelos dónde se implementaron las prácticas de conservación eran, en su mayoría, suelos medianamente o muy deteriorados de ahí la relevancia que en más del 40% de los casos las prácticas elegidas fueron específicas para el sitio (Figura 13).

Figura 13. Elección de las prácticas de conservación en sistemas pecuarios y silvopastoriles



Las principales razones para llevar a cabo estas prácticas fueron aumentar el número de cabezas de ganado, evitar la erosión y aumentar la retención de sedimentos, seguidas de aumentar la materia orgánica y mejorar la infiltración (Figura 14).

Figura 14. Propósitos para implementar prácticas de conservación de suelos en sistemas pecuarios y silvopastoriles



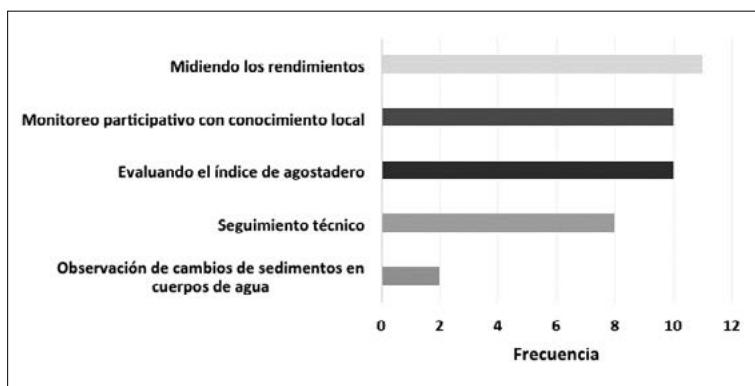
Después de 5 años de implementación de estas prácticas (60% de los casos), más de la mitad de los entrevistados identificaron cambios positivos en términos de incremento de cobertura vegetal, con mayor producción forrajera. Esto es sumamente importante en términos de ingresos ya que el principal destino de la producción ganadera es para mercados regionales (Figura 15).

Figura 15. Principal destino de la producción en sistemas pecuarios y silvopastoriles



Los indicadores más utilizados para medir o documentar los resultados de las prácticas implementadas son el índice de agostadero a través de un monitoreo participativo, el seguimiento técnico y la observación de cambios de sedimentos en cuerpos de agua (Figura 16).

Figura 16. Medios de evaluación de las prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles



Para los 23 encuestados dedicados a la ganadería y la silvicultura, ubicados en zonas áridas, semi-áridas y de trópico húmedo, los tres tipos de organización social que mejor funcionan para la implementación exitosa de las prácticas de conservación de suelo son las asociaciones, el ejido y las cooperativas (Figura 17).

Al igual que en los sistemas agrícolas, para las personas dedicadas a la ganadería o la silvicultura, los principales obstáculos identificados fueron la falta de dinero, la aceptación por parte de las demás personas de la comunidad (65% de las personas dedicadas a la ganadería que respondieron la encuesta indican que no se han replicado estas prácticas en otras parcelas cercanas), la falta de asistencia técnica y la ausencia de organización (Figura 18).

La manera como han subsanado estas limitaciones y obstáculos ha sido buscando financiamiento alterno, ya sea con el go-

Figura 17. Organización social óptima para la implementación exitosa de prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles

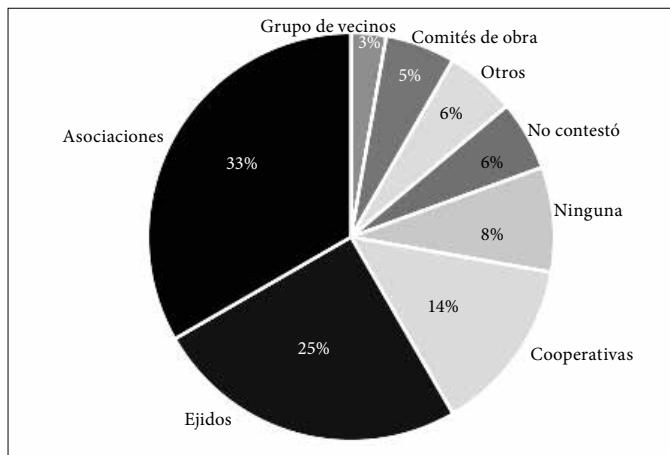
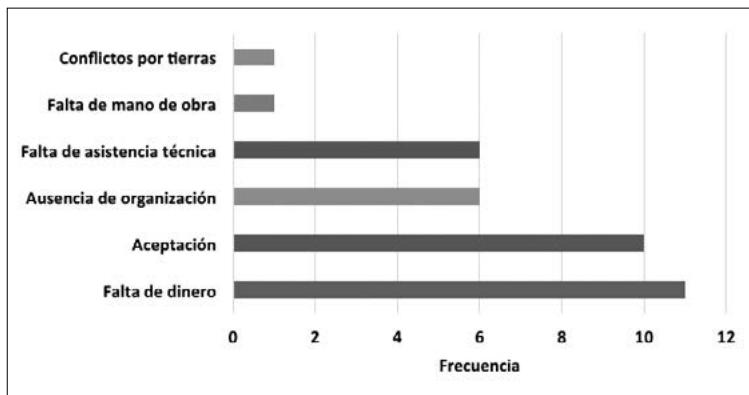


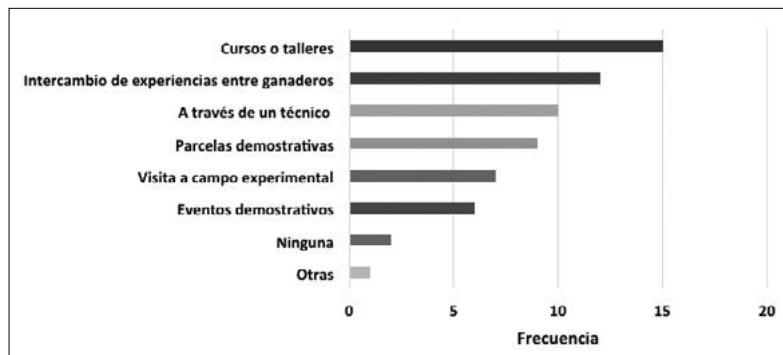
Figura 18. Principales obstáculos identificados para implementar prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuarios y silvopastoriles



bierno (14 casos) o con Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) para capacitarse y realizar programas de sensibilización en las comunidades. En los casos donde han solicitado apoyos gubernamentales ha sido a través de la SAGARPA, CONAFOR y CONANP. La Fundación Produce y sus distintos socios regionales son una fuente de financiamiento importante para las personas dedicadas

a la ganadería. Sin estos apoyos, los encuestados podrían continuar realizando las prácticas sólo con la participación activa del dueño de la tierra o con apoyos de otras organizaciones. En términos de capacitación, son los cursos o talleres, el intercambio de experiencias entre ganaderos y las visita a parcelas demostrativas, los más importantes (Figura 19).

Figura 19. Tipo de capacitación recibida para promover las prácticas de conservación de suelo en sistemas pecuario y silvopastoriles



Entre los sistemas ganaderos y silvopastoriles descritos a más detalle a continuación se encuentran los sistemas silvopastoriles en el trópico húmedo, en el trópico seco y la ganadería holística.

MILPA INTERCALADA CON FRUTALES

El sistema de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) fue desarrollado por el Colegio de Posgraduados con el propósito de producir maíz y frijol como elementos estratégicos para la seguridad alimentaria de las familias rurales, incrementar el ingreso neto familiar, aumentar el contenido de materia orgánica, controlar la erosión hídrica del suelo y con ello lograr un uso más eficiente del agua de lluvia (SAGARPA-COLPOS).

El MIAF tiene además las siguientes ventajas: a) Capacidad para secuestrar carbono de manera similar a la de otros sistemas vegetales que usan especies forestales, en vez de frutales; b) La capacidad para mejorar la producción de alimentos prácticamente desde la instalación del sistema; y c) La posibilidad de incidir en el incremento de los ingresos de los productores a través de participar en el mercado de fruta fresca a mediano y largo plazos (López, 2005). Adicionalmente, en terrenos de laderas constituye un excelente elemento para el control de la erosión, ya que las hileras de árboles que contienen las parcelas constituyen sistemas que semejan presas filtrantes cuando los residuos de los cultivos anuales se depositan al pie de los árboles. Este sistema permite que con el tiempo se vayan desarrollando terrazas que facilitan la labor de los productores al reducir la pendiente.

La divulgación de este sistema en distintos ambientes del país propició su adaptación ante condiciones ambientales y sociales disímiles, aunque guardando sus componentes básicos.



El sistema de milpa intercalado con frutales (MIAF) es un sistema agroforestal, donde predomina el cultivo de maíz asociado con frijol, chile y calabaza. Estos cultivos se siembran en surcos contra el sentido de la pendiente, mediante yuntas. Los surcos suelen realizarse mediante aparato A o bien con láser. En otras zonas, la rotación es de maíz con avena o evo o chícharo. En función de las necesidades de forraje, para ganado propio o para venta, se deja un 10-20% de forraje de maíz como cobertura de suelo. Todo el rastrojo de la avena también suele dejarse en superficie.

El establecimiento de este sistema se da en climas variados: templado, trópico-húmedo, trópico-seco y semi-árido; y pendiente muy variables, de 10 a 20% y de 20 a 50%, cuyos suelos, medianamente superficiales (20-40 cm), presentan signos de erosión, en forma de escorrimiento y surcos y pérdida de fertilidad.

En todos los casos analizados (figura 1) se ha puesto mucho énfasis en la incorporación de materia orgánica vía composta (para lo cual se utiliza estiércol de ganado o gallinaza) y bocashi;

Figura 1. Ubicación de sitios donde se realizaron las entrevistas



para el control de plagas se utilizan pesticidas orgánicos como caldo bordalés o caldo ceniza, en zonas cercanas a bosques se recoge mantillo para realizar un compuesto con microorganismos de monte. En algunos casos la fertilización se realiza con Urea, DAP 1846 y sulfato de amonio

Las prácticas que comúnmente se asocian al MIAF son abonos verdes, aplicación de materia orgánica, labranza mínima, surcos en contorno, cercos vivos, cultivos asociados, rotación de cultivos; en algunas zonas también se incorporan cortinas rompevientos. El control de la escorrentía se realiza mediante piedras acomodadas o represas de ramas. La disponibilidad de agua se logra a través de represas de ferrocemento o bien ollas de infiltración.

Los cultivos generalmente son de temporal, aunque en algunos casos se ha dispuesto sistemas de captación de agua de lluvia para riegos auxiliares, a excepción del caso de Querétaro (clima semi-árido) donde fue necesario abrir un pozo para riego.

En función de la pendiente, cada 10 metros aproximadamente se siembran árboles frutales, cuya selección varía en función de disponibilidad de plantas y de preferencias personales. En

los casos de trópico húmedo se sembró naranja valencia, lichi, nopal verdulero; en clima templado, durazno nativo, agapandos y magueyes, así como ciruela, manzano, durazno, chile manzano y té de monte. Los árboles frutales se pueden sembrar en terrazas individuales dispuestos en un bordo seguido por una zanja para disminuir la velocidad del escurrimiento.

Condiciones sociales

El establecimiento del sistema MIAF se ha realizado sobre tierras ejidales, con mano de obra familiar o a veces contratada, también se recurre al trabajo comunal a través del tequio (en un caso de comunidad), para cumplir con los requerimientos de más de 5 jornales por hectárea. Los insumos necesarios son herramientas, plántulas (aprox. 2 000 por hectárea), compost o bocashi (puede ser un saco por planta) para el que se requiere residuos de cosecha, salvado, melaza estiércol, carbón vegetal, tierra, levadura; además semillas criollas, pesticidas orgánicos; aparato A y maquinaria en ciertos casos, para el trazado de las zanjas.

Los encuestados mencionan que este sistema puede establecerse especialmente en climas templados y trópico húmedo, en parcelas desde 0.5 ha en adelante. En trópico seco la extensión aumenta a parcelas de 2 a 5 ha y en clima semi-árido en parcelas de 5 a 8 ha.

El destino de la producción es generalmente para autoconsumo, y en caso de excedente se venden en mercados locales y regionales.

Los principales beneficios que los agricultores han observado de este sistema son:

Reducción de la erosión de suelos	Diversificación de la producción agrícola	Incremento de los rendimientos	Aumento de la materia orgánica de los suelos
++++	+++	++	+

Si bien es claro que los resultados se obtienen a mediano plazo, en varios casos después de 3 años se han obtenido incrementos de maíz en 150 kg/ha. Los agricultores entrevistados también mencionan otros beneficios colaterales en la implementación de este sistema como mejorar su posición social en la comunidad (por ser personas innovadoras y con capacidad de enseñar), cohesionar a la familia alrededor de un proyecto novedoso y saber que se está mejorando la calidad del ambiente.

Condiciones institucionales

En la mayoría de los casos este sistema fue diseñado especialmente para las condiciones del sitio, facilitado porque las prácticas son conocidas por los agricultores; en otros casos, el sistema se basó en un manual o reglas de programas gubernamentales.

Los costos y el trabajo de la preparación de bocashi o de pesticidas orgánicos se abaratan y se facilitan cuando se realizan en grupo. Para ello la presencia de asociaciones, grupos vecinales y ejidos con reglas claras son importantes.

La necesidad de una inversión inicial para lograr la transición de una milpa tradicional a una milpa intercalada con árboles frutales es posible con el apoyo de asociaciones sociales y subsidios gubernamentales. Para la continuidad del sistema, el apoyo técnico de las organizaciones de la sociedad civil (OSC) sigue siendo requerido.

Los principales obstáculos identificados para mantener este sistema residen principalmente en escasez de presupuesto, difícil aceptación al cambio, ausencia de organización, falta de mano de obra, débil organización (Figura 2). Para superar estas limitaciones se llevan a cabo varias estrategias como fortalecer la capacitación, pero también sensibilizar a las familias sobre su propia problemática alimentaria, donde lo cosechado no alcanza para su consumo a pesar del elevado gasto en la milpa, lo cual se relaciona con la pérdida de fertilidad de los suelos. A

partir del diagnóstico familiar se construye un plan de acción. Para estas acciones resulta importante el acompañamiento técnico y el aseguramiento financiero.

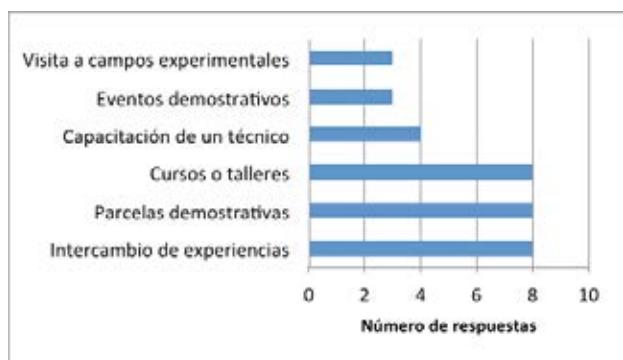
Figura 2. Obstáculos identificados para la implementación del sistema Milpa intercalada con frutales



Después de 5 años en promedio de haber establecido este sistema, se siguen adaptando prácticas, en función de las observaciones y el aprendizaje. Los mejores medios para sensibilizar y mejorar el entendimiento de estas prácticas constituyen las parcelas demostrativas, el intercambio de experiencias entre campesinos, la asistencia a cursos y talleres, así como eventos demostrativos, visitas a campos experimentales y la presencia de un técnico agropecuario (Figura 3).

Otro medio para mantener el interés de los agricultores constituye el seguimiento técnico de los resultados se realizan mediante la evaluación de los rendimientos, a través de monitoreo participativo (cuando el sistema está apoyado por organizaciones sociales o instituciones académicas), o mediante la observación de los campesinos de los rasgos de erosión.

Figura 3. Medios de capacitación más recurrentes



Referencias

- López, J. 2005. Las escuelas de campo en la capacitación de tecnología en el proyecto Manejo Sustentable de Laderas en Comunidades de la Región Mazateca del Estado de Oaxaca. Colegio de Postgraduados, Estudios del Desarrollo Rural, Tesis de Maestría. Montecillo, México.
- SAGARPA-COLPOS. s/f. Milpa intercalada con árboles frutales. Disponible en: <http://https://goo.gl/qnMAuW>.

MAÍZ EN TERRAZAS CON FRUTALES

*Siempre he querido echar a producir el campo,
no sabía por dónde empezar.*

Lucino Gutiérrez, Michoacán

El cultivo del maíz se ha ido adaptando a las condiciones ambientales y sociales del país. En zonas montañosas, el monocultivo de maíz ha empobrecido los suelos, promoviendo procesos de erosión hídrica y reduciendo fuertemente los rendimientos. Como alternativa a esta situación se han desarrollado sistemas de terrazas que junto a prácticas agronómicas y vegetativas pueden incrementar y diversificar el rendimiento, conservando los suelos.

Los sistemas de terrazas se pueden clasificarse según la condición de escurrimiento, el tipo de sección transversal y la clase de desagüe (SAGARPA-COLPOS s/f). En este acápite no se harán diferencias en función de las formas de las terrazas.

Figura 1. Ubicación de sitios donde se realizaron las entrevistas



Los casos sistematizados bajo este sistema se encuentran sobretodo en ambientes templados y algunos en trópico seco con pendientes mayores a 15% donde los suelos, de textura media a arenosa, se encontraban moderadamente a fuertemente deteriorados (con rasgos de compactación, surcos a cárcavas).

Este sistema inicia con la construcción de zanjas para la formación de terrazas, las cuales se construyen a través de una nivelación que usualmente se realiza con el aparato A. Una vez construidas, el talud de estas terrazas se estabiliza con pastos locales. Posteriormente, se aprovecha el bordo de la terraza para disponer de frutales (duraznos, peras, manzana, chabacano, ciruela, tejocote, capulí entre otros) o bien magueyes. Comúnmente se puede intercalar una fila de frutales y una de magueyes. En otras zonas templadas los bordos de las terrazas se siembran con nopal, agapando y frutales intercalados con chile manzano y té de monte.

a) Zanja y terraza con frutales; b) Bordos de terrazas con frutales y magueyes, ambos en Tlaxcala. Fotos: Helena Cotler



a)



b)



Cultivo de zarzamora orgánica (Michoacán)
Foto: Helena Cotler

En algunos casos, se aprovecha el borde de la terraza para iniciar con cultivos comerciales como la zarzamora orgánica, para la cual se destina riego (Michoacán). Con ello se aumenta la diversificación de los cultivos, de los destinos y de los tiempos de venta. Esta inclusión fue posible gracias al trabajo de acompañamiento de una organización de la sociedad civil que estableció los lazos con el mercado y otorga el seguimiento técnico a los agricultores.

La efectividad del sistema de terrazas depende en gran medida de la combinación que se haga con otras prácticas. Así al interior de las parcelas, la rotación de cultivos puede consistir en maíz-trigo-chícharo o maíz-avena. En algunos casos donde la presencia de ganado es mayor, las terrazas se utilizan para cultivos forrajeros como evo, veza, maíz y avena; pudiendo dejar un espacio para el sembradío de hortalizas (zanahoria, cilantro, betabel, acelga). El cultivo de maíz generalmente va asociado con haba o frijol sembrado en surcos contra la pendiente.

Estos cultivos son nutridos a través de fertilizantes o de abonos orgánicos, como el bocashi. Este producto es comúnmente el más rápidamente aceptado por los agricultores. La presencia de un grupo de vecinos organizados puede facilitar su preparación y bajar los costos. Las personas entrevistadas preparan el bocashi generalmente con melaza, estiércol, levadura, rastrojo molido, carbón y salvado.

Maíz en surcos de contorno en Jalisco. Foto: Helena Cotler



Según la necesidad del forraje para ganado propio o para venta, se dejan entre 15 y 30% de rastrojo de maíz. Aunque en algunos casos se ha constatado que esta cantidad no es suficiente para impedir procesos de erosión. En esos casos fue necesario excavar canales para desaguar el exceso de agua (atzacuales). Mientras que en zonas con menor precipitación o de mayor variabilidad se hace necesario la presencia de riego complementario.

Además de los rastrojos y del bocashi, otras prácticas agro-nómicas comunes son el uso de biofertilizantes, control natural de plagas y enfermedades a través de producto sulfo-cálcico, caldo de cenizas y caldo bordolés los cuales pueden ser elaborados entre vecinos o de manera individual.

Terrazas con rotación maíz-avena. La escasa cobertura de suelo no impide la formación de surcos por erosión hídrica. Foto: Helena Cotler



El sistema de terrazas requiere (i) de trabajo permanente para su mantenimiento y (ii) de una buena organización entre vecinos. En las zonas templadas, las zanjas se desazolian cada año a mano, para lo cual es necesario considerar este costo además de los jornales para las actividades propias del cultivo. Por otro lado, a lo largo de la pendiente pueden establecerse varios niveles de terrazas que pueden pertenecer a distintos dueños.

Condiciones sociales

El establecimiento de este sistema se ha observado tanto en tierras ejidales como privadas, donde la mano de obra es esencialmente familiar pudiendo contratar jornaleros para algunas actividades específicas. En algunos casos se puede utilizar maquinaria ren-

tada para la excavación de la zanja o el surcado; en la mayoría de los casos los trabajos agrícolas se realizan con yuntas de caballo. Además se requieren insumos como herramientas, plántulas, composta, cuyas cantidades varían en función de la fertilidad de los suelos. En Oaxaca en suelos pobres se usan hasta 30 ton/ha de abono orgánico, mientras que en suelos de mediana fertilidad 3 a 5 ton/ha son suficientes. También se aplican fertilizantes ante la deficiencia identificada de nitrógeno y fósforo.

Los encuestados mencionan que este sistema puede establecerse en parcelas desde ¼ de hectárea en adelante, especialmente en climas templados, en climas un poco más secos el área mínima sugerida es de 1 hectárea.

El destino de la producción es generalmente de autoconsumo con venta de excedentes. La diversidad de frutales y de flores permite que la venta, aunque sea pequeña sea intermitente durante el año. Las principales motivaciones de los agricultores para establecer este sistema son:

Evitar erosión-retener sedimentos	Aumentar materia orgánica	Incremento de los rendimientos	Mejorar infiltración	Incrementar diversidad agrícola
+++++	+++	++	+	

En zonas marginadas de Oaxaca, con suelos deteriorados, este sistema ha permitido que después de 5 años los rendimientos de maíz aumenten de 800 kg/ha a 2 o 3 toneladas/ha. Por otro lado, observaciones de campo de los agricultores enfatizan en las ventajas relacionadas con la mayor retención de humedad y con el menor movimiento de tierra a lo largo de la pendiente.

Condiciones institucionales

En todos los casos, este sistema fue adaptado a las condiciones del sitio y al conocimiento previo de los agricultores, el

cual está especialmente difundido para el caso del estado de Tlaxcala.

Los principales obstáculos reconocidos para establecer y mantener este sistema son la falta de dinero y la difícil aceptación (Figura 2). La falta de ingresos fue subsanada mediante trabajos externos en ciertos meses del año y a través del financiamiento obtenido de programas de gobierno (INDESOL, COUSSA, PESA, PET). Sobre el tema de la aceptación es importante hacer hincapié que la construcción de terrazas reduce el tamaño de la parcela cultivable y según los entrevistados en los primeros 2-3 años el rendimiento puede disminuir, lo que ha desincentivado a otros agricultores a adoptar este sistema.

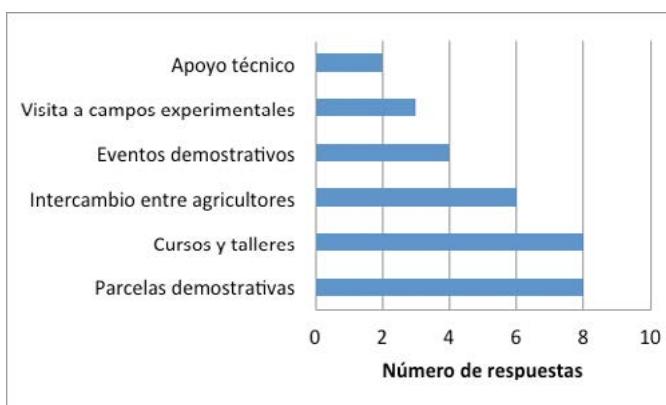
Figura 2. Principales obstáculos mencionados para el mantenimiento de este sistema



Para superar estas limitaciones se han establecido varias estrategias relacionadas con la reflexión conjunta entre grupo de agricultores, utilizando metodologías participativas que permitan el intercambio de conocimiento y donde se puedan mostrar los resultados y sus beneficios. A través de la promoción del trabajo en grupo se posibilita avanzar con la construcción de terrazas en parcelas de diferentes dueños. El empastado del talud de la terraza y la siembra de frutales suele ser un trabajo familiar.

Los mejores medios para sensibilizar a los agricultores y mejorar el entendimiento de las prácticas lo constituyen las parcelas demostrativas y los cursos o talleres (Figura 3), de este modo se pueden mostrar y comparar los resultados ambientales y sociales que se obtienen de los sistemas tradicionales como del sistema de cultivos en terrazas, al tiempo que se promueve la reflexión sobre el territorio y las aspiraciones personales.

Figura 3. Medios de capacitación más utilizados por los agricultores consultados



Los resultados obtenidos por este sistema suelen ser observados a partir del rendimiento del cultivo principal (pueden verse incrementos a partir del tercer año) y la diversidad de cosechas de los frutales a lo largo del año; igualmente se pueden observar cambios en el terreno, en términos de escurrimiento y movimiento de sedimentos.

Referencias

SAGARPA-Colegio de Posgraduados. s/f. Terrazas. Disponible en: <https://goo.gl/pGER0a>

SISTEMA AGROFORESTAL DE AGUACATE

El aguacate es uno de los principales cultivos perennes producidos y exportados por México. Sólo en la última década la superficie cosechada del aguacate creció en promedio 2.7%. La expansión de este cultivo ha impactado principalmente bosques templados del Estado de Michoacán, donde del 2000 al 2005 se han perdido 509 ha/año de bosque, además del intensivo consumo de agua y la contaminación de agua y suelos por pesticidas. La superficie con producción orgánica de aguacate en Michoacán también se ha incrementado desde el 2002 donde habían 2 850 ha a más de 31 570 ha en 2009 (Gómez Cruz *et al.*, 2011).

La rentabilidad del cultivo del aguacate es un importante incentivo que promueve su establecimiento en distintas regiones, donde los agricultores han encontrado medios sustentables para su cultivo.

En Amanalco (Estado de México), el cultivo de aguacate se realiza sobre tierras de ladera (15% de pendiente) que han sido modificadas hace varias décadas mediante la construcción de amplias terrazas, cuyos bordos se han estabilizado con magueyes.

Los entrevistados mencionan que la idea de asociar el aguacate con otros cultivos fue aprendida de parcelas ubicadas en Uruapan (Michacán), donde el aguacate se asociaba con café y plátano. Adaptando este sistema a las condiciones de Amanalco, algunos productores iniciaron la producción de aguacate dejando una amplia distancia entre las hileras de este cultivo para

permitir su asociación con otros. Así entre las hileras de aguacate se disponen cultivos variados, entre los que se encuentran alcachofa, apio, cilantro, chile poblano, chile manzano, frijol; flores como cempazuchitl, ave de paraíso y astromelia; y frutales: limón, naranja, manzano y plátano, lo cual permite mantener un ingreso mientras el aguacate es rentable.

Los suelos, medianamente profundos, son enriquecidos mediante composta elaborada por el mismo dueño. Esta composta elaborada a partir de restos vegetales mezclados con melaza, lama, ceniza, carbón, levadura, salvado, harina de rocas se utiliza de manera asociada con un fertilizante foliar (Supermagro) elaborado a partir de estiércol de vaca, ceniza, levadura, melaza, salvado, carbón y cáscara de huevo.

Cultivo de aguacate asociado a cultivo de alcachofa (Amanalco, Estado de México). Foto: Helena Cotler



Esta forma de cultivar aguacate propició distintos cambios en el sistema de producción. En el cual se transitó de una agricultura con agroquímicos a un sistema de producción orgánico. Además de los abonos, la atención a plagas y enfermedades se realiza mediante insecticidas naturales elaborados a partir de ajo, cebolla, tabaco y fungicidas sulfocálcicos. Además se está eliminando la tracción mecánica, reemplazándola por tracción animal o con la utilización de maquinarias menos pesadas para la preparación de surcos necesarios para la alcachofa, la astromelia y el frijol.

El aprendizaje en estos últimos cinco años está siendo sistematizado por los mismos agricultores en una bitácora, como requisito para su futura certificación orgánica.

Condiciones sociales

La adaptación de este sistema agroforestal de aguacate se realiza en parcelas de 3 ha en tierras ejidales. Para la realización de los trabajos de campo así como para la preparación de los compuestos utilizados se contrata mano de obra de manera permanente.

Los principales beneficios que ya se han identificado están relacionados con:

Incremento de los rendimientos	Aumentar materia orgánica	Incrementar la diversidad agrícola	Evitar erosión	Mejorar el ingreso económico
+++++	++++	+++	++	+

Además del claro convencimiento de los agricultores para el mantenimiento de este sistema debido a sus beneficios ambientales, la diversidad de cultivos ha incrementado la venta de los excedentes a través de un negocio local.

Para el establecimiento de este sistema se tuvieron que adquirir diversos insumos como las semillas criollas de frijol, semillas híbridas de alcachofa, plántulas de aguacate y de frutales, así como abono orgánico.

En sistemas tan diversos el interés sobre el aprendizaje de los cultivos y su mejor manejo es continuo. En las parcelas establecidas el reto actual para los agricultores es poder mejorar las variedades de aguacate a través de la prueba con injertos.

Condiciones institucionales

El obstáculo más importante que enfrenta este sistema es la aceptación por parte de los agricultores de pasar del sistema de cultivo tradicional de aguacate, como monocultivo, a un cultivo asociado. Lo cual implica varios cambios en el sistema de producción, desde el conocimiento sobre el manejo de diversos cultivos, la elaboración de insumos orgánicos y la necesidad de contar con mano de obra permanente. Para lograr estos cambios mencionan la necesidad de trabajar de manera cuidadosa con grupos de vecinos que cuenten reglas claras. Los entrevistados mencionan que la exigencia del mercado local por estos productos constituye el mejor incentivo para la organización social, como medio para la resolución de los obstáculos.

Este proyecto cuenta actualmente con apoyo de SEDAGRO quienes asumen el 50 % del costo del aguacate y proveen de cemento para los canales. El acompañamiento técnico provisto por organizaciones sociales sigue siendo fundamental.

Los mejores medios para la divulgación de este sistema de producción entre otros agricultores son las parcelas demostrativas, el intercambio de experiencias entre agricultores, la visita a campos experimentales, eventos demostrativos y talleres.

Después de 5 años de establecido, la medición de los rendimientos y de la calidad de los cultivos ha convencido a los agricultores sobre las ventajas de este sistema de producción.

Hileras de frijol entre los aguacates. Foto: Helena Cotler



Referencias

- SAGARPA. 2011. Aguacate. Disponible en: <https://goo.gl/W9g7Hy>
Greenpeace. s/f. Meseta Purépecha, Michoacán: bosques convertidos en
aguacate. Disponible en: <https://goo.gl/YPFR3k>.
- Gómez Cruz, M., Schwentesius Indermann, R., Ortigoza Rufino, J.,
Gómez Tovar, L. 2011. Situation and challenges of the mexican organic
sector. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1, 593–608. Disponible en: <https://goo.gl/cLXKab>.

SISTEMA LAMA-BORDO

La mejor bodega para guardar el agua es el suelo.
José de Jesús León, Oaxaca

Paisaje en la mixteca oaxaqueña. Foto: Helena Cotler



El paisaje de la mixteca oaxaqueña refleja una antigua y compleja historia de manejo del territorio que en la actualidad se sigue manifestando en intensos procesos de erosión hídrica que excavan los suelos en las laderas, arrastrando sedimentos, nutrientes y materia orgánica hacia las partes bajas. En esta región

fuertemente erosionada y con una distribución errática de la precipitación, la tierra disponible para la agricultura ha disminuido fuertemente. Desde épocas pre-hispánicas este arrastre es detenido y acumulado a través de distintas estructuras para formar nuevas tierras de cultivo (Rivas 2008). Este sistema que recibe diferentes nombres en distintas regiones, aquí se conoce como sistema lama-bordo.

La construcción del bordo “no es cuestión de un día” sino es un trabajo continuo de año a tras año. Los materiales de construcción han ido variando, en función de la disponibilidad de mano de obra y de los programas y apoyos que reciben.

Los bordos pueden construirse en forma individual o en serie a lo largo de cárcavas y se construyen de abajo hacia arriba.

En las localidades de Santa María Tiltepec y de San Bartolo Soyaltepec (Figura 1) se recibieron apoyos para la construcción de bordos en 1983 a través de un programa de gobierno. Estos bordos siguen siendo conservados y cuidados por los propietarios. Ambos cuentan con tres niveles de bordos a lo largo de una ladera de 20-25%. Los taludes de los bordos están cubiertos de “pasto llorón” para alimento del ganado y en otro con frutales (manzano). En el nivel superior se siembra maíz en surcos contra pendiente, asociado con frijol, calabaza y habas. En el segundo nivel siembra sólo frijol, producto de mayor venta, o bien alfalfa y avena y, en el nivel más bajo se cultiva trigo rotándolo con arvejón. Todos los cultivos, salvo la alfalfa, son de temporal, aprovechando la capacidad de los suelos de las terrazas de conservar humedad durante más tiempo. Para mejorar la conservación del agua y la fertilidad de los suelos se combina el uso de fertilizante (urea) con el bocashi, el cual se compra, con estiércol del ganado que revuelve e integra mediante la yunta y con parte del rastrojo que incorpora al suelo.

En los últimos años, a través de un proyecto dirigido por el Colegio de Posgraduados se ha estado incentivando la construcción de presas con ramas de colorines (*Erythrina coralloides*)

Distintos tipos de bordos para retener sedimentos (lama). De arriba abajo: talud de tierra (izq.), talud de piedra acomodada (derecha), talud de tierra donde se ha superpuesto piedras (izq. abajo) y talud de ramas (der. abajo). Fotos: Helena Cotler



Figura 1. Ubicación de localidades donde se realizaron las encuestas



Parcela antigua formada a partir de la construcción del talud.

Foto: Helena Cotler



que a diferencia de las otras estructuras tiene el potencial de generar biomasa y en consecuencia, materia orgánica.

Nuevas presas construidas con ramas de “colorines”.

Fotos: Helena Cotler



Condiciones sociales

Este sistema se ha establecido principalmente en tierras comunales, donde a través de la ayuda entre vecinos (“guesas”) se reconstruyen y conservan los bordos. En las áreas comunes este trabajo se realiza a través del tequio. Las labores de cultivo se realizan con mano de obra familiar, salvo la siembra para la cual se contrata jornalero. El trabajo se realiza con yunta, además se compra semillas de maíz de temporal criollas (5 kg/ha), semillas de trigo (110 kg/ha), urea, composta y se trae tierra de monte para llenar las terrazas. Con este material se trabajan las 3.5 ha distribuida en tres niveles. El encuestado menciona que este sistema puede funcionar en áreas más pequeñas, desde 1 ha.

Los cultivos quedan para el consumo familiar, el alimento del ganado y si hay excedentes, éstos se venden localmente.

La escasez de tierra de cultivo constituye la principal motivación de los campesinos de conservar este sistema. Una vez retenido los sedimentos, las labores de cultivos buscan incrementar los rendimientos, aumentar el contenido de carbono, conservar humedad en suelos, aumentar diversidad agrícola y evitar erosión de suelos.

Condiciones institucionales

El mantenimiento de este sistema depende en gran medida de la conservación de los bordos para retener sedimentos, los cuales están sujetos a una mayor vulnerabilidad ante precipitaciones fuertes, vientos y el paso de los animales. Por ello, la comunidad acordó restringir la entrada de los chivos en las parcelas y permitir sólo el ingreso de los borregos de manera controlada. Por otro lado, la práctica de la quema de los rastrojos ya no se realiza para permitir su incorporación al suelo.

El principal obstáculo para extender este sistema es la falta de dinero y de maquinaria para construir los bordos, la cual se hace necesaria ante la falta de mano de obra para la construcción manual. Dado que el sistema lama-bordo requiere de un trabajo constante de mantenimiento, el abandono de las tierras está provocando la pérdida de este sistema.

Un medio para subsanar el primer obstáculo es el trabajo temporal en albañilería en los pueblos cercanos para complementar los ingresos. Por otro lado, la presencia de apoyos y seguimiento técnico provenientes de instituciones académicas está permitiendo extender bordos construidos con ramas. A decir de los campesinos la posibilidad de tener mejores rendimientos constituye el mejor indicador del éxito de este sistema.

Referencias

Rivas, G.M. 2008. Caracterización del manejo de suelo y uso del agua de lluvia en la Mixteca alta: joyas y maíces de cajete. Estudio de caso: San Miguel Tulancingo, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ciencias. Colegio de Posgraduados Montecillo, México.

LABRANZA DE CONSERVACIÓN

La labranza de conservación es regresar al principio.

Jorge García Hernández (Sinaloa)

En México, hay experiencias de aplicación de labranza de conservación cero desde hace 20 años (FIRA 2008). En los últimos años, el programa MasAgro promueve esta técnica en varias regiones del país (<http://masagro.mx/index.php/es/>).

Los casos resumidos bajo este sistema se encuentran tanto en clima templado como en trópico seco (Figura 1). Si bien, en rasgos generales se realiza la misma técnica de labranza de conservación en ambos sitios, las disímiles condiciones ambientales, sociales e institucionales generan diferencias entre ellas.

En los sitios ubicados en el Valle del Fuerte, Sinaloa (trópico seco), la labranza de conservación se realiza sobre suelos profundos (Vertisoles), en parcelas niveladas (con pendientes menores a 2%) y con presencia continua de riego (por goteo, aspersión o gravedad).

Figura 1. Ubicación de sitios donde se realizaron las entrevistas



Mientras que en Pátzcuaro, Michoacán (clima templado) los suelos Andosoles se encontraban muy deteriorados, son medianamente profundos en pendiente cerca de 10% y el cultivo de maíz es de temporal.

Tractor para siembra directa (labranza de conservación).

Foto: Helena Cotler



En ambos casos, el establecimiento de este sistema requiere en primer lugar de una maquinaria que permita la siembra directa, sin remoción del suelo, para que los rastrojos se mantengan en superficie. Esta puede ser en forma de herramientas acopladas al tractor o bien, en parcelas donde el laboreo se realice de manera manual o con fuerza animal, se pueden utilizar aperos manuales. La elección de las sembradoras debe favorecer la precisión en la siembra, la eficiencia, productividad y versatilidad (Navarro, 2000).

El porcentaje de rastrojo que se deja en superficie dependerá de la necesidad de este producto para el ganado propio o como fuente de ingreso. En el caso de Sinaloa, donde la agricultura comercial es la principal fuente de ingresos se deja el 100% de los rastrojos de maíz, mientras que en Pátzcuaro, el porcentaje se restringió a un 30%.

Caso: Valle de Fuerte Sinaloa

En el Valle del Fuerte (Sinaloa), este sistema se estableció a mediados de los años 90, y desde entonces ha mantenido un fuerte proceso de experimentación y adaptación por parte de los agricultores entrevistados.

Con la finalidad de obtener los mejores rendimientos con la menor inversión posible han ido corrigiendo la densidad de siembra y modificando las variedades utilizadas. Además, comentan de un proceso paulatino en el cual han integrado prácticas de control biológico de plagas, insumos orgánicos y prácticas vegetativas a su sistema de cultivo, caracterizado por altos requerimientos de fertilizantes y plaguicidas. Para la rotación maíz-sorgo utilizan fertilizantes (urea, sulfato de amonio, fosfato monoamónico 12-61, y fertilizante foliar) y herbicidas, principalmente Faena (glifosato).

Cultivo de maíz con sistema de labranza de conservación con riego de goteo, Sinaloa. Foto Helena Cotler



Es importante acotar que los impactos ambientales del uso intensivo de fertilizantes y herbicidas no pasan desapercibidos. Por un lado, se observan canales eutrofizados por la sobrecarga de nutrientes y por otro lado, algunos estudios mencionan la presencia de toxinas, desde las costas de Baja California a Sinaloa, en concentraciones por arriba de los límites máximos permitidos para consumo humano, dando lugar a las alertas sanitarias por marea roja en el Pacífico por parte de la COFEPRIS (Arellano-Aguilar *et al.*, 2015).

Los entrevistados mencionan que siempre han obtenido altos rendimientos de maíz debido al intenso uso de fertilizantes, aunque éste causaba una alta compactación de los suelos, disminución de la materia orgánica y una textura chiclosa del suelo. A través de la asistencia a talleres, cursos, demostraciones en parcelas experimentales y lecturas se han convencido de la necesidad de enriquecer la edafofauna del suelo, por ello ahora incorporan de manera regular ácidos húmicos (3 kg/ha) y lixiviados de lombriz.

Canal de riego cubierto de lirio, Valle del Fuerte. Foto Helena Cotler



Las semillas híbridas de maíz utilizadas suelen ser de Monsanto (2038) o de Pioneer ya que indican que tienen resistencia a la roya y produce altos rendimientos, respectivamente. Sin embargo, entre sus planes se encuentran la hibridización de sus propias semillas, así como dejar de rentar sus tierras a Monsanto para la producción de semilla de maíz, debido a que dicha empresa no permite el sistema de labranza de conservación ni el control integrado de plagas.

Uno de los entrevistados ha iniciado la siembra de *Sesbania formosa* (vaiquilla) en tiempo de descanso para desmenuzarla y ponerla sobre el suelo como acolchado.

Condiciones sociales

Este sistema está establecido en propiedad privada, con extensiones mayores a 40 ha, donde se contratan 2 o 3 personas que manipulan tanto maquinaria propia como rentada. Según los entrevistados este sistema puede establecerse en parcelas con mínimo de 10 ha sabiendo que la inversión se amortizará en varias siembras, especialmente si se realiza un doble cultivo (maíz-sorgo).

A diferencia de otros casos, los agricultores entrevistados tienen claridad sobre sus costos, inversiones y ganancias. Con el tiempo, ellos han podido identificar beneficios claros del sistema de labranza de conservación en relación al ahorro de maquinaria, diesel, y mano de obra. Por otro lado, mencionan que después de 3-4 años cuando el rendimiento puede descender un poco, éste se incrementa hasta en 100 kg más por hectárea. Actualmente producen de 12 a 14 ton/ha. A través de los análisis de suelos han podido identificar el incremento de carbono orgánico en sus suelos (de 1.2-1.5% carbono orgánico inicialmente a 1.7% con labranza de conservación) lo cual a su vez permite alargar el periodo de riego.

Estas observaciones son consecuentes con los experimentos de labranza de conservación que muestran resultados significa-

tivos sólo después de 5 años (Alonso y Aguirre, 2011). Asimismo hay evidencia de que el sistema de labranza de conservación permite regular los rangos extremos de temperatura del suelo (Dendooven *et al.*, 2012) e incrementar el contenido de agua en el suelo (Rosas-Medina *et al.*, 2010). Estos efectos son especialmente importantes en períodos de sequía, escenario común para diferentes regiones del país (Cavazos *et al.*, 2013) así como ante el incremento de lluvias intensas (Groisman *et al.*, 2006).

El destino de la producción es exclusivamente para la venta a mercados nacionales e internacionales. La producción se entrega en las bodegas de la Asociación quienes se encargan de conseguir el mejor precio.

Condiciones institucionales

En la región existen tres plataformas experimentales Hub, situadas en Los Mochis, en Guasave y en Culiacán, donde se realiza investigación, implementación y difusión de prácticas agrícolas promovidas por el programa MasAgro (<https://goo.gl/WmmjS4>).

El aprendizaje logrado por los entrevistados los ha llevado a crear una sección de Agricultura Sustentable dentro de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa, que constituye, a su parecer, la mejor organización para promover este sistema agrícola. A través de esta sección y con el apoyo de la plataforma buscan incrementar la extensión de parcelas con labranza de conservación que suman, actualmente, aproximadamente 2000 hectáreas (0.4% de las tierras agrícolas del valle). Para ello mencionan que el mejor método sigue siendo el intercambio de conocimiento entre agricultores.

Otra organización importante en la región es la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, organismo auxiliar de la SAGARPA, quien promueve el control biológico de plagas. Aunque paradójicamente hay resistencia de la mayoría de los

agricultores a instalar cercos vivos para fomentar hábitat para los insectos benéficos debido a que constituyen un obstáculo ante las avionetas que asperjan pesticidas.

A pesar de los apoyos tecnológicos los entrevistados mencionan tres dificultades principales para difundir este sistema entre otros agricultores: la falta de dinero (para el mantenimiento y la adaptación de la maquinaria), la falta de asistencia técnica (en el terreno la asistencia es muchas veces proporcionada por técnicos de Monsanto) y la difícil aceptación para pasar de un método de labranza convencional a la labranza de conservación. Además mencionan que, aunque cuentan con tecnologías para conocer humedad de suelo y con ello determinar los requerimientos de riego y que realizan análisis de suelo, rara vez siguen las recomendaciones.

Cultivo de sorgo entre rastrojos de maíz. Foto Helena Cotler



Caso: Pátzcuaro Michoacán

La experiencia de labranza de conservación recogida en Michoacán responde a condiciones distintas. Debido a un laboreo excesivo los suelos estaban muy deteriorados, por lo que el principal objetivo para implementar este sistema, aproximadamente hace cinco años, fue disminuir la erosión, promover la infiltración y la materia orgánica. En otras regiones se ha observado que este sistema reduce la erosión de suelos hasta en un 80% (Tiscareño *et al.*, 1999).

Debido a la demanda de forraje para el ganado familiar aquí no es posible dejar 100% del rastrojo, sin embargo, los agricultores accedieron a dejar 30% de cobertura de residuos. Con la adopción de este sistema han podido constatar la reducción de erosión hídrica en terrenos agrícolas de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Condiciones sociales

A diferencia del caso de Sinaloa, en Michoacán la práctica se realiza en terrenos ejidales de entre 3 y 5 ha, el trabajo es familiar y se produce alimentos para autoconsumo. Debido a las condiciones económicas, los agricultores no son dueños de la maquinaria, por lo que deben rentarla y asumir los costos que esto les genera. Para ayudar a la economía familiar, tienen ganado, más de 3 cabezas/ha.

Condiciones institucionales

A través de eventos demostrativos en los terrenos de los agricultores, talleres y cursos se busca fomentar esta práctica, aunque la falta de asistencia técnica constituye el principal obstáculo. A veces reciben apoyos gubernamentales, a través de proyectos específicos para realizar investigación y apoyos de universidades y OSC.

A pesar de las diferencias encontradas, en ambos casos, las principales motivaciones de los agricultores para establecer este sistema son:

Aumentar contenido de materia orgánica	Incrementar rendimientos	Reducir costos económicos	Mejorar infiltración, promover diversidad agrícola, disminuir erosión de suelos
++++	+++	++	+

Referencias

- Arellano-Aguilar O., García M. E., Thompson K., Reyes T. 2015. Zonas muertas: los ecosistemas del mundo amenazados por la contaminación con fertilizantes. Disponible en: <https://goo.gl/u6jLKr/>.
- Cotler H., Martinez M., Etchevers J. 2016. Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación políticas públicas. *Terra Latinoamericana* 34: 125-138.
- Dendooven, L., Patiño Z., Verhulst N, Luna M., Marsch, R., Govaerts B. 2012. Global warming potential of agricultural systems with contrasting tillage and residue management in the central highlands of Mexico. *Agric. Ecosyst. Environ.* 152: 50-58.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2008. Veinte años de experiencias en la producción de granos con tecnología de “labranza de conservación” 1998-2008. *Boletín Informativo*, nueva época núm. 1. Talleres FIRA, Morelia, México.
- Navarro B. A. 2000. *Manual práctico de labranza de conservación*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. SAGAR, Colegio de Posgraduados, 103 p.
- Rosas M., M. A., F. de León-González, A. Flores M., F. Payán Z., F. Borderas T., F. Gutiérrez R., C. Fragoso G. 2010. Effect of tillage, sampling date and soil depth on earthworm population on maize monoculture with continuous stover restitutions. *Soil Tillage Res.* 108: 37-42.

Tiscareño, M., A. D. Báez G., M. Velásquez V., K. N. Potter, J. J. Stone, M. Tapia V., R. Claverán. 1999. Agricultural research for watershed restoration in central México. *J. Soil Water Conserv.* 54: 686-692.

SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL TRÓPICO HÚMEDO

Los sistemas silvopastoriles consisten en la inclusión de árboles y arbustos en las áreas dedicadas a la ganadería; estas especies, de uso múltiple, pueden ser maderables, forrajeras o frutales. La presencia de estas especies mejoran las condiciones del suelo, son útiles como rompeviento, cerco, sombra, alimento, leña y madera.

En el trópico húmedo, las principales actividades que integran este sistema silvopastoril son el establecimiento de cercos vivos, el control de carga animal, la rotación de potreros, la resiembra de pastos, la fertilización, el represado de arroyos para abrevaderos en parcelas y el establecimiento de bancos de proteínas con riego auxiliar.

Dado que estos sistemas se establecen en ambientes de una gran diversidad florística, los casos estudiados (Figura 1) incorporan una amplia variedad de especies arbóreas y arbustivas.

La incorporación de especies arbóreas puede realizarse en los cercos perimetrales de la parcela donde pueden disponerse especies de bosque mesófilo de montaña, especialmente si colindan con arroyos o manantiales. Mientras que en los cercos vivos, al interior de la parcela, la diversidad depende en parte del uso previo del potrero y la vegetación existente.

Así cuando el sistema silvopastoril ha reemplazado un agostadero extensivo, los cercos vivos incluyen reforestación de *Leucaena* sp., Cocoite o moreras en curvas de nivel. Cuando

Figura 1. Ubicación de localidades donde se realizaron las encuestas



Cercos vivos en linderos de predios (Fotos: ENDESU Tuxtla)



el potrero se encuentra en un ambiente poco transformado, como un acahual, la diversidad de especies es mayor, pudiendo reunir a especies como Capulín, Guácima, Zapote, Palo volador, Chaca, Ceiba, Cocuite, Mulato, Jobo, Higuera, Pimienta, Laurel, Ojite, Huesillo, Cojón de gato, Frijolillo, Cedro y Caoba. Otra variante posible es concentrar especies maderables, como la Caoba, en áreas de 1 ha aproximadamente.

En áreas de fuerte pendiente (20-50%) y suelos poco profundos, se establecen terrazas de muro vivo con zacate de corte, dispuestas a curvas de nivel, que incrementa el forraje a la vez que disminuye la pendiente del terreno.

La re-siembra de pastos es común en todos los casos, donde se propagan pastos mejorados, como Brizantha (*Brachiaria brizantha*) que se abona mediante estiércol del ganado, que luego de mezclarse con hojarasca y dejarse compostear durante 3 meses es incorporado al suelo.

Ocasionalmente, ante la presencia de plagas se utiliza ci-permetrina (1mil/1 litro de agua) y herbicida (picloran 2,4 D)

Muros vivos con pastos. Foto: Helena Cotler



para control de maleza. La fertilización (con urea o sulfato de amonio) se restringe a los árboles frutales (como cítricos, litchi) ubicados en los cercos vivos. En temporadas extremas de sequía puede realizarse un riego auxiliar.

De los casos analizados, los bancos de proteína están conformados por trébol blanco y rojo, maní forrajero (*Arachis pintoi*) y setos de cocoite (*Gliricidia sepium*), Leucaena y guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Generalmente el sistema silvopastoril reemplaza a sistemas de pastoreo extensivo con pastos nativos de baja calidad nutricional, que eran inducidos por roza-tumba y quema. Como resultado los suelos se describen de medianamente a muy deteriorados. El cambio a un sistema silvopastoril promovió la diversificación de productos, el incremento de producción de forraje, la disminución de agroquímicos y la regeneración más rápida de los pastos.

Condiciones sociales

Los sistemas silvopastoriles se encontraron tanto en tierras ejidales como privadas, con extensiones máximas de hasta 20 hectáreas. El destino del producto depende de la superficie utilizada. En áreas de más de 10 hectáreas, predominan las ventas a nivel regional en tierras trabajadas por mano de obra familiar y contratada. Mientras que con extensiones menores el destino es autoconsumo con ventas de excedentes y mano de obra familiar. En ambos casos, la fuerza principal de trabajo es manual.

Estos sistemas mantienen de 1 a 3 cabezas de ganado /hectárea, para lo cual requieren de 3 a 5 días de trabajo /ha y diversos insumos. Entre ellos, es muy importante la compra de plántulas para los cercos vivos, semillas híbridas de pastos, compost, fertilizantes, varetas de pastos para los muros vivos. Además, ante la presencia de suelos muy degradados con cárcavas se utilizan geocostales para su control. Este sistema puede establecerse en

extensiones de 1 a 30 has. Mucho depende de la pendiente del terreno así como de su estado de degradación.

Los principales beneficios identificados de este sistema son:

Aumentar producción lechera; mejorar condición de ganado	Aumentar materia orgánica	Incrementar materia orgánica en suelos y diversificación productiva	Mejorar infiltración en suelos	Aumentar empleo local
+++++	+++	++	++	+

Condiciones institucionales

El establecimiento de estos sistemas silvopastoriles fue apoyado a través de manuales, cursos e intercambio de conocimientos locales. Las formas de organización identificadas son muy variables: asociaciones, cooperativas, grupos de trabajo, grupo de vecinos, ejidos con reglas claras. En algunos casos, sobretodo en tierras privadas, identifican la necesidad de contar con los miembros de la familia en el sitio.

La adopción de este sistema presenta varios obstáculos, como la difícil aceptación ya que constituye un cambio drástico del pastoreo extensivo, la escasez de presupuesto inicial así como la falta de asistencia técnica que guíe el proceso de establecimiento del sistema.

La resolución de estos obstáculos ha seguido varios caminos, en función de la presencia y del tipo de acompañamiento técnico. En la mayoría de los casos fue importante la integración de las prácticas en un proceso de reconversión productiva. Luego de generar una reflexión sobre el deterioro ambiental y económico que ocasiona la ganadería extensiva se busca que el sistema silvopastoril tenga tanto beneficios ambientales como económicos. Entre estos últimos pueden identificarse la disminución de gastos de alimentos comerciales, el mejoramiento del

índice de pariciones y el incremento de la producción de leche. Estos indicadores requieren de un seguimiento técnico intensivo. Cuando la conversión se realiza con recursos propios, se trabaja con parcelas pequeñas, sensibilizando a los trabajadores, en caso de mano de obra contratada.

En los casos analizados, la inversión inicial fue realizada con recursos propios. Algunos recibieron apoyos gubernamentales (CONANP, CONAFOR, Fundación Produce).

El aprendizaje de las nuevas técnicas necesarias para mantener el sistema proviene principalmente de cursos o talleres y de intercambio de conocimiento entre ganaderos. La presencia de un técnico agropecuario asegura el avance y la continuidad del conocimiento del sistema.

La adopción del sistema por los ganaderos parte de su convencimiento de los beneficios obtenidos. Para ello, los entrevistados mencionan que el monitoreo participativo les posibilita identificar y evaluar los beneficios obtenidos. Otros métodos de medición importantes son la evaluación del índice de agostadero y la condición del predio.

En general los entrevistados mencionan que con este sistema el suelo se compacta menos, hay menos erosión, se diversifican los cultivos lo que repercute en una mejor producción ganadera.

Referencias

Soto P. L., Jimenez F. G., Lerner M. T. 2008. *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación*. Ecosur, México, 90 p.

SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL TRÓPICO SECO

La ganadería es una actividad económica y socialmente importante en el país, extendiéndose a regiones bioclimáticas muy distintas, en las cuales su desarrollo se ha ido diferenciando. A raíz de un sobrepastoreo por la ganadería extensiva, distintas respuestas han surgido para mejorar la resiliencia del sistema ganadero ante una mayor incertidumbre climática, deterioro de la vegetal y empobrecimiento social.

En el trópico seco y semi-árido, el desarrollo de actividades pecuarias está sujeto a un gran estrés reflejado en escasez de agua, biomasa insuficiente y gran incertidumbre climática. Para contrarrestar estas deficiencias se han desarrollado sistemas silvopastoriles que se han ido adaptando a las condiciones ambientales, sociales e institucionales de cada sitio estudiado (Figura 1).

De manera general, los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral, donde combinan la presencia de árboles y pastos para el aprovechamiento ganadero (SAGARPA-COLPOS).

En todos los sitios donde se realizaron las entrevistas se establecieron prácticas comunes de control de carga animal, resiembra de pastos, instalación de cercos vivos mediante arbustos y árboles. Dado que los suelos se encontraban de medianamente a

Figura 1. Ubicación de localidades donde se realizaron las encuestas



fuertemente deteriorados se acompañaron de alguna obra para el control de cárcavas como la construcción de presas filtrantes, presas de gaviones, geocostales o de piedra acomodada.

Cada predio está protegido por una cerca, que puede ser de púas o eléctrica. En el primer caso, la altura del hilo más bajo del alambrado de 4 púas es de 50 cm con la finalidad de permitir el paso libre de fauna silvestre, como berrendos. Al interior el predio se subdivide en potreros, también cercado por alguno de los dos medios, lo que permite realizar un pastoreo rotacional. En el trópico seco, los períodos de rotación son de 3 días (y 57 de descanso), en el clima semi-árido, los períodos son variables en función de las lluvias.

Las divisiones se establecen a partir de cercos vivos, situados contra la pendiente, conformados por árboles (por ejemplo, cedro rosado o melina). Para la siembra de estas plantas se puede usar abono orgánico y acolchado con material muerto en la base de las plantas para mantener la humedad en el suelo. Se les fertiliza una vez al año y se incorpora abono orgánico 2 a 3 veces al año. Las plantas son protegidas con doble cerca para evitar que el ganado

las dañe. Los entrevistados mencionan que la utilidad de estos cercos es generar un microclima que evita el estrés calórico del ganado. En el trópico seco, el establecimiento de bancos de proteína, compuestos de leguminosas forrajeras de tipo arbustivos, funcionan como complemento alimenticio para el ganado.

Sistema silvopastoril en trópico seco de Veracruz. Fotos: ENDESU



En climas semi-áridos es importante el establecimiento de bebederos artificiales, los cuales en algunos casos se han dispuestos a 100 m de los arroyos para evitar el uso de estos cuerpos de agua por el ganado, y de ese modo permitir su recuperación. Ante la gran variabilidad climática y como medida de preventión, el sistema vaca-becerro permite la venta del becerro antes del periodo de sequía y la escasez del forraje.

En la resiembra de pastos se pone especial atención en la siembra de pastos nativos. En climas semi-áridos se puede utilizar zacate navajita, *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, zacate rizado, *Panicum hallii*.

Sistema silvopastoril en clima semi-árido, Guanajuato.

Foto: Helena Cotler



En clima semi-árido con suelos superficiales, muy deteriorados en laderas y sobrepastoreados por ganado caprino, bovino y caballar se ha puesto énfasis en prácticas mecánicas, como terrazas en zonas altas y a lo largo de la pendiente cordones de piedra intercaladas con tinas ciegas.

Un caso particular es el establecimiento del sistema silvo-pastoril para la reintroducción del perrito de la pradera, donde además se ha procedido a la eliminación de especies invasoras.

Condiciones sociales

El establecimiento de estos sistemas se da tanto en propiedad privada como en tierras ejidales. El destino de la producción es generalmente para mercados regionales o bien autoconsumo con venta de excedentes, salvo el caso del medio semi-árido donde la producción es exclusivamente para autoconsumo. Para ello se requiere de 3 a 5 jornales por hectárea e insumos tanto para el sistema en sí (semillas, plántulas, fertilizantes, madera, alambre de púas, postes metálicos; como materiales para las obras acompañantes: piedra, gaviones).

Los encuestados mencionan que este sistema puede establecerse en predios de 10 hectáreas en trópico seco, área que aumentará en clima semi-árido hasta 60 ha.

Los principales beneficios que se mencionan de este sistema son:

Mejorar condición ganadera: condición corporal, incremento de producción lechera	Mejorar diversidad alimenticia del ganado	Evitar la erosión y retener sedimentos	Generar empleo local
++++	+++	++	+

Condiciones institucionales

Si bien existen manuales sobre sistemas silvopastoriles, en los casos cuyas experiencias aquí se sistematizan, se mencionan que se adaptaron las prácticas especialmente para las condiciones socio-ambientales del sitio. En todos los casos la presencia de alguna organización con reglas claras es necesaria ya sea en la forma de ejidos, asociaciones, cooperativas o comités.

Los principales obstáculos para mantener este sistema residen en la escasez de dinero, la falta de asistencia técnica, la debilidad en la organización y la difícil aceptación.

Figura 2. Principales obstáculos identificados para la implementación de las prácticas



Ante ello, se dispusieron de varias estrategias. En lugares donde hay presencia de una organización de la sociedad civil, ésta se encargaba del seguimiento técnico y de conseguir financiamiento externo (por un lapso de 5 años más), además de proporcionar una asistencia técnica semipermanente. En otros casos, se buscaba la contratación de mano de obra cuando otras actividades económicas estaban en descanso; también se ha utilizado presupuesto del Programa de Empleo temporal

(PET). Todos los encuestados insisten que la capacitación debe ser continua.

Los mejores medios para hacer conocer las ventajas de este sistema y su desarrollo práctico son los cursos o talleres, el intercambio de conocimientos entre ganaderos, la visita a campos experimentales y la asistencia de un técnico agropecuario.

El establecimiento de métodos para evaluar la eficiencia del sistema es importante para mejorarlo en el tiempo y también para mantener el interés de los ganaderos. Algunas de las estrategias que son más utilizadas son evaluar el índice de agostadero, monitoreo participativo local y seguimientos técnicos.

Referencias

SAGARPA-Colegio de posgraduados s/f Sistemas silvopastoriles <https://goo.gl/mQbXpa>.

GANADERÍA HOLÍSTICA

El sistema de ganadería, aquí denominado como ganadería holística, responde a los principios del manejo holístico que enfatizan la necesidad de administrar de manera integral todos los componentes del ecosistema, entendiendo su dinámica. En el caso del pastoreo se pone énfasis en el papel del ganado para mejorar la salud de la tierra, entendiendo que el tiempo de recuperación de plantas y suelos es elemental para resolver los problemas de desertificación y degradación y donde “el suelo desnudo es el enemigo público número uno” (Grupo Ecológico Sierra Gorda). Esta premisa rige toda decisión que se tome en este sistema, eligiendo prácticas de manejo que incorporen carbono orgánico a los suelos, como medio para ayudar a su recuperación y disminuyan su degradación.

Bajo estas premisas, en ranchos de Chihuahua se han elaborado programas de pastoreo individualizados, en función de sus condiciones ecológicas y sociales con la finalidad de recuperar la vegetación nativa principalmente de gramíneas, herbáceas y arbustivas forrajeras. A su vez se han reducido las poblaciones de arbustivas indeseables, plantas tóxicas y gramíneas introducidas. Con ello se ha controlado eficientemente la erosión en cárcavas.

Siguiendo el principio de que el ganado puede mejorar la calidad de la tierra, se realizan algunas prácticas que simulan la acción del depredador en un ambiente natural concentrando al

Estabilización de cárcavas mediante la recuperación de gramíneas, herbáceas y arbustivas forrajeras. Fotos: Elco Blanco



hato en un área definida. Para ello, se utilizan cercos eléctricos, permanentes o provisionales y abrevaderos para juntar el ganado, alcanzando altas densidades de carga animal, y permitir que éste labore el suelo e incorporen materia orgánica, a través de sus excrementos. El movimiento del ganado es muy importante, por lo que estas áreas se dejan en descanso, por lo menos un año.

Se pastea con ganado bovino para pie de cría y ellas son las que hacen el trabajo de tramppear la vegetación vieja o los suelos compactados pero también fertilizan al andar juntas dejan la materia orgánica lo que promueve la vida en el suelo que promueve crecimiento de más forraje y permite menos erosión así como más infiltración de agua (Héctor Raul Chávez).

Después de 5 años de implementar estos principios, los encuestados mencionan que el resultado más visible es el aumento y la diversidad de la cobertura vegetal. Actualmente en estos ranchos se cuentan con pastizales abiertos de toboso, zacatón alcalino, zacate de banderita, navajita, punta blanca, zacate borreguero, burrero y *Bouteloua simplex*, entre otros, así como hierbas como la saladilla y chamizos y mezquites. Se menciona que la cobertura vegetal puede aumentar hasta un 600% posibilitando el incremento de la carga animal hasta en un 50%. Como parte de la recuperación del ecosistema, también se observa el incremento de fauna nativa asociada. La protección del suelo con la vegetación nativa y la incorporación de vegetación también tuvieron un efecto positivo en la tasa de infiltración y el control de la erosión.

Los casos de estudio sistematizados con este sistema se encuentran tanto en clima semi-árido como templado. Esta diferencia climática impone diferencias en relación a los períodos de descanso necesarios para la recuperación del potrero. En aquellos ambientes más secos en los cuales la degradación biológica de la materia orgánica es reducida por escasez de agua, se

suele acortar los períodos de descanso, introduciendo los hatos de ganado por períodos cortos.

La implementación de este sistema de ganadería holística que hace hincapié en el cuidado de la naturaleza, también ha modificado el uso de agroquímicos y desparasitadores (que se usa sólo cuando hay mucha población de mosca), cuyo uso en general se ha reducido considerablemente.

El diagnóstico de la calidad de los pastizales se realiza cada diciembre a través de un inventario de la cantidad y la calidad de pasto disponible. A partir de este inventario se adecúa la carga animal considerando una reserva para la fauna nativa y guardando un porcentaje como colchón de seguridad. Si la carga animal excede la producción forrajera se reduce el número de unidades animal, y si por el contrario, la carga animal es reducida, ésta puede incrementarse.

En todos los casos, los predios se subdividen en potreros que cuentan con abastecimiento de agua y depósitos para distribuir sales y minerales. Con frecuencia, que varía de dos a seis días, se rota el ganado entre los potreros buscando que se mueva en diferentes lugares para el consumo uniforme del pasto.

Una preocupación compartida es la necesidad de contar con fuentes de agua en cada potrero. Para ello, se disponen de presas (de piedra acomodada o gaviones) que almacenan agua y que pueden servir como abrevaderos. Sin embargo, la variabilidad climática en estas regiones puede causar desabasto de agua ante hatos grandes de ganado así como la aparición de alguna enfermedad contagiosa. Por ello, la evaluación constante de la salud de la tierra y del ganado es parte intrínseca de la administración de estos ranchos.

Condiciones sociales

Este sistema ganadero se ha establecido tanto en tierras privadas como ejidales con pastoreo de ganado de carne en grandes

áreas de 100 a 30 000 ha, con vegetación como pastos, herbáceas y arbustivas nativa. El destino de la producción es para venta de novillos que se exportan a Estados Unidos de América. En todos los casos se requiere mano de obra familiar y contratada.

A decir de los encuestados este sistema puede establecerse en potreros de por lo menos 200 hectáreas en zonas secas y en menor superficie en zonas con clima más húmedo.

Las principales motivaciones de los ganaderos para continuar con este sistema son:

Evitar erosión y recuperar suelos	Incrementar cabezas de ganado	Mejorar la infiltración de suelos	Aumentar contenido de materia orgánica
++++	+++	++	+

Condiciones institucionales

El deterioro de los suelos y su impacto en la calidad de ganado han hecho que productores se hayan acercado al enfoque del manejo holístico (promovido por Allan Savory). En varios casos, esta metodología ha sido promovida por programas gubernamentales (SAGARPA).

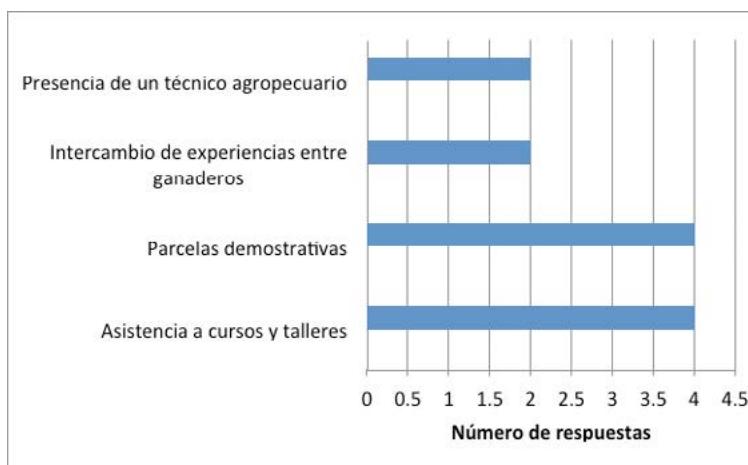
Sin embargo, la aplicación de este método no está carente de obstáculos. Entre ellos, los más importantes son la difícil aceptación de muchos ganaderos (Figura 1), sobre la “ignorancia sobre la importancia del cuidado de pastizales” (Eduardo Arrieta) y la falta de dinero.

Para superar estas limitaciones, los encuestados mencionan que es muy importante la sensibilización a través de difusión y cursos de capacitación de productores, el intercambio de experiencias, y el acompañamiento técnico a aquellos grupos convencidos de que requieren un cambio en el manejo y uso de sus recursos (Figura 2). En este último aspecto, algunos encues-

Figura 1. Principales obstáculos mencionados para la adopción y mantenimiento de este sistema



Figura 2. Principales medios de capacitación para el establecimiento y mantenimiento de este sistema



tados mencionan al Grupo de ganaderos para la validación y transferencia de tecnologías de SAGARPA (GGAVATT) como un actor técnico importante.

El apoyo gubernamental es escaso y parcial. En algunos casos ha posibilitado la construcción de presas y el apoyo al bombeo mediante energía solar.

La evaluación de los resultados es una premisa importante dentro del modelo holístico. En los casos estudiados, este seguimiento se realiza mediante la evaluación del índice de agostadero.

Paisaje de potreros en época de secas. Foto: Elco Blanco



Referencias

- Grupo Ecológico Sierra Gorda I.A.P. Introducción al holismo: agua, carbono y vida en suelos. Disponible en: <https://goo.gl/aJW8RP>.
SAGARPA-Grupo de ganaderos para la validación y transferencia de tecnologías (GGAVATT). Disponible en: <https://goo.gl/tjbquR>.

CONCLUSIONES

¿Cómo se realiza la conservación de suelos en algunos agroecosistemas en México? ¿La elección de prácticas difiere en función de las condiciones ambientales, sociales e institucionales? ¿Cuáles son los principales obstáculos para llevar a cabo estas prácticas y cómo las resuelven? Las respuestas a estas preguntas requirió darles voz a los principales actores, tanto dueños de la tierra como técnicos. Nadie mejor que ellos conoce sus tierras y los problemas que enfrentan. Por otro lado, para abordar la complejidad del territorio se eligió por una visión general de país. Así, la encuesta, como instrumento para recoger información, permitió estandarizar datos, haciéndolos comparables y posibilitando un primer análisis general.

El proceso de adopción de prácticas de conservación de suelos es sitio socio-específica, donde las actitudes e incentivos personales de los dueños de la tierra juegan un papel importante. Las encuestas exponen una variedad de estrategias de conservación de suelos bajo distintas condiciones de tenencia, tamaño de parcelas, destino de producción y clima.

Las prácticas de conservación de suelos utilizadas en sistemas agrícolas y ganaderas son principalmente agronómicas y vegetativas, respectivamente, acompañadas de manera puntual de ciertas obras de infraestructura hidráulica (presas, gaviones, bordos). Estos resultados plantean una gran diferencia de visión con el paradigma actual de los programas gubernamentales de conservación de suelos, donde las acciones mecánicas son las más comunes (Cotler *et al.*, 2013 y 2016).

La implementación de prácticas de conservación de suelos se realizó, principalmente, en suelos deteriorados, donde funcio-

naron como medida correctiva, más que preventiva a través de prácticas que podían ser conocidas por los dueños de la tierra o bien, diseñadas en conjunto con los técnicos, particularmente para esas condiciones socioambientales. Las principales motivaciones de los dueños de la tierra para realizar prácticas de conservación de suelos fueron incrementar rendimientos o número de cabezas de ganado, es decir aumentar la rentabilidad de la tierra. . En ese sentido, la relación entre la calidad de los suelos y los rendimientos está claramente reconocida. Estos beneficios se obtuvieron después de 3 a 5 años, según las encuestas. También se reconocen los beneficios de la conservación de los suelos relacionados con el control de la erosión, el incremento de la infiltración, de la materia orgánica y de la agrobiodiversidad.

Possiblemente menos visible pero igual de importante son algunos beneficios sociales que los encuestados identifican con la implementación de estas prácticas, como mejorar su posición social en la comunidad por ser personas innovadoras y con capacidad de enseñar, generar empleo local y cohesionar a la familia alrededor de un proyecto novedoso (casos de MIAF y Maíz en terrazas con frutales).

Siendo la adopción un proceso complejo que está sujeto a distintas presiones (económicas, culturales, demográficas, entre otras) es importante monitorear las condiciones de calidad del suelo (contenido de materia orgánica, infiltración, compactación) para no depender sólo del indicador del rendimiento, que tiene una causa multifactorial (variabilidad climática, enfermedades, manejo, semilla, etc.). En este sentido, las respuestas indican que hay métodos indirectos que también son utilizados como la observación de sedimentos en los cuerpos de agua, el análisis de suelos, la evaluación del índice de agostadero, por mencionar algunos. En todos los casos este monitoreo se realiza de manera participativa con conocimiento local, dado que la conservación de suelos es un proceso complejo que va más allá de solo aspectos técnicos.

En los casos estudiados, la implementación de prácticas de conservación se realiza en un contexto de escasos recursos humanos y económicos. En el caso de los sistemas agrícolas, salvo la labranza de conservación en Sinaloa, el resto de sistemas destina sus productos al autoconsumo con venta de excedentes; mientras que en los sistemas silvopastoriles, el destino es el mercado regional. Ante estas condiciones, el acompañamiento técnico, desde la elección de la práctica hasta su evaluación es una condición indispensable, que en los casos encuestados está siendo realizada principalmente por organizaciones de la sociedad civil.

Los principales obstáculos que dificultan la implementación de la conservación de suelos son la falta de dinero y de aceptación de las prácticas, seguido de la falta de organización.

En efecto, a través de las encuestas se pone énfasis en la importancia del trabajo colectivo en la forma de asociaciones, ejidos, cooperativas o grupos de vecinos, para posibilitar redes de conocimientos, intercambios, reducción de costos en la elaboración de insumos (abonos, pesticidas) y en la construcción de prácticas (terrazas, bordos).

Los resultados sistematizados a partir de las encuestas sugieren que es necesario replantear la forma en la cual se entiende y se atiende la conservación de suelos a nivel gubernamental. Se requiere un cambio de visión y una reestructuración de la manera en la que se están asignados los fondos para apoyo al campo. No se trata sólo de un cambio tecnológico sino más bien de un cambio social al modificar las estrategias de producción y el manejo de las tierras. Por esa razón los resultados sobre prácticas de conservación de suelos se explican a partir y a través de los sistemas agrícolas y pecuarios, entendiendo que no se trata sólo de realizar una práctica sino más bien de incorporar esta práctica en un agroecosistema alternativo.

El diseño de las prácticas de conservación de suelos debe atender la necesidad de incrementar la rentabilidad de la tierra, sin basarla en la producción de un solo cultivo, sino más bien

en la diversificación de la producción mediante asociaciones de cultivos, incorporación de frutales y flores, que permita a los productores atender nuevos mercados y permitiendo una venta, quizás intermitente, pero constante durante el año, sin descuidar la calidad del suelo. Asimismo, las acciones deben considerar la inherente relación entre las actividades agrícolas y pecuarias mantenidas por los mismos dueños, que a veces pueden restringir ciertas prácticas (dejar rastrojos) o requerir la introducción de cultivos para el ganado.

La permanencia en el tiempo de estas prácticas depende en gran medida de sus resultados, cuya evaluación debe considerar tanto los rendimientos, la posibilidad de diversificar los productos y los mercados, así como de mejorar la calidad de los suelos. Para favorecer la adopción de este tipo de manejo, mucho más sustentable y rentable a largo plazo, los programas deben impulsar prácticas esencialmente agronómicas y vegetativas que pueden permearse mediante explicaciones claras usando parcelas demostrativas, intercambio de experiencias y visitas de técnicos. Muchas veces estos métodos deben ir acompañados de discusiones participativas, donde se traten temas como la problemática alimentaria, la migración, la cohesión familiar y organizacional. Es indispensable que los programas, gubernamentales y las acciones realizadas por organizaciones sociales promuevan la colaboración y a su vez fortalezcan a las organizaciones locales.

Los suelos son sustento de nuestros ecosistemas, de los cultivos, nuestra historia y cultura. Reconocerlos como parte fundamental de nuestro patrimonio biológico y cultural es el primer paso. El incremento en la demanda de alimentos, la variabilidad climática y las condiciones socioeconómicas de nuestro país representan retos mayores para la sustentabilidad de los sistemas agroecológicos. Para lograr suelos sanos y resilientes que se traduzcan en sistemas productivos sustentables se debe reconocer el conocimiento local en el contexto de un manejo adaptativo.

REFERENCIAS

- Adhikari K., Hartemink A. 2016. Linking soils to ecosystem services- a global review *Geoderma* 262: 101-111
- Altieri A.M., C. Nicholls, A. Henao, Lana A.M. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron. Sustain. Dev* 35: 869-890
- Arnés E., Antonio J., del Val E., Astier M. 2013. Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, ecosystems and environment* 181: 195-205.
- Astier, M., L. García-Barrios, Y. Galván-Miyoshi, C.E. González-Esquivel, and O.R. Masera. 2012. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and Society* 17(3): 25.
- Blanco-Canqui H., Francis A.C. 2016. Building resilient soils through agroecosystem redesign under fluctuating climatic regimes. *Journal of soil and water conservation* 71 (6): 127-133
- Blum H.E.W., B.P. Warkentin, Frossard E. 2006. *Soil, human society and environment*. Geological Society London Special Publications 266(1):1-8.
- Caswell M., K. Fuglie, C. Insgram, S. Jans, Kascak C. 2001. *Adoption of agricultural production practices. Lessons learned from the U.S.* Economic Research Service USDA Chapter 1: Introduction/AER-792
- Cotler H., C.A. López, Martínez-Trinidad S. 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Investigación Ambiental y Política pública* 3(2):31-43
- Cotler H., Cram S., Martínez-Trinidad S., Quintanar E. 2013. Forest soil conservation in central Mexico: an interdisciplinary assessment. *Catena* 104: 280-287
- Cotler H., Martínez M., Etchevers J. 2016. Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación políticas públicas. *Terra Latinoamericana* 34: 125-138.
- De Graaff, J., Amsalu, A., Bodnar, F., Kessler, A., Posthumus, H., Tenge, A., 2008. Factors influencing adoption and continued use of long-term soil and water conservation measures in five developing countries. *Applied Geography* 28, 271–280.

- Dominati J.E., A.D.Robinson., S.C. Marchant, K.L. Bristow, Mackay D.A. 2014. Natural Capital, Ecological Infrastructure, and Ecosystem Services in Agroecosystems. Neal K. Van Alfen (Ed.). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, Volume 4, pp. 245-264.
- Eakin C.H., Wehbe B.M. 2009. Linking local vulnerability to system sustainability in a resilience framework: two cases from Latin America. *Climatic Change* 93:355–377.
- Etchevers, J.D., Saynes, V., y Sánchez, M. 2016. Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. En: Martínez-Carrera, D.M., y Ramírez-Juárez, J. (Eds.) *El Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Postgraduados, AMC, CONACYT-UPAEP-IMINAP. San Luis Huexotla, Texcoco, Edo. de México. Pp. 63-79.
- Fuentes T. y Vidriales G. 2004a. *Experiencias de trópico húmedo*. Cuadernillo número 2. Serie de cuadernillos de orientación para el uso de la agricultura de cobertura de México. Red de Estudios para el desarrollo rural A.C. y Fundación Rockefeller, México.
- Fuentes T. y Vidriales G. 2004b. *Experiencias de trópico seco*. Cuadernillo número 4. Serie de cuadernillos de orientación para el uso de la agricultura de cobertura de México. Red de Estudios para el desarrollo rural A.C. y Fundación Rockefeller, México.
- M.A.D. Huato y Toledo M.V. 2016. *Utopística agroecológica. Innovaciones campesinas y seguridad alimentaria en maíz*. Editorial: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad de México, 128 p.
- Hudson B. D. 1994. Soil organic matter and available water capacity. *J. Soil and Water Cons.* 49(2) 189-194.
- INEGI 2012. *Encuesta Nacional Agropecuaria*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- Jara-Rojas R., B.E. Bravo-Ureta, A. Engler, Diaz J. 2013. An analysis of the joint adoption of water conservation and soil conservation in Central Chile. *Land Use Policy* 32: 292-301.
- Magulis S. 1992. *Back-of-the-envelope estimates of environmental damage costs in Mexico*. World Bank. Working Papers WPS 824, Washington D.C. 27 p.
- Mengistu D., Bewket W., Lal R. 2015. Conservation effects on soil quality and climate change adaptability of Ethiopan watersheds. *Land Degradation & Development* 27 (6):1603-1621
- Ríos P. E., I. D. González Mora y Cotler H. 2015. Suelos, bases para su manejo y conservación. SEMARNAT, Red Mexicana de Cuencas, FIRA. <https://goo.gl/xHZvdR>.

- SEMARNAT-COLPOS. 2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000: Memoria nacional, México, 2002.
- Soto P.L., Jimenez F.G., Lerner M.T. 2008. *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación*. ECOSUR, 90 p.
- Tenge A.J., J. De Graaf, Hella H.P. 2005. Financial efficiency of major soil and water conservation measures in West Usambara highlands, Tanzania. *Applied Geography* 25:348-366.
- Zambada A., N.F. Nicolás, S. Uribe, A. Turrent, R. Camacho, J.L. Zúñiga, Ortiz J.I. 2006. *Guía de conservación de suelos y aguas en laderas tropicales*. Campo Experimental Cotaxtla INIFAP-CIRGOC, Folleto para productores núm. 12, Veracruz, México, 62 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Encuesta sobre prácticas de conservación de suelos en zonas agrícolas y ganaderas

La implementación de prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y ganaderos o agroecosistemas, está ampliamente distribuida en México. Estas prácticas son implementadas y monitoreadas por instituciones académicas, sociales, privadas, así como productores y campesinos. Sin embargo, hasta el momento su difusión entre diversos sectores y regiones del país se encuentra bastante reducida. Bajo la premisa de que las prácticas de manejo están condicionadas por contextos ambientales, sociales e institucionales, el objetivo de esta encuesta es recabar y sistematizar información sobre las prácticas de conservación de suelos en zonas agrícolas y ganaderas.

La encuesta tiene 44 preguntas, de las cuales 35 son de opción múltiple (para marcar con X) y 9 son abiertas (para desarrollar por el encuestado). **Se dará crédito a quienes participen con información completa sobre las prácticas aplicadas. De antemano, agradecemos su valiosa colaboración.**

Este proyecto es financiado por la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P

Si tiene fotografías, estudios, tesis, folletos, publicaciones en general que puedan ayudar a completar la información proporcionada, le agradeceríamos la envíe a:
helenacotler@gmail.com y/o marilucuevsfdz@gmail.com

Definiciones y consideraciones para el llenado de esta encuesta:

Se define como agroecosistemas a las zonas agrícolas y agroforestales; las zonas ganaderas: los pastizales y áreas silvopastoriles

Las prácticas de conservación de suelos pueden comprender una o una combinación de acciones tales como medidas agronómicas, vegetativas, estructurales o de manejo. Ejemplos: terrazas combinadas con franjas de pastos y laboreo en surcos al contorno.

Si usted tiene experiencia con varias prácticas en distintos agroecosistemas que deseé documentar, le solicitamos atentamente que complete una encuesta diferente para cada una de ellas.

2. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre	
Institución u organización	
Actividad principal: (productor, extensionista, académico, agricultor, ganadero, funcionario, miembro de ONG)	
Formación educativa	
Edad	
¿Cuántos años lleva trabajando en la conservación de suelos?	
Correo electrónico	
Teléfono	
Localidad	
Municipio	
Estado	

Parte I: Importancia de la conservación de suelos en el desarrollo de sus actividades

3. *¿Ha aplicado prácticas de conservación de suelos en parcelas agrícolas, pastizales, módulos silvopastoriles o agroforestales?*

- Hasta el momento no he utilizado prácticas de conservación de suelos en ningún agroecosistema
- Personalmente no las he aplicado, pero he visto su aplicación en algunos sitios
- He utilizado algunas prácticas, solo en casos específicos
- Siempre aplico prácticas de conservación de suelos y tengo amplia experiencia en ello
- Otro (explicar)

4. ¿En qué tipo de agroecosistema se encuentran la(s) práctica(s) de manejo y de conservación de suelos que ha realizado?

- Parcelas agrícolas
- Zonas de pastoreo
- Módulos silvopastoriles
- Parcelas agroforestales
- Otras (especificar)

¿Qué prácticas son las que ha utilizado o utiliza con mayor frecuencia? (Marque con X TODAS las que considere)

5. Prácticas agronómicas

- Aplicación de materia orgánica
- Labranza mínima
- Labranza de conservación
- Fertilización
- Abonos verdes
- Surcos en contorno
- Otra (especificar)

6. Prácticas vegetativas

- Rotación de cultivos
- Cultivos en franjas
- Cultivos asociados
- Cercos vivos
- Cultivos de cobertura
- Otra (especificar)

7 Prácticas mecánicas

- Presas filtrantes en terrenos de cultivos
- Piedra acomodada
- Cordones de piedra
- Terrazas
- Otras (especificar)

8 Sistemas agroforestales

- Manejo combinado de cultivos y árboles frutales en la misma parcela
- Manejo combinado de cultivos y bosque en la misma parcela
- Otra (especificar)
- ¿Qué prácticas son las que ha utilizado o utiliza con mayor frecuencia en zonas de pastoreo y módulos silvopastoriles?

9 Prácticas agronómicas

- Uso de rodillo aireador
- Adición de fertilizantes
- Surcado lister
- Otra (especificar)

10 Prácticas vegetativas

- Control de carga animal
- Rotación de potreros
- Resiembra de pastos
- Establecimientos de arbustos (árboles)
- Cercos vivos
- Otra (especificar)

11 Prácticas mecánicas

- Piedras filtrantes de piedra acomodada
- Gaviones
- Tinas ciegas
- Otra (especificar)

12 Sistemas agroforestales

- Manejo combinado de cultivos y pastoreo en la misma parcela
- Manejo combinado de ganado y bosque en la misma parcela
- Otra (especificar)

13 Por favor, especifique el sitio donde ha realizado o realiza las prácticas de conservación de suelos que han sido más exitosas

14 Describa, con sus propias palabras, las prácticas de conservación de suelos que se realizaron o se realizan en ese sitio

15 ¿Cómo se encontraban los suelos al momento de iniciar la aplicación de las prácticas en ese sitio?

- Suelos poco deteriorados (con cobertura vegetal permanente)
- Suelos medianamente deteriorados (con rasgos de surcos, compactación, poca vegetación)
- Suelos muy deteriorados (sin vegetación, con cárcavas y/o con signos de fuerte erosión, rasgos de sobrepastoreo)

16 ¿Cómo se eligieron las prácticas de conservación de suelos que se aplicaron en el sitio antes descrito?

- Se eligieron aquellas prácticas que ya eran conocidas por la comunidad
- Se implementaron prácticas nuevas, recomendadas en un manual (indicar título y autor del manual)
- Las prácticas se diseñaron especialmente para las condiciones del sitio
- Se aplicaron las prácticas porque eran promovidas por un programa de gobierno (indicar el nombre del programa)
- Otro

17 ¿Hace cuánto tiempo que se aplicaron las prácticas en el sitio?

- Menos de 1 año
- 1-3 años
- 3-5 años
- Más de 5 años

18 Con qué propósito se aplicaron las prácticas en este sitio? Si se persiguieron varios propósitos, marcar su prioridad (1: el menos importante, 6: el más importante)

Propósito	Prioridad					
	1	2	3	4	5	6
Incrementar los rendimientos del cultivo o del forraje)						
Mejorar la infiltración del suelo						
Aumentar la materia orgánica en el suelo						
Incrementar la diversidad agrícola en la parcela						
Evitar la erosión y aumentar la retención de sedimentos						
Generar empleo local						
Otro (indicar)						

19 Según su experiencia, indique cuál es el área mínima que se requiere abarcar con las prácticas para alcanzar los propósitos antes señalados.

Parte II. Características socioambientales de los sitios donde se aplicaron las prácticas de conservación de suelos

20 ¿Cuál es la tenencia de la tierra en el sitio donde fueron aplicadas las prácticas?

- Ejido
- Comunidad
- Privada
- Rentada

21 ¿Cuál es el tamaño del área que fue cubierta con las prácticas?

- 1-3 ha
- 3-5 ha
- 5-10 ha
- 10-20 ha
- Más de 20 ha

22. Por favor, describa más detalladamente el uso que se le da al sitio donde fueron aplicadas las prácticas de manejo en ese sitio (en términos de cultivos, presencia de riego, uso de fertilizantes, pesticidas, o bien tipo de ganadería, tipo de pastos)

23 ¿El uso del suelo en el sitio ha cambiado a partir de la implementación de esta práctica?

- No
- Sí (explicar cómo ha cambiado)

24 ¿Con qué mano de obra se cuenta para el manejo de la parcela?

- Familiar
- Contratada
- Ambas
- Otro

25 ¿Cuál es el destino de la producción agrícola o ganadera de ese sitio?

- Exclusivamente autoconsumo
- Principalmente autoconsumo, con ventas en caso de excedentes
- Destinada principalmente a venta en mercados regionales
- Destinada principalmente a venta en mercados internacionales
- Otro (especificar)

26. En caso de parcelas agrícolas ¿cuál es el tipo de labranza que normalmente se utiliza?

- Ninguna
- Manual
- Animal
- Maquinaria propia
- Maquinaria rentada
- Otra (especifique)

27. En caso de zonas de pastoreo ¿Cuántas cabezas de ganado se encuentran en el predio?

- Menos de 1 cabeza/ha
- 1 cabeza /hectárea
- 1-3 cabezas /ha
- Más de 3 cabezas /ha

28 ¿Cuál es el clima del sitio?

- Templado
- Árido
- Semi-árido
- Trópico seco
- Trópico húmedo

29. Por favor, describa como era la vegetación natural en el sitio, antes de su transformación a parcela productiva

30 ¿Cuál es la pendiente del sitio?

- Plana (0-5%)
 - Suave (5-10%)
 - Moderada (10-20%)
 - Fuerte (20-50%)
 - Muy fuerte (más de 50%)
- 31 ¿Cuál es la textura del suelo?*
- Arcilloso
 - Arenoso
 - Medio (franco)

32 ¿Cuál es la profundidad del suelo en el sitio?

- Poco profundo (menos de 20 cm)
- Medianamente profundo (20-40 cm)
- Profundo (40- 80 cm)
- Muy profundo (más de 80 cm)

Parte III. Mecanismos/incentivos para promover prácticas de conservación de suelo

33. En su experiencia: ¿Cuántos jornales /hectárea se requiere para implementar las prácticas que aplicó en el sitio (pregunta 5)?

- 1-3 días/ha
- 3-5 días/ha
- Más de 5 días/ha

34 ¿Qué tipo de equipamiento requirió para implementar las prácticas en el sitio? (Seleccionar todos los necesarios)

- Maquinaria pesada (tractor, sembardora, retroexcavadora)
- Tracción animal (bestias de carga: caballos, mulas, machos)
- Herramientas (picos, palas, carretillas, etc.)
- Otro (especificar)

35 ¿Qué cantidades de materiales se necesitaron para implementar las prácticas en la superficie indicada en la pregunta 14?

Piedra (m ³):
Madera/leña (m ³):
Tierra (m ³):
Semillas híbridas (kg):
Plántulas (número):
Fertilizante (kg):
Composta/abono orgánico:
Otros (especificar):

36 ¿A su criterio qué grado de organización social es la más apropiada para la implementación exitosa de estas prácticas? (Se puede marcar más de una opción)

- Asociaciones
- Cooperativas

- Ejidos organizados, con reglas claras
- Comités de obra
- Grupo de vecinos
- Ninguna
- Otros

37 ¿Qué obstáculos ha identificado para el establecimiento de estas prácticas? (Se puede marcar más de una opción)

- Falta de dinero
- Falta de mano de obra
- Ausencia de organización
- Conflictos por tierras
- Falta de asistencia técnica
- La aceptación es difícil
- Otros (especificar)

38 ¿Cómo han resuelto estos obstáculos?

39 ¿Reciben apoyos del gobierno para hacer estas prácticas? (marcar x)

- Sí, ¿cuáles?
- No

40 ¿Considera que se podría continuar la aplicación de estas prácticas sin estos apoyos? (marcar x)

- Sí, pero con apoyos de otras organizaciones (ONG, universidades)
- Sí, sólo con la participación del dueño de la tierra
- No

Parte IV. Divulgación y monitoreo

41. Indique el tipo de capacitación que recibió para promover las prácticas de conservación de suelos realizadas (se pueden marcar varias opciones)

- Parcelas demostrativas
- Intercambio de experiencias entre campesinos
- A través de técnico agropecuario (señalar la institución)
- Visita a campos experimentales
- Eventos demostrativos
- Cursos o talleres
- Ninguna
- Otras (especificar)

42 ¿Cómo se han medido o documentado los resultados de las prácticas de conservación aplicadas? (se puede marcar más de una opción)

- Midiendo los rendimientos
- Evaluando el índice de agostadero
- Observaciones de cambios de sedimentos en cuerpos de agua
- Seguimiento técnico (estudios, tesis)
- Monitoreo participativo con conocimiento local
- Otro (especificar)

43. Las prácticas han sido replicadas por otros agricultores/ganaderos en otras parcelas?

- No
- Sí, en este caso ¿qué resultados se obtuvieron?

44 Por último ¿estaría interesado/a en participar en una reunión acerca de este tema con otras organizaciones?

- Sí
- No

Muchas gracias por su tiempo y sus respuestas.

ANEXO 2
**Personas encuestadas y sus respectivas organizaciones
de adscripción u ocupación**

AGUSTÍN MADRIGAL BULNES. Salvemos el río Laja A.C.

ALBARO SANTIAGO LÓPEZ. Instituto de la naturaleza y la sociedad de Oaxaca A.C.

ALEJANDRA PACHECO MAMONE. Desarrollo Comunitario de los Tuxtlas, A.C.

ALEJANDRO HERNÁNDEZ MARTINEZ. Ganadero

ALEJANDRO JUÁREZ AGUILAR. Instituto Corazón de la Tierra

ALEJANDRO REYES LARA. Agricultor

ALEXSER VÁZQUEZ. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

ANASTASIO SARMIENTO SÁNCHEZ. Alternare A.C.

ANDRÉS H. VINICIO MONTIEL. Asociación de agricultores del río Fuerte

ANDRÉS ZAMBADA MARTÍNEZ. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

BENJAMÍN RAMÍREZ SÁNCHEZ. Comité de vigilancia

CELENE RAMÍREZ. Arbore gestión forestal y ambiental

CIPRIANO RIVERA PÉREZ. Agricultor

EDUARDO ARRIETA SOLÍS. Rancho El Saucito

ELCO SALVADOR BLANCO MADRID. Agro Cultura Empresarial, S.A. de C.V.

ELIMELEC ANZURES VÁZQUEZ. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

EMILIANO JUÁREZ FRANCO. Grupo Vicente Guerrero

ENOCK MATÍAS SANTIAGO. Sub comité de cuenca

ENRIQUE ALAMILLA MELO. Fundación Produce Veracruz

ENRIQUE ALBINO MÁRKQUEZ. Sub comité de cuenca

FIDELIA GONZÁLEZ GALINDO. Extensionista Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA)

FRANCISCO JAVIER BELMONT. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.

GERARDO SEGUNDO SÁNCHEZ. Alternare A.C.

GUADALUPE DEL RIO PESADO. Alternare A.C.

GUILLERMO GONZÁLEZ CERVANTES. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

HEBER S. MARTÍNEZ ÁLVAREZ. DEINHN

HÉCTOR RAÚL CHÁVEZ CANALES. Ganaderos amigos de Chihuahua

HERMINIO RAMÍREZ LÓPEZ. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C

HUGO MARÍN GARCÍA. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible

HUMBERTO MORALES FUENTES. Campesino A.C.

IGNACIO DANIEL GONZÁLEZ MORA. WWF México

JAIME LÓPEZ MARTÍNEZ. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

JAVIER LOMBARD ROMERO. Protección de la fauna mexicana A.C.

JERÓNIMO VÁZQUEZ RAMÍREZ. Pronatura Veracruz A.C.

JESÚS TERRAZAS RICO. Rancho San Blas

JORGE ABURTO ARAGÓN. Unión de Esfuerzos para el campo A.C.

JORGE D. ETCHEVERS. Colegio de Posgraduados

JORGE GARCÍA HERNÁNDEZ. Agricultor

JORGE HERNÁNDEZ. Unión Ganadera Regional del norte de Veracruz

JOSÉ ALFREDO RODRÍGUEZ PINEDA. WWF

JOSÉ DANIEL JIMÉNEZ. Pronatura Península de Yucatán A.C.

JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BARRIOS. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias CENID RASPA

JUAN MANUEL MEDINA ROSALES. Pronatura Noreste A.C.

JUAN UBALDO MACEDES JIMÉNEZ. Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixahuicopa, Centli PISN

JULIO ALBERTO DEL ÁNGEL JUÁREZ. Unión Ganadera Regional del norte de Veracruz

JULIO CÉSAR GÓMEZ ALFARO. Pronatura Sur A.C.

LUCINO GUTIÉRREZ MORALES. Alternare A.C.

LUCIO ALBINO GONZÁLEZ. Sub comité de cuenca

MANUEL DE JESÚS MACÍAS PATIÑO. Universidad Autónoma de Zacatecas

MARCOS MONDRAGÓN TAPIA. Alternare A.C.

MARIO ALBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ. Ganadero

MARIO R. MARTÍNEZ MENES. Colegio de Postgraduados

MARTIN RIVERA VITALES. Ganadero

MIGUEL A. VELÁSQUEZ VALLE. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

NABOR ZOQUITÉCATL CALIHUA. SURCOS A.C.

NICOLÁS OSORIO MARTÍNEZ. Grupo de trabajo La Heredad

OLIVIA FRANCISCO CIPRIANO. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible

PALMIRA BUENO HURTADO. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

PORFIRIO SALAZAR SÁNCHEZ. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible

RAÚL FRANCISCO PINEDA LÓPEZ. Universidad Autónoma de Querétaro

REBECA LÓPEZ REYES. Guardianes de los Volcanes, A.C.

ROMÁN GONZÁLEZ SANTIAGO. Sub comité de cuenca

SOCORRO RAMÍREZ ANDUAGA. Agomas S.C.

TAJÍN FUENTES PANGTAY. SENDAS A.C.

VICENTE CORTEZ GONZÁLEZ. Junta poblana de productores libres A.C.

Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México, de Helena Cotler Avalos y María Luisa Cuevas Fernández, se terminó de imprimir en los talleres gráficos de Grupo Infagón, Ciudad de México, durante el mes de marzo de 2017

¿Cómo se realiza la conservación de suelos en los agroecosistemas en México? ¿La elección de prácticas difiere en función de las condiciones ambientales, sociales e institucionales imperantes? ¿Cuáles son los principales obstáculos que enfrentan agricultores y ganaderos para llevar a cabo estas prácticas y cómo los resuelven?

Las respuestas a estas preguntas –objetivo principal de este trabajo–, requirió darles voz a los principales actores, a través de encuestas y entrevistas, para conocer más sobre su quehacer diario, las motivaciones, expectativas y también las formas de enfrentar los obstáculos (familiares, sociales, económicos e institucionales) al momento de implementar prácticas de conservación de suelos.

La pérdida de la fertilidad del suelo y su erosión constituyen los problemas más graves en materia de seguridad alimentaria y la adaptación de estos sistemas ante la variabilidad climática, e influyen en las condiciones de pobreza y de migración rural que viven cientos de agricultores y ganaderos hoy en día.

Uno de los retos más importantes que enfrenta la actividad agropecuaria es la creación de sistemas productivos que sean eficientes en términos de productividad, sin degradar ni contaminar el ambiente. En este contexto es importante reconocer que los suelos son el fundamento básico para la construcción de agroecosistemas sustentables y resilientes.

