



EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAPIMÍ

PARTICIPATORY ASSESSMENT OF THE SOIL DEGRADATION IN THE MAPIMÍ BIOSPHERE RESERVE

Heberto Ramírez-Carballo¹; Aurelio Pedroza-Sandoval²; Juan Guillermo Martínez-Rodríguez³; Ricardo D. Valdez-Cepeda².

¹Graduado de la Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas Bermejillo, Dgo. C. P. 35230. MÉXICO.

²Programa de Posgrado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. C. P. 35230. MÉXICO. (Autor para correspondencia) Correo-e: apedroza@chapingo.uruz.edu.mx

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coah. C. P. 27440. MÉXICO

RESUMEN

La evaluación de la degradación del suelo es importante en la implementación de acciones de restauración, ya que permite identificar áreas prioritarias para su atención. Sin embargo, los métodos comunes de evaluación excluyen la participación de los propietarios de tierras, a pesar de que son quienes realmente toman las decisiones de uso y manejo de este recurso. El objetivo de este estudio fue generar información que sustentara la toma de decisiones para la implementación de acciones de restauración de suelo. Se aplicó una metodología participativa para la caracterización de áreas degradadas en cinco predios ganaderos de la Reserva de la Biosfera Mapimí. Los resultados indican que el 52 % de los 275 sitios evaluados, muestran una condición de regular a prioritaria para su restauración. El principal indicador físico de susceptibilidad a la erosión del suelo fue la cobertura vegetal, la cual está siendo afectada por la elevada carga animal concentrada en áreas de sacrificio por abrevadero (2,802 hectáreas por abrevadero). En el uso de metodologías de investigación-acción para las condiciones sociales, físicas y económicas del área natural protegida, es factible la planeación participativa en la restauración de suelos por erosión.

Recibido: 19 de agosto, 2010
Aceptado: 09 de febrero, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.058
<http://chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE: Investigación participativa, erosión del suelo, impacto ambiental.

ABSTRACT

Soil degradation assessment is important to perform restoration actions, helping to identify priority areas for its attention. However, common assessment methods exclude the participation of landowners, even though they are decision makers on land use and management. The aim of the current study was to generate information that supports decision making for the implementation of soil restoration actions. A participatory methodology was applied for the characterization of degraded areas in five livestock farms of the Mapimí Biosphere Reserve. Results show that 52 % of the 275 evaluated places have regular to priority condition. The main physical indicator of susceptibility to erosion was vegetation cover, which is being affected because of the high number of livestock located in watering places (2,802 hectares per watering place). When action research methodologies are used for social, physical and economic conditions of the protected natural area, participatory planning is workable in soil restoration affected by erosion.

KEYWORDS: Participatory research, soil erosion, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

La desertificación es un proceso de degradación de la tierra que afecta al 40 % de la superficie terrestre (Holtz, 2003). Las actividades antropogénicas sin ordenamiento ecológico y el cambio climático global son las causas principales de este proceso, las cuales provocan, entre otros efectos, la pérdida de la cubierta vegetal, erosión hídrica y eólica, ensalitramiento, com-

INTRODUCTION

Desertification is a land degradation process that affects 40 % of the earth's surface (Holtz, 2003). The main causes of this process are anthropogenic activities without ecological system and global climate change, which causes, among other effects: loss of the vegetation cover, water and wind erosion, salinization, compaction, decreasing of organic matter and loss of soil nu-

pactación, disminución de la materia orgánica y pérdida de nutrientes del suelo, así como la acumulación de sustancias tóxicas y sequía (Anaya, 2003).

En 1999 se estimó que en México, 30.5 millones de hectáreas (15 % del territorio) estaban degradadas, mientras que 95 millones (49 %) podían considerarse dentro del área de influencia de los procesos de degradación. La erosión hídrica constituye la forma más frecuente de degradación (37 %), seguida por la erosión eólica (14.9 %) y la degradación química (6.8 %). De la superficie total afectada, el 70 % presenta degradación de moderada a extrema. Las principales causas de la degradación de los suelos en el país son la deforestación (24 %), el cambio de uso del suelo (25 %), el sobrepastoreo (25 %) y las prácticas agrícolas ineficientes (16 %) (SEMARNAT, 2005). Desde esta perspectiva, la evaluación de la degradación del suelo es importante para la toma de decisiones, debido a que el objetivo principal es la identificación de áreas de alto riesgo de degradación en una superficie determinada (Castro *et al.*, 2001; FAO, 2002). Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre degradación de los suelos no incluyen la participación de los usuarios, quienes son importantes en el seguimiento a los programas para prevenir y revertir los procesos de degradación de los recursos naturales (Anaya, 2003).

Los principios establecidos por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación adoptados por México mediante la creación del Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación, incluidos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, establecen que se debe garantizar la adopción de los procesos de planeación y ejecución de programas de lucha contra la desertificación a nivel comunitario, para que se generen las condiciones de una planeación a escala regional (UNESCO, 1994 y PACD, 1994). Lo anterior, justificado en que las acciones hasta ahora implementadas se han venido ejecutando en un contexto de una escasa cultura y conocimiento en el uso y manejo de los recursos naturales (Anaya, 2003). De esta manera, la investigación participativa adquiere importancia, ya que como propuesta metodológica ofrece, por un lado, generar los conocimientos técnicos necesarios a través de la acción social participativa con el fin de proveer de soluciones a un problema determinado, y por el otro implementar procesos de enseñanza-aprendizaje no formales en un proceso constante de retroalimentación entre el investigador y el beneficiario, de tal manera que en un futuro resulte en cambios de actitud hacia el uso y manejo de los recursos naturales dentro de los sistemas productivos (De Shutter, 1983). El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la degradación del suelo e involucrar a productores ganaderos en la planeación de acciones de restauración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica y caracterización climática del área de estudio. El área de estudio se encuentra ubicada en la región conocida como la Reserva de la Biosfera Mapimí, que se localiza entre los paralelos 26°

trients, as well as accumulation of toxic substances and drought (Anaya, 2003).

In 1999 was estimated that in Mexico 30.5 million hectares (15 % of the territory) were degraded, whereas 95 million hectares (49 %) could be within the area of degradation processes. Water erosion is the most common way of degradation (37 %), followed by wind erosion (14.9 %) and chemical degradation (6.8 %). 70 % of the total affected area shows moderate to extreme degradation. In Mexico, the main causes of soil degradation are: deforestation (24 %), land use change (25 %), overgrazing (25 %) and inefficient agricultural practices (16 %) (SEMARNAT, 2005). Soil degradation assessment is important for making decisions; the main aim is to identify areas with high risk of soil degradation in a determined area (Castro *et al.*, 2001; FAO, 2002). However, most of the studies about soil degradation don't include the participation of landowners, who are important in monitoring programs to prevent and reverting natural resources degradation processes (Anaya, 2003).

The principles (established in the convention of the United Nation for the fight against Desertification adopted by Mexico by means of the foundation of the National System for combating Desertification, included in the regulations of the Sustainable Rural Development) denote that the adoption of the planning processes and the implementation of programs fighting against the desertification in a community level must be insured, in order to create the conditions for planning on a regional scale (UNESCO, 1994 and PACD, 1994). It is noteworthy that the actions implemented so far have been performed in a context of a poor culture and knowledge on use and management of natural resources (Anaya, 2003).

In this sense, the participatory research becomes important, because as a methodological proposal it offers, on one hand, to create technical knowledge required by means of the participatory social action with the purpose of providing solutions to a given problem, and on the other hand, to perform non-formal teaching-learning processes in a constant process of feedback between the researcher and the beneficiary, so that in the future this turns into attitude changes for the use and management of the natural resources in the productive systems (De Shutter, 1983). The aim of the current study was to identify soil degradation and to involve livestock producers in the restoration action planning.

MATERIALS AND METHODS

Geographic location and climatic characteristics

The studied area is situated in the region known as the Mapimí Biosphere Reserve, which is located bet-

00' y 26° 10' de latitud norte y entre los meridianos 104° 10' y 103° 20' de longitud oeste y a una altura de 1,000 a 12,000 m (CONANP, 2006). Presenta un clima BWhw(e), que corresponde a un clima muy árido, semicálido con lluvias en verano y de amplitud térmica extremosa. La precipitación promedio anual es de 199.60 mm. La evaporación oscila entre 114.5 y 324.2 mm. El promedio de temperatura máxima mensual es de 36.3 °C y la temperatura mínima mensual media es de 2.8 °C (CNA, 2007).

Acción social participativa para la restauración de suelos

El trabajo de campo se realizó mediante los principios de la investigación participativa como una opción metodológica para la educación de los adultos (Bellon, 2002; De Shutter, 1983 y; Budd, 1983). Para su implementación, se realizaron diagnósticos participativos para identificar los recursos y las necesidades existentes en los predios de la Reserva. El diagnóstico se hizo con base en las herramientas propuestas por Geilfus (2001) para el desarrollo participativo. La información generada fue recabada para la definición de criterios de selección de los predios para la implementación de actividades de investigación-acción relacionada con la degradación de los suelos (Bellon, 2002).

El universo de trabajo para la implementación de acciones de restauración en la Reserva es amplio, por lo que no fue posible aplicar la evaluación de la degradación al total de la superficie. Por ello, de acuerdo a los criterios de evaluación sugeridos por De Shutter (1983) para la selección de comunidades ideales para la implementación de estrategias de investigación participativa, se seleccionaron los siguientes predios: Pequeña Propiedad Guadalupe, Mapimí, Durango; La Soledad, Jiménez, Chihuahua; Vicente Guerrero, Sierra Mojada, Coahuila; Mohovano de las Lilas, Sierra Mojada, Coahuila, y Nuevo Huitrón, Sierra Mojada, Coahuila.

Criterios y factores de evaluación (De Shutter, 1983)

I. Identificación del sitio y respuesta social. Factores: Ubicación genérica del sitio; nombre local del sitio; distancia del sitio a la comunidad; número de jornaleros potenciales; identificación del transecto.

II. Susceptibilidad a la erosión. Factores: Ubicación del sitio con respecto a la cuenca; pendiente del terreno; calidad de la cobertura vegetal; relación cobertura vegetal/suelo desnudo.

III. Presión ganadera. Factores: Número de vedas de ganado; distancia del sitio a los abrevaderos; carga animal; estado general de la infraestructura.

IV. Potencial de recuperación. Factores: Forma de erosión hídrica; tipo y número de sistemas erosivos; oportunidad de riego; capacidad de vegetación.

between parallels 26° 00' and 26° 10' north, meridians 104° 10' and 103° 20' west and at a height of 1,000 to 12,000 m (CONANP, 2006). The climate is BWhw (e), an arid climate, semi-warm with summer rains and with an extreme atmospheric temperature range. Average annual precipitation is 199.60 mm. Evaporation oscillates between 114.5 and 324.2 mm. Average monthly maximum temperature is 36.3 °C and average monthly minimum temperature is 2.8 °C (CAN, 2007).

Participatory social action for soil restoration

The current study was carried out using the principles of participatory research as a methodological choice for adult education (Bellon, 2002; De Shutter, 1983 and; Budd, 1983). Participatory diagnostics were carried out in order to identify resources and existing needs in the Reserve fields. The diagnostic was performed using tools proposed by Geilfus (2001) for the participatory development. The results obtained were collected in order to establish the selection of fields for the implementation of research-action activities related with soil degradation (Bellon, 2002).

The total work area was wide; therefore it wasn't possible to carry out degradation assessment to the total area. Hence, according to the evaluation criteria proposed by De Shutter (1983) on selections of ideal communities for the implementation of strategies of participatory research, the following fields were selected: Pequeña Propiedad Guadalupe, Mapimí, Durango; La Soledad, Jiménez, Chihuahua; Vicente Guerrero, Sierra Mojada, Coahuila; Mohovano de las Lilas, Sierra Mojada, Coahuila, and Nuevo Huitrón, Sierra Mojada, Coahuila.

Evaluation criteria and factors (De Shutter, 1983)

- I. Identification of the area and social reaction. Factors: generic location; local name; distance (from the area to the community); number of potential workers; transect identification.
- II. Soil susceptibility to erosion. Factors: location of the area regarding the basin; slope; vegetation cover quality; relationship vegetation cover/bare soil.
- III. Livestock pressure. Factors: number of routes for droving livestock; distance from the field to the watering places, number of animals, infrastructure conditions.
- IV. Potential of recovery. Factors: type of water erosion; type and number of erosive systems; irrigation opportunity; vegetation capacity.
- V. Management ability. Factors: erosive systems dimensions; recommended work for collecting water and soil; forbidden fields to livestock; the need for vegetation.

V. Capacidad de manejo. Factores: Dimensiones de los sistemas erosivos; tipo de obra recomendada para la captación de agua y suelo; necesidades de exclusión de áreas a la ganadería; necesidades de vegetación.

De acuerdo a De Schuter (1983), para la evaluación de los criterios y factores, se elaboraron encuestas descriptivas con valores de escala (formatos de encuesta no mostrados en el presente artículo), de tal manera que la información pudo ser recopilada por los productores y usuarios, previa capacitación.

La caracterización o evaluación de los sitios, se realizó con el fin de obtener un expediente y una categoría para cada sitio. La categoría fue definida con base en un resultado final de puntuación, es decir, para cada variable se realizó una medición, la cual fue categorizada y calificada; la calificación de cada factor fue acumulada para cada criterio, y la suma de los valores obtenidos para cada criterio generó como resultado la puntuación final correspondiente al sitio. De esta manera se utilizaron cinco categorías con base en el puntaje acumulado (Cuadro 1).

Para su aplicación se siguieron dos tipos de muestreo: sobre los caminos con mediciones cada kilómetro por el método de intercepción de línea, y sobre una cuadrícula geográfica cada dos kilómetros sobre el predio evaluado con mediciones por el método de intercepción de línea de 50 m cada rumbo Norte franco (Canfield, 1941).

La base de datos fue diseñada en formato de hoja de cálculo Microsoft® Office Excel 2003, lo que permitió su clasificación inmediata por criterio y por orden descendente en el resultado final de la puntuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información recolectada en campo, producto de la caracterización de áreas degradadas, integra una base de datos que incluye 275 sitios evaluados sobre 21 variables en un total de cinco predios dentro de la Reserva de la Biosfera Mapimí, identificándose la distribución de la degradación en superficie de los predios evaluados (Cuadro 2).

Los predios con mejor estado de conservación de suelo fueron la propiedad privada Guadalupe y el ejido La Soledad, Jiménez, Chihuahua, lo cual es atribuido a que cuentan con más infraestructura que el resto de los predios. Sin embargo, la presión de pastoreo está muy localizada en una área donde se mantiene concentrado el ganado mediante prácticas de manejo tales como la provisión de agua para abrevadero. Por otro lado, los ejidos Nuevo Huitrón y Mohovano de las Lilas, en Sierra Mojada, Coahuila, son los predios que resultaron en una peor condición de suelo, ya que más del 50 % de los sitios evaluados se clasificaron en las más bajas categorías. Esto se atribuye al bajo desarrollo en infraestructura y a la elevada carga animal que pastorea en el predio.

According to De Shutter (1983), descriptive survey with scale values (survey formats not shown in the present journal) were made in order to assess criteria and factors, so the information could be collected by the producers and the users, before training.

The evaluation of the fields was carried out with the purpose of creating a record and assigning a rank for each area. The ranking was established based on a final score, namely, for each variable a measurement was obtained, which was ranked and described; the description of each factor was accumulated for each criteria, and the sum of the values obtained for each criteria produced the final score for the area. Thus, five categories were used based on the cumulative score (Table 1).

Two types of sampling were proposed for its application: the first, on the driveways measuring every kilometer using the line-intercept method; and the second, on a geographical grid measuring every two kilometers on the evaluated area using the 50 m line-intercept method every due North (Canfield, 1941).

CUADRO 1. Categorización y calificación del estado de deterioro del suelo.

TABLE 1. Category and description of the status of soil degradation.

Categorías	Estado de deterioro y recomendación
De 94 a 110	Primario para su conservación
De 77 a 93	Bueno
De 60 a 76	Regular
De 43 a 59	Malo
De 23 a 42	Prioritario para su restauración

Data base was designed in a spreadsheet using Microsoft® office excel 2003, providing immediately the classification by criteria and by descending order for the final scores.

RESULTS AND DISCUSSION

The information obtained in the field, as a result of the degraded fields assessment, form a data base composed by 275 places evaluated on 21 variables of a total of five fields of the Mapimí Biosphere Reserve, identifying the degradation distribution in the surface of the assessed fields (Table 2).

The fields with better soil conditions were Guadalupe, and La Soledad, Jiménez, Chihuahua; this means, these fields had a better infrastructure than the rest. However, grazing pressure is located in an area where there is concentration of livestock by means of management practices such as water supply for the watering place. On the other hand, the fields of Nuevo Huitrón and Mohovano de las Lilas, located in Sierra Mojada,

CUADRO 2. Superficie en hectáreas por estado de conservación de los cinco predios evaluados en la Reserva de la Biosfera Mapimí.
TABLE 2. Area in hectares by the conditions of five fields assessed at Mapimí Biosphere Reserve.

Estado de conservación	Guadalupe	Vicente Guerrero	Mohovano de las Lilas	Nuevo Huitrón	La Soledad	Total por estado de conservación	%
Prioritario para la conservación	1,352.8	0	0	0	454.2	1,807.0	3.5
Bueno	1,175.9	8,270.3	37.3	177.3	5,285.9	14,295.8	28.9
Regular	987.5	3,519.7	3,299.9	3,855.4	11,271.8	22,934.5	44.45
Malo	244.4	755.2	3,389.3	3,442.7	2,013.0	9,844.8	19.0
Prioritario para su restauración	0	272.9	418.6	719.1	657.1	2,067.8	4.0
Total de superficie evaluada por predio	3,760.7	12,818.2	7,145.2	8,194.7	19,678.1	51,597.0	100
Porcentaje	7.29	24.84	13.85	15.88	38.14	100	

Identificación del sitio y respuesta social

Distancia del sitio a la comunidad. Los sitios evaluados se ubican en rangos de distancia que van desde un kilómetro hasta más de 10 kilómetros. Lo anterior implica diferencias importantes en la disposición de productores para participar en la restauración bajo el criterio de distancia del sitio, lo cual provoca que sitios alejados tengan menor oportunidad de ser restaurados.

Número de jornaleros potenciales. En cuanto a la disponibilidad de mano de obra para ejecutar obras de restauración de suelo, se tiene que potencialmente de uno a 10 jornaleros están disponibles en los predios evaluados. Esto indica que en caso de la construcción de obras que requieran un mayor número de jornaleros, será necesaria la contratación de personas ajenas a los predios evaluados.

Susceptibilidad a la erosión

Características del terreno o ubicación del sitio con respecto a la cuenca. La evaluación de la degradación de áreas fue aplicada en las cuatro partes de la cuenca (pie de monte, bajada, superior, inferior y playa), predominando, en dicha evaluación, la parte de bajada superior, lo cual permite obras más dirigidas de restauración de suelos.

Pendiente del terreno. El rango de pendiente de los sitios evaluados es de 0 a 25 grados, con una muy fuerte concentración en valores de 0 a 1 % de pendiente. Lo cual indica que el terreno en el área de estudio es predominantemente plano con pendientes muy suaves, mostrando que el factor pendiente, como indicador físico, no es problema para la construcción de obras de

Coahuila, were the fields with worst soil conditions, where more than 50 % of the evaluated areas were ranked within the lowest categories, because of the poor development in infrastructure and the high amount of livestock that grazes in this field.

Identification of the area and social reaction

Distance from the area to the community. The evaluated fields are set in distance grades that go from 1 to more than 10 kilometers entailing important differences in the disposition of products in order to contribute in the restoration under the distance criterion from the field, causing that far fields have less opportunity of being restored.

Number of available workers. There are about 1 to 10 available workers for soil restoration. In case the construction work needs a greater number of workers, it will be necessary to hire people outside the studied fields.

Soil susceptibility to erosion

Terrain features or location of the area regarding the basin. Area degradation assessment was used in four parts of the basin (foothills, upper slope, lower slope and beach) prevailing, in this case, the upper slope allowing more work aimed to soil restoration.

The slope. The slope rank of the evaluated areas oscillates from 0 to 25 grades, with a strong values concentration from 0 to 1 %. This means, the land of the studied area is predominantly flat with small slopes, showing that the factor slope (as physical indicator) is not a problem for soil restoration work, neither a factor that has influence in the increase of soil erosion.

restauración de suelos, ni un factor que incida en los incrementos de erosión de suelo.

Calidad de la cobertura vegetal. Se localizaron sitios con presencia nula de vegetación (muy mala calidad) hasta sitios con presencia abundante de pastos, hierbas y arbustos (muy buena calidad); sin embargo, predomina la categoría de calidad de vegetación caracterizada por la ausencia de horizonte orgánico con evidencia de raíces de plantas expuestas, afloramientos rocosos y sin estrato herbáceo (mala calidad). La escasa presencia de pastos es un indicador de alta susceptibilidad a la erosión debido a que este tipo de plantas, por su tipo de enraizamiento, permite una mayor retención y estabilidad de suelo evitando el desarrollo de procesos erosivos.

Relación cobertura vegetal/suelo desnudo. La cantidad de cobertura vegetal expresada en porcentaje, muestra un rango de 0 a 100 %, donde el rango de 10 a 25 % de cobertura vegetal ocupa el mayor número de observaciones. Esta información, complementada con la información del indicador anterior, muestra una escasa protección del suelo contra los efectos erosivos de la lluvia y el viento. En una intención por mejorar la calidad de los pastizales en el área de estudio, habrá que considerar esencialmente la promoción del establecimiento de vegetación nativa para incrementos tanto en calidad como en cantidad de la misma.

Presión ganadera

Número y caracterización de veredas de ganado doméstico. La presencia de veredas en sitios del área de estudio muestra un rango amplio que va de cero a más de seis veredas que cruzan en una línea de 50 metros; sin embargo, las veredas no se distribuyen ampliamente en el terreno. Esto es un indicador de que el ganado no transita de manera uniforme sobre el terreno, ya que la categoría que presentó mayor número de observaciones fue de cero a dos veredas.

Distancia del sitio a los abrevaderos. La distancia en kilómetros del sitio evaluado al aguaje más próximo, ocurre en rangos que van de cero a más de 10 km. El valor de la moda estadística le corresponde a la categoría 1 y el valor de la mediana estadística le corresponde a la categoría 2, lo cual indica que los sitios evaluados en su mayoría se localizaron en un rango de 0 a 4 km de distancia al aguaje más próximo. La presencia de veredas se relaciona significativamente ($P \leq 0.05$) de manera negativa con la distancia al abrevadero más próximo ($r = -0.4$). Esto significa que el mayor número de veredas se localiza a menor distancia de los aguajes, de lo cual se deduce que las áreas de mayor presión ganadera se encuentran alrededor de los aguajes. El modelo de regresión para el número de veredas con respecto a la distancia al abrevadero más próximo y viceversa se representa como:

Vegetation cover quality. There are areas with no vegetation (very poor quality) and areas with abundant lawn, weed and bushes (very good quality), however the category of vegetation quality prevails, which is featured by the absence of organic horizon with evidence of roots of exposed plant, rock outcrops and without herbaceous stratum (bad quality). Scarcity of lawn is an indicator of high soil susceptibility to erosion because these plants (rooting type) have a greater soil stability and retention preventing erosion development.

Relationship vegetation cover/bare soil. Vegetation cover shows a rank of 0 to 100 %, where the rank from 10 to 25 % has the highest number of observations. This information and the information of the previous indicator, shows a low soil protection against wind and rain erosive effects. Native vegetation should be considered in order to improve and increment lawn quality and quantity if this area.

Livestock pressure

Number and description of the routes for droving livestock. The number of routes for droving livestock located in the studied area oscillates from zero to more than six driveways crossing a 50 meters line; however the routes are not distributed in the field. Namely, the livestock doesn't pass uniformly through the field. Category from zero to two routes had the highest number of observations.

Distance from field to watering places. The distance in kilometers of the evaluated field to the closest watering place oscillates from 0 to more than 10 km. The value of the mode correspond to category 1 and the mean value correspond to category 2, this means that most of the evaluated areas were founded in a range of 0 to 4 km to the closest watering place. The routes for droving livestock have a significantly negative relationship ($P \leq 0.05$) with the distance to the closest watering place ($r = -0.4$). This indicates that most of the routes are located at a shorter distance to the watering places, concluding that the areas with greater livestock pressure are around the watering places. The regression model for the number of routes according to the distance to the closest watering place and vice versa is shown as:

$$\text{Number of routes for droving livestock} = 3.6005 - 0.0387 * \text{Distance to the closest watering place.}$$

From the number of routes can be conclude that after 3 km from the watering places, the number of routes starts to decrease from 6 to 1 line of 50 meters. The area with the greatest impact by livestock trampling is a surface of 2,802-74-40 hectares per watering

Número de veredas = $3.6005 - 0.0387 \cdot \text{Distancia al aguaje más próximo}$.

A partir del número de veredas, se deduce que después de 3 km de distancia de los abrevaderos, comienza a disminuir el número de veredas a partir de seis en una línea de 50 metros. Con base en lo anterior, es posible estimar que el área de mayor impacto por el pisoteo de ganado representa una superficie de 2,802-74-40 hectáreas por abrevadero con el manejo y cargas de ganado actuales. Asimismo, el número de veredas es el mínimo (dos veredas que cruzan una línea de 50 m) a partir de los 8 km de distancia al abrevadero, de lo que se estima que el área efectiva de uso actual de los agostaderos por aguaje representa un total de 20,106-24-00 hectáreas. Lo anteriormente expuesto, indica que los animales que pastorean en el terreno no tienen un amplio rango de uso por animal, sino que más bien es el reflejo de la elevada carga animal que existe en los predios evaluados, ya que, de acuerdo a la información que proporcionaron los dueños de los predios, sin excepción, el total de éstos sobrepasa la capacidad de carga establecida por COTECOCA (1979).

Potencial de recuperación

Forma de erosión hídrica presente. El tipo de erosión hídrica presente fue clasificada en seis categorías: 1) sin erosión presente, 2) por salpicamiento, 3) por canales, 4) por cárcavas, 5) por pedestales y 6) por pináculos (Colegio de postgraduados, 1977). La forma que más predomina en el área es la erosión hídrica por pedestales, lo cual es evidente en los montículos de tierra que se observan al pie de las plantas, que realmente indica la presencia de un tipo de erosión hídrica laminar asociada con erosión eólica.

Tipo y número de sistemas erosivos presentes. Los sistemas erosivos comúnmente conocidos como cárcavas o arroyos, fueron cuantificados por sitio sobre la línea de muestreo. Los resultados muestran que se encontraron sitios sin cárcavas hasta sitios donde se encontraron más de seis. Entre cero y dos cárcavas presentes fue la categoría que más se presentó durante la evaluación. Esto indica que son bajas las densidades de cárcavas en terrenos del área de estudio, lo cual significa que el tipo de erosión hídrica es laminar más que lineal.

Oportunidad de riego. En prácticas de revegetación futuras, es importante identificar las formas alternativas para proveer humedad por lo menos en los primeros años de establecimiento de la plantación o resiembra. Para esto, las formas alternativas en el área son: la captación de agua de lluvia *in situ*, la derivación de escurrimientos y el riego artificial. La forma más viable de proveer humedad en prácticas de revegetación es la captación de agua de lluvia *in situ*, por lo que se

place. The minimum number of routes is 2 routes for droving livestock, which cross a line of 50 m from 8 km distance to the watering place, therefore it is deemed that the effective area is a total of 20,106-24-00 hectares. The above mentioned shows the high number of animals that is set in the evaluated fields, as according to the information provided by the landowners, without exception, the total exceeds the capacity established by COTECOCA (1979).

Potential of recovery

Water erosion. The type of water erosion was classified in six categories: 1) no erosion, 2) by splashing, 3) channels, 4) rill, 5) pedestals and 6) pinnacles (Colegio de Postgraduados, 1977). The most predominant is water erosion by pedestals, noticeable in land mounds founded at the base of the plants, showing the presence of a sort of laminar erosion related with wind erosion.

Type and number of erosive systems. Erosive systems commonly known as rills were quantified per areas on the sampling line. Results show that there were areas without rills to areas with more than six rills. The category with 0 and 2 rills had the highest frequency during the current study. Densities of the rills in fields of the studied area are low; this means that the type of water erosion is more laminar than linear.

Irrigation opportunity. For future re-vegetation practices, is important to identify the alternatives in order to provide humidity at least in the first years of planting and re-seeding. Therefore, the alternatives in the area are: *in situ* rainwater harvesting, water runoffs and artificial irrigation.

The most viable way to provide humidity in re-vegetation practices is *in situ* rainwater harvesting, therefore water harvesting structures could be used in order to restore soils.

Revegetation capacity. According to the producers experience about the knowledge of their land, data were consulted to them on natural reaction that every area has to precipitation events, creating two categories: a) good natural capacity of re-vegetation and b) bad capacity of revegetation. Most of the evaluated areas have bad natural capacity of revegetation; therefore this type of induced practice is required.

Management ability

Recommended work for collecting water and soil. Semicircular earth and stone dykes were the conservation works of soil and water, which were evaluated according to the feasibility of implementation in the areas. The most recommended practice for collecting

deben incluir estructuras de captación hídrica y con ello propiciar la restauración de los suelos.

Capacidad de revegetación. Retomando la experiencia de los productores en el conocimiento de sus terrenos, les fueron consultados datos sobre la respuesta natural que tiene cada sitio a eventos de precipitación, lo cual fue clasificado en dos categorías: a) buena capacidad natural de revegetación y b) mala capacidad de revegetación. Como resultado, se obtuvo que la mayoría de los sitios evaluados tienen una mala capacidad de revegetación natural y por lo tanto se requiere de la implementación de este tipo de práctica inducida.

Capacidad de manejo

Tipo de obra recomendada para la captación de agua y suelo. Los bordos semicirculares de tierra y de piedra al contorno fueron las obras de conservación de suelo y agua, las cuales fueron evaluadas respecto a la factibilidad de implementación en los sitios. La práctica más recomendable para la captación de agua de lluvia y suelo fue la construcción de bordos semicirculares de tierra. Esto indica que la disponibilidad de piedra para la construcción de obras de restauración del suelo es muy baja, por lo que se recomienda la construcción de obras con base en remociones de suelo considerando las curvas de nivel en el terreno.

Tipo de obra recomendada para el control de cárcavas. La mayoría de los sitios evaluados no requieren de construcción de estructuras para el control de azolves, debido a que es baja la incidencia de cárcavas en el sitio. En los casos en que se identificaron cárcavas, la estructura más viable para su restauración son las presas de ramas primeramente y luego las presas de piedra acomodada, aunque estas últimas dependen de la disponibilidad de piedra en el sitio.

Necesidades de exclusión de áreas a la ganadería. En cada sitio fue analizada la situación de la presión ganadera, lo cual fue traducido en términos de la necesidad de excluir el sitio por lo menos mientras se establecen las especies empleadas en prácticas de revegetación inducida.

CONCLUSIONES

La investigación participativa es una alternativa viable para la inclusión y educación de propietarios de tierras en la evaluación de la degradación de los suelos, para la elaboración de programas comunitarios de restauración de los mismos.

La baja cobertura vegetal tanto en calidad como en cantidad, son los factores físicos que indican una mayor susceptibilidad a la erosión de los terrenos del área de estudio, donde su pérdida es atribuida a la elevada carga animal concentrada en la periferia de fuentes de abastecimiento de agua para el ganado.

water and soil was the construction of semicircular earth dykes. The availability of stones is too low for the construction of soil restoration works, therefore the construction of works based on soil removals is recommended, regarding the level of the curves in the field.

Recommended work for rills control. Because of the low impact of hills in the field, most of the assessed fields don't require the construction of structures for the sedimentation control. In the situations where rills were observed, a structure formed by a stone press on a branches press was the most available option for its restoration, although stone presses depend of the availability of the stones in the field.

Forbidden fields to livestock. In each place, the situation of the livestock pressure was analyzed; that is to say that there is a need of forbidden fields to livestock at least while establishing the species used in induced revegetation practices.

CONCLUSIONS

Participatory research is a viable alternative for the inclusion and education of land owners in assessment of soil degradation, for the development restoration community programs.

Low vegetation cover both quality and quantity, are the physical factors that show a greater susceptibility to erosion of the studied fields, where its loss is attributed to the high number of animals located in the periphery of watering places.

The area with greatest impact per watering place is about 2,800 hectares, and the effective grazing area per watering place is about 20,100 hectares, due to the actual management conditions.

End of English Version

El área de mayor impacto por abrevadero es de aproximadamente 2,800 hectáreas, y el área efectiva de pastoreo por abrevadero es de aproximadamente 20,100 hectáreas, debido a las condiciones actuales de manejo.

LITERATURA CITADA

- ANAYA, M. 2003. La desertificación en México: Lineamientos estratégicos para su prevención y control. En: "Diálogo Internacional sobre Políticas en Materia de Vulnerabilidad al Cambio Climático". Zacatecas, Zac. 16 p.
- BELLON, M. R. 2002. Métodos de investigación participativa

- para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. México, D. F. CIMMYT. 106 p.
- BUDD, H. 1983. Investigación participativa, Conocimiento popular y Poder: Una reflexión personal. En: VEJARANO M., G. Compilador. La investigación participativa en América Latina. Antología. CREFAL. Michoacán, México. 341 p.
- CANFIELD, H. R. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. of Forestry* 388-394.
- CASTRO, C.; COCHRANE, T. A.; NORTON, L. D.; CAVIGLIONE, J. H.; JOHANSSON L. P. 2001. Land degradation Assessment: Tools and techniques for measuring sediment load. 3rd International Conference on Land Degradation and Meeting of the IUSS Subcommittee C – Soil and Water Conservation. September 17-21, 2001-Rio de Janeiro-Brazil. 20 p.
- CNA, 2007. Datos climatológicos de las estaciones meteorológicas de La Soledad, Laboratorio del Desierto y La Flor. Información proporcionada por Comisión Nacional del Agua en archivo digital.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Chapingo México. pp. 3-46.
- CONANP, 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Mapimí. Primera edición. SEMARNAT/CONANP. México D. F. 178 p.
- COTECOCA, 1979. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Ganadería Durango, Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, Ed. Calypso, S.A., México 13, D.F. 200 p.
- DE SHUTTER, A. 1983. Investigación participativa: una opción metodológica para la educación de los adultos. CREFAL. Michoacán México. Acervo en línea de la biblioteca digital del CREFAL.
- FAO, 2002. Evaluación de la degradación de tierras en Zonas Áridas (LADA: Land Degradation Assessment in Drylands). 20 p. Consultado el día 22 de febrero de 2006 en <http://www.medioambiente.gov.ar/archivos/web/DC-SyLD/File/documentolada.pdf>
- GEILFUS, F. 2001. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico. Planificación. Monitoreo. Evaluación. SAGARPA-INCA RURAL-IICA. 208 p.
- HOLTZ, U. 2003. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y su dimensión política. Quinta mesa redonda de parlamentarios, Bonn. 14 pp. Consultado el 22 de Febrero de 2006 en [http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD\(spa\).pdf](http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD(spa).pdf)
- PACD, 1994. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México. CONAZA-SEDESOL. Primera Edición, 1994. México. 150 p.
- SEMARNAT, 2005. Informe de la situación del Medio Ambiente en México 2002. Consultado el día 17 de Mayo del 2005. En http://www.semarnat.gob.mx/estadísticas_2000/informe_2000/03_suelos/index.shtml
- UNESCO, 1994. Asamblea General A/AC.241/27 12 de septiembre de 1994. Elaboración de una Convención Internacional de Lucha Contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. 66 p. Consultado el día 22 de febrero de 2006 en <http://www.gm-unccd.org/Spanish/Docs/conveng.pdf>