

ACCIONES DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN EN AMBIENTES SEMIÁRIDOS EN EL NOROESTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO

*Elizabeth Del C. Andrade Limas¹, Martín Espinosa Ramírez²,
Asunción Romero Díaz³*

1 Universidad Autónoma de Tamaulipas. México

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campo Experimental Río Bravo, México.

3 Universidad de Murcia, España.

RESUMEN

En la Cuenca de Burgos, Tamaulipas (México), se realizaron acciones de lucha contra la desertificación para ayudar a la conservación de suelo y agua. El trabajo se efectuó en dos etapas 2005-2007 y 2008-2009 en lugares con problemas de erosión por pérdida de cobertura vegetal y deforestación causada por la agricultura y las actividades industriales. El objetivo fue estabilizar el ecosistema para conservar y manejar los recursos naturales, incrementar la producción agropecuaria, mejorar la condición familiar y elevar el nivel de vida de los pobladores rurales. Se identificaron y ubicaron áreas y parcelas de trabajo. Se realizaron y evaluaron las siguientes acciones con el objetivo de obtener indicadores de sostenibilidad: (1) 111,8 km de Cercos Vivos, (2) 53,5 has con Bancos de Proteína, (3) 825 has con introducción de Especies Forrajeras, (4) 20 has de Estanques y abrevaderos, (5) 3.579 has de subsoleo (6) 10 has de sistemas silvopastoriles con *Prosopis glandulosa* (Mezquite), y pasto, y (7) realización de 5 Cursos de Capacitación para los agricultores. Todas estas acciones, sin duda, han sido muy beneficiosas, aunque es necesaria una mayor información a los agricultores.

Palabras clave: Desertificación, Restauración, Conservación, Cuenca de Burgos.

ABSTRACT

In the basin of Burgos, Tamaulipas (Mexico) actions to combat desertification were done to help conserve soil and water. The work was conducted in two phases 2005-2007 and

Fecha de recepción: 10 de julio de 2009. Fecha de aceptación: 16 de julio de 2009.

1 Universidad Autónoma de Tamaulipas (México). E-mail: eandrade@uat.edu.mx

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campo Experimental Río Bravo, (México). E-mail: martinespinosar@yahoo.com

3 Departamento de Geografía, Universidad de Murcia, Campus de La Merced, 30001 MURCIA (España). E-mail: arodi@um.es

2008-2009 in areas with erosion problems due to vegetation loss and deforestation caused by agriculture and industrial activities. The objective was to stabilize the ecosystem to conserve and manage natural resources, increase agricultural production, improve family status and raise the living standards of rural population. Areas and work plots were identified and located. The following actions were performed and evaluated in order to obtain sustainability indicators: (1) 111.8 km of hedgerows, (2) 53.5 hectares with food plots, (3) 825 hectares with introduction of Forage, (4) 20 hectares of ponds and troughs, (5) 3,579 hectares of subsoiling (6) 10 hectares with silvopastoral systems with *Prosopis glandulosa*, and grass, and (7) 5 training courses for farmers. All these actions undoubtedly have been very beneficial, although more information is needed for farmers.

Key words: Desertification, Restoration, Conservation, Burgos Basin.

1. INTRODUCCIÓN

La primera consecuencia que generaron las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, en el Norte de Tamaulipas fue la transformación del hábitat natural. Mientras que la agricultura supone la remoción obligatoria de la cubierta vegetal; la ganadería y la forestación conforman prácticas que implican el desplazamiento de la totalidad de las masas de vegetación originales. Esto lleva a la pérdida de la flora y la fauna, y a la pérdida del suelo, cuando se realizan actividades agropecuarias y forestales inapropiadas, como son los desmontes masivos, la denudación de la superficie agrícola de secano en la época seca, la tala excesiva de especies forestales, o el sobrepastoreo.

En el Norte de Tamaulipas a fines de la década de 1940, tuvo lugar un cambio importante cuando se roturaron más de 300.000 hectáreas. El cambio de uso de suelo propició la introducción de cultivos como el algodón, maíz, sorgo, frijol, desapareciendo gran parte de la vegetación natural. De la década de 1940 al 2000, se roturaron para cultivo agrícola casi un millón de hectáreas, equivalente a la tercera parte de la superficie total de la zona. Este crecimiento de superficie agrícola permitió la aportación de casi tres millones de toneladas anuales de grano. Sin embargo, el desarrollo acelerado de esta actividad ha provocado efectos muy negativos en los recursos naturales. La fauna silvestre ha sufrido alteraciones considerables en los últimos 50 años.

En la Cuenca de Burgos se han realizado aperturas de brechas y caminos, facilitando el acceso y perjudicando e impactando el ecosistema del matorral espinoso tamaulipeco, desplazando a la fauna; se han realizado perforaciones mediante el uso de maquinaria pesada y la instalación de conductos para la conducción de gas, dando como consecuencia la deforestación provocada por las obras que está realizando PEMEX (Petróleos Mexicanos) y por las actividades agropecuarias realizadas en la zona, con la implícita pérdida del suelo, por las actividades agrícolas inapropiadas, los desmontes masivos y la pobre cubierta vegetal en época seca.

Las condiciones extremas características de la región, aceleran el proceso de degradación. Por un lado, la escorrentía superficial en época de lluvias, y por otro, en período seco, sin producción de biomasa vegetal, genera condiciones favorables para el sobrepastoreo, al mismo tiempo que se crean las condiciones ideales para la intensificación de la erosión eólica.

La erosión del suelo, es una causa importante de degradación del medio ambiente y uno de los factores limitantes a los que se enfrentan los agricultores. La pérdida de la capa fértil y arable del suelo, trae consigo la disminución de la productividad de los suelos, afectando la economía de los núcleos familiares. La restauración de un área erosionada demanda tiempo, trabajo y capital, de ahí la necesidad de tener un plan bien elaborado en la restauración de suelos. Dentro de la zona, la Universidad Autónoma de Tamaulipas realiza acciones para la producción y conservación de los recursos, tendentes a lograr un manejo sostenible de estos recursos en los sectores agrícola y ganadero.

Las acciones aquí presentadas son el resultado del Proyecto «*Sistemas agrosilvopastoriles y conservación de suelo y agua en la Zona II de la Cuenca de Burgos*», el cual se realizó en 6 comunidades y 9 ranchos de propiedad privada, fue desarrollado en convenio de colaboración entre la Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), enfocado a la restauración de suelos, conservación del agua y recuperación de la cubierta vegetal (Rodríguez y Espinosa, 2006).

2. OBJETIVOS

El objetivo general es estabilizar el ecosistema para conservar y manejar los recursos naturales, incrementar la producción agropecuaria, mejorar la condición familiar y elevar el nivel de vida de las comunidades rurales.

Como objetivos específicos se pueden citar los siguientes: (1) Conservar el suelo al reducir la erosión eólica mediante el establecimiento de cercos vivos, (2) Conservar el suelo al reducir la erosión hídrica a través de represas filtrantes, subsoleo y abrevaderos, (3) Promover la participación de los agricultores en el establecimiento de prácticas agrosilvopastoriles, impartiendo cursos de capacitación, (4) Asesorar y motivar a los agricultores de los predios participantes sobre la necesidad de restaurar y preservar los recursos naturales, (5) Impulsar los sistemas agrosilvopastoriles a través del establecimiento de bancos de proteínas y especies forrajeras.

Para ello se realizaron las siguientes actuaciones: (1) Establecimiento de 100 kilómetros con Cercos Vivos, (2) Construcción de 100 Represas Filtrantes cuya influencia será para 50 hectáreas, (3) Establecimiento de 50 hectáreas con leguminosas forrajeras para la formación de Bancos de Proteína, (4) Introducción de 500 hectáreas de Especies Forrajeras para contribuir a la cobertura vegetal y evitar la pérdida de suelo, (5) Construcción de Estanques y/o Abrevaderos en un área de influencia de 20 hectáreas, (6) Realización de la técnica de Subsoleo en una superficie de 3.000 hectáreas, y (7) Desarrollo de tres cursos-talleres de capacitación, donde se explicó en forma teórica y práctica la realización de las acciones de restauración de los recursos naturales.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se localiza en la región noreste del Estado de Tamaulipas, dentro del municipio de Reynosa, colindando al norte con la cabecera municipal de Reynosa, al sur con el municipio de Méndez, al este con el municipio de Río Bravo y al oeste con el



FIGURA 1
Localización del área de estudio

Estado de Nuevo León (figura 1). El área de estudio está comprendida dentro la zona dos, que corresponde a la parte central de la Cuenca de Burgos, que se caracteriza por tener una gran actividad agropecuaria y estar afectada por las actividades de PEMEX, que ocasionan una pérdida de suelos y de cobertura vegetal.

En las áreas de trabajo destaca la presencia del «Matorral Espinoso Tamaulipeco» principalmente en las unidades de suelos *Calcisol*, *Leptosol* y *Kastañozem*. Aunque su proporción es variable, ha sido desplazado en gran medida, por áreas roturadas para la agricultura y la ganadería, bajo condiciones de secano, especialmente en la unidad de suelos *Vertisol*. Este tipo de vegetación mantiene cerca de 60 especies de plantas y varias especies de vertebrados con diferente status de riesgo para su conservación (amenazadas, en peligro o vulnerables). También se presentan superficies cubiertas con mezquiales cuya altura es variable, dependiendo sobre qué tipo de unidad de suelos se localicen, sobresaliendo los que se desarrollan en los suelos *Vertisoles* que tienen alturas de hasta de 6 m.

La comunidad vegetal arbustiva está caracterizada por la dominancia de elementos espinosos, caducifolios durante gran parte del año o aflios (sin hojas) algunos de ellos. Se desarrolla en una amplia zona de transición entre el matorral desértico micrófilo, el matorral submontano el mezquital y la selva baja espinosa del Noreste de la República. Actualmente se encuentra en diferentes condiciones de perturbación, algunas de las principales especies son *Prosopis glandulosa* (Mezquite), *Acacia rigidula* (Gavia), *Acacia farnesiana* (Huizache) *Cercidium macrum* (Retama).

Desde el punto de vista edáfico, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO los suelos de la zona de trabajo están integrados por cuatro asociaciones de suelos (INEGI, 1983): *Calcisoles*, *Kastenzem*, *Leptosoles* y *Vertisoles* (figura 2).

Los Calcisoles ocupan la mayor proporción en la zona de estudio. Estos suelos cálcicos, originados en zonas áridas y semiáridas del norte de México, cuya vegetación

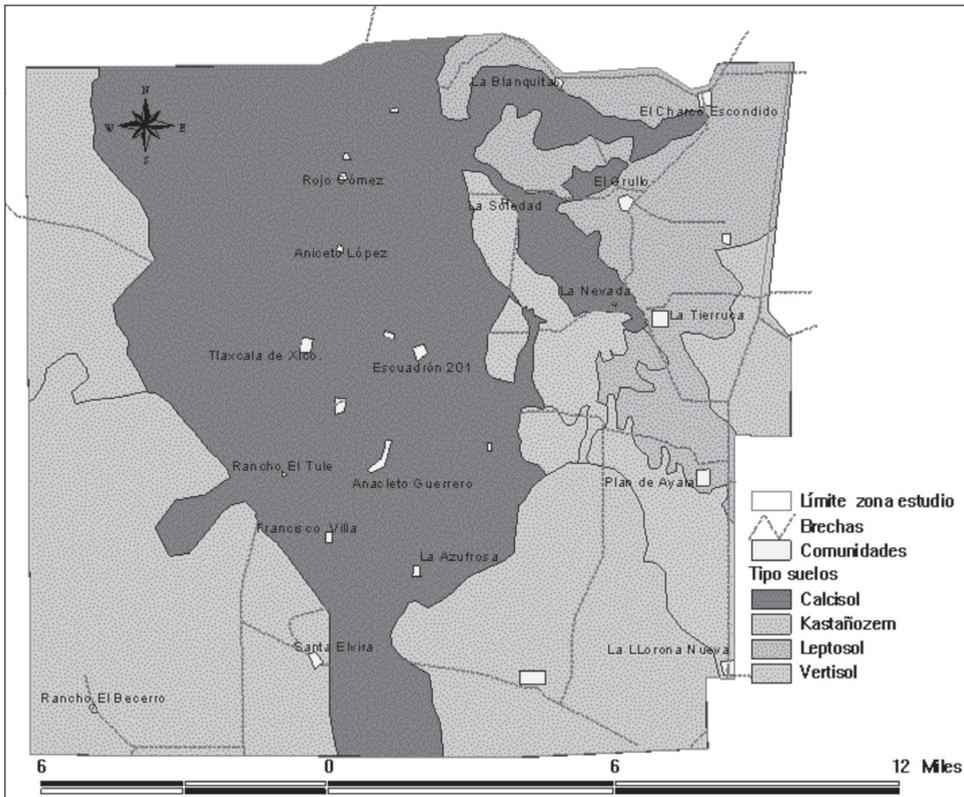


FIGURA 2

Tipos de suelo presentes en la Zona II de la Cuenca de Burgos. Tamaulipas, México. 2006

dominante son los matorrales y pastizales, están limitados por factores climáticos, sin embargo, bajo riego son suelos agrícolas bastante productivos.

Los suelos del tipo *Kastenozem*, ocupan menor proporción que los Calcisoles en el área de estudio una superficie aproximada de 24.505 has (38,7% del área de estudio). Estos suelos tienen un horizonte A de color pardo oscuro, mayor contenido de materia orgánica y nutrientes que los Calcisoles; con una acumulación prominente de carbonatos de calcio, dando origen a caliche suelto o ligeramente cementado. Estos suelos presentan moderada susceptibilidad a la erosión eólica, particularmente en tierras de cultivo.

Los *Leptosoles* ocupan el 11,53% de superficie en la zona. Se definen como suelos de poca profundidad sobre roca dura. Son suelos someros muy pobremente desarrollados con una profundidad no mayor de 30 cm hasta el material parental. Se presentan (sobre todo en las sierras con mayor pendiente), en alternancia con afloramientos de la roca madre. Son suelos medianamente fértiles pero inapropiados para la agricultura por su escasa profundidad y susceptibilidad a la erosión.

Los *Vertisoles* se encuentran en el 4,6% de la superficie de la zona. Son suelos con un alto contenido de arcilla, muy propensos a la expansión y la formación de grietas en la parte superficial. Su uso agrícola es extenso pero con problemas de manejo por sus propiedades de dureza y dificultad de labranza.

4. MÉTODOS

Este proyecto se realizó en predios de agricultores, del sector social y de pequeños propietarios, cuya actividad es el cultivo del sorgo o de pastos para el ganado, basados en un modelo de aprovechamiento de producción y productividad desde la década de los años 1970; y que se han visto afectados por las actividades de PEMEX, para la perforación de pozos de gas, y en donde es necesaria la incorporación de técnicas de manejo sostenible y de conservación de los recursos naturales, con el propósito de garantizar el logro de los objetivos de producción y de conservación y mantenimiento de dichos recursos.

Como primera actividad fue la localización, identificación y ubicación geográfica de los sitios de trabajo en la zona donde se desarrolla el presente Proyecto de restauración, en la cual se han realizado aperturas de brechas y caminos, para facilitar el acceso y transporte modificando y dañando el ecosistema del matorral espinoso tamaulipeco ocasionando el desplazamiento de la fauna, y donde además se han realizado perforaciones mediante el uso de maquinaria pesada y la instalación de conductos para la conducción de gas. Claro es que cada actividad requirió de un procedimiento diferente, tanto para su establecimiento como para su evaluación.

La delimitación de los diferentes tipos de suelo se realizó sobre una imagen de satélite multispectral escala 1:50.000, en donde se superpusieron los límites del mapa edafológico (INEGI, 1975). En este caso se realizó en campo una verificación de dichas unidades dominantes, mediante una descripción de sus principales características físicas y de paisaje. La verificación de límites entre tipos de suelo se realizó con la ayuda de la imagen de satélite, datos geomorfológicos y muestreos de campo. En cada una de las unidades delimitadas se ubicaron sitios representativos para realizar la apertura de una calicata o perfil de suelos. Para la descripción del sitio y del perfil se utilizó la metodología FAO 1990; se colectaron muestras de suelo de los diferentes horizontes y se llevaron a laboratorio para su análisis químico. Para la clasificación y cartografía de los suelos se usó el sistema de clasificación FAO/UNESCO/ISRIC (1988).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las actuaciones realizadas merecen destacarse los siguientes aspectos:

5.1. Cercos vivos

Para el establecimiento de los cercos vivos, se seleccionaron las especies adaptadas al clima y suelo de la zona; resistentes a la sequía y con un sistema radicular vigoroso, también se consideró la preferencia y solicitud de los agricultores. Una vez seleccionadas

las especies se visitaron los viveros del estado, con el fin de asegurar el material vegetativo, se trasladaron a la zona de trabajo y se ubicaron en casa de los agricultores, y de allí a los sitios de trabajo; se distribuyeron de tal forma que no se obstruyera el desarrollo vegetativo de las plantas; las separaciones fueron entre 2 a 3 metros, respetando linderos o divisiones parcelarias (figura 3). Posteriormente se realizaron riegos de auxilio para asegurar la supervivencia. El transplante correspondió al periodo de lluvias. Se plantaron un total de 40.000 plantas que significan 110 kilómetros en 1.800 hectáreas, como Guamuchil (*Pithecelobium dulce*), Palo blanco (*Celtis laevigata*), Ébano (*Pithecelobium ébano*) y Casuarina. De acuerdo con las condiciones de los predios, se elaboraron las cepas de 20 cm de diámetro y 30 cm de profundidad y se levantó un caballón de tal forma que sirviera de microcuenca para la captación de agua. Para conocer el porcentaje de supervivencia de las especies, se visitaron los sitios de trabajo y así se estimó la cantidad necesaria de reposición. Las plantas se obtuvieron de los viveros de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y se utilizaron 3.000 plantas más de lo programado en el proyecto.

5.2. Represas filtrantes

Para el establecimiento de las represas filtrantes, se clavaron anclas de hierro al suelo, a una profundidad de 60 cm, para sujetar la malla con alambre quemado, se reforzó la plantilla para que la tela quedara parcialmente enterrada y doblada, y se pusieron ramas perpendiculares a la malla, con el fin de disminuir la velocidad del flujo del agua y así retener el suelo. Se realizaron 100 represas de diferentes dimensiones, tanto de ancho como en número, dependiendo de la longitud de la cárcava, hasta cubrir una superficie de 50 hectáreas. Para su evaluación se realizaron mediciones de la cantidad de sedimentos retenidos con el tipo de represa filtrante establecida, la cual consistió en malla, anclas de hierro, alambre quemado y ramas. De este modo se dispone de datos para evaluar la efectividad de este tipo de represa (figura 3).



FIGURA 3

Ejemplo de cerco vivo al inicio de su plantación (izquierda) y de represa filtrante (derecha).

5.3. Bancos de proteína

Se establecieron 50 hectáreas con leguminosas forrajeras para la formación de Bancos de Proteína. Se utilizaron especies de alta producción de materia seca, resistencia a la sequía y de buena calidad forrajera tanto química como física (figura 4). Se realizó el establecimiento de 3.500 arbolitos por hectárea como fuente de biomasa y de alimentación para el ganado, en una superficie de 50 hectáreas, establecidos en hileras cada 5 metros. Se planteó la necesidad de realizar una evaluación del comportamiento animal en el uso de la proteína, sobre todo en las etapas críticas de dicha tecnología, sin embargo, no fue posible debido a que esta técnica fue de las últimas en establecerse debido a las condiciones climáticas y disponibilidad de las plantas en el año en el que se programó dicha actividad. Las plantas de leguminosas fueron obtenidas de los viveros de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), con los que ya se tienen convenios, y se complementó con el uso de semilla de *leucaena leucocephala*. Se establecieron 53,5 hectáreas con Bancos de proteína, 3,5 hectáreas más de lo programado, los árboles establecidos fueron de leguminosas, *Leucaena leucosephala* y guamúchil (*Pithecelobium dulce*).

5.4. Introducción de especies forrajeras

Las especies mejoradas de pasto que se utilizaron para el establecimiento de pastos, proporcionan cubierta vegetal y el uso alternativo sostenible del suelo (figura 4). Se establecieron 650 kilos de semilla de pasto Buffell H-17 y 400 kilos de la variedad Pretoria, en una superficie de 500 hectáreas, para evitar el pastoreo excesivo y mantener al ganado estabulado y con alimento suficiente. Se realizaron recorridos de campo y se consideraron como base las actividades agropecuarias, así como el interés y la participación activa de los productores, quienes ubicaron los sitios de trabajo, se identificaron los predios de las parcelas con problemas de compactación y con pasto establecido, las cuales se identificaron para sembrar la especie de pasto Buffell H-17 y combinar con las acciones de subsoleo. Se procedió a realizar la evaluación de las mismas, mediante datos de compactación, laboreo, tipo de pasto sembrado y condiciones de humedad.



FIGURA 4

Bancos de proteínas (izquierda) y especies forrajeras (derecha)

Se utilizó el rodillo aireador para provocar el rompimiento de los horizontes endurecidos superficiales (hasta de 25 cm de profundidad), y ayudar a la captación de humedad y evitar el escurrimiento superficial. Se utilizó la maquinaria y equipo necesarios para la siembra de la semilla. Cabe mencionar que se sembraron especies forrajeras en 825 hectáreas para incrementar la cobertura vegetal en la zona del proyecto.

5.5. Estanques y/o abrevaderos

La localización de los estanques (figura 5) se realizó de acuerdo con los recorridos de campo y teniendo como base los mapas topográficos y las imágenes de satélite de la zona de estudio, así como con la participación activa de los agricultores, quienes señalaron los sitios de trabajo, se lograron identificar las presas de las zonas con problemas de sedimentación, las cuales se evaluaron para diseñar y construir o levantar los bordos de almacenamiento de agua. Una vez identificadas las presas colmatadas, se realizó la evaluación de las mismas. La variación de las capacidades de almacenamiento fue de acuerdo con la longitud, ancho y profundidad de las presas, las cuales fueron desde 690 m³ hasta los 13.000 m³. El volumen total de almacenamiento de agua de las presas es de 16.093,8 m³. La textura en la mayoría de los sitios es arcillosa, por lo que la infiltración del agua es lenta. Las profundidades de las presas variaron desde algunos pocos centímetros hasta 2,5 m. En la segunda fase del esta actividad se quitaron los sedimentos acumulados de una presa y se construyeron 7 abrevaderos. Las profundidades de los abrevaderos variaron desde un metro hasta 3,5 metros, para el caso de la presa. La superficie trabajada fue de 20 hectáreas, quedando cubiertas las actividades para esta técnica de captación de agua, de los dos años de actividades del proyecto, por lo que se cubrieron 20 hectáreas más de lo propuesto.



FIGURA 5
Estanques o abrevaderos

5.6. Subsoleo en parcelas agrícolas y pastos ganaderos

Se realizó el subsoleo en las pastos y parcelas agrícolas para promover la captación de humedad y evitar la escorrentía superficial en una superficie de 3.000 hectáreas (figura 6). Se programó la realización del subsoleo en 1.500 has en parcelas agrícolas y se localizaron a los agricultores participantes. La técnica del subsoleo se realizó mediante la rotura del horizonte endurecido entre 20 y 35 cm conocido como piso de arado, y la profundidad efectiva del cinceleo alcanza hasta 45 cm. Esto último se hizo para promover la captación de humedad y evitar la escorrentía superficial. Se capacitó a los productores participantes. Se realizó la evaluación del contenido volumétrico de agua del segundo estrato (de 20 a 45 cm), en parcelas donde se realizó el subsoleo y se comparó con aquellos sitios en donde no se realizó esta actividad. Para la evaluación de la práctica en parcelas agrícolas, se consideró el contenido de humedad y se comparó con parcelas donde se habían realizado bordeos y rastra continua; se realizó la evaluación del rodillo aireador en pastos ganaderos, tomando en cuenta el contenido de humedad en aquellos sitios donde se utilizó el rodillo y se comparó con pastas en donde no se aplicó. Se realizó la técnica del subsoleo en 3.570 hectáreas.



FIGURA 6

Maquinaria utilizada en el subsoleo y descompactación del suelo.

5.7. Sistema Silvopastoril

Se establecieron 10 hectáreas con pasto Buffel común (*Pennisetum ciliare*) entre los árboles de mezquite, *Prosopis glandulosa*, con el fin de ayudar a que los árboles de esta leguminosa sirvan como forrajera arbórea, como especie para reforestación y como fuente de madera para cercas, leña y carbón, y producción de vainas, con miras a suplementar a los animales en el período seco, así como de sombra para el ganado. Además de estos usos, las plantaciones de mezquite ayudan en la protección de los suelos contra la erosión, sombra, conservación y mejoramiento de las praderas y fauna silvestre. El pasto Buffel es una especie que se adapta en la región, por lo que es posible realizar el establecimiento de especies de mejor calidad forrajera y proteica. Una alternativa es del uso de zacate de las especies H-17, híbrido del Buffel.

5.8. Cursos de capacitación

Se desarrollaron cinco cursos-talleres de capacitación, donde se expusieron en forma teórica y práctica la realización de las acciones sobre restauración de los recursos naturales, dirigidos a agricultores de las comunidades participantes. Los temas incluyeron las técnicas propuestas, el efecto de la erosión en la producción agropecuaria, factores que intervienen en su desarrollo, la influencia del hombre y los métodos de control. Se logró una buena asistencia y participación por parte de los agricultores. Los talleres tuvieron como finalidad motivar a los agricultores del área de estudio, hacia una cultura sobre la conservación del suelo, agua y biodiversidad, además de considerar su participación activa en el proyecto, de tal manera que a mediano plazo cuenten con la capacitación e información suficiente para desarrollar los trabajos en sus unidades de producción.

5.9. Riegos de auxilio

Es necesario mencionar que de nada sirve el establecer plantaciones de árboles para los diferentes sistemas forestales, agroforestales o silvopastoriles, si no se les da el mantenimiento suficiente para su mantenimiento o supervivencia, por lo que se tomó la decisión de realizar riegos de auxilio, dado el ambiente tan seco que predomina en la zona y al no llegar las lluvias esperadas para la temporada invernal. Por ello se realizó un programa de riegos después del establecimiento de los 23.310 arbolitos, con el fin de asegurar la supervivencia.

6. CONCLUSIONES

La construcción de represas con malla borreguera, ramas y alambre quemado es una opción para la restauración y conservación de suelos, principalmente en aquellos sitios en donde las cárcavas no presentan profundidades mayores de medio metro.

Existe una interacción para la erosión hídrica e eólica, entre las obras que está realizando PEMEX en la Cuenca de Burgos y otros usos del suelo, por lo que la introducción de especies forrajeras, tienen impacto en la retención y conservación de suelos por efecto de la erosión, en segundo lugar en la vegetación natural y por último en las actividades agrícolas.

En las condiciones climáticas de la zona, como es la presencia de lluvias de alta intensidad en un intervalo de tiempo corto y con largos periodos de sequía, la reforestación (Cercos vivos y Bancos de proteína) tuvo un 46,6 % de supervivencia, siendo este valor permisible para dichas condiciones. Este tipo de prácticas requiere de atenciones especiales por parte de los técnicos y de los agricultores, ya que si no muestran interés en su mantenimiento, es imposible su permanencia.

La construcción de estanques y abrevaderos es una opción para la captación de agua en la zona, dadas las condiciones climáticas del área de estudio. Acción que fue agradecida por las comunidades participantes, ya que es una opción para el abastecimiento y consumo de agua, tanto doméstico como animal.

El subsoleo para el manejo de suelos, en comparación con el bordeo y rastro realizado en forma tradicional por los productores agropecuarios de la zona, presenta ventajas de

conservación de suelo y agua en parcelas agrícolas, ya que mejora la aireación del suelo, elimina el piso del arado, disminuye el escurrimiento superficial, aumenta la captación de humedad facilitando el desarrollo radicular de las plantas e incrementa el rendimiento de cultivos. Mientras que el uso del rodillo aireador, elimina la compactación superficial, mejora la captación de humedad e incrementa la producción de forraje.

En cuanto a los cursos de capacitación que se impartieron, se cubrió toda la zona, considerándolos como insuficientes para que los agricultores tuvieran conocimientos generales sobre la conservación de suelos y aguas, acciones de reforestación y cobertura vegetal, ya que cuentan con poca información referente al tema.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México y al proyecto AECID A/017194/08.

8. REFERENCIAS

- ANDRADE L., E., M. ESPINOSA R., A. FAZ C. Y M.A. MUÑOZ G. (2006): Evaluación de técnicas de conservación de suelos y agua en el norte de Tamaulipas. *XXXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Septiembre 18-20, Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (1996): *Programa Hidráulico de Gran Visión*. Gerencia Regional. Tamaulipas, México.
- FAO (1984): *Metodología provisional para la evaluación y la representación cartográfica de la desertificación*. Roma, Italia.
- FAO (1990): *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Roma Italia.
- FAO/UNESCO/ISRIC (1988): *Soil map of the World*. Ed. F.A.O. Roma.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística e Geografía e Informática) (1983): *Síntesis Geográfica de Tamaulipas*. México D.F.
- OLDEMAN, L. R. (1988): *Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation*. Working paper 88/4. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageninien, 151 p.
- RODRÍGUEZ, R. H. & ESPINOSA, R. M., (2006): Informe técnico final del proyecto Manejo de agua y preservación de suelos.