



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

TESIS

**EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA EN SU FUNCIÓN DE
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. CASO MICROCUENCA JUAN GRANDE,
EL LLANO, AGUASCALIENTES**

PRESENTA:

María Alejandra Vivero Dueñas

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

Tutor: Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez

Comité Tutorial:

Dr. Armando López Santos

Dr. José Luis Arredondo Figueroa

Dr. José de Jesús Luna Ruíz

Aguascalientes, Ags., a 30 de Junio de 2014.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ANIVERSARIO
UAA

OFICIO NO. CCA-D-111500-196-14

DRA. GUADALUPE RUÍZ CUÉLLAR
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PRESENTE.

Por medio del presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA EN SU FUNCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. CASO MICROCUENCA JUAN GRANDE, AGUASCALIENTES", de la alumna **C. MARÍA ALEJANDRA VIVERO DUEÑAS**, egresada de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Jesús María, Ags., 02 de Julio del 2014.
"Se Lumen Proferre"


M. en C. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

c.c.p. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez.- Jefe del Departamento del Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS

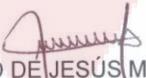
PRESENTE

Por medio del presente como Tutor designado de la estudiante **MARÍA ALEJANDRA VIVERO DUEÑAS** con ID 91924 quien realizó la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA EN SU FUNCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. CASO MICROCUENCA JUAN GRANDE, AGUASCALIENTES** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATE NTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 25 de junio de 2014.


DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES
FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS

PRESENTE

Por medio del presente como Cotutor designado de la estudiante **MARÍA ALEJANDRA VIVERO DUEÑAS** con ID 91924 quien realizó la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA EN SU FUNCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. CASO MICROCUENCA JUAN GRANDE, AGUASCALIENTES** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATE NTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 25 de junio de 2014.

DR. ARMANDO LÓPEZ SANTOS
Cotutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaria de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS

PRESENTE

Por medio del presente como Asesor designado de la estudiante **MARÍA ALEJANDRA VIVERO DUEÑAS** con ID 91924 quien realizó la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA EN SU FUNCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. CASO MICROCUENCA JUAN GRANDE, AGUASCALIENTES** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 25 de junio de 2014.


DR. JOSÉ LUIS ARREDONDO FIGUEROA
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) por su apoyo y patrocinio para la realización de este proyecto de tesis.

Agradezco al Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo. Al Dr. Armando López Santos por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó. Al Dr. José Luis Arredondo Figueroa y al Dr. José de Jesús Luna Ruíz por su atenta lectura y atinadas correcciones de este trabajo. Al Maestro Jorge Alejandro Torres González por su apoyo y dedicación durante todo el trabajo de campo y laboratorio.

A mis compañeros (as) y amigos (as) de Maestría: Anabel, Gaby, Viri, Shantal, Ricardo, León y José Carlos, que me apoyaron con sus conocimientos, experiencia y su compañía, y con quienes compartí los mejores momentos de la maestría y se volvieron parte importante de mi vida. Gracias amigos (as).

A mi familia, en especial a mis padres y mi esposo, que me acompañaron en esta aventura que significó la maestría y que, de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos.

Gracias a todos.

Dedico con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes con mucho amor, por siempre mi corazón y mi agradecimiento. Ana y Efraín, mis padres.

A tu paciencia, amor y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado.

Eduardo

Como un padre siempre te he visto y como una madre también, gracias a su sabiduría que influyó en mi madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes está tesis en agradecimiento por todo su amor...Gracias amados abuelos.

A ustedes hermanos, que me han acompañado en las buenas y en las malas, les dedico este trabajo como un ejemplo de esfuerzo y logro de un sueño, de gratitud a nuestros padres y a Dios. Siempre contarán conmigo... Lili, Efraín, Daniel y Anita.

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

INDICE

Índice de figuras3

Índice de cuadros5

Acrónimos.....6

Resumen7

Abstract.....8

Introducción.....9

Objetivos e hipótesis.....11

 Objetivo general.....11

 Objetivos particulares11

 Hipótesis general.....11

 Hipótesis particulares11

Revisión de literatura13

 Condición de los recursos suelo y agua en su función de servicios
ecosistémicos.....13

 Recursos Naturales y Servicios Ecosistémicos14

 El recurso suelo, la base medular de todo servicio15

 El recurso hídrico. Un servicio indispensable para la vida19

 Filosofía de la evaluación y manejo de RN desde el enfoque de SE21

 Estudios del estado del suelo en su función de servicio de regulación.22

 Estudios de la condición del recurso hídrico.23

 Funcionalidad de los programas institucionales dirigidos al manejo de los
RN.....25

 Teoría y práctica de la gestión político-social para el manejo de los RN27

Materiales y métodos30

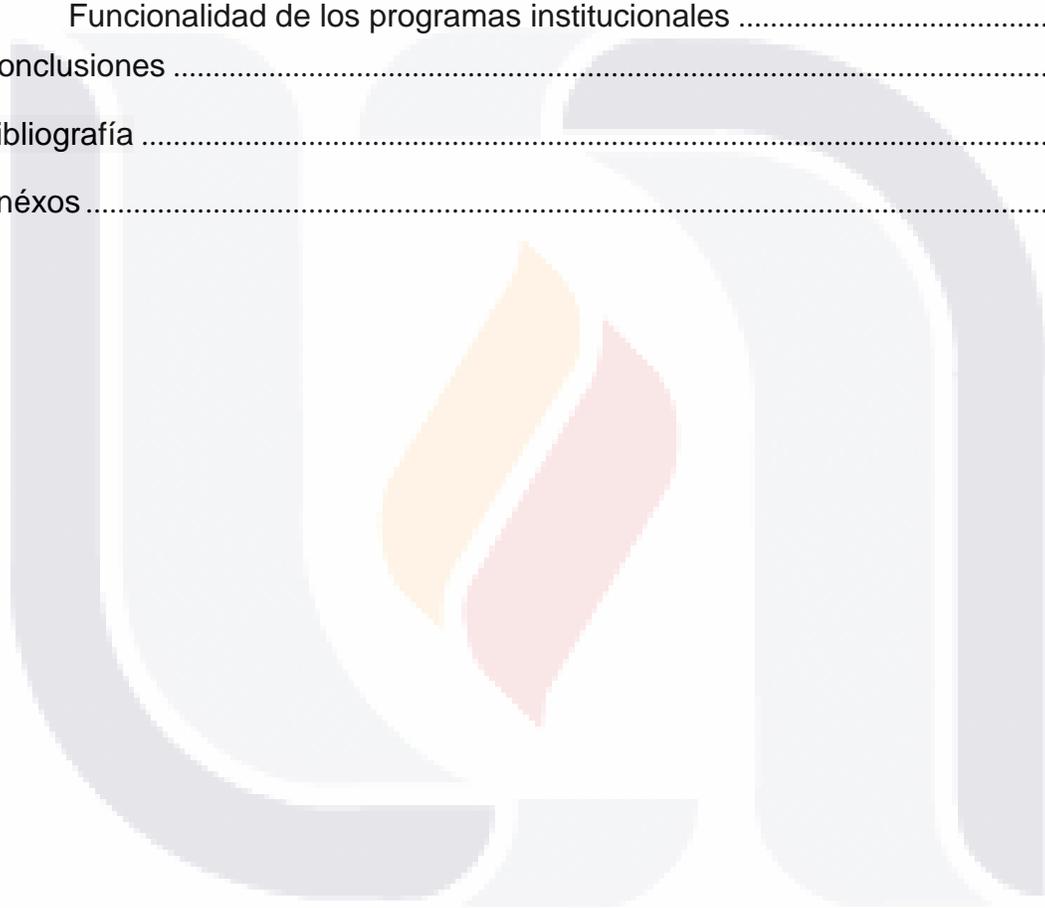
 Caracterización ecológico-geográfica de la unidad de estudio30

 Diseño e instrumentación de la investigación31

 Caracterización de los RN31

 Métodos participativos de evaluación de los RN34

Instrumentos de muestreo y medición en laboratorio y campo	38
Resultados y discusión.....	43
Caracterización de la microcuenca.	43
Condición del suelo y calidad y capacidad de almacenamiento del agua superficial para uso agropecuario.	47
Nivel de conocimiento de los programas institucionales	61
Factibilidad de obras de restauración y conservación de suelo	64
Funcionalidad de los programas institucionales	65
Conclusiones	68
Bibliografía	72
Anéxos	79



ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Figura	Página
1	La severidad de degradación representada en diferentes tipos de dominancia. En México están presentes todas en grado severo.	13
2	Superficie de vegetación degradada (ha).	17
3	Tasas de cambio de uso de suelo de 1973 al 2000.	18
4	Captura de carbono, factor importante en la calidad ambiental.	19
5	El Ciclo Hidrológico, la dinámica del agua.	20
6	Cuenca Juan Grande el Municipio de El Llano en color rojo.	30
7	Principales asentamientos humanos en la microcuenca.	35
8	Zonificación de la microcuenca para los talleres de evaluación participativa.	36
9	Área de toma de datos del formato de Evaluación Participativa de la Degradación por Erosión	39
10	Uso de Suelo y Vegetación de la microcuenca Juan Grande.	43
11	Zona agrícola de la microcuenca.	44
12	Materia Orgánica en el suelo.	49
13	Nitrógeno inorgánico.	51
14	Potencial Hidrógeno en suelos (pH)	52
15	Conductividad eléctrica (Ce)	53
16	Grado de deterioro malo en la mayor parte de la microcuenca.	54
17	Conductividad eléctrica en el agua superficial.	57
18	Dureza del agua.	58
19	Relación de adsorción de sodio (RAS).	59
20	Ubicación de los cuerpos de agua superficiales.	60
21	Porcentaje de personas que conocen y han participado en los programas.	62
22	Porcentaje de personas que conocen los programas pero no han participado en ellos.	63
23	Porcentaje de personas que no conocen los programas.	63
24	Porcentaje de factibilidad de obra en su aptitud para ser ejecutada en la zona.	65

25 Funcionalidad de los programas institucionales en las diferentes zonas de la microcuenca.

66



ÍNDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Página
1	Indicadores que se evalúan para determinar tres elementos esenciales del suelo.	16
2	Clasificación de los Servicios Ecosistémicos,	22
3	Categorías para la condición del suelo.	33
4	Indicadores determinados y métodos de valoración.	41
5	Capacidad de almacenamiento de agua superficial para uso agropecuario.	60
6	Listado de obras de restauración, conservación y protección de suelo y agua para evaluar su factibilidad.	64

ACRÓNIMOS

Asociación Regional de Silvicultores del Oriente de Aguascalientes	ARSOA
Compensación Ambiental	CA
Centro Estatal de Capacitación y Seguimiento	CECS
Colegio e Posgraduados	COLPOS
Comisión Nacional Forestal	CONAFOR
Comisión Nacional de Agua	CONAGUA
Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social	CONEVAL
Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua	COUSSA
Ecotecnias	Eco
Evaluación Participativa de Degradación	EPDE
Empleo Temporal	ET
Millennium Ecosystem Assessment	MEA
Manejo y Conservación de Cuencas	MRC
ProÁrbol	Pro
Restauración de Bordos y Caminos parcelarios	RBC
Restauración de la Cuenca Río Verde Grande	RCRV
Recursos Naturales	RN
Reconversión Productiva	RP
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	SAGARPA
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos	SARH
Servicios Ecosistémicos	SE
Secretaría de Desarrollo Social	SEDESOL
Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial	SEDRAE
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	SEMARNAP
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	SEMARNAT

RESUMEN

Actualmente, la mejora de las condiciones de los recursos naturales ha requerido la aplicación de programas de gobierno. Sin embargo, se desconoce el estado actual de los recursos naturales, así como la funcionalidad de los programas ejecutados. La finalidad de este estudio es determinar la condición de degradación o conservación que tienen los recursos agua y suelo y valorar la funcionalidad de los programas encargados de su manejo en la microcuenca de Juan Grande, ubicada en el municipio de El Llano, Aguascalientes (entre 101.96° O y 21.91° N). Este estudio se presenta en dos capítulos. El primero aborda la evaluación de la condición del agua y suelo realizada en laboratorio y en campo con una evaluación participativa de degradación por erosión. En el segundo capítulo se realizó una evaluación participativa de la funcionalidad de los programas institucionales en tres zonas de la microcuenca. Se determinó como Mala la condición de degradación del suelo y Regular para el agua superficial pero en poco potencial de disponibilidad. Así mismo, se determinó como Mala la funcionalidad de los programas sobre todo por la falta de difusión y seguimiento de las acciones ejecutadas por el gobierno. Finalmente, con las apreciaciones de cada análisis y de la visión en conjunto, se proponen algunas consideraciones a manera de conclusión. Este estudio puede ser referente para identificar áreas de oportunidad, conocer los efectos reales que en el medio ambiente tienen las políticas públicas del sector e identificar los mecanismos para mejorar y ampliar su perspectiva de sustentabilidad.

ABSTRACT

Currently, improving the conditions of natural resources has required the implementation of government programs. However, the current state of natural resources, as well as the functionality of the programs implemented is unknown. The purpose of this study is to determine the condition of degradation or conservation with the water and soil resources and evaluate the functionality of the programs responsible for its management in the watershed of Juan Grande, located in the town of El Llano, Aguascalientes (between 101.96°W and 21.91°N). This study is presented in two chapters. The first deals with the evaluation of the condition of water and soil on lab and field with a participatory assessment of degradation by erosion. In the second chapter a participatory assessment of the functionality of the institutional programs was conducted in three areas of the watershed. The status of land degradation and Regular for surface water was determined as bad but little potential availability. Also, was determined as Mala functionality of programs especially the lack of dissemination and monitoring of actions taken by the government. Finally, the findings of each analysis and vision together, some considerations are proposed in conclusion. This study can be a reference for identifying areas of opportunity, know the real effects on the environment held by public sector policies and identify mechanisms to improve and broaden their perspective of sustainability.

INTRODUCCIÓN

México enfrenta un desafío de conservación de los recursos naturales (RN) ante un panorama de degradación poco alentador. La aplicación de mejoras en sus RN resulta necesario para preservar y mantenerlos, siendo un factor clave para la provisión de servicios ecosistémicos (SE) (Hernández y col, 2013). Las mejoras se traducen en la ejecución de programas institucionales dirigidos a la conservación de RN mismos que se han ejecutado sin presentar resultados claros de su funcionalidad, además de no hacer partícipes a los pobladores en la planeación de acciones para hacer efectivos los recursos invertidos.

El estado de salud que presentan el agua y el suelo, está condicionado a factores antrópicos y naturales, cambiantes en su intensidad, efectos y grados de complejidad. Esta variabilidad ha motivado el desarrollo de estrategias de uso, manejo y valoración integral de los RN, basados en los principios rectores de la sostenibilidad ambiental (Jaimes y col., 2007).

A pesar de la importancia para la vida, los RN no han recibido de la sociedad la atención que merecen. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. Por lo tanto, los científicos se enfrentan al triple desafío de intensificar, preservar e incrementar la calidad de los mismos. Para ello, es necesario contar con una sólida concepción de la calidad con indicadores que interpreten su situación actual y tendencias a largo plazo para así, poder establecer medidas de prevención de desertificación (Jaimes y col., 2007). Esta calidad considera el estado de sus propiedades dinámicas como: contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular en los suelos, así como la calidad y la cantidad de agua.

Cabe destacar que no existen muestras claras de la existencia de una relación positiva entre la degradación del suelo provocada por la erosión y las actividades para su conservación; por ello, la planeación de estrategias de conservación del agua y el suelo requieren ser evaluadas y así determinar las relaciones entre los factores que ocasionan las pérdidas de suelo por agua y viento y aquéllos que las reducen, a fin de evitar el fracaso de las prácticas de conservación seleccionadas. La necesidad de realizar la

evaluación de programas, nace originalmente de las demandas de las agencias financiadoras, para asegurar la responsabilidad por parte de los implementadores del programa, y mejorar continuamente su funcionalidad ante la globalización (Aubel, 2000).

En México, las instituciones gubernamentales evalúan la funcionalidad y la eficiencia de sus programas. Sin embargo, estas evaluaciones no se realizan desde la perspectiva de los usuarios de sus programas. Esta situación genera resultados que, en cierta medida, se alejan de la realidad del campo, disminuyen la calidad asertiva de sus resultados y obstaculizan la mejora de estos programas para el logro de sus objetivos.

Los agroecosistemas, que son ecosistemas sometidos a constantes modificaciones hechas por el humano para obtener SE, se vuelven más vulnerables a la desertificación en las regiones áridas, las cuales abarcan 70 millones de ha y están asentadas en la Planicie Central del país (INEGI, 2005). Una gran parte del estado de Aguascalientes, se inserta en estas regiones.

La región oriente del Estado de Aguascalientes se ubica en la Planicie Central, y se considera una zona semiárida que abarca los municipios de Tepezalá, Asientos y El Llano, considerados por SEDESOL (2009) con mayor nivel de marginación en el Estado. Específicamente, en el municipio de El Llano, los suelos y el recurso hídrico superficial, han sido sobreexplotados y alterados en casi gran parte de su extensión, debido principalmente a las prácticas agropecuarias (Meraz y col., 2007), mostrándose por ejemplo, menor productividad agrícola hasta en un 40% que en zonas aledañas, donde en décadas pasadas, se igualaba y hasta superaba en un 20% (Osuna y col, 2007).

En el presente estudio, se evaluó la condición de los recursos agua y suelo en función de servicios ecosistémicos y los programas institucionales dirigidos a su manejo dentro de la microcuenca Juan Grande.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Evaluar la condición actual de los recursos suelos y agua en su función de servicios ecosistémicos y la funcionalidad de los programas institucionales dirigidos a su conservación en la microcuenca Juan Grande, El Llano, Aguascalientes.

Objetivos particulares

1. Determinar la condición actual de los suelos en función de su calidad para la provisión de alimentos y la calidad del agua y capacidad de almacenamiento superficial para uso agropecuario.
2. Evaluar de manera participativa la funcionalidad de los programas institucionales dirigidos a la conservación de los suelos y el agua aplicados en la microcuenca.

Hipótesis general

Los suelos y agua de la microcuenca Juan Grande, presentan una calidad mala para la provisión de servicios ecosistémicos. Asimismo, la funcionalidad de los programas institucionales encargados de su conservación, es mala, derivado principalmente, de la falta de participación de los productores en la planeación de las acciones ejecutadas y por la falta de seguimiento a mediano y largo plazo por parte de los responsables de los programas.

Hipótesis particulares

1. Los suelos de la microcuenca, presentan: bajos contenidos de MO, tendencia a la salinidad y degradación, lo que se traduce en suelos de mala calidad para generación de SE.

2. El agua superficial para uso agropecuario, presenta una calidad mala para el riego y abrevo del ganado, asimismo, la infraestructura para su almacenamiento, limita el potencial de capacidad de disponibilidad del recurso.
3. Los programas institucionales dirigidos a la conservación de los suelos y el agua, tienen una mala funcionalidad, dada principalmente por la falta de planeación participativa y la falta de seguimiento de las acciones realizadas en los predios de la microcuenca.



REVISIÓN DE LITERATURA

Condición de los recursos suelo y agua en su función de servicios ecosistémicos

América Latina y el Caribe tiene una superficie de 20.2 millones de km² de los cuales un 25% corresponde a tierras áridas, semiáridas y sub húmedas secas. De este total, a su vez, el 75%, es decir, unos 378 millones de ha, presenta serios problemas de degradación en el suelo y el agua (PGV, 2005) (**Figura 1**).

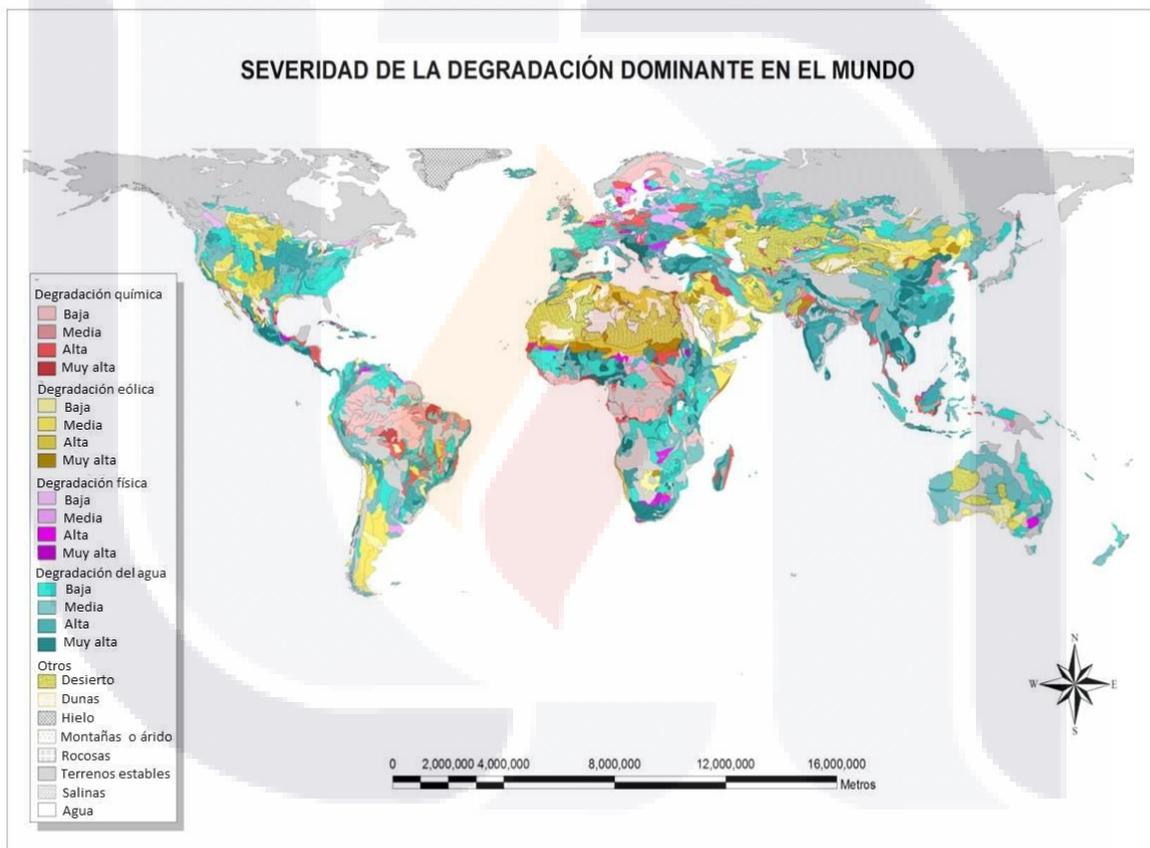


Figura 1. La severidad de degradación representada en diferentes tipos de dominancia. En México están presentes todas en grado severo.

Fuente: <http://www.isric.org/data/data-download>

El deterioro de la fertilidad de suelos y calidad del agua en el mundo, origina una serie de problemas que, desde la perspectiva social, influyen de manera directa en la calidad de vida. Esta relación se da por la provisión de una serie de servicios que los RN brindan para su bienestar a todos los seres vivos de la tierra.

La erosión del suelo constituye uno de los principales factores e indicadores de los procesos de desertificación y de degradación de los ecosistemas en el territorio nacional, con importantes implicaciones ambientales, sociales y económicas (Del Palacio y col., 2012). Por otro lado, la escasez y contaminación del agua, son las principales amenazas en la disponibilidad de este recurso.

Es importante conceptualizar los componentes de este fenómeno global para profundizar el conocimiento de la problemática y poder determinar sus causas, consecuencias y alternativas de solución.

Recursos Naturales y Servicios Ecosistémicos

Se ha establecido una diferencia importante entre el concepto de recursos naturales y el de servicios ambientales o ecosistémicos; además, para este segundo concepto, existe un gran diferencia según algunos autores.

Balvanera y col. (2007), proponen que la diferencia entre el concepto de recurso natural y servicio ecosistémico, es que el segundo se deriva del primero. De esta manera, los recursos naturales son todo lo que provee la naturaleza sin la intervención del hombre, mientras que a todos los beneficios y servicios que recibimos de estos RN con o sin la intervención del hombre, son llamados servicios ecosistémicos o ambientales.

Por otro lado, el MilleniumEcosystemAssessment (MEA) (2010) conceptualiza a los SE como los beneficios que las personas y las sociedades obtienen de los ecosistemas de los cuales dependen. Estos beneficios pueden ser directos, como por ejemplo la provisión de alimento directamente consumible, fibra o combustible, o indirectos a través de su influencia en los procesos de los ecosistemas que son esenciales para la vida, como por ejemplo la fertilidad del suelo de la cual dependen buenas cosechas o la polinización de la cual dependen la producción de frutos para consumo humano. Algunos SE dependen de las propiedades, funciones o procesos ecosistémicos por ejemplo, la fertilidad de los suelos depende de los ciclos biogeoquímicos. Otros SE no necesariamente dependen

directamente de procesos ecosistémicos, como por ejemplo el valor estético (Casanoves y col, 2011).

Lo anterior, remarca la estrecha relación entre el capital natural (recursos naturales – ecosistemas-) y el capital social (político-social), nos indica la dependencia total del segundo con el primero (Daily, 1997).

La clasificación de SE propuesta por el MEA (2010), distingue 3 grupos:

- a) De provisión: que son bienes producidos o proporcionados por los ecosistemas que pueden ser aprovechados directamente por los seres humanos, como son: los alimentos, el agua, los combustibles, la madera, la fibra, los recursos genéticos, o las medicinas naturales.
- b) De regulación: que son los servicios derivados de la regulación de los procesos ecosistémicos como la calidad del aire, la regulación del clima, la regulación hídrica, el control de erosión, la resistencia a perturbaciones, la resiliencia, etc.
- c) Culturales: son los beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida, tales como los valores estéticos, los educacionales, los religiosos y espirituales, las oportunidades de generar conocimiento, la inspiración, el sentido de pertenencia, la recreación y el turismo asociado a la naturaleza.

El suelo como recurso de sostén y el agua de mantenimiento, son considerados la base del bienestar humano por la variada gama de servicios ecosistémicos que proveen (Walter y col., 2002). En un esfuerzo por cuantificar el valor de los SE, los estudios más recientes han demostrado la complejidad para darles el valor que ameritan dentro de su función ecosistémica y de bienestar social. Sin embargo, el valor del suelo y agua, por su diversa gama de servicios que brinda, se valoriza por su capacidad de proveer alimento y regular procesos naturales y de origen humano dentro de los ecosistemas.

El recurso suelo, la base medular de todo servicio

El suelo juega un papel importante en la dinámica de los nutrientes y la regulación dentro de los ecosistemas naturales debido a que, entre otros atributos, sirve como reservorio y

regulador de los mismos. Es de gran trascendencia comprender los procesos pedogenéticos, así como las propiedades adquiridas a fin de evaluar su importancia sobre la productividad y la generación de servicios que brinden bienestar humano (García y col., 2002). Este recurso se ve amenazado por la erosión, fenómeno ambiental que ha afectado en diferentes grados de intensidad, a todo el mundo.

El efecto combinado de la erosión natural y humana, intensifica esta problemática ambiental. Además, la erosión de climas áridos y semiáridos que va de las 50 a las 200 ton/ha/año, se debe a la disminución de la cubierta vegetal, por sobrepastoreo, por eliminación de la vegetación para usos domésticos o agrícolas o por las actividades forestales (Franco, 2008).

El suelo, presenta una serie de indicadores que demuestran el grado de calidad del recurso y su potencial en el sostén y mantenimiento de la vida sobre la tierra. Estos indicadores se agrupan en tres determinaciones por propósito. Éstas se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Indicadores que se evalúan para determinar tres elementos esenciales del suelo.

Indicador	Para determinar		
	Salinidad	Clasificación	Fertilidad
pH			
Humedad del suelo			
Porcentaje de saturación de bases (PSB)			
Relación de adsorción de sodio (RAS)			
Porcentaje de saturación			
Conductividad eléctrica			
Determinación de cationes solubles (calcio, magnesio, sodio y potasio)			
Determinación de aniones solubles (carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos)			
Por ciento de sodio intercambiable			
Densidad aparente			
Curva de retención de la humedad			
Materia orgánica			
Capacidad de intercambio catiónico			
Densidad real			
Retención de humedad			
Nitrógeno inorgánico			
Textura			
Fósforo extraíble			
Contenido de micro-nutrientes disponibles			
contenido de boro			

Fuente: NOM-021-SEMARNAT-2000

La materia orgánica del suelo es un indicador importante para la evaluación del suelo como proveedor de SE (como la provisión de alimentos, captura de carbono y la calidad del aire) (ONU, 2002).

Las tierras del planeta que presentan menor contenido de materia orgánica son las tierras áridas, las que se definen por el índice de aridez que representa la relación de la precipitación con la evapotranspiración potencial (P/PET) con valores <0.05 para tierras hiperáridas, <0.20 para tierras áridas y de 0.20 a 0.50 para tierras semiáridas. Estas son las tierras secas más características, pero a menudo la zona árida subhúmeda (0.50-0.65) también se incluye en la misma (Middleton, 1997). Las tierras áridas representan cerca del 40% de las tierras del globo. Las zonas hiperáridas naturales cubren un área estimada en 1,000 millones de ha mientras que las tierras áridas, semiáridas y áridas subhúmedas cubren un área de 5,100 millones de ha (FAO, 2000).

El tipo de uso de suelo, influyen en gran medida en la degradación física y química. Estos procesos, a menudo resultan en la degradación biológica (Robert y Stengel, 1999). Así mismo, el clima predominante de las zonas que se traduce en el tipo de ecosistema, es determinante en la degradación de sus recursos naturales (**Figura 2**).

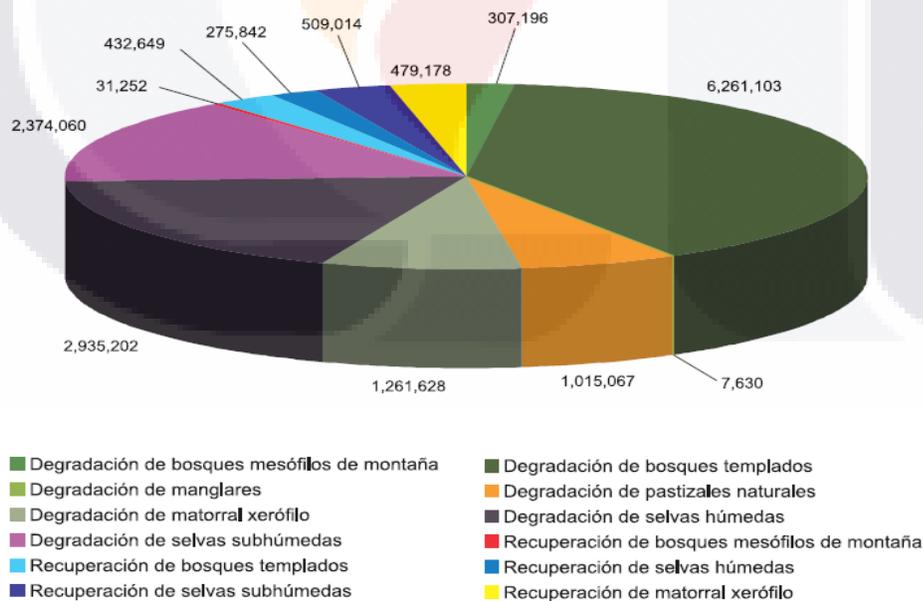


Figura 2. Superficie de vegetación degradada (ha).
 Fuente: Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización, 2010.

Los trabajos de protección, conservación y restauración de suelos se han realizado principalmente en áreas forestales de ejidos y comunidades de México, donde se ha valorado la utilidad de este tipo de obras y prácticas para conservar sus suelos, adaptadas a las condiciones naturales, sociales y económicas, para resolver los problemas que se presentan en cada lugar de tal manera que la gente las asimile y las haga suyas, proceso que ya se ha venido dando por lo que vienen a formar parte de su cultura con respecto al uso y conservación del recurso suelo (CONAFOR, 2013)

Uno de los servicios ecosistémicos brindados por el suelo es la captura de carbono. En México existen extensas superficies áridas y semiáridas, en parte convertidas en terrenos de cultivo por presiones de población y conflictos sociales y que hoy presentan un mosaico de sistemas de vegetación, en los que se supone existe potencial para capturar carbono (Etchevers y col., 2001) (**Figura 3**).

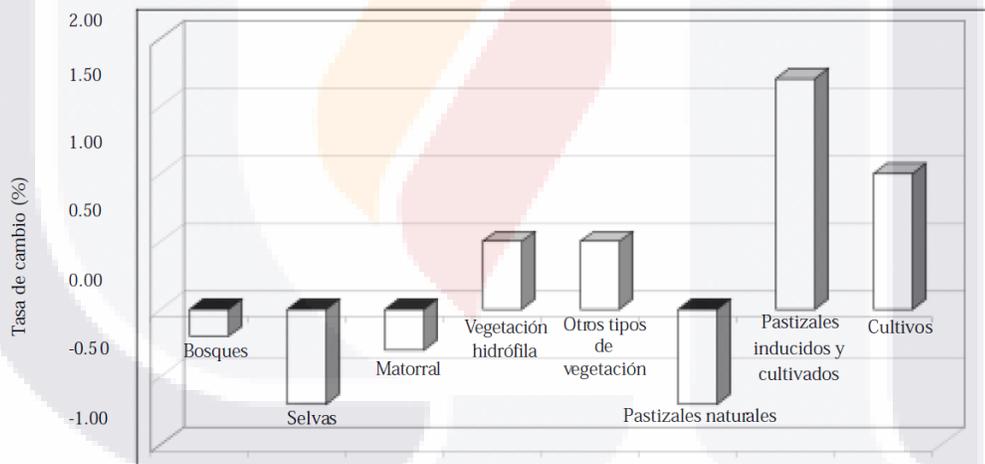


Figura 3. Tasas de cambio de uso de suelo de 1973 al 2000.
Fuente: Velázquez y col., 2002.

Los suelos agrícolas están entre los mayores depósitos de carbono del planeta y tienen potencial para expandir el secuestro de carbono y de esta manera mitigar la creciente concentración atmosférica de CO₂ (ONU, 2002) (**Figura 4**).

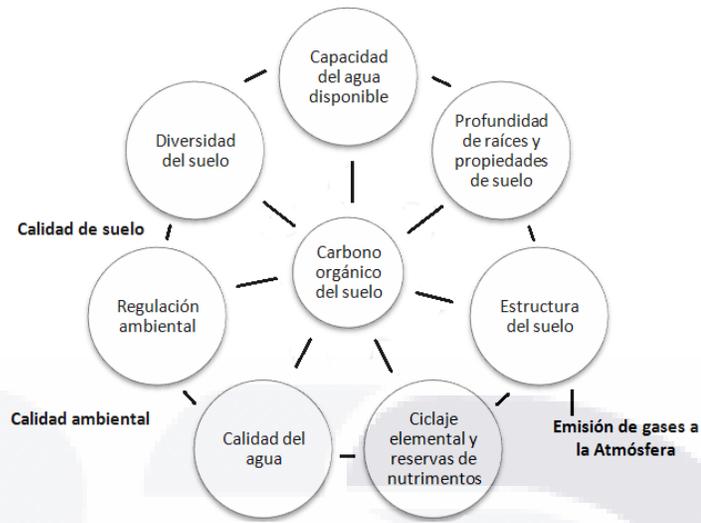


Figura 4. Captura de carbono, factor importante en la calidad ambiental.
 Fuente: <http://www.engormix.com>

Si bien, el contenido de carbono y la capacidad de fijar CO₂ por unidad de superficie en las tierras áridas son bajos, pueden de cualquier manera hacer una contribución importante a la captura global de carbono y al mismo tiempo prevenir o disminuir la tasa de desertificación. La cantidad de carbono que puede ser capturada por medio de la rehabilitación de tierras degradadas será, por lo tanto, importante en áreas donde es técnica y socioeconómicamente una opción viable.

El recurso hídrico. Un servicio indispensable para la vida

El poblamiento y el desarrollo de las actividades biológicas, dependen estrechamente de la presencia y disponibilidad de agua (Salomón, 2007). Su perspectiva de futuro depende directamente de la cantidad disponible de agua (D.G.I., 1999).

El agua tiene su propia dinámica en el denominado ciclo hidrológico (**Figura 5**). A medida que el hombre ha modificado el ciclo natural para poder utilizar el agua para su provecho, se han generado diferentes ciclos artificiales o antrópicos del agua que no sólo modifican su circulación, sino que implican una modificación de sus características, ya que en estos nuevos ciclos, el agua ve alterada su calidad. El agua dulce es un recurso renovable a

través del ciclo hidrológico natural pero es finito. La contaminación generada por efectos antrópicos agudiza su escasez (Fernández y du Montier, 2005).

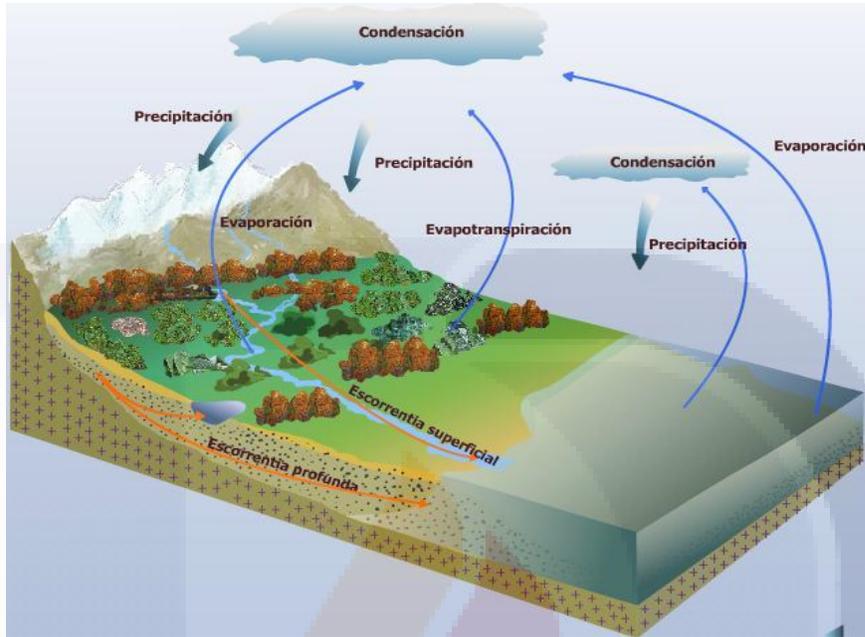


Figura 5. El Ciclo Hidrológico, la dinámica del agua.

Fuente: http://www.ucm.es/info/dicix/proyectos/agua/el_ciclo_del_agua.html

Anualmente, México recibe del orden de 1,489 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De ésta, se estima que el 73.2% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos y el 4.7% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. En nuestro país existen grandes variaciones de la disponibilidad de agua a lo largo del año. La mayor parte de la lluvia ocurre en el verano, mientras que el resto del año es relativamente seco. El 67.3% de la precipitación normal mensual cae entre los meses de junio y septiembre (CONAGUA, 2008).

Se requiere el conocimiento profundo de la oferta, la demanda y la calidad del recurso para las actividades productivas, ya que se puede hacer una acertada toma de decisiones que garanticen su abastecimiento del vital recurso en el futuro (Salomón y col., 2007).

El agua, en algunas sociedades, se ha considerado como un elemento inagotable e infinito, de manera que lo han malgastado de forma irracional, consumiendo cantidades sin límite y vertiendo sustancias y desechos a fuentes de agua. Sin embargo, esa forma

de uso irracional ha causado grandes consecuencias ecológicas, sociales, económicas y ha provocado crisis de escasez y calidad, convirtiéndose en un grave problema a nivel mundial, además, de que el consumo de este líquido se ha duplicado cada 20 años y se espera que la demanda aumente en un 56 % más para el año 2025 (Ra Ximhai, 2011).

La producción eficiente del servicio de provisión de agua, tiene efectos no solamente en la disponibilidad de agua, sino que además, prolonga la vida útil de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres naturales. México es un país con un fuerte problema de distribución de agua. Se estima que casi el 70% de ella se destina al uso agrícola, principalmente en el norte del país donde se acentúa la escasez del líquido. El agua de escurrimiento presenta un porcentaje bajo del total de la precipitación (Torres y Guevara, 2002). El conocimiento de la disponibilidad natural de agua de un territorio es fundamental para su manejo (Bunge, 2010).

Cuando existe un manejo adecuado del recurso hídrico, posterior a un conocimiento profundo de la dinámica hidráulica de un agro-ecosistema, se capta agua que, luego de que a través de la filtración e infiltración se conduce hacia las capas profundas ayuda a la recarga del acuífero y permite la disponibilidad superficial del agua (Sánchez y Ocampo, 2008).

Filosofía de la evaluación y manejo de RN desde el enfoque de SE

A inicios del siglo XX, comenzaron a ser visibles los cambios en los ecosistemas por pérdidas importantes de suelo, agua y biodiversidad. Fue entonces cuando comenzó a surgir la incertidumbre de la provisión de recursos naturales en un determinado tiempo.

Esto dio origen en la década de los 80, al estudio y evaluación de los recursos naturales, para un manejo adecuado de éstos (Escobar, 2008) y para 1987, la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo formada por la ONU, después de analizar el desarrollo económico y el estado de los recursos naturales en el mundo, planteó la necesidad de un desarrollo “sostenible”. A partir de entonces, el desarrollo sostenible se ha convertido en un macro-paradigma con un enfoque antropocéntrico y utilitario para el manejo de los recursos naturales (Morán y col., 2006).

Este fenómeno se convirtió desde entonces, en un reclamo marginal para la existencia de políticas y trabajos del gobierno, del sector privado, instituciones de educación e investigación, las organizaciones y movimientos que se preocuparan por el manejo y uso racional de los recursos naturales. Esto se traduce en la necesidad de estudiar, evaluar, valorar y restaurar a los recursos naturales y las acciones puestas en marcha para su conservación y uso sustentable y así, garantizar la provisión de servicios que mejoren la calidad de vida del ser humano (Mooney y Ehrlich, 1987).

El concepto de Servicios Ecosistémicos permite analizar el vínculo que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano (Balvanera y col., 2007).

EcosystemAssessment propone una clasificación para los servicios ecosistémicos de la siguiente manera (**Cuadro 2**):

Cuadro 2. Clasificación de los Servicios Ecosistémicos.

Regulación	Provisión	Culturales
Regulación de la erosión Regulación de inundaciones Regulación del impacto de eventos hidrometeorológicos extremos Regulación climática	Provisión de agua para consumo humano Producción de alimentos	Belleza escénica Capacidad recreativa Sentido de pertenencia Empleo Inspiración estética/espiritual
Soporte		
Origen y mantenimiento de la biodiversidad Ciclos biogeoquímicos: Ciclo del agua, Ciclo del Carbono, Ciclo de nutrientes		

Fuente: EcosystemAssessment, 2010.

Esta clasificación permite profundizar en el estudio de los servicios ecosistémicos adaptado a cualquier ecosistema.

Estudios del estado del suelo en su función de servicio de regulación.

Byers, en el 2000, mencionó que los ecosistemas para entonces, habían alcanzado niveles altos de deterioro, encontrando los cambios más importantes e intensos durante los últimos 50 años en los suelos. Para México, el INEGI informó que, hasta el 2004, se

tenía una superficie de 16 millones de ha de suelo degradado, donde esta degradación se clasifica en ligera, moderada, severa y extrema. Asimismo, los contenidos de elementos importantes disponibles en el suelo para el desarrollo de los cultivos han disminuyó hasta en un 65%, debido a acciones de deterioro principalmente causadas por el hombre.

El suelo, como elemento importante en el ciclo de carbono, juega un papel determinante en la captura y regulación del mismo en la atmósfera. Históricamente, se han notado grandes variaciones en los flujos de carbono de los ecosistemas. Houghton (1995), estimó que las emisiones correspondientes al cambio de uso de la tierra -deforestación e incremento del pastoreo y de las tierras cultivadas- fueron cerca de 140 Pg (Pentagramos = 10^{15} g) entre 1850 y 1990 (de 0.4 Pg/año en 1850 a 1.7 Pg/año en 1990), con una liberación neta hacia la atmósfera de 25 Pg de carbono. La pérdida histórica de los suelos agrícolas fue de 50 Pg de carbono en el último medio siglo, lo cual representa un tercio de la pérdida total del suelo y la vegetación (IPCC, 2000).

El carbono del suelo en las tierras de pastoreo en 1999, fue estimado en 70 t/ha, cifra similar a las cantidades almacenadas en los suelos forestales (Trumbmorey col., 1995).

Hasta las evaluaciones hechas por Arrouays y col. (1999), se comenzó a considerar los tipos de suelos y la cubierta vegetal para determinar la captura de carbono terrestre.

Estudios de la condición del recurso hídrico.

Fernández y du Montier (2005), mencionan que en la actualidad, cerca del 40% de la población mundial vive en áreas con problemas hídricos de un nivel moderado-alto. Se estima que para el año 2025, aproximadamente dos tercios de la población mundial, es decir 5.5 mil millones de personas, vivirán en áreas que enfrenten dichos problemas hídricos. El uso del agua se ha incrementado seis veces durante el último siglo, más del doble de la tasa de crecimiento demográfico.

En México, con la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) en 1992 y su reforma en 2004, se introdujo y reforzó, respectivamente, la figura de los Consejos de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Cuencas como instancias multisectoriales con injerencia a nivel local, mismos que están comisionados al cuidado de cuencas y a los sistemas hidráulicos (Torres y Guevara, 2002).

La disponibilidad del agua Nacional que se emplea, obtenida de la precipitación promedio anual (47,980 m³/s), es del 2% ya que un 72% se evapotranspira y 26% se escurre superficialmente. Se estima que el país cuenta con aproximadamente 14,523 m³/s de agua azul o agua dulce y su disponibilidad está integrada en un 83% de agua superficial y en 17% de agua subterránea. Dada la importancia del agua superficial para uso agropecuario, el presupuesto de la CONAGUA para estas aguas, en 2008 fue del 20% del total de los recursos asignados al uso y manejo del recurso; este presupuesto se incrementó a 23% en 2012. Pese al trabajo y coordinación para el manejo de las aguas para uso agropecuario en consejos de Cuenca, la representación del uso ecológico a través de la voz de los vocales usuarios y de la sociedad es prácticamente nula.

El gobierno a hado poco seguimiento a los cuerpos de agua para uso agropecuario, seguimiento que se perdió al desechar las instituciones que supervisaban su uso y manejo: las juntas de aguas por la Dirección General de Aprovechamiento Hidráulicos de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), las URDERALES por los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) y las aguas de los ejidos y comunidades agrarias por la Secretaria de la Reforma Agraria (Jiménez y col., 2012).

Esta desatención se traduce en un deterioro de la infraestructura para el almacenamiento de agua para uso agropecuario, deterioro que disminuye el potencial de disponibilidad de agua para el rubro, sin embargo, se siguen reportando grandes inversiones en la construcción de nueva infraestructura, dejando de lado la mejora de la ya existente.

Las cuencas son susceptibles a ser sometidas a un análisis de balance hídrico cuando se cuenta con información suficiente, adecuada y disponible (Gleick, 2002). En los estudios realizados en la Cuenca del Río Orinoco, por León (2005), determina que la estimación de la disponibilidad de agua para las distintas actividades productivas, son el punto medular

de un análisis del recurso hídrico existente, para la toma de decisiones acertadas que garanticen la provisión del vital líquido para todo el agro-ecosistema.

La alta vulnerabilidad ambiental de nuestro país exige establecer estrategias regionales distintas en el manejo sustentable de las grandes cuencas, ya que los consejos formados representan sobre todo, intereses económicos y se olvidan frecuentemente de los aspectos ambientales y sociales.

Existe entonces, una gran necesidad de estudiar y hacer investigación para encontrar alternativas de manejo del agua y evaluar las existentes, para reducir su vulnerabilidad ante las presiones del usuario de sus servicios.

Funcionalidad de los programas institucionales dirigidos al manejo de los RN

Ante la visible necesidad de implementar acciones que detuvieran el deterioro de los RN y regulara su manejo, el gobierno federal creó programas a través de la generación de diagnósticos de los recursos y de las propuestas de líderes políticos. Dichos programas han sido modificados y desaparecido a través de los años. Se operan a nivel estatal y cuentan con reglas de operación, características y mecanismos de acceso, que determinan el grado de participación de los pobladores dueños de los RN.

La Comisión Nacional Forestal es un organismo dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tiene como objetivo desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. Actualmente opera a nivel federal diez programas, de los cuales, seis se aplican al Estado de Aguascalientes y de ellos cinco en la microcuenca Juan Grande.

- ProÁrbol (Pro): ahora Pronafor (2014) ofrece apoyo económico para reforestación, construcción de obras de suelos, saneamiento forestal y capacitación a los pobladores dueños de terrenos que se encuentren en las zonas prioritarias. Dichas zonas son establecidas por un comité técnico. El proyecto a trabajar es anual.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Compensación Ambiental (CA): opera casi igual que ProÁrbol, solo que en el proyecto que se presente debe ser integral, abordando la restauración, conservación y protección del suelo y agua. El proyecto debe durar 5 años.
 - Ecotecnias (Eco): ofrece material y capacitación para la construcción de tecnologías ecológicas como: sanitarios secos, filtros solares de agua y casas de paja para uso comunitario. Tiene una duración de un año.
 - Manejo y Restauración de Cuencas (MRC): ofrece apoyo para los mismos conceptos que ProÁrbol y Compensación Ambiental en zonas estratégicas para el manejo de cuencas. El proyecto dura 3 años.
 - Restauración de la Cuenca Río Verde Grande (RCRV); este programa, surgió ante la emergencia de la sequía de 2011, con el fin de incrementar el recurso a las zonas afectadas por este fenómeno. Opera igual que el programa de Compensación Ambiental, con la condicionante de ubicación, ya que debe justificar su importancia por la localización del predio a trabajar dentro de una microcuenca importante.

Los requisitos para el acceso a los apoyos de estos programas son: superficies mayores a 10 ha, presentar documentación básica (identificación oficial, CURP, comprobante de domicilio reciente y documento que acredite la tenencia legal de la tierra) y presentar un proyecto técnico elaborado por un prestador de servicios profesionales (PSP) acreditado por la CONAFOR.

Por otro lado, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), es la dependencia del gobierno federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales de México, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable. Opera seis programas, de los cuales en la microcuenca sólo se ejecuta el uno. Sus requisitos son la documentación básica y ser pobladores de un ejido.

- Empleo Temporal (ET) ofrece el pago de jornales para la realización de obras de restauración de suelos, reforestación y mantenimiento en terrenos de uso común.

Finalmente, la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial (SEDRAE), con apoyo federal de la SAGARPA, operan tres programas para el manejo del suelo y el agua:

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Programa de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA): ofrece recursos económicos para obras de suelo y agua en cada municipio, recursos que deben ser gestionados con un proyecto integral realizado por los dos técnicos asignados por municipio.
 - Reconversión Productiva con pasto y nopal (RP): componente del programa COUSSA, donde los productores beneficiados reciben semilla de pasto y apoyo económico para el cercado y exclusión de los terrenos donde se siembra la semilla, cambiando la producción de maíz o frijol por producción de pasto.
 - Rehabilitación de bordos de abrevadero y caminos parcelarios (RBC): con mayor subsidio estatal que federal, se apoya a los productores con el pago de un 50% de cada hora máquina para la rehabilitación de bordos para uso agropecuario. Cabe mencionar que este apoyo se ve limitado por la disponibilidad de la máquinas que son para uso de Obras Publicas del Estado.

Teoría y práctica de la gestión político-social para el manejo de los RN

Para entender mejor los efectos de un programa de manejo de recursos naturales que involucre a los actores relevantes, es vital entender la naturaleza del uso de estos recursos por parte de los productores, sus conocimientos y actitudes hacia cambios potenciales en su manejo. El manejo de los ecosistemas genera cambios en sus propiedades ecológicas (incluyendo su biodiversidad) que influyen en la capacidad de los ecosistemas de proveer varios servicios ecosistémicos, aunque estos cambios no siempre son voluntarios por parte de los actores que manejan los ecosistemas (Quétier y col., 2007).

La gestión o administración del medio ambiente por parte los actores sociales, es el conjunto de disposiciones y actuaciones necesarias para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevados posible, todo ello dentro del complejo sistema de relaciones económicas y sociales que condiciona este objetivo (Ortega y col., 1994).

Los instrumentos de política intersectorial se identifican, entonces, como herramientas que posibilitan la incidencia en los procesos de toma de decisiones por parte de los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

actores vinculados con los servicios ecosistémicos. Para fortalecer procesos de toma de decisiones relacionados con la gestión de la conservación y manejo adecuado del suelo y el agua y la provisión de servicios ecosistémicos en sistemas productivos agropecuarios, es necesario diseñar y adoptar instrumentos de política coherentes con dicha gestión (Guzmán y Palacios, 2009).

Betancourt (2006), enfatiza la importancia del diagnóstico, como parte inicial de la evaluación de una persona, acción o programa relacionado con la conservación del suelo y agua, y que éste es un reconocimiento de la realidad de la persona o sistema de manejo que sirve para valorar, evaluar y analizar variables, causas, efectos y tendencias y en cuyo análisis se deberán considerar las dimensiones ambiental, social, institucional, política y económica, entre otras. Para esta evaluación se emplea el monitoreo y evaluación participativo en el que los actores del proceso de manejo planifican y realizan la medición de los indicadores y los actores políticos involucrados en estos fenómenos, responden como la parte política en la gestión ambiental.

Para evaluar la sostenibilidad o grado de crisis de un programa de manejo o alguna acción de conservación en un agro-ecosistema, es necesario utilizar indicadores confiables y sensibles, que ayuden a detectar o determinar los puntos críticos del programa, que reflejen los cambios o innovaciones hechas en el manejo, uso y conservación de la disponibilidad y calidad de los recursos suelo y agua, así como sus efectos dentro del agro-ecosistema (Díaz y col., 2005).

Los estudios e investigaciones referentes a problemáticas ambientales, comenzaron a abordarse desde la perspectiva socio-política a partir de los años 70's, raíz del movimiento ambientalista de fines de la década de los 60's, donde la degradación de los ecosistemas comenzó a ser evidente y las problemáticas económicas hicieron, a los actores políticos, voltear a ver la condición en que se encontraban sus fuentes de riqueza, los recursos naturales.

Luego, en esos inicios, nace el concepto de los Servicios Ecosistémicos, se comienza a involucrar a los grupos sociales, al gobierno y al individuo en sí, como manejadores y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

usuarios de estos servicios, a los que se les denominó “actores sociales” (Balvanera y Cotler, 2007).

Metzger y col. (2010), definen a los actores sociales como individuos, grupos, asociaciones o instituciones generadores de acción o relación social que dan a sus acciones un sentido propio, consciente o inconscientemente. El actor social opera siempre con orientaciones, motivos, expectativas, fines, representaciones y valores, dentro de una situación determinada. Usa determinados recursos de su entorno para lograr sus fines.

Betancourt, en el 2006, da a conocer datos de su investigación socio ambiental, la cual daba a conocer la actitud de los agricultores ante las insistentes obras de conservación y manejo sustentable que los actores de gobierno, implementaban en dos provincias de Venezuela. De ello se determinó que, la mayoría de los agricultores usuarios del recurso suelo y agua y sus servicios en esas provincias, presentaron una actitud favorable hacia el manejo y conservación de los recursos suelo y agua que los involucra y compromete con la conservación ambiental de la zona. Esto demuestra, la preocupación de los beneficiarios directos de todos los servicios que proveen los ecosistemas, en preservar la riqueza que poseen y que, entre los factores antrópicos, a los que se les ha atribuido gran parte del deterioro ambiental, no recaen en la actitud que tienen los agricultores sobre los temas de conservación de recursos naturales.

Un año más tarde, Taylor y col. (2007), tomando como referencia y metodología de trabajo en su investigación, el marco teórico del MilleniumEcosystemAssessment, demostraron la gran importancia que tiene una palma endémica de Michoacán, para una comunidad, la cantidad de servicios ecosistémicos que se obtienen de la misma, como muestra de la actitud favorable de los habitantes del lugar hacia la conservación de los recursos naturales, por los beneficios que a éstos brindan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización ecológico-geográfica de la unidad de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la microcuenca de Juan Grande, que abarca el 63.28% del municipio de El Llano, ubicado al oriente del Estado de Aguascalientes, México entre las coordenadas 101.96° O y 21.91° N. La microcuenca tiene una superficie de 31,695 ha y está ubicada entre las coordenadas 21.885 norte, 102.112 oeste y una altura sobre el nivel del mar promedio de 2,000 m, aunque existe un lugar montañoso al oriente de la cuenca que llega hasta 2,400 msnm (**Figura 6**).

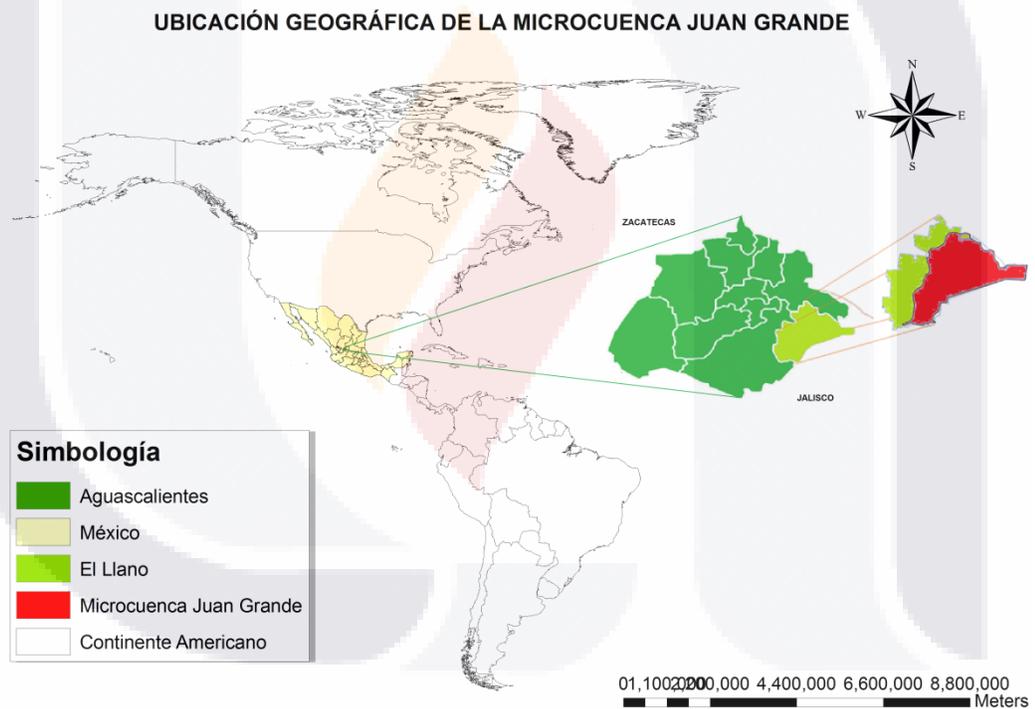


Figura 6. Cuenca Juan Grande el Municipio de El Llano en color rojo.

Fuente: elaboración propia a partir de datos vectoriales del Inventario Estatal Forestal y de Suelos 2012 (SEMARNAT Y CONAFOR)

El clima dominante es semiárido con un régimen pluvial de verano, donde la precipitación fluctúa entre los 450 y 500 mm anuales, concentrándose principalmente entre los meses de junio a septiembre. Es un clima semicálido del grupo S con una temperatura media

anual entre los 18° y 22°C. En enero y diciembre las temperaturas máximas promedio llegan a 22°C, mientras que en los meses de mayo y junio alcanzan el máximo en los 29 y 30°C, respectivamente. Orográficamente, se distingue el sistema de Llanuras planas e hidrológicamente, el tipo de escurrimientos y sistema hídrico en su mayoría es de carácter temporal.

El suelo corresponde a la asociación de las subunidades: Planosoleútrico (We) con Xerosolháplico (Xh), principalmente en la fase dúrica y más localizadamente la dúrica profunda, con clase textural media, es decir, migajón franco-arcilloso con una profundidad menor a 50 cm y una pendiente media del 2%.

Diseño e instrumentación de la investigación

Caracterización de los RN

La unidad de análisis fue la microcuenca de Juan Grande sobre la que se tomaron datos de las muestras obtenidas. Las variables que se evaluaron fueron: a) la condición del suelo (salud según su uso y grado de degradación o conservación), b) la calidad de agua para uso agropecuario, c) la capacidad de almacenamiento de agua para uso agropecuario y d) la funcionalidad de los programas institucionales orientados a la conservación de los recursos.

La caracterización general de la microcuenca se realizó con información obtenida de los datos vectoriales del INEGI de la serie IV, la cual fue procesada y editada con los software ESRI Arcview 3.2 y ArcGis 10.0. Dicha información se complementó con los datos disponibles en el Estudio Regional Forestal de la Región Oriente del Estado (Meraz, y col., 2007).

Durante el estudio, se utilizaron los materiales que se presentan en el Anexo A, los cuales se mencionara en la metodología de cada objetivo:

El INEGI tiene disponibles los datos vectoriales para el Uso de Suelo y Vegetación hasta la serie IV con los que se realizó una previa caracterización de la microcuenca. Sin

embargo, se realizó una actualización de los mapas con los datos vectoriales del Inventario Estatal Forestal y de Suelos 2012, realizado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes y la Comisión Nacional Forestal.

El procesamiento de la información se llevó a cabo usando el software ArcGIS 10.0 y ArcView 3.2 del ESRI, en donde los datos vectoriales disponibles, fueron extraídos para la microcuenca. Con la edición de tablas de atributos se realizaron capas con la herramienta “*dissolves*” y cálculos de superficies por tipo de uso de Uso de Suelo y Vegetación.

La caracterización de la microcuenca se realizó básicamente con la elaboración, edición y manejo de capas y datos de las tablas de atributos, para finalmente diseñar los mapas a visualizar.

La evaluación de la condición del suelo y calidad y disponibilidad de agua superficial para uso agropecuario en la cuenca, se realizó en dos fases: fase de campo y fase de gabinete.

Para la fase de campo para la evaluación de a calidad del suelo, se realizó una primera fase de campo donde se tomaron 41 muestras por conveniencia de suelo y 21 muestras de agua.

Inicialmente, se eligió la zona de muestreo de suelo, se anotaron las coordenadas de cada punto y se tomó la muestra de suelo a una profundidad de 30 cm con los siguientes datos: número de muestra, georreferenciación (con el número de punto como se guardó en el GPS), propietario, uso de suelo, fecha y responsable del muestreo para su análisis, en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Nutrición Vegetal del Centro de Ciencias Agropecuarias.

Se determinó la condición del suelo utilizando la metodología descrita por Ramírez (2008), la cual consiste en la aplicación del formato Evaluación Participativa de la Degradación por Erosión.

La categoría del suelo en el punto muestreado, fue definida en base a un resultado final de puntuación, es decir, para cada factor según su medición o dato, o sitúa un rango con una puntuación determinada, la cual categorizó el sitio. La aplicación de la metodología de evaluación de áreas degradadas, de manera normal arroja valores que van desde los 23 puntos alcanzados para los sitios con suelo más degradado hasta 110 puntos alcanzados por los sitios con suelo prioritarios para su conservación (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Categorías para la condición del suelo.

Rango	Categoría
De 94 a 110 puntos	Prioritario para su conservación
De 77 a 93 puntos	Bueno
De 60 a 76 puntos	Regular
De 43 a 59 puntos	Malo
De 23 a 42 puntos	Prioritario para su restauración

Fuente: Ramírez, 2008.

En campo, para la determinación de la calidad del agua superficial para uso agropecuario se inició con la toma de muestras, tomando como referencia, los puntos muestreado para la calidad del suelo, considerando el cuerpo de agua más cercano a éste. Luego de geoposicionar el cuerpo de agua, usando botellas de 1.5 litros, se obtuvieron tres muestras del cuerpo de agua (dos de orillas diferentes del cuerpo y una de lo más céntrico posible). Estas muestras se vaciaron en un bote de plástico de 20 litros para su homogeneización, tomando únicamente en una botella de 500 ml la muestra que, transportada en una hielera, se trasladó al laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Nutrición Vegetal del Centro de Ciencias Agropecuarias para su análisis. Al igual que las muestras de suelo, se les colocó una etiqueta con los siguientes datos: número de muestra, georreferenciación (con el número de punto como se guardará en el GPS), propietario, uso del agua del cuerpo, fecha y responsable del muestreo.

Una vez obtenidas las muestras de suelo y agua, fueron llevadas al laboratorio en donde se prepararon, para posteriormente someterlas a los procesos de análisis correspondientes. Estos pasos se llevaron a cabo con base a los señalados en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

Ya obtenidos los valores de laboratorio, se realizó un análisis entre la calidad del agua resultante muestras tanto de suelo como de agua, y los requerimientos de los cultivos y el

ganado, según su uso bajo los lineamientos de la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

Finalmente, para la determinación de la capacidad de almacenamiento de agua superficial para uso agropecuario, se realizó un conteo de todos los cuerpos de agua superficiales en la cuenca. Esta información, se obtuvo de la caracterización de la cuenca y la información cartográfica disponible en el INEGI, Serie IV y el Inventario Forestal de la CONAFOR (2012).

Con base al área del cuerpo de agua, se realizó una clasificación, considerando como cuerpos grandes los que tienen una superficie mayor a cinco ha, como medianos de entre una y cinco ha y como pequeños los de una superficie menores a una hectárea. En seguida, se seleccionaron el 5% los cuerpos de agua cada tamaño para en campo, obtener las medidas de su vertedor, ancho y alto de bordo y profundidad, y así considerar un promedio de capacidad de almacenamiento aproximada, de los cuerpos de agua (grandes, medianos y pequeños).

Métodos participativos de evaluación de los RN

Se realizó una búsqueda exhaustiva en los expedientes Municipales, Estatales y Federales del año 2008 al 2013, para elaborar un expediente digital de los programas institucionales dirigidos a la conservación, restauración y protección del suelo que se han implementado en el área de estudio. De la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) los programas evaluados fueron ProÁrbol (Pro), Compensación Ambiental (CA), Ecotecnias (Eco), Manejo y Restauración de Cuencas (MRC) y Restauración de la Cuenca Río Verde Grande (RCRV); de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Empleo Temporal (ET) con obras de restauración de suelos, reforestación y mantenimiento. Finalmente, con apoyo estatal de la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial (SEDRAE) y con apoyo federal de la SAGARPA, el Programa de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), la Reconversión Productiva con pasto y nopal (RP) y la Rehabilitación de bordos de abrevadero y caminos parcelarios (RBC)

Para llevar a cabo la evaluación participativa de estos programas, se elaboró el guión base según las 80 herramientas diseñadas para el análisis del Desarrollo Participativo (Geilfus, 2002); se inició con la delimitación de las zonas para la evaluación. Previa a la zonificación se identificaron las localidades de la microcuenca así como la dominancia de tenencia de la tierra en cada una (**Figura 7**).

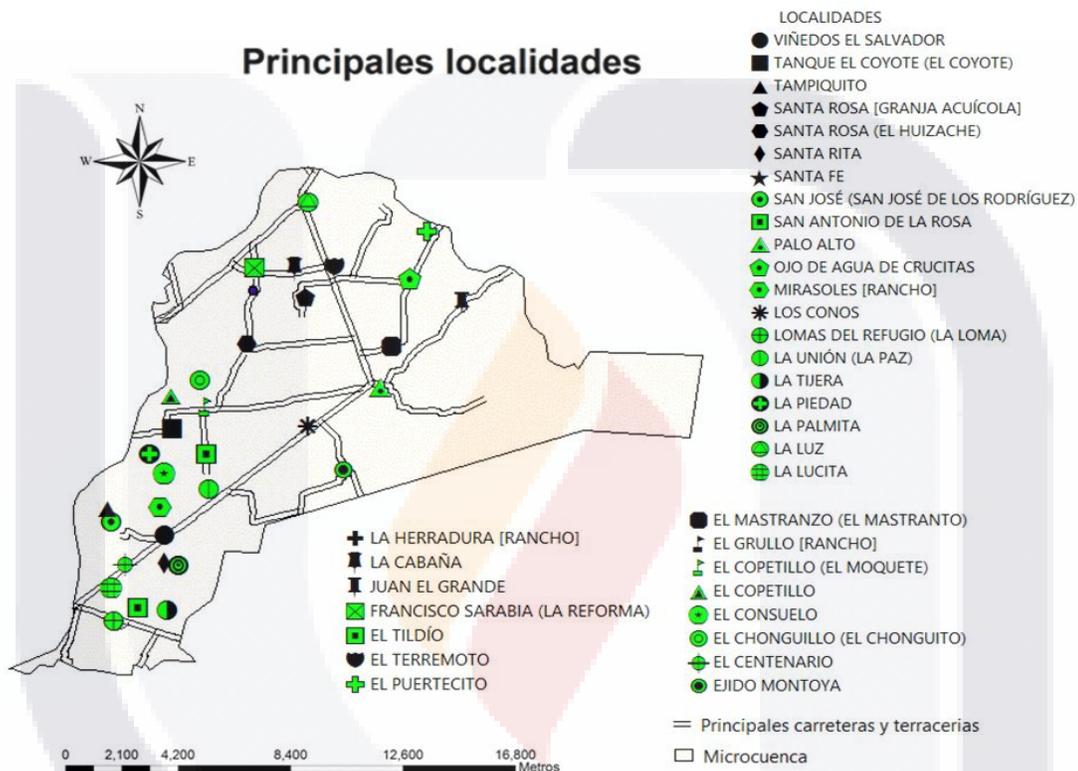


Figura 7. Principales asentamientos humanos en la microcuenca.

En seguida, se realizó la zonificación para lo cual se consideró el tipo de tenencia de la tierra, donde la zona Noreste (NE) y Noroeste (NO) la parte más alta de la cuenca, principalmente es de tenencia ejidal, y la zona Suroeste (SO), la más baja de la cuenca, es mayoritariamente de tenencia privada o pequeña propiedad (**Figura 8**).

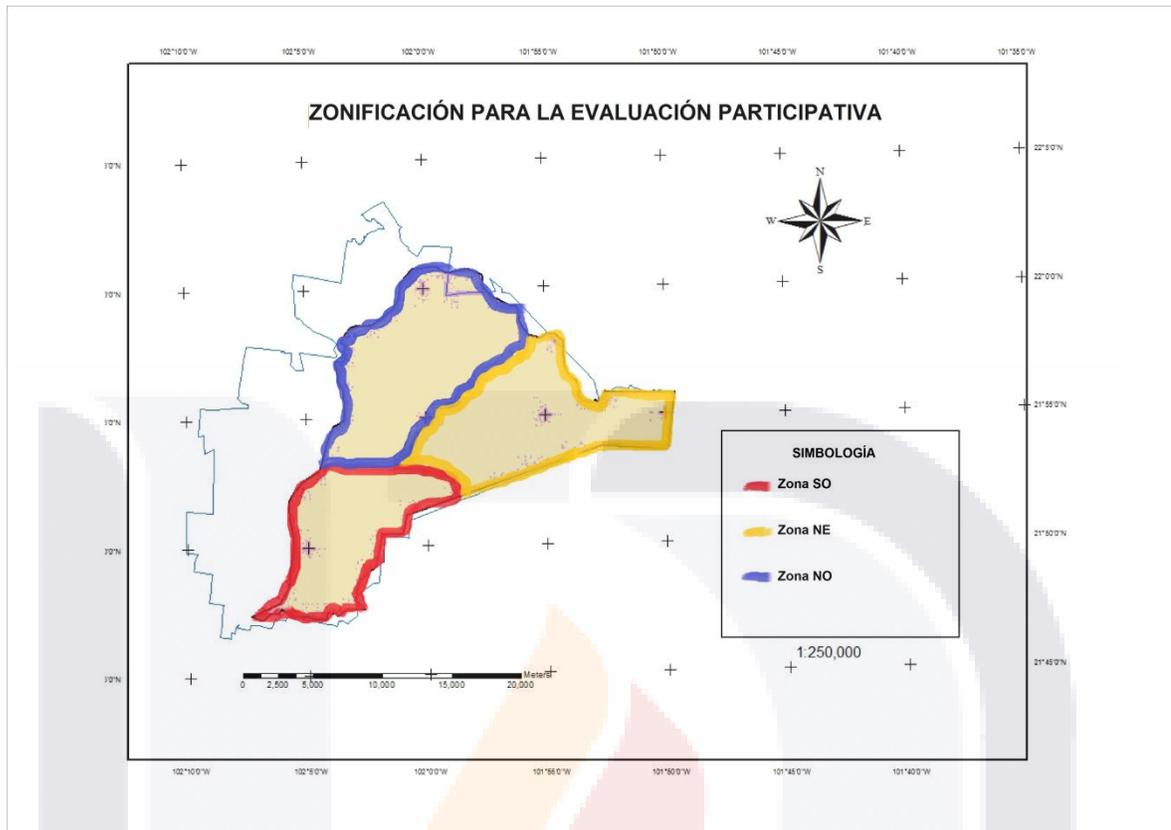


Figura 8. Zonificación de la microcuenca para los talleres de evaluación participativa.

La evaluación se realizó con la aplicación de tres instrumentos (formatos A, B y C) que se diseñaron con apoyo de evaluaciones anteriores, realizadas por el Colegio de Posgraduados (COLPOS) y el Centro Estatal de Capacitación y Seguimiento de la Calidad de los Servicios Profesionales (CECS) de Aguascalientes.

La metodología para llevar a cabo cada taller, se basó en el guión o carta descriptiva del taller previamente diseñada, cada sección del taller fue adecuado a la aplicación de los instrumentos. Como apoyo, se contó con el archivo digital de programas y obras de restauración, conservación y protección del suelo, necesario para la identificación de cada elemento a evaluar.

Dentro del proceso de cada taller, la metodología aplicada permitió obtener un panorama del conocimiento de las acciones institucionales para la restauración y conservación de suelos, así como las propuestas de mejora a los programas institucionales por parte de los usuarios o potenciales usuarios en esta zona rural.

La metodología del taller se describe en el siguiente guión el cual, en cada taller, varió en tiempos y número de equipos de trabajo, por el número variado de participantes de la zona.

El primer taller se llevó a cabo en la zona suroeste (SE), en la delegación de la comunidad La Tinaja. En esta a zona se encuentran como principales comunidades: La Tinaja, La Loma del Refugio, San Antonio de las Rosas, San Rafael, El Centenario, Las Mieleras, El Tildío y El Coyote; todas, excepto El Tildío, son pequeñas propiedades, principal limitante para acceder a los programas de gobierno puesto que no cuentan con tierras de uso común para que los trabajos que se realicen se garantice, sean para todo los del ejido o comunidad. La asistencia fue de 18 productores, la mayoría, informantes clave de la zona. Esta asistencia se considera buena, según reportes de reuniones municipales de información, además por la participación de actores clave de todas las comunidades antes mencionadas.

Por otro lado, la zona noreste (NE) abarcó a los ejidos más grandes de la microcuenca, mismos que son, los más apoyados por programas de gobierno. Estos ejidos y pequeñas propiedades son: Palo Alto, Los Conos, Montoya, Ojo de Agua de Crucitas, La Paz (La Unión) y Ojo de Agua de Placitas. En este taller, asistieron 25 personas, también en su mayoría informantes clave de la zona.

Finalmente, la tercera evaluación se llevó a cabo en la zona noroeste (NO) que incluye a los ejidos de: El Terremoto, Francisco Sarabia, La Luz, Santa Rosa, El Novillo y Jesús Terán. En dicho taller la asistencia fue de 27 personas, asistencia que fue provechosa para el objetivo y para la planeación participativa de futuras obras que serán prioritarias por ser sede de la Asociación Regional de Silvicultores del Oriente del Estado de Aguascalientes (ARSOA). Cabe mencionar que esta zona también es considerada de las más apoyadas en los programas de gobierno para el rubro medioambiental.

En estas tres zonas, se encuentra una importante diferencia de la participación de sus habitantes en los programas institucionales de restauración y conservación de suelos, ya que, el tipo de tenencia de tierra, es un requisito determinante para ser beneficiarios de

los programas. Esto se debe a que, parte de lo que se pretende en la mayoría de los programas es, un mayor número de beneficiarios por proyecto, lo que da ventaja a los ejidos (zona noroeste).

Para el análisis de resultados, se concentraron los datos de cada instrumento y se aplicó un análisis de frecuencias representándolo con gráficas para visualizar las diferencias encontradas en tres de las 3 zonas de estudio.

Instrumentos de muestreo y medición en laboratorio y campo

Los instrumentos utilizados en el muestreo de los suelos y el agua, toma de datos y medición en laboratorio, fueron inicialmente el GPS, con el cual se georreferenciaron los puntos muestreados en la fase de campo. En seguida, en esta misma fase, se utilizó el formato de EPDE (Ramírez, 2008) con el que se tomaron los siguientes datos:

En este formato, se realizó una serie de toma de datos en cada uno de los cinco apartados.

1. Identificación del sitio y respuesta social. Criterio que incluye factores que permiten evaluar las posibilidades de involucramiento de los pobladores y usuarios en la construcción y mantenimiento de las obras de restauración de suelos. Los factores definidos son:
 - Ubicación del sitio:
 - Estado, Municipio y Comunidad donde se ubica el sitio muestreado.
 - Nombre local del sitio:
 - Nombre del sitio o predio.
 - Distancia del sitio a la comunidad:
 - Dato obtenido del propietario y se reforzado y en algunos casos corregidos en gabinete con el uso de la regla disponible en el Google Earth Pro.
 - Numero de jornaleros potenciales:
 - Dato obtenido del propietario.
 - Identificación del transecto y sitio evaluado:

- Se consideró, desde el punto anteriormente muestreado de suelo, 50 metros caminados a cada punto cardinal, para contar con una superficie circular de 7,854 m² (**Figura 9**).

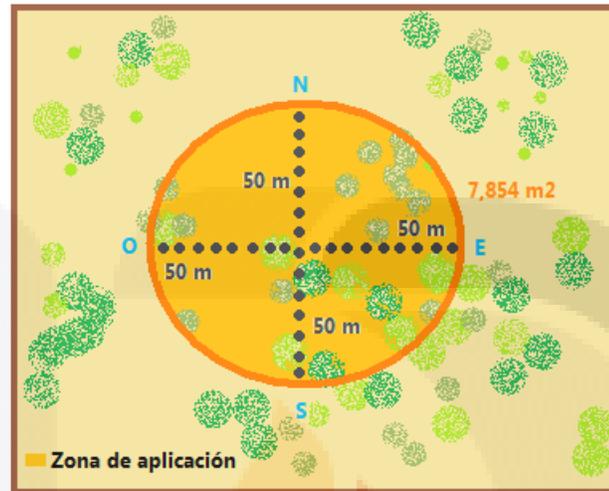


Figura 9. Área de toma de datos del formato de Evaluación Participativa de la Degradación por Erosión. (Fuente: de la autora)

2. Susceptibilidad a la erosión. Este criterio específicamente permite la evaluación de la presencia de condiciones fisiográficas naturales para el desencadenamiento de procesos erosivos en un determinado sitio. Se define por factores tales como:
 - Características del terreno o ubicación del sitio con respecto a la cuenca:
 - Dato subjetivo, determinado por el conocimiento del terreno, reforzado con el apoyo de una visualización 3D del perfil del relieve en Google Earth Pro.
 - Pendiente del terreno:
 - Medición realizada con clinómetro, desde el punto más alto determinado por observación.
 - Calidad de la cobertura vegetal:
 - Dato visual, por tipo de vegetación que se observa, reforzado con la información disponible en el Estudio Regional Forestal (Meraz, y col, 2007)
3. Presión ganadera. Este criterio fue integrado a la evaluación del suelo como causa principal de la pérdida de cobertura vegetal y la consecuente pérdida del suelo. Permitted evaluar el impacto de la actividad ganadera en el sitio y se definió en base a los siguientes factores:
 - Número y caracterización de veredas de ganado domestico:

- Conteo de veredas a las que se les asignó un número y se midieron en cada una de éstas, su anchura (m), profundidad (cm) y profundidad de suelo desprendido (cm), con ayuda de una regla metálica.
 - Distancia del sitio a los abrevaderos:
 - Dato proporcionado por el propietario del predio, y reforzado o corregido con apoyo del Google Earth Pro.
 - Carga animal actual:
 - Dato calculado con la información proporcionada por el propietario y corregida con la información disponible en la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesa y Alimentación (SAGARPA).
 - Infraestructura actual para el manejo de los agostaderos.
 - Dato asignado por la información proporcionada por el propietario.
 - Estado general de la infraestructura.
 - Dato asignado por la información proporcionada por el propietario y visualización física de la infraestructura.
4. Potencial de recuperación. Son cuestiones inherentes a las características del terreno que faciliten o dificulten la recuperación del sitio. Este criterio se define en base al levantamiento en campo de las características siguientes:
- Forma de erosión hídrica presente:
 - Visualización y determinación por comparación en las imágenes del formato.
 - Tipo y número de sistemas erosivos presentes:
 - Visualización y determinación por comparación en las imágenes del formato y medición de los taludes con el flexómetro. Se asignó un número al sistema erosivo para identificarlo.
 - Oportunidad de riego:
 - Dato proporcionado por el propietario.
 - Capacidad de revegetación:
 - Dato determinado por la información (histórica) proporcionada por el propietario.
5. Capacidad de manejo.- Son las condicionantes y características que influyen en el establecimiento de acciones de restauración de suelos; entre las que se consideraron:

- Caracterización de los sistemas erosivos:
 - A cada sistema erosivo (identificado en el anterior apartado del formato), se le tomaron las medidas de su longitud total (m), ancho medio (m), profundidad media (m) y pendiente (%), con ayuda del flexómetro y clinómetro. En seguida, se determinó el tipo de vegetación de cada sistema por visualización
- Tipo de obra recomendada para la captación de agua y suelo:
 - Se definió con el apoyo del Manual de Restauración, Conservación y Protección de Suelos de CONAFOR.
- Tipo de obra recomendada para el control de cárcavas.
 - Se definió con el apoyo del Manual de Restauración, Conservación y Protección de Suelos de CONAFOR.
- Necesidades de exclusión de áreas a la ganadería.
 - Se definió con el apoyo del Estudio Regional Forestal.
- Necesidades de revegetación artificial.
 - Se definió con el apoyo del Estudio Regional Forestal.

Una vez obtenidas las muestras de suelo y agua, en el laboratorio, para la determinación de indicadores de calidad de suelo y agua, se utilizaron los métodos del **Cuadro 4** bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

Cuadro 4. Indicadores determinados y métodos de valoración.

RECURSO	INDICADOR	MÉTODO PARA SU DETERMINACIÓN
SUELO	Ph y conductividad eléctrica	Método electrométrico en una solución de agua pura
	Densidad Aparente	Método de probeta
	Materia orgánica	Método de Walkey y Black.
	Nitrógeno inorgánico	Método micro-Kjeldahl
	Textura	Método de Bouyoucos
AGUA	Ph y conductividad eléctrica	método electrométrico
	Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio	aparato de absorción atómica (Ca y Mg) y un espectrofotómetro de flama (Na y K) (Chapman, 1965).
	Micro-elementos (Cloruros, Sulfatos, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Boro)	Quelatante DTPA (Lindsay y Norvell, 1978).

Fuente: NOM-021-RECNAT-2000

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento de agua superficial para uso agropecuario, se utilizaron los softwares ArcView 3.2 y ArcGis 10.0. Con la edición de las tablas de atributos, se obtuvieron las bases de datos para conocer el número de cuerpos de agua, su área superficial y el perímetro del espejo de cada cuerpo. Esta base de datos

se extrajo y complementó con la información del uso del agua de cada cuerpo, su Geoposición y el propietario.

Finalmente, para la evaluación participativa de la funcionalidad de los programas institucionales, se utilizaron tres formatos. Con el formato A, se determinó el nivel de conocimiento de los programas institucionales por parte de los productores; donde el productor seleccionó con una marca una de las tres columnas: a) si había participado en el programa, b) si sólo conocían el programa sin haber participado y c) si no conocían el programa. El formato B, tuvo el propósito de dimensionar el conocimiento, necesidad y factibilidad de obras de restauración, conservación y protección del suelo en sus predios, utilizando un listado de obras ya realizadas en la microcuenca, para señalar con un “sí” o un “no”, según correspondiera el caso. Finalmente, el formato C, evaluó la funcionalidad de los programas institucionales bajo cuatro indicadores: 1) difusión y planeación, 2) cobertura y acceso, 3) financiamiento y 4) asistencia técnica y capacitación. La calificación asignada para este formato fue de: 0 para calificar como Muy Malo, 1 para Malo, 2 para Regular, 3 para Bueno y 4 para Muy Bueno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los trabajos de cada objetivo, se obtuvo información escrita, cartográfica y en bases de datos, información que permitió realizar una caracterización gráfica de la microcuenca así como un diagnóstico cartográfico.

Caracterización de la microcuenca.

La **Figura 10**, muestra la ubicación de la microcuenca en el Municipio de El Llano, datos que se utilizaron para la extracción de datos vectoriales en el ArcGis 10.0 para generar mapas de los distintos tipos de uso de suelo y ecosistemas.

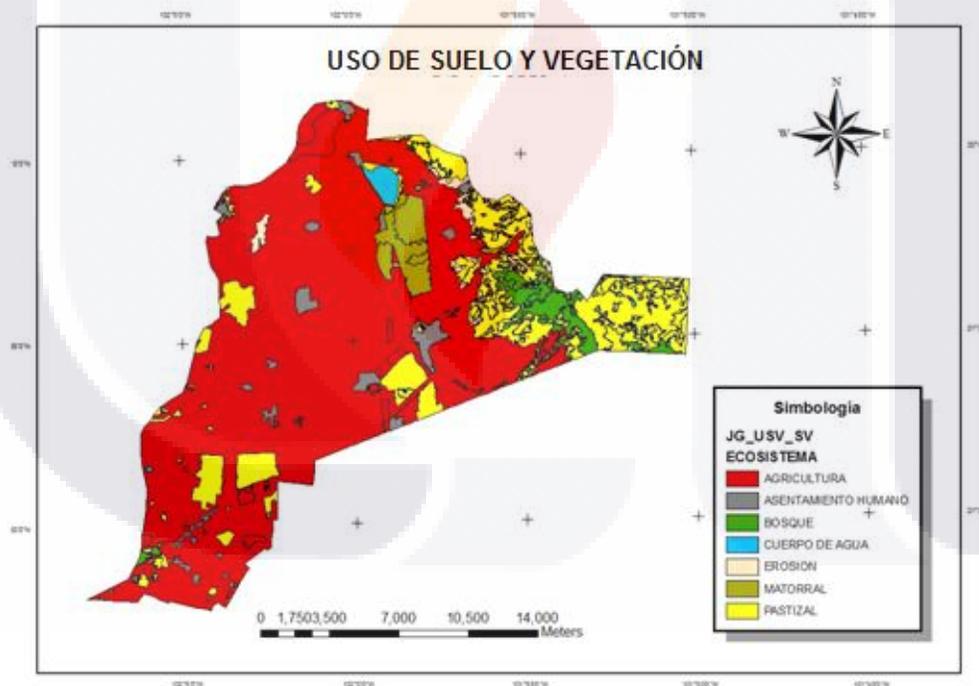


Figura 10. Uso de Suelo y Vegetación de la microcuenca Juan Grande.

La microcuenca, presenta un 69.56% del total de la superficie, como uso de suelo para la agricultura. La vocación productiva de la región es la agricultura, sobre todo de temporal. Las condiciones de precipitación y de poca disponibilidad de agua subterránea, no permiten una agricultura de riego, por lo que en su gran mayoría es de temporal,

secundándole la agricultura de riego intermitente y por último la agricultura de riego (Figura 11).

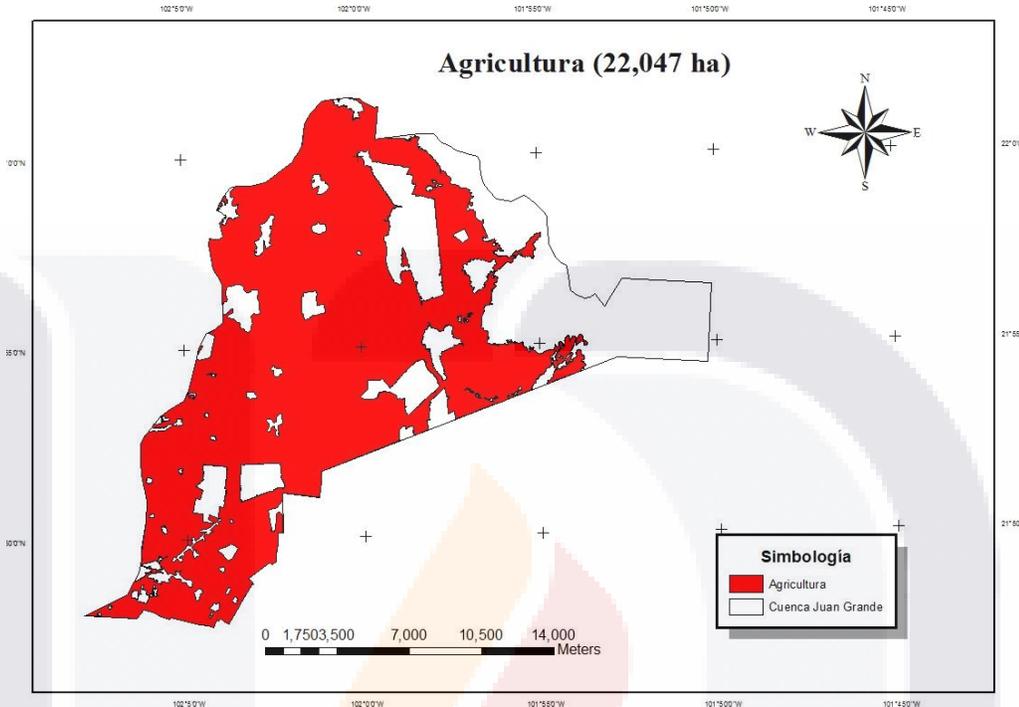


Figura 11. Zona agrícola de la microcuenca.

La ganadería de carne y leche en sistemas de producción semi-estabulados en su mayoría, son complementarios a las actividades agrícolas de los productores de la microcuenca. Según información del Sistema Nacional de Identificación Individual del Ganado Aguascalientes (SINIIGA, 2012), hasta el 2010 se tenía un estimado 6'000 cabezas de ganado bovino, 2'500 de porcino, 2'000 de ovino, 1'000 de caprino, 2'000 de equino y 20'000 aves de corral en el municipio de El Llano, concentrándose en el área de estudio un 90% del mismo. El ganado poligástrico de la microcuenca, en su gran mayoría se desarrolla y finaliza en las áreas de pastizal (agostaderos), praderas y parcelas donde se pastorea el ganado con esquilmos de las cosechas de ciclo anterior. Las áreas de pastizal, natural e inducido, son importantes para la actividad ganadera.

Los pastizales, tienen una superficie de 5,809 ha, siendo el 18.33% del total de la microcuenca. Los investigadores explican que los bosques semiáridos que cubren cerca del 18% de la superficie terrestre del planeta no han recibido la misma atención de los científicos del clima que otros tipos de bosques, a pesar de las funciones vitales que

llevan a cabo para el equilibrio de los ecosistemas semiáridos (PGV, 2005). La microcuenca de Juan Grande, solo cuenta con 1,009 ha de bosque, considerado árboles de porte alto, los que conforman este pequeño ecosistema, donde los encinos (*Quercussp.*) son los más abundantes de estos bosques. Estas zonas se encuentran en las partes menos accesibles y en el área declarada natural protegida en Palo Alto. Este 3.18% de bosque en la microcuenca, se ha visto gravemente disminuido en las últimas décadas.

El matorral, característico de las zonas áridas y semiáridas, es parte importante de los agro-ecosistemas presentes en la microcuenca, ya que es en donde se llevan a cabo las actividades complementarias a la agricultura y son parte importante para la gestión de recursos de gobierno donde se ejecutan proyectos de restauración, conservación y protección de suelo y agua, lo que son importantes para la generación empleos temporales para los pobladores de las zonas cercanas a los matorrales. En la microcuenca, este tipo de vegetación ocupa el 4.31% de la microcuenca con 1,365 ha.

Las zonas sin vegetación, las cuales comprenden las zonas con erosión o degradadas y los asentamientos humanos abarcan un 1.09% y 2.69% respectivamente de la superficie de la microcuenca. Específicamente, en las zonas de degradación han tenido en los últimos tres años una mayor atención por parte de las dependencias de gobierno, ubicándose en terrenos de las comunidades con los mayores niveles de marginación.

Una de las áreas de preocupación sería son las áreas erosionadas. En Aguascalientes, como en casi todas las regiones temporaleras de las zonas áridas y semiáridas del país, los terrenos se encuentran la mayor parte del año sin cobertura vegetal, por lo que el efecto de los diversos agentes erosivos es más significativo (Osuna y col., 1996). En 1992, la SARH (ahora SAGARPA), estimó un 81% del estado de Aguascalientes con problemas severos de erosión concentrándose en las zonas áridas y semiáridas del estado, dentro de estas zonas incluía la microcuenca de Juan Grande. Se estima que en la microcuenca se pierden entre 100 y 200 toneladas de suelo por hectárea por año, lo que es de 6 a 13 mm de capa de suelo (PGV, 2005). Estas áreas han sido afectadas principalmente por la sobreexplotación del suelo y agua, aunada al número reducido de acciones de restauración de los recursos y la casi nula aplicación eficaz y efectiva de

políticas ambientales. Por ello, los programas dirigidos a este rubro, en los últimos años, han multiplicado sus esfuerzos por restaurar estas zonas, sin embargo, existen muchas limitantes para la participación de todos los propietarios de los terrenos afectados, desde los requisitos para ser beneficiario de los programas hasta la falta de seguimiento y participación en la planeación de los mismos.

En la microcuenca, las áreas severamente erosionadas comprenden 346 ha. El grado de erosión es evidente por la nula cobertura vegetal y la exposición de roca madre. La CONAFOR (2012), cataloga estas áreas como áreas no aptas para la agricultura, ni para la ganadería, únicamente para su conservación. Sin embargo, actualmente no existe algún programa institucional que apoye esta causa, comenzando por la no inclusión de estas áreas en las zonas prioritarias para su restauración en los lineamientos de las instituciones gubernamentales competentes.

Como parte importante de un ecosistema, los asentamientos humanos se sitúan de manera dispersa en la microcuenca pero en los sitios donde, originalmente hace muchos años, el agua era abundante y las tierras tenían un alto potencial de producción sobre todo de granos, al grado de ser llamada esta zona “el granero de Aguascalientes” (Presidencia Municipal de El Llano, 2014). Al paso de los años, estas zonas han ido creciendo, ocupando espacios donde el uso del suelo era agrícola y ganadero, y hasta en lugares que anteriormente eran forestales también han sido afectadas por este fenómeno. Actualmente, el número de habitantes se acerca a los 20,000 habitantes, incrementando en dos años un 21%.

La falta de un ordenamiento territorial, es clave para el control y buen uso del suelo, ya que el crecimiento poblacional no regulado, incrementa la invasión de áreas con fines agroecológicos y por ende su deterioro. Asimismo, encontramos 854 ha en la microcuenca donde las construcciones para vivienda se encuentran escasamente reguladas.

Las curvas de nivel dentro de la cuenca, nos muestran la predominancia de planicies, y las zonas con mayores cambios en altura, se ubican en la parte sureste de la cuenca,

donde se ha decretado como área natural protegida, por encontrarse ahí una pareja de águila real por la Secretaría de Medio Ambiente desde el año 2007.

Como parte importante de este estudio, los cuerpos de agua superficial, se cuantificaron 568 cuerpos de agua en la microcuenca, que en su mayoría tienen un uso agropecuario, principalmente para uso de abrevadero. Las corrientes de agua son intermitentes y no se encuentra infraestructura de gran tamaño que se considere presa y sea permanente durante el año (CONAGUA, 2008).

Condición del suelo y calidad y capacidad de almacenamiento del agua superficial para uso agropecuario.

Para la evaluación del suelo, se realizaron 41 muestreos por conveniencia en los distintos tipos de uso de suelo.

Los resultados de los análisis, se interpolaron en ArcGis 10.0 para representar de manera general, cada uno de los indicadores de calidad del suelo en la microcuenca.

En cuanto a la textura de los suelos de la microcuenca, en su mayoría se presentan como textura arcillosa y franco-arcillosa. Los sitios con mayor contenido de arcillas se encuentran principalmente en los matorrales y zonas con degradación aparente, lo que incrementa el potencial de compactación del suelo.

Otro elemento importante evaluado en el suelo fue la densidad aparente depende del grado de soltura o porosidad del suelo, es un valor más variable que depende además de la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura (Sánchez, 2012). Los bajos contenidos de MO en la microcuenca son determinantes en este indicador, La densidad aparente en el área de estudio no presenta mucha variabilidad fluctuando entre los 1.2 y 1.3 gr/cm³ indicando de un 50 a un 60% de porosidad del suelo, valores que la literatura considera óptimos para el desarrollo de cultivos en suelos arcillosos (Alvarado y Forsythe, 2005). Sin embargo, la tendencia a la poca aireación es más alta, por lo que la aplicación de abonos como enmiendas son recomendables para mejorar los suelos (Brammer, 2000).

Una de las variables que presentaron mayor variabilidad entre los puntos muestreados fue el contenido de materia orgánica (**Figura 12**). Los valores fluctúan entre el 0.1 y 2.4%, valores que se presentan generalmente en zonas áridas y semiáridas según la clasificación de Middleton (1997). Varios autores (Jenkinson, 1988; Amato y Ladd, 1992; Hassink, 1994) sugieren que los suelos arcillosos retienen más materia orgánica que los suelos arenosos, a pesar de haber sido sometidos al mismo aporte de materia orgánica lo que indicaría una mayor protección ecológica de los suelos con este tipo de textura. Esta teoría explica que ocurre una protección cuando la MO es adsorbida sobre la superficie de las partículas de arcilla y limo, o cuando es "incrustada" o recubierta por los minerales de arcilla (Tisdall y Oades, 1982; Golchin y col., 1994) o cuando se localiza dentro de los micro-agregados, fuera del alcance de los microorganismos (Elliott y Coleman, 1988). Sin embargo, este es sólo uno de los muchos elementos que intervienen en los procesos de formación y fijación de la MO.

Porta (2003) indican a los cambios biológicos, en su mayoría mediados por la microbiota, generan los beneficios de la MO como: su degradación y fijación, la producción de CO₂ en la respiración, la intervención en la movilidad de los ciclos biogeoquímicos de los elementos y los efectos mecánicos de los animales y las plantas, así como el fraccionamiento de las rocas por las raíces, entre otros.

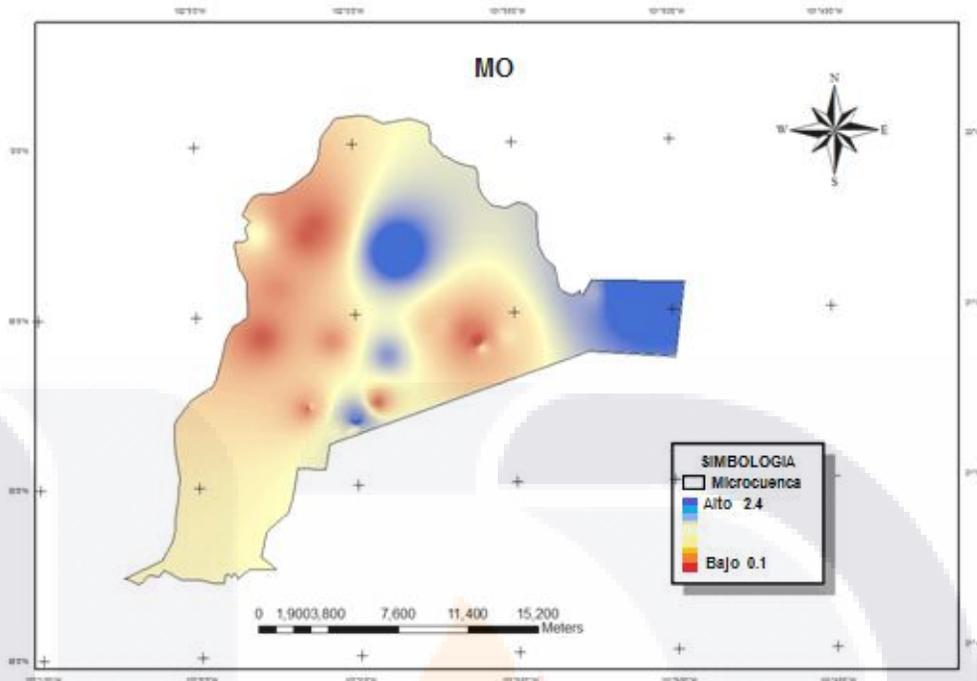


Figura 12. Materia Orgánica en el suelo.

La distribución espacial de la MO, muestra una concentración de los valores más altos de MO en lugares menos accesibles al humano como La Mesa de las Preñadas donde sólo sube el ganado algunos meses después de las lluvias: otro lugar es la mezquitera de La Luz, zona que ha sido protegida por los ejidatarios de esta comunidad con ayuda de los programas de apoyo de la SEMARNAT y la CONAFOR; otros dos lugares con los mayores contenidos de MO de la microcuenca son el monte de la comunidad de Los Conos y La Unión, grandes ejidos que han sido participes de programas de empleo temporal con acciones de reforestación de mezquites y nopal, acciones que han demostrado en estos sitios, una mejora en los contenidos de MO (COUSSA, 2013).

Los sitios con los más bajos contenidos de MO se concentran en las áreas abiertas al cultivo, sobre todo en la zona sur, donde las pequeñas propiedades con riego, hacen uso intensivo de agroquímicos y el monocultivo de forrajes sin descanso de los suelos, han deteriorado la fertilidad de los mismos.

El contenido de carbono, indicador estrechamente relacionado con la MO, en zonas áridas y semiáridas suele ser bajo, sin embargo, su aporte y contribución a la provisión de servicios ecosistémicos es invaluable para la región por las grandes extensiones que

estas zonas abarcan. Los contenidos de carbono en la microcuenca van desde el 0.10 al 1.39%, encontrándose las mayores cantidades en los sitios donde la MO es mayor.

Loveland y Webb (2003), en una revisión sobre los niveles críticos de materia orgánica en suelos agrícolas, sugirieron que un contenido de carbono de un 1 a 2% podría representar el umbral, por debajo del que, el funcionamiento del sistema suelo-cultivo podría quedar comprometido, incluso cuando se suministraron fertilizantes minerales adecuados. Específicamente en zonas agroclimáticas límite (climas secos y semiáridos), niveles por debajo de 1% de carbono da lugar a suelos degradados con altas tendencias a la desertificación.

En el mapa de los contenidos de MO, se identifica que, los mayores contenidos de carbono están en terrenos no arados (forestales y pastizales) que en agrícolas, como afirma Romanyá y col. (2007) en un estudio realizado en zonas áridas de España.).

Por otro lado, el Nitrógeno inorgánico en los suelos de la microcuenca, presentó una variación mayor en uno de los 41 sitios. Los valores de N inorgánico oscilan de los 0.023 a los 9.7 mg/kg de suelo. Los demás sitios tienen valores considerados como muy bajos para suelos arcillosos. La presencia de este elemento, es importante e indispensable para el desarrollo de la agricultura ya que es constituyente y activador de todas las enzimas, además de que interviene en procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis multiplicación y diferenciación celular y herencia de caracteres deseables. Los bajos contenidos de N inorgánico, aunados a otros factores, se expresan en los bajos rendimientos agrícolas en los terrenos de cultivo de los grandes ejidos como Palo Alto, Ojo de Agua de Crucitas, La Luz, El Terremoto, Francisco Sarabia, Santa Rosa y La Unión, ejidos que poseen cierto porcentaje de riego, lo que incrementa la intensidad de laboreo agrícola (**Figura 13**).

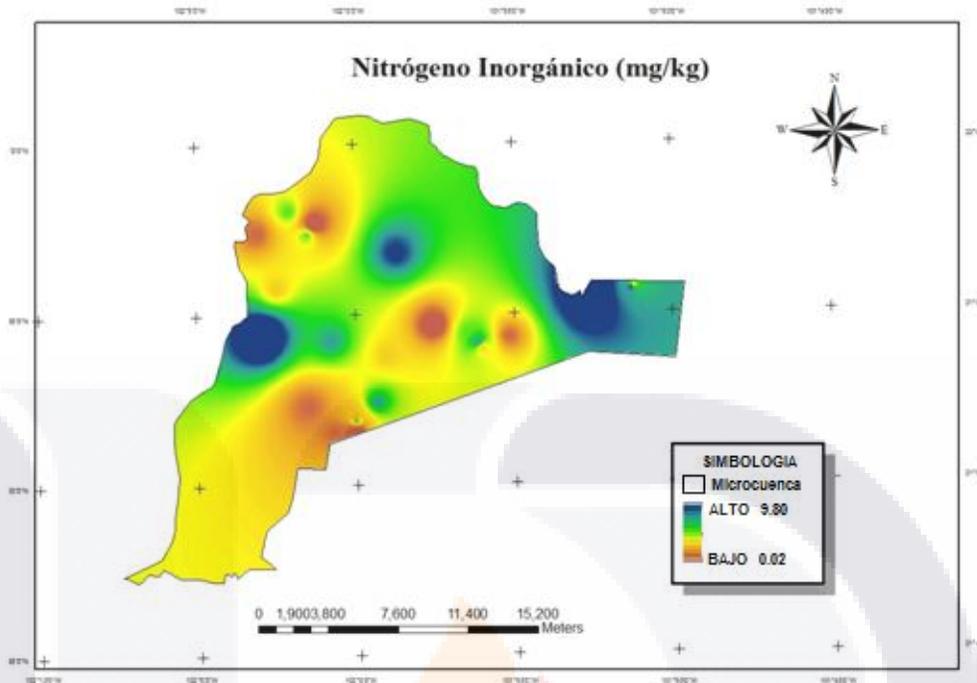


Figura 13. Nitrógeno inorgánico.

La **Figura 14** muestra los niveles de pH, mismos que van de 5.9 a 7.0, catalogados como óptimos para el desarrollo de los cultivos. Entre este rango, la diferencia más marcada es que, por este indicador, la microcuenca se divide en dos. Por un lado, al este los más alcalinos y al oeste los de tendencia ácida. Esta diferencia podría deberse a las actividades agropecuarias intensivas en el este con agricultura de riego y más uso de agroquímicos (COUSSA, 2013).

Como la reacción del pH del suelo está estrechamente relacionada con el clima (Matus, 1994), en zonas de lluvias escasas, como la microcuenca de Juan Grande, donde el escurrimiento e infiltración no se produce o tiene lugar en una escala reducida, se origina una paulatina acumulación de sales que da lugar a la salinización del suelo. En 1996, Osuna y col., en su estudio de cobertura vegetal y erosión del suelo en Aguascalientes, específicamente en Sandoval, localidad que se encuentra en la microcuenca de Juan Grande, relacionó al pH del suelo con las escasas lluvias de la zona, y pronosticó que, para años futuros, este pH incrementaría haciendo cada vez más un suelo con tendencias salinas. La comparación de los valores del pH de 1996 a 2014 sugiere un aumento de rangos que iban de 5.0 a 6.5 y en la actualidad llegan a rangos de 5.9 a 7.0.

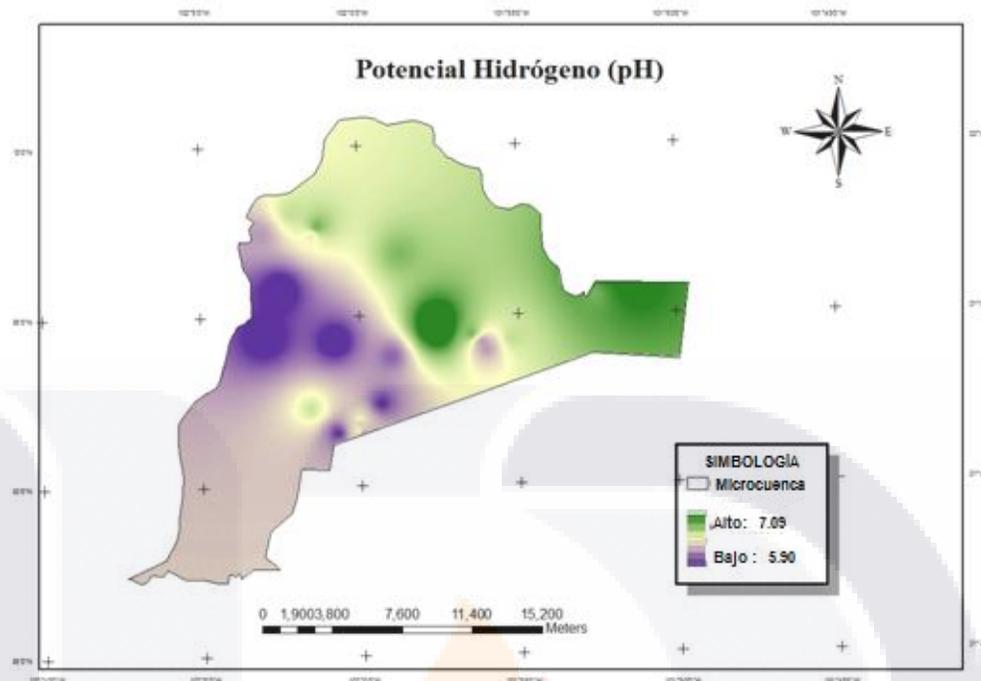


Figura 14. Potencial Hidrógeno en suelos (pH).

La conductividad eléctrica, relacionada al pH de los suelos, mostró valores que van de los 0.20 a los 1.5 dS/m. Estos valores se consideran como bajos (no salinos), sin embargo el potencial a la salinización en los suelos es mayor en las zonas de agricultura intensiva, con dos ciclos al año y donde el monocultivo no permite el descanso del suelo (Sánchez, 2010) (Figura 15).

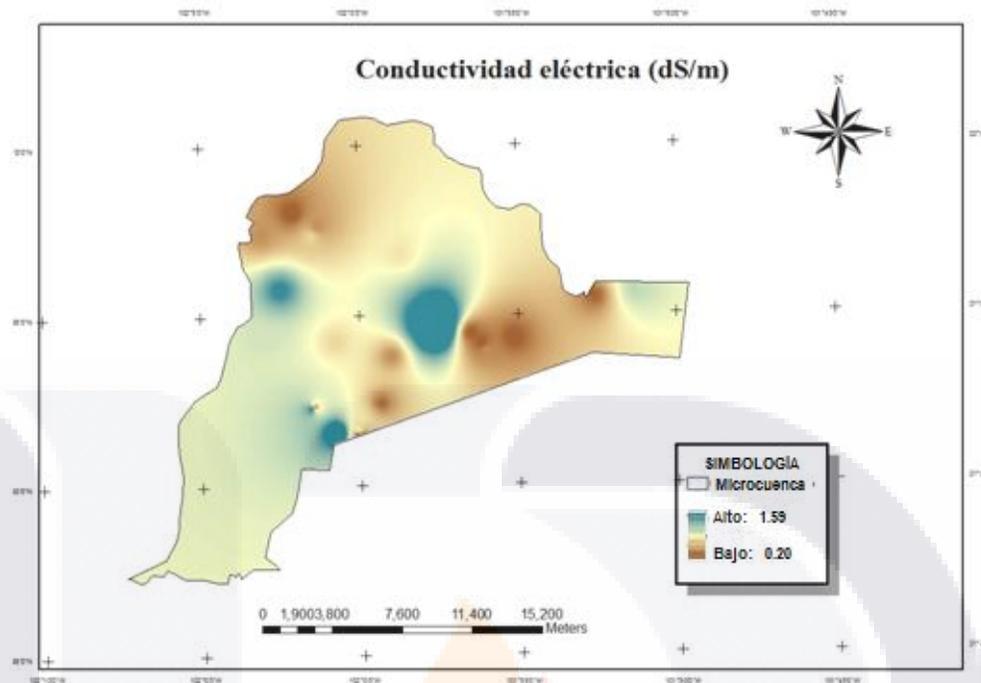


Figura 15. Conductividad eléctrica (Ce).

Dentro del análisis de la condición actual del suelo, la aplicación del formato de Evaluación Participativa de Degradación por Erosión (EPDE) en los 41 sitios muestreados, generó información que complementó la realizada en los análisis de laboratorio, con datos de campo de medición, observación, conteos e información proporcionada por los propietarios de los predios.

La **Figura 16**, muestra las cinco categorías con una puntuación dada por los indicadores de cada una de éstas.

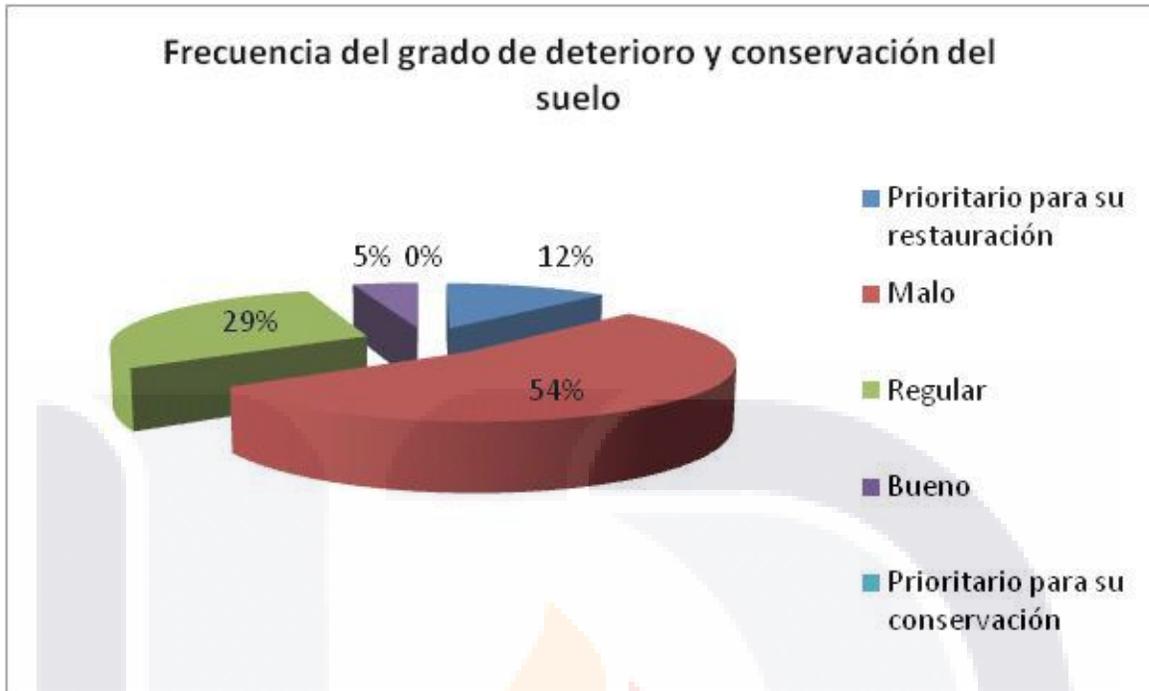


Figura 16. Grado de deterioro malo en la mayor parte de la microcuenca.

Por un lado, la Identificación del sitio y la respuesta social que podría ir del uno al nueve en puntuación, indicó con valores del tres al ocho y un promedio en la microcuenca de 4.49 que las posibilidades de involucramiento de los pobladores y usuarios en la construcción y mantenimiento de las obras de restauración de suelos es regular, con una tendencia a ser mínima. Estos valores se generan considerando altas puntuaciones en distancia de la ubicación de los pobladores a los sitios donde se encuentran sus RN, pero muy bajas en el trabajo para su mantenimiento.

En la segunda categoría, se calificó la Susceptibilidad a la erosión donde se evaluó la presencia de las condiciones fisiográficas naturales para el desencadenamiento de procesos erosivos en los 41 sitios muestreados. Las puntuaciones en esta categoría van de cuatro hasta 18 puntos, obteniendo para el estudio, un puntaje que fue de los 10 a los 14 puntos.

Esta segunda categoría se definió por indicadores como: características del terreno o ubicación del sitio con respecto a la microcuenca donde las puntuaciones de manera

general fueron bajas ya que un 80% de la zona de estudio está ubicada en la parte de bajada inferior; el resto, se encuentra en la parte de pie de monte y bajada superior.

El segundo indicador calificado fue la pendiente del terreno, en donde utilizamos un clinómetro y los resultados mostraron las puntuaciones más altas que se podían obtener indicando óptimos resultados en este indicador porque, a menor pendiente, menor susceptibilidad a procesos degradativos (Ramírez, 2008). Otro indicador de esta categoría fue la calidad de la cobertura vegetal, donde por observación, se obtuvieron puntuaciones bajas porque los sitios, en su mayoría presentan dos tipos de calidad: s) poco o nulo horizonte orgánico, raíces expuestas, arbustivas dispersas, sin estrato herbáceo y afloramientos rocosos (2 puntos); b) horizonte orgánico evidente con presencia de pastos no abundantes o solo rodeando arbustos con evidencia de pedregosidad.

Por otro lado, dentro de la segunda categoría, otro indicador que se midió fue la calidad de la cobertura vegetal, datos obtenidos de manera visual, por el tipo de vegetación que se observó, reforzado con la información disponible en el Estudio Regional Forestal (Meraz, y col, 2007). Aquí, los datos se ubicaron en los puntajes medios (tres puntos) con un promedio en la microcuenca de 10 a 25% de cobertura vegetal.

La tercera categoría que se evaluó fue la presión ganadera donde los valores oscilaron entre los 14 y los 40 puntos. Los indicadores que obtuvieron las calificaciones más bajas fueron en la carga animal, ya que debido a la sobreexplotación de los agostaderos, la carga animal es alta llegando a ser de hasta 16.5 ha/UA (SAGARPA, 2012).

En la evaluación del potencial de recuperación, la forma erosión más común que se observó fue la erosión con canales y cárcavas, asignando puntuaciones altas y medias; sin embargo, el alto número detectado de erosiones, califico de bajo a los sitios de manera general.

Finalmente, la capacidad de manejo generó buenas puntuaciones, ya que, pese al gran número de puntos erosionados, el daño en los mismos no ha llegado a ser tan grave, pero ello no excluye a los sitios de la necesidad de aplicar acciones de restauración, conservación y protección de los RN.

De manera general, la microcuenca presenta una condición del suelo mala, ya que son más del 80% de los sitios que necesitan acciones de restauración, 15% de conservación y solo un 5% de protección.

Para la determinación de la calidad de agua superficial para uso agropecuario en la microcuenca, se realizaron 20 muestreos en los cuerpos de agua:

Como primer indicador de la calidad del agua para uso agropecuario, la conductividad eléctrica que va del 0.04 a 1.3 dS/m, muestra en valores bajos de <0.4 dS/magua muy baja en sales y de excelente calidad; por otro lado, valores más altos de 1.2-2.2 dS/magua salina de calidad cuestionable (Castellanos, 2012).

Los cuerpos de agua salinos se ubican en la zona lechera de la microcuenca, donde el número de cabezas de ganado estabulado es mayor (SAGARPA, 2012), aunado a la agricultura de riego donde el uso de agroquímicos es intensivo y los pozos se encuentran sobreexplotados. Estas características de producción agropecuaria, desencadenan efectos negativos por la acumulación de sales en el suelo que se arrastra por las lluvias hasta los cuerpos de agua (Brugger, 2013).

Así mismo, este efecto se da dependiendo del tipo de sales, que en este caso es en su mayoría es de de sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (**Figura 17**).

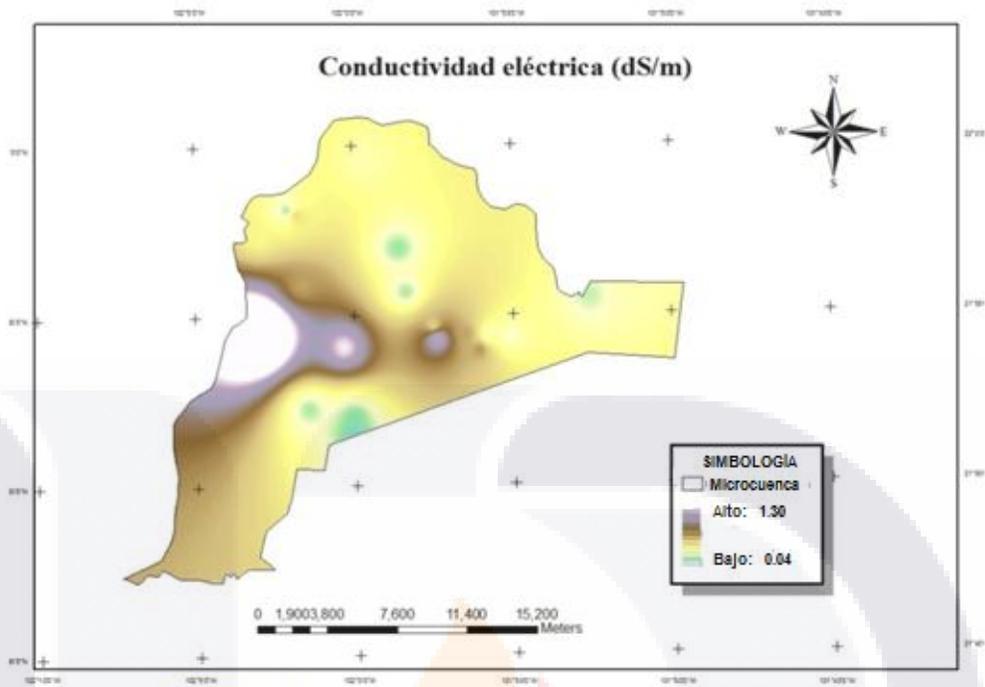


Figura 17. Conductividad eléctrica en el agua superficial.

La dureza, que es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio, asimismo presenta variabilidad en las cantidades presentes en los distintos cuerpos analizados con valores de 1.5 a 40.49, categoriza al agua como suave a media en dureza (Avelar y col., 2011) (**Figura 18**). Estos valores no ponen en riesgo al ganado o a los cultivos, sin embargo, las aguas medias necesitan acciones de prevención para disminuir el potencial de contaminación de las mismas. Estas acciones deberán ser obras en suelos aguas arriba que reduzcan el arrastre de suelos, así mismo la protección y tecnificación de los cuerpo de agua para evitar el ingreso de los animales a los bordos, es necesaria.

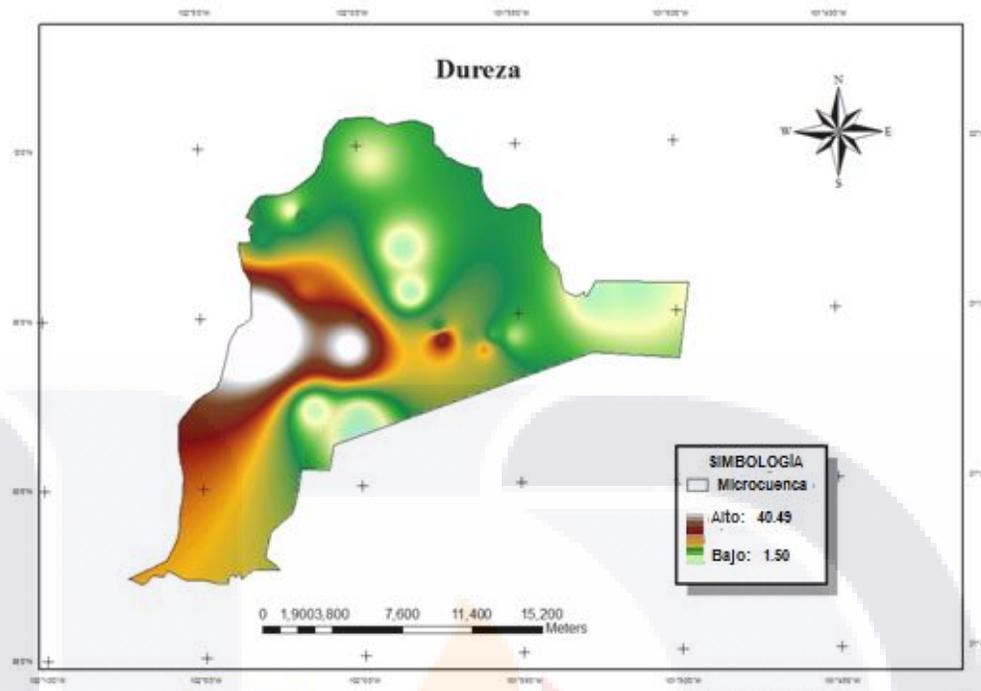


Figura 18. Dureza del agua.

Finalmente, la Relación de adsorción de sodio (RAS) indicador relacionado con la conductividad eléctrica, se presenta en valores que van de 26.12 hasta 39.7. Estos valores se clasifican en las cantidades menores, como agua Sódica donde se requieren aplicaciones periódicas de yeso al suelo; y en valores más altos, agua con problemas severos de sodio donde es imprescindible aplicaciones frecuentes de yeso al suelo (Brugger, 2013) **(Figura 19)**.

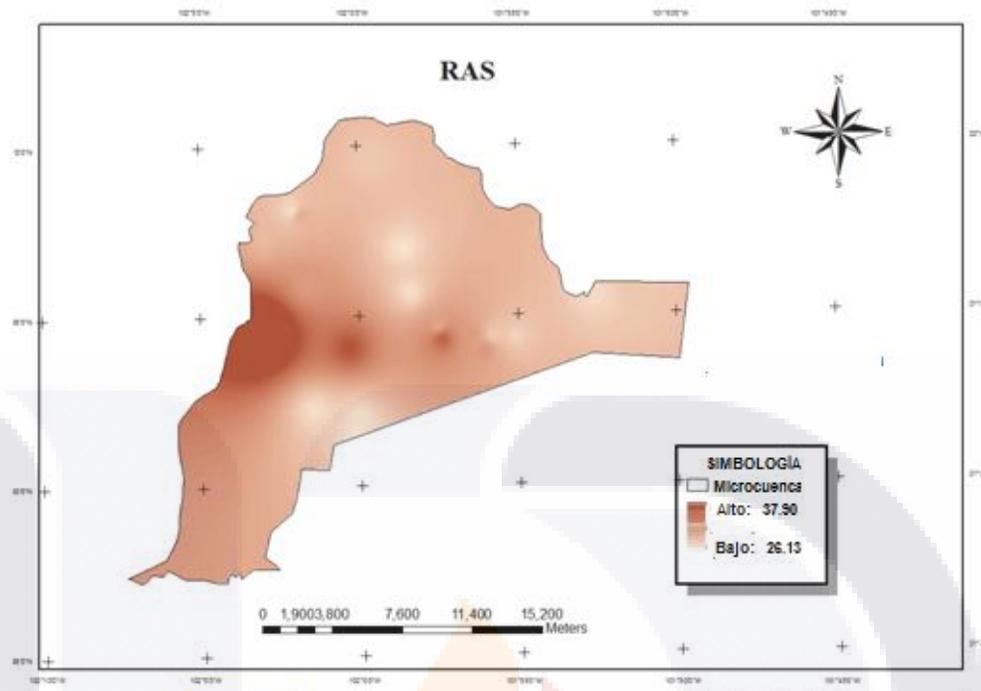


Figura 19. Relación de adsorción de sodio (RAS).

En cuanto a la capacidad de almacenamiento del agua superficial para uso agropecuario, se cuantificaron 568 cuerpos de agua (**Figura 20**) en la microcuenca. El cálculo de su área y perímetro con ayuda del ArcGis 10.0 (**Cuadro 5**) se generó para calcular, con datos de campo, la capacidad de almacenamiento de agua superficial en toda la microcuenca. Con recorridos de campo se estimó una profundidad promedio de 1.5, y la información recabada por los propietarios indicó que, en su totalidad, los cuerpos de agua son usados para abrevar el ganado y dar riegos de auxilio a los cultivos.

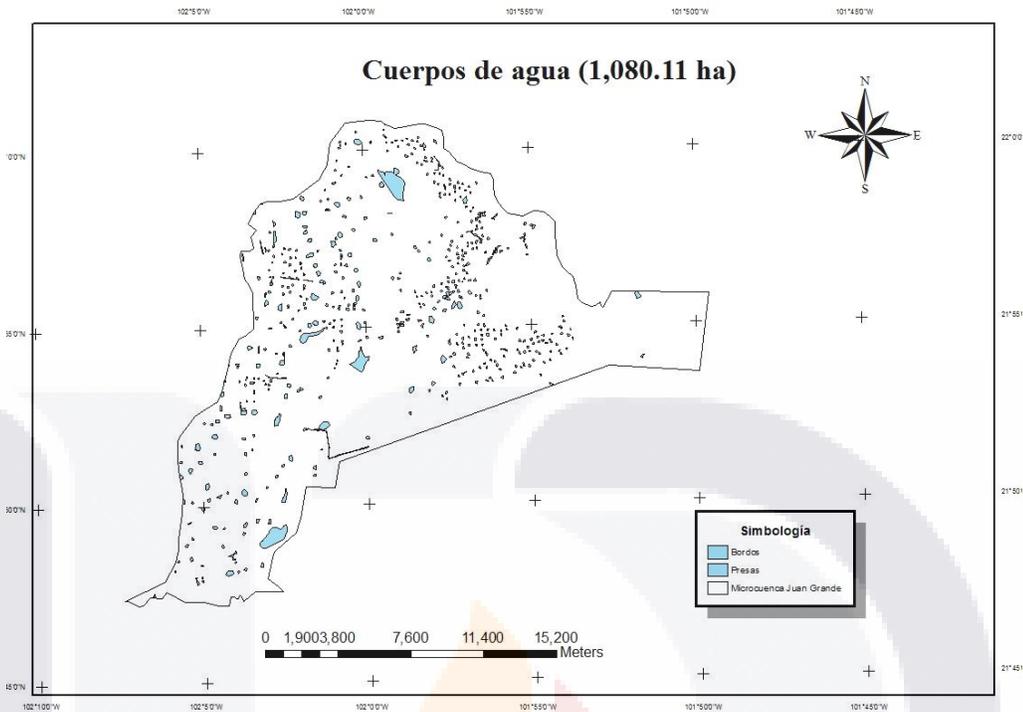


Figura 20. Ubicación de los cuerpos de agua superficiales.

Cuadro 5. Capacidad e almacenamiento de agua superficial para uso agropecuario.

Cuerpos de agua en la microcuenca	Ha	m ²	Profundidad promedio (m)	Capacidad de almacenamiento (m ³)
568	1089.77	10,898,883.76	3	16,348.325.64

Fuente: Datos vectoriales del Estudio Regional Forestal (Meraz y col., 2007) e información recabada en la SEDRAE (2012).

La clasificación se hizo con base a la metodología señalada y se obtuvieron los datos del cuadro 4, indicando una mayor cantidad de cuerpos de agua pequeños, ubicados en un 75% en zonas parceladas. La capacidad de almacenamiento de agua es de 16,348.325.64 m³, que podrían cubrir las necesidades agropecuarias de un 92% de la microcuenca, que está determinada en gran medida por la calidad de su infraestructura. Esta infraestructura está calificada como mala, ya que 523 cuerpos de agua de los 568, presentan fallas como mal diseño y construcción, mala ubicación, desgaste, pérdidas por infiltración, ruptura del bordo, falta de protección y mala ubicación del vertedor. Este fenómeno amerita la aplicación de acciones correctivas, de restauración y protección para evitar la pérdida por infiltración, fugas y evaporación. De esta manera, capacidad de almacenamiento de agua, se volvería en disponibilidad de agua superficial para la microcuenca.

Nivel de conocimiento de los programas institucionales

Cada institución tiene una forma de difusión, criterios para la cobertura y acceso a distintas formas de financiamiento y manera de brindar asistencia técnica y seguimiento en sus programas. Algunos de estos, han ido cambiando de nombre según los cambios de administración, sobre todo los de ámbito federal; otros sólo estuvieron vigentes un año y sin mediar una explicación no llegaron más recursos para seguir en función, como el programa de Ecotecnias, o bien, por haber sido programas emergentes ante las situaciones de sequías anómalas, como la implementación del Programa de Restauración de la Cuenca Río Verde Grande. Otro dato importante que se encontró previo a la evaluación del nivel de conocimiento y participación de los programas institucionales de RN, fue que no se identifican los programas por su nombre real, por ello, se utilizan las presentaciones para dar a conocer el nombre original de cada programa, y si éstos han tenido cambios del mismo por la rotación de las autoridades de la administración federal y estatal.

En la zona SO, existe un mayor nivel de desconocimiento de los programas institucionales, y una menor participación en los mismos, que en la zona NE y NO. La difusión de los programas es limitada para esta zona, debido a que no cuentan con tierras de uso común, y ello convierte a estas comunidades en “no aplicables” para llevar a cabo proyectos de restauración y conservación de suelo. Pese a que, en las revisiones de las reglas de operación, ningún programa excluye a la pequeña propiedad para ser beneficiarios; sin embargo, el número de hectáreas mínimas y el número de beneficiarios mínimo por obra, se especifican en las reglas de operación, y como no cumplen estos requisitos, sino hasta llegar a acuerdos entre los pequeños propietarios, que no se promueven entre los mismos, por las personas encargadas de ejecutar los recursos.

Dentro de los programas evaluados, hay programas como ProÁrbol y Manejo y Restauración de Cuencas que, en sus lineamientos, otorgan apoyos a pequeños propietarios que cuenten con terrenos en donde trabajar y generar empleos temporales. No obstante, el conflicto surge cuando, como requisito, el trabajo que se realice debe ser beneficio para todos sus participantes, y ello debe quedar asentado en una carta compromiso (CONAFOR, 2013). Los dueños de las pequeñas propiedades, no desean

entrar en conflicto con sus vecinos de comunidades sin tierras de uso común, por ello, prefieren gestionar recursos para proyectos de manera particular, lo que disminuye las posibilidades de adquirirlos por tener un número bajo o mínimo de beneficiarios del proyecto.

En contraste, la zona NE y NO tienen un alto nivel de conocimiento de los programas institucionales, así como de su participación. La tenencia de los terrenos de esta zona es, en su mayoría, de uso común con terrenos abiertos al cultivo y áreas de monte, donde se llevan a cabo los proyectos. Existe un alto porcentaje de participación en los programas de COUSSA y Rehabilitación de bordos y caminos parcelarios, ambos programas de la Secretaria de Desarrollo Rural y Agroempresarial (SEDRAE) y ProÁrbol y Compensación Ambiental de CONAFOR. En estos programas, el técnico que elabora los proyectos, es previamente asignado, lo que influye de manera positiva en el nivel de conocimiento (Figuras 21, 22 y 23).

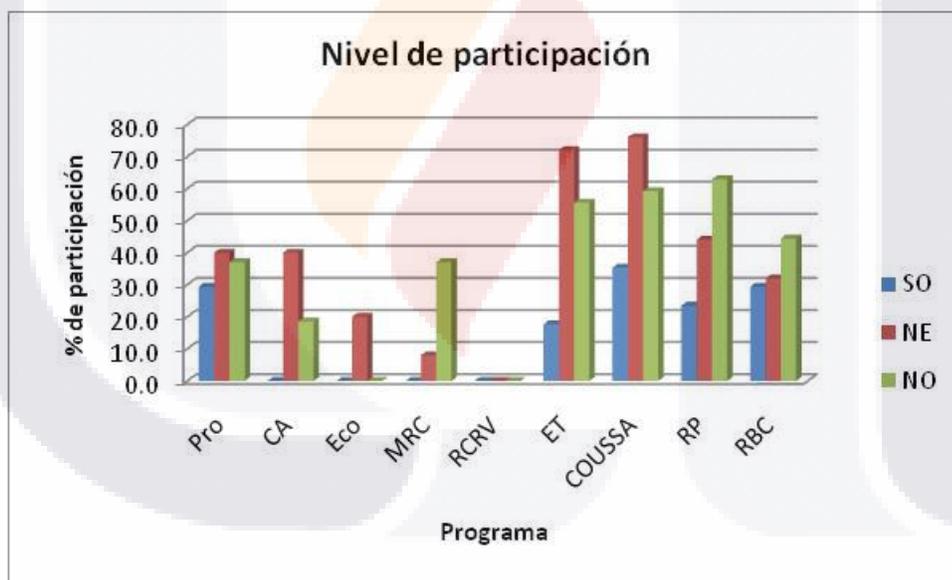


Figura 21. Porcentaje de personas que conocen y han participado en los programas.



Figura 22. Porcentaje de personas que conocen los programas pero no han participado en ellos.

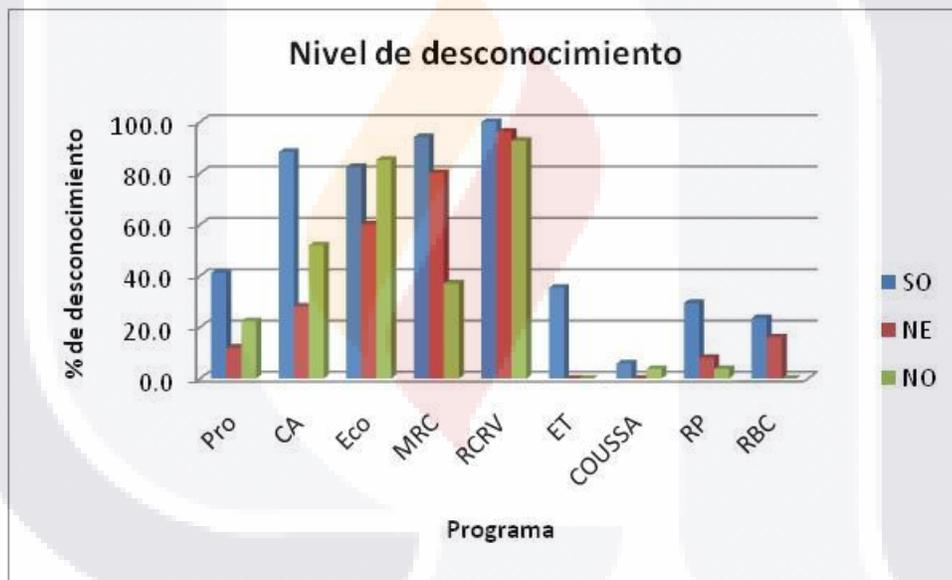


Figura 23. Porcentaje de personas que no conocen los programas.

En ambas zonas, el nivel más alto de conocimiento y participación de los programas institucionales es en los programas que asignan un técnico para un ejido o una zona de la microcuenca, o bien cuando se difunden con un único técnico para cada municipio. Estas opciones, garantizan un mayor nivel de conocimiento, incrementando las posibilidades de beneficiarse de los programas institucionales, que propician el desarrollo rural de las comunidades (Schejtman, y col., 2004). Sin embargo, la limitante por la tenencia de la

tierra, amenaza la oportunidad de mejorar las condiciones del suelo de predios degradados, o con un alto nivel de vulnerabilidad a la degradación (Meráz, y col., 2007).

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2011), menciona como una de sus sugerencias, mejorar las estrategias de difusión de los programas de la CONAFOR, revisar las zonas prioritarias y evaluar los impactos de sus acciones. La poca información que existe de estos programas en las comunidades rurales, principalmente las que se encuentran aisladas de los ejidos, se demuestra en el alto índice de conocimiento de todos los beneficios de ésta y otras dependencias gubernamentales.

Factibilidad de obras de restauración y conservación de suelo

Las obras de las que se evalúa su factibilidad, provienen del listado de obras disponibles y factibles para la microcuenca (**Cuadro 6**).

Cuadro 6. Listado de obras de restauración, conservación y protección de suelo y agua para evaluar su factibilidad.

Obra	Abreviatura
Presas de piedra acomodada	PPA
Zanjas trincheras (tinas ciegas)	ZT
Cordones de piedra acomodada	CPA
Zanjas en curvas a nivel	ZC
Reforestación	R
Bordos de abrevadero	BA
Reconversión con pasto y nopal	RP
Cercado	Cer
Mantenimiento de reforestación	MR
Rehabilitación de bordos y caminos	RBC
Estabilización de taludes y cabeceo de cárcavas	ETCC

Fuente: Presidencia Municipal de El Llano (2013)

A diferencia de la zona SE, la zona NE cuenta con obras en sus terrenos de uso común. Esto es producto de la previa asignación de un técnico, con un proyecto ya elaborado y bajo los lineamientos de los programas que apoyan a los ejidos por más de tres años seguidos, lo que da una mayor ventaja en la factibilidad de las obras en un proyecto.

Por otro lado, la zona SE pese a que presenta, áreas más degradadas que la zona NE, técnicamente se hace más factibles obtener recursos económicos para las obras de restauración y conservación de suelo, pero carecen de un técnico previamente asignado,

por ser pequeñas propiedades, tenencia que tienen menor puntaje para la asignación de los recursos (Figura 24).

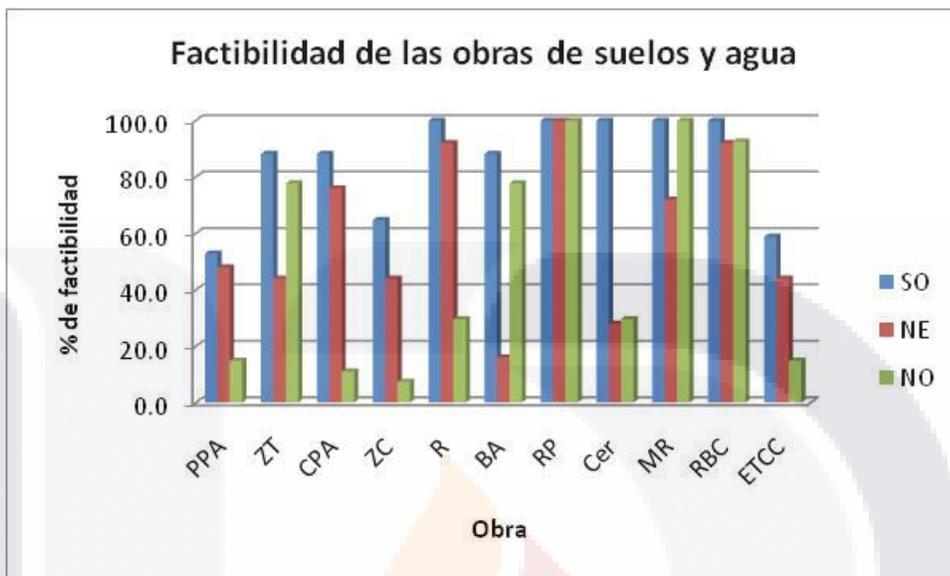


Figura 24. Porcentaje de factibilidad de obra en su aptitud para ser ejecutada en la zona.

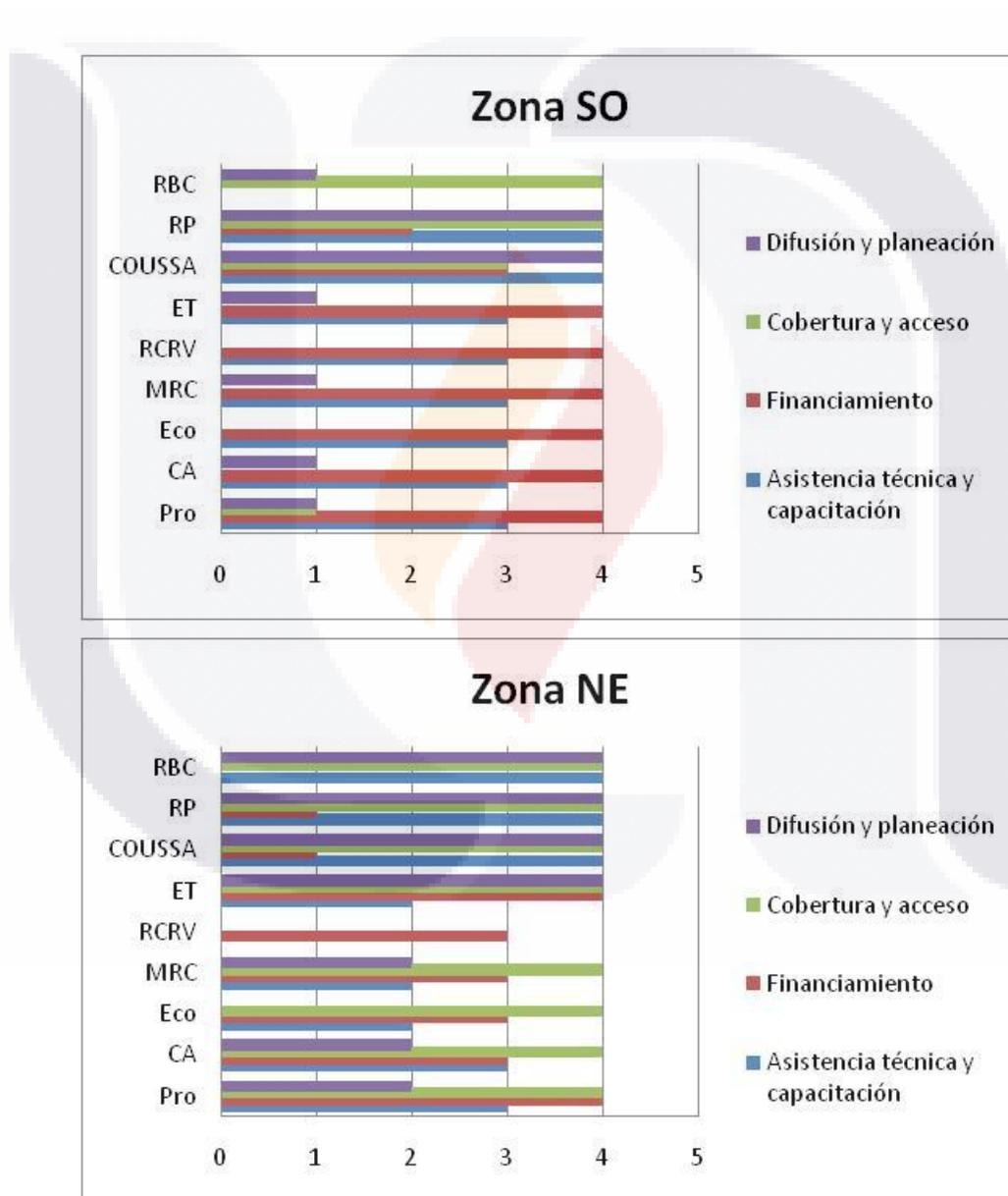
La factibilidad de obras es parte importante en la asignación de los recursos en los programas institucionales, ya que son la parte justificativa de los proyectos de gestión de recursos naturales (SAGARPA, 2009). Sin embargo, los resultados de esta evaluación, demuestran que la tenencia de la tierra, sigue pesando más en el puntaje para la asignación de los recursos.

Funcionalidad de los programas institucionales

En la última fase de evaluación participativa, los programas recibieron una calificación con base a cuatro de los indicadores más importantes, en la buena funcionalidad de un programa institucional.

Cabe mencionar que, pese a que no se conocen algunos de los programas. En el desarrollo de los talleres, se pudo observar que existe un conocimiento de la funcionalidad de cada uno de ellos en la microcuenca, por lo que se cuenta con suficiente información para evaluar cada uno de los programas.

Para ambas zonas, las calificaciones más altas que van de regular a muy buena, para la funcionalidad de los programas, fueron para aquellos que pertenecen a SAGARPA y SEDRAE, donde se destacan el programa COUSSA en la región NE y el programa de Rehabilitación de Bordos y Caminos para la zona SE; por otro lado, los programas de CONAFOR fueron los mejor evaluados en la zona NO, lo cual podría estar estrechamente relacionado con la preferencia de esta zona por ser sede de la ARSOA y tener uno de los rodales de mezquite más abundante (**Figura 25**).



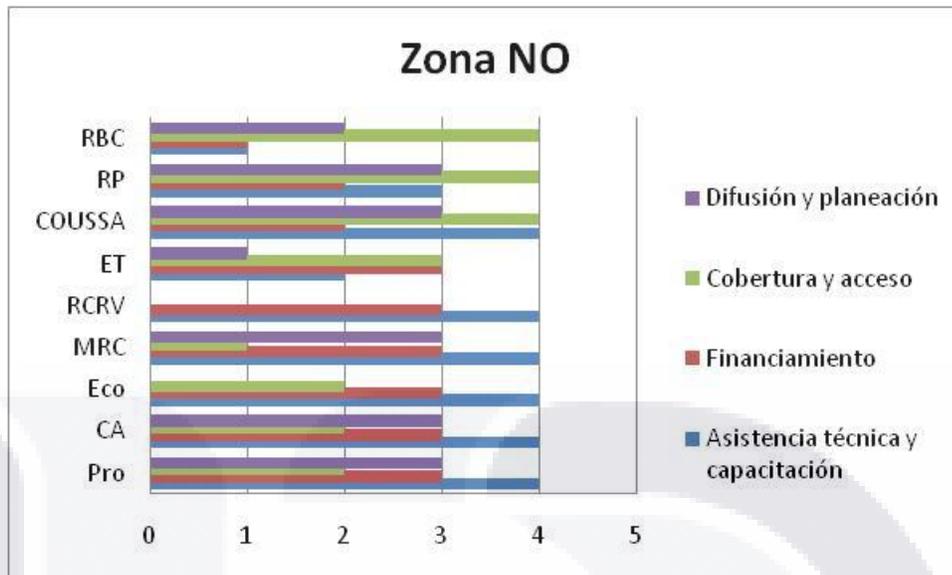


Figura 25. Funcionalidad de los programas institucionales en las diferentes zonas de la microcuenca.

En las tres zonas, las calificaciones más bajas estuvieron en el indicador de difusión y planeación, con calificaciones no mayores a Mala. Por otro lado, las puntuaciones más altas fueron para el indicador de Asistencia técnica y capacitación, no obstante, este indicador es considerado la etapa final de un proyecto, lo que no es determinante para evaluar a los programas. Para ello, se evalúan otros dos indicadores como el de financiamiento, donde las calificaciones fueron bajas, pero no más que el indicador de cobertura y acceso.

La oportunidad de mejorar en los programas institucionales del ámbito rural, en este caso, para la restauración y conservación de suelo, se limita a las evaluaciones que se realizan por el Centro de Evaluación, Capacitación y Seguimiento en el Estado. Estas evaluaciones, limitan la mejora de la funcionalidad de los programas institucionales, ya que no se considera la realidad del campo, desde la perspectiva del propio usuario de estos programas.

CONCLUSIONES

La degradación ambiental se presenta principalmente en el suelo y el agua. Factores como el crecimiento poblacional, la agricultura, ganadería, así como el abandono de áreas agropecuariamente productivas, ha contribuido a la contaminación del agua y erosión de suelos. Los suelos someros desprovistos de vegetación, localizados en pendientes fuertes y precipitación elevada están erosionados de manera severa los RN de la microcuenca Juan Grande.

Más de las tres cuartas partes de la microcuenca presenta deformaciones principalmente en forma laminar. Es preocupante la erosión actual ya que más de la mitad de su superficie ha perdido el suelo y sus contenidos de MO son muy bajos. La velocidad con que se está removiendo el suelo es alarmante ya que se están perdiendo de 100 a 200 ton/ha/año. De igual forma, la calidad del agua y su disponibilidad, se ven mermadas hasta en un 45%.

Este fenómeno de degradación es preocupante, ya que origina una serie de conflictos en el en el medio natural, social y económico al altera las condiciones originales de la vegetación, agua, suelo, relieve y la productividad de los ecosistemas, así como la disminución de los ingresos económicos de la población.

Las evaluaciones de programa tienen el papel de cumplir dos funciones importantes: la primera, se refiere a que los resultados de las evaluaciones, deben proporcionar a los gerentes de los programas y a las agencias financiadoras, información referente a la forma en que los recursos proporcionados han sido utilizados en la correcta ejecución de un programa funcional, en qué proporción se han alcanzado los objetivos planteados y cómo se han realizado las actividades planificadas; en la segunda, la evaluación debería asegurar la implementación de las lecciones aprendidas, que ayudarían al personal del programa a mejorar la implementación del programa en el futuro.

Muchas evaluaciones proporcionan información para propósitos administrativos, pero no generan lecciones que puedan ser aplicadas en el futuro. Existe una serie de tópicos, que

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

requieren de una mayor investigación para establecer sus verdaderos alcances en lo que respecta a su papel en el diseño e implementación de los programas.

La naturaleza, las ventajas y las desventajas de los distintos tipos de instituciones que facilitan la ejecución de proyectos concertados en el interior de los territorios rurales, no permiten la mejora continua con base a las aportaciones de los propios usuarios de sus programas, debido al corto tiempo de la administración y con ello, la entrada de nuevos extensionistas o técnicos que son el enlace entre los productores y el gobierno.

El papel que juegan las asociaciones o redes inter-municipales en las evaluaciones participativas de programas institucionales, así como los organismos público-privados de alcance municipal, es subestimado. Los resultados requieren un previo conocimiento de las zonas y de facilitadores, que conozcan ampliamente la aplicación de instrumentos y los programas a evaluar. Con los recursos necesarios, los resultados pueden ser valiosas aportaciones para el desarrollo del sector rural, sector de suma importancia para el desarrollo del país.

La participación de la sociedad en la planeación del desarrollo en México, adquiere cada día más importancia, en buena medida en la organización y la preocupación de instituciones gubernamentales, por incluir el conocimiento y las propuestas de la sociedad.

Estas condiciones no regulan todos los elementos importantes para el éxito de las acciones de conservación como: la difusión, seguimiento y evaluación participativa para su mejora, así como el tener como condición principal la necesidad de implementar acciones de restauración, conservación y protección de suelo y agua y no el tipo de organización y/o tenencia de la tierra (SAGARPA, 2009).

El suelo y agua de zonas áridas y semiáridas, poseen una baja resiliencia en relación a la recuperación de condiciones y elementos importantes para que sean de calidad y se encuentren disponibles en cantidad para proveer SE. Éstas pérdidas se deben a factores naturales y generados por el humano. La mayoría de los elementos evaluados en este

estudio, presentan cantidades y calificaciones suficientes para situar a menudo al suelo y agua, al límite y en los valores propuestos como umbrales de degradación.

Por ejemplo, los bajos niveles de materia orgánica deben considerarse como un factor clave para la conservación del suelo y para el mantenimiento de las condiciones de cultivo sobretodo en modelos de gestión que basen su fertilidad en la reserva orgánica del suelo. Por este motivo las acciones de restauración y conservación de suelo y agua, deberían mantener y aumentar su calidad y disponibilidad.

Esto será posible cuando los programas que ofrecen recursos y capacitación para llevarlas a cabo, sean modificados para que estén al acceso de todos los propietarios de los terrenos, sobre todo los más degradados, y que el requisito más importante para participar en estos programas, sea el de tener predios con degradación, no solo visible si no potencial para prever pérdidas de la calidad y disponibilidad de suelo y agua para la provisión de SE.

Los ejes que se proponen para fortalecer las acciones que combatan la desertificación de zonas socio-ambientalmente degradadas como la microcuenca de Juan Grande, son los siguientes:

- Consolidar la coordinación intersectorial: para que en este esfuerzo se unan las instituciones de investigación, de gobierno, financieras, educativas, organizaciones sociales, asociaciones silvícolas, ganaderas y a los productores propietarios de los recursos naturales.
- Fortalecer la Agenda de Transversalidad a nivel estatal y municipal: para que en conjunto y con los pobladores de las zonas rurales, se cumplan las metas y objetivos de cada acción propuesta y que los recursos aplicados tengan excelentes resultados.
- Incrementar la coordinación y la sinergia en el quehacer de las dependencias y los pobladores rurales: para que la planeación de acciones agroambientales, sean participativas e incluyentes. Así, el que maneja los recursos, el que toma

decisiones y el propietarios de los terrenos que bien conoce todos sus recursos, planifiquen eficazmente y manera efectiva acciones para combatir la desertificación.

- Valorar los costos ambientales en las políticas públicas: para que los recursos etiquetados no se apliquen en vano y erradicar la corrupción.
- Reforzar la participación ciudadana en la evaluación de los compromisos consensuados y acciones propuestas en el sector agroambiental: para que las metas del gobierno, del prestador de servicios profesionales, del técnico, del operador de programas gubernamentales y el productor usuario de estos programas, se cumplan en tiempo y forma.
- Fortalecer la investigación socio-ambiental: por ser estudios complejos, necesitan recursos físicos, humanos y económicos, que fructifican en resultados que dan origen a propuestas validadas científicamente y por la sociedad misma, que son importantes para la mejora de los recursos naturales y la mejora social que vive de estos recursos.

Finalmente, este estudio genera nuevas propuestas de trabajo, como la valoración de los SE de la microcuenca, que generaría metodologías valiosas para otros estudios y oportunidades sociales y económicas que apuntan a incrementar el valor de los ecosistemas naturales para sus propietarios, las ciudades, zonas conurbadas y el gobierno mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, A. y Forsythe, W. 2005. Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 29 (1): 85-94.
2. Arrouays, D., Deslais, W. Daroussin, J., Balesdent, J., Gaillard, J., Dupoucy, J.L., Nys, C., Bateau. 1999. Stocks de carbone dans les sols de France: quelles estimations? *C.R. AcadAgric. Fr* 85. 278-292.
3. Aubel, J. 2000. Manual de Evaluación Participativa del Programa. Involucrando a los participantes de programa en el proceso de evaluación. Edición No. 2. Catholic Relief Services y Child Survival Technical Support. 95 p.
4. Avelar, F., Ramírez, M., Martínez, M., Guerrero, A., Jaramillo, F. y Reyes, J. 2011. Calidad del agua en el estado de Aguascalientes y sus efectos en la salud de la población. *Retos de la investigación del Agua en México*. Pp.: 317-328.
5. Balvanera, P. y Cotler, H. 2007. Acercamiento al Estudio de los Servicios Ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* No. Especial 84-85. P. 8-15.
6. Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47: 151-163.
7. Betancourt, P. y Pulido, P. 2006. Actitud de los Agricultores sobre el manejo y la Conservación de los Recursos Naturales del Estado Lara, Venezuela. *Revista Bioagro* 18 (3). P: 155–161.
8. Brammer, H. 2000. Ploughpans and tillage problems. Brammer, H In: *Agroecological aspects of agricultural research in Bangladesh*. p.151-158. Dhaka: UPL.
9. Brechelt, A. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación de Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Manual. Chile. 28 p.
10. Brugger, S. 2013. Cambio de actividad económica y degradación ambiental. Un estudio histórico de los problemas ecológicos de la Ciénega de Chapala, Michoacán. *Revista electrónica de ciencias sociales* Vol. 4 No. 13. 37 p.
11. Bunge, V. 2010. Disponibilidad Natural de Agua en las Cuencas de México. *Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. SEMARNAT, INE y Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 231 p.
12. Byers, B. 2000. Understanding and influencing behavior: a Guide. *Biodiversity Support Program*. USA, Washington D. C. Pages: P. 1-72.

13. Cabrera, D.; García, A.; Acero, R.; Castaldo, A.; Perea, J.; Martos, J. 2004. Metodología para la Caracterización y Tipificación de Sistemas Ganaderos. Revista Producción Animal y Gestión Vol. 1. No. 1. 9 p.
14. Carter, M.R., Gregorich, E.G., Anderson, D.W., Doran, J.W., Janzen, H.H. y Pierce, F.J. 1997. Concepts of soil quality and their significance. En Soil quality for crop production and ecosystem health (eds. Gregorich, E.G. y Carter, M.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands.
15. Cassanoves, F., Pla, L. y Di Rienzo, J. 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba, Costa Rica. 105 p.
16. CONAFOR, 2013. Lineamientos de los programas CONAFOR del ejercicio 2013.
17. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2011. Informe de Evaluación Específica de Desempeño 2010-2011. Programas ProÁrbol – Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) de la Comisión Nacional Forestal. 28 p.
18. COUSSA El Llano. 2013. Proyecto para la operación de COUSSA 2013. 60 p.
19. Daily, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems, Island Press, Washington, D. C. 32 p.
20. Del Palacio, E., Martín, L., Alonso, I. 2012. El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012. Montes y Sociedad: Saber qué hacer. 5º Congreso Forestal Español. REF.: 5CFE01-392. 11 p.
21. DGI (Departamento General de Irrigación). 1999. Plan Hídrico para la provincia de Mendoza. Bases y Propuestas para el Consenso de una Política de Estado. Gobierno de Mendoza. Argentina. 24 p.
22. Díaz, B. 2005. Evaluación de la sostenibilidad del Manejo del Suelo Pardo con Carbonato (inceptisol) a través de indicadores de calidad del mismo. Centro Agrícola, 32 (2). P. 73-78.
23. Elliott, E. T. y Coleman, D. C. 1988. Let the soil work for us. Ecological Bulletins 39:23-32.
24. Escobar, J. 2008. El Desarrollo Sustentable en México (1980 - 2007). Revista digital Universitaria, 9 p.
25. Etchevers, J.; Acosta, M.; Monreal, C.; Quednow, K.; Jiménez, L. 2001. Los Stocks de Carbono en diferentes Compartimientos de la parte Aérea y Subterránea en Sistemas

- Forestales y Agrícolas de Laderas en México. Simposio Internacional: Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, Chile. P. 1-19.
26. FAO. 2000. Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂. WorldSoilResourcesReports88. Rome. 98 p.
 27. FAO/IIASA. 1999. World Agro-Ecological Zoning. FAO, Rome. 232 p.
 28. Fernández, A. y du Montier, C. 2005. Evaluación de la Condición del Agua para Consumo Humano en Latinoamérica. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, Argentina. P. 17-32.
 29. Ferrer, E. 2001. Conservación ambiental, alternativa para el futuro. Fondo Editorial .Ecosmos. Barquisimeto. 144 p.
 30. Franco, J. 2008. Economía y Agroerosión en el sur de España. Revista Latinoamericana de Economía Problemas del Desarrollo, Vol. 39 No. 154. P. 137-156.
 31. García, C.; Hernández, J.; Romero, E.; Álvarez, A.; Krasilnikov, V. 2002. La importancia del suelo para la sostenibilidad de los sistemas agroforestales cafetaleros en la Sierra Sur de Oaxaca, México. Congreso Científico 13. La Habana (Cuba). P. 152.
 32. Gelfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación / Frans Geifus – San José, C.R.: IICA. 217 p.
 33. Gleick, P. 2002. The World's Water 2000-2001, the Biennial Report of Freshwater Resources. Island Press. Covelo, California. 315 p.
 34. Guzmán, S. y Palacios, M. 2009. Instrumentos de política para la gestión de servicios ecosistémicos en agroecosistemas cebolleros de la cuenca del río Otún, Colombia. P. 51-58.
 35. Hernández, L.; Munive, A.; Sandoval, E.; Martínez, D.; Villegas, M. 2013 Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol. 4 No. 3 Texcoco abril/mayo 2013.
 36. Houghton, R.A. 1995. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850, In: (eds). Soils and Global Change. Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. CRC & Lewis Publishers, Boca Raton, FL. P. 45-65.
 37. INRENA, 1995. Inventario y Evaluación de Recursos Naturales de las Provincias de Huancabamba y Morropon Departamento de Piura. Instituto Nacional de Recursos

- Naturales de Perú, Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. P. 209.
38. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Guía para la Interpretación de la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación. México. 80 p..
 39. IPCC. 2000. Land use, land-use change, and forestry special report. Cambridge University Press.377 p.
 40. Jaimes., E.; Mendoza, J.; Pineda, N.; Ramos, Y. 2007. Sistematización de procesos para el análisis del deterioro Agroecológico y Ambiental en Cuencas Hidrográficas. *Interciencia* Vol. 32, No. 007. P: 436-443
 41. Jenkinson, D.S. 1988. Soil organic matter and its dynamics. *In*: Wild, A. (Ed.). *Russel's soil conditions and plant growth*. 11th ed. Longman. New York, USA. p. 564-607.
 42. Jiménez, B. y Galizia, J. 2012. Diagnóstico de Agua en las Américas. Capítulo: Los recursos hídricos en México: situación y perspectivas. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Pp; 309-354.
 43. León, G. 2005. La cuenca del río Orinoco. Visión hidrográfica y balance hídrico. *Revistageográficavenezolana*, Vol. 46, Nº 1, 2005. P. 75-108
 44. Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 140. P. 1-55.
 45. Loveland, P. y Webb, J. (2003). Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil&TillageResearch* 70, 1-18.
 46. Meraz, J.; Rosas, W.; Galarza, J.; Barba, L.; Díaz, V. 2007. Estudio Regional Forestal. Unidad de Manejo Forestal: Asociación Regional de Silvicultores del Oriente de Aguascalientes. CONAFOR. 178 p.
 47. Metzger, M. 2010. Vulnerability of Ecosystem Services yo Land Use Change. *Agriculture Ecosystems and Environment*. Vol. 114, No. 1. P. 69-85.
 48. Middleton, N., Thomas, D. 1997. World atlas of desertification (second edition). UNEP. 182 p.
 49. Millennium Ecosystem Assessment (MEA) For Assir National Park. 2010. Saudi Arabian.
 50. Mooney, H. y Ehrlich, P. 1987. Ecosystem Services: a fragmentary history. En: G. C. Daily (ed). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D C. Pp: 11-22.

51. Morán, M. 2006. Uso de Principios, Criterios Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales, No. 32. 32 p.
52. Moreno, J. 2006. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Boletín CF+S 38/39 Arquitectura del Siglo XXI: más allá de Kioto.
53. Moreno, L. 1993. Guía del Aprendizaje Participativo. Orientación para Estudiantes y Maestros. Editorial Trillas. México. Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology 140. P. 1-55.
54. Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. 1991. (2d ed.) World map of the status of humaninduced soil degradation: an explanatory note. UnitedNationEnvironmentProgramme, Nairobi. 3 p.
55. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Francia. 83 p.
56. Ortega, R. y Rodríguez, I. 1994. Manual de Gestión del Medio Ambiente. Fundación MAPFRE. 132 p.
57. Osuna C., E.S. y F. Esquivel V. 1996. Cobertura vegetal y erosión del suelo en Aguascalientes. Agricultura Técnica en México 22(2): 127-144.
58. Osuna, E.; Padilla, J.; Martínez, M.; Martínez E.; Acosta, J. 2007. Fórmulas integrales para el cultivo de frijol de temporal en el altiplano de México. INIFAP folleto científico No. 1 Noviembre de 2007. 23 p.
59. Porta, J. 2003. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. 3ra. ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 929 p.
60. Presidencia de la Generalitat Valencian (PGV). 2005. Simposio internacional sobre el Cambio Climático, desde la ciencia a la sociedad. Presidencia de la Generalitat Fundación (ed.) Premios Rey Jaime I. P. 5-135.
61. Quétier, F... 2007. Servicios Ecosistémicos y Actores Sociales. Aspectos Conceptuales y Metodológicos para un Estudio Interdisciplinario. Gaceta Ecológica No. Especial 85-86. P. 17-26.
62. Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.4, Número 2 Universidad Autónoma Indígena de México Mochichahui, El Fuerte, Sinaloa. P. 165-181.
63. Ramírez, H. 2008. Tesis: Evaluación Participativa de la Degradación del Suelo. Universidad Autónoma de Chapingo. P. 191.

64. Robert, M., Stengel, P. 1999. Sols et agriculture: ressource en sol, qualité et processus de dégradation. *Cahiers Agricultures* 8 (4). P. 301-308.
65. Rogers, E. 1993. Diffusion of Innovations. 3rd edition. Free Press. New York. Ferrer, E. 1992. Cuencas. Aproximación al análisis de los sistemas hidrográficos. Fondo Editorial. Ecosmos. Barquisimeto. 96 p.
66. SAGARPA, 2009. Lineamientos para la operación del programa de Conservación y Uso Sustentable de los Recursos Naturales 2009.
67. SAGARPA. 2012. Evaluación de Consistencia y Resultados 2011-2012. Determinación de los Coeficientes de Agostadero. 60 p.
68. Salomón, M. 2007. Estimación del Balance Hídrico mediante la aplicación del Modelo ISAREG en el Canal Segundo Vistalba, Luján de Cuyo, Mendoza (Argentina). Publicaciones ASIC Primera Zona Río Mendoza.
69. Sánchez, I.; Ocampo, F.; Sánchez, M.; Martínez, T. 2010. Técnicas Agroecológicas para la Conservación de Suelos y Agua en la Agricultura Campesina. Los Casos de Vicente Guerrero y La Reforma, Tlaxcala. Agua 18 y 19 de marzo. 48 p.
70. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2009. Localidades de alta y muy alta marginación con una población hasta de 14,999 habitantes, ubicadas en municipios de marginación media, baja y muy baja. Dirección General de Opciones Productivas. México. 253 p.
71. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana 2000. Diario Oficial. 81 p.
72. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1997. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 147 p.
73. Taylor, I.; Corzo, A.; Muñoz, G.; López, L. 2007. Servicios Ambientales de una Palma Endémica: Su importancia para la población Rural. *Gaceta Ecológica*, julio-diciembre, No. 84-85. P. 75-84.
74. Tisdall, J. M. and Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.* 33: 141-163.
75. Torres, J. y Guevara, A. 2002. El Potencial de México para la Producción de Servicios Ambientales: Captura de Carbono y Desempeño Hidráulico. *Gaceta Ecológica*, abril-junio No. 063. P. 40-59.

76. Trumbmore, S.E., Davidson, E.A., Barbosa de Camargo, P., Nepstad, D.D., Martinelli, L.A. 1995. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* 9. P. 515-528.
77. V., Belkacem, S. 1999 Stocks de carbone dans les sols de France. C.R. AcadAgric. P. 85. 278-292.
78. Velázquez, f.; Mas, J.; Díaz, J.; Mayorga, R.; Alcántara, P.; Castro, R.; Fernández, T.; Bocco, G.; Excurra, E.; Palacio, J. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Dialnet No. 62 año 2002. Pp.; 21-37.
79. Walter, V.; Kumar, A.; Naeem, S.; Agardy, T.; Neville J.; Ash, H.; Cooper, D.; Diaz, S.; Faith, D.; Mace, G.; McNeely, J.; Harold, A.; Mooney, A.; Yeboah, O.; Pereira, H.; Polasky, S.; Prip, C.; Samper, C.; Schei, P.; Scholes, R.; Schutysse, F.; Jaarsveld, A. 2002. Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington, D. C.

Citas de internet

80. Barbero, N., Rössler, C. y Canziani, P. 2008. Cambio climático y viticultura: variabilidad climática presente y futura y aptitud vitícola en 3 localidades de la Patagonia. Revista Enología N°2 2008. (http://blog.uca.edu.ar/uca/common/grupo72/files/CC_Vid_patagonia.pdf)
81. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2008. *El agua en México*, Subdirección General de Programación, CONAGUA, México. (www.emetec-infraestructura.com/Site/AguaenMexico.pdf).
82. Durand, D. 2005. Balance Hídrico. HYPERGEO Naturaleza/Sociedad, Enciclopedia Electrónica (<http://www.hypergeo.eu/spip.php?article300#>)

ANÉXOS

Anexo A. Materiales utilizados en las metodologías del estudio.

Anexo B. Carta descriptiva del taller de Evaluación Participativa (guión).

Anexo C. Formato de Evaluación Participativa de la Degradación por Erosión



Anexo A. Materiales utilizados en las metodologías del estudio.

- Pala carbonera de acero (2 mm espesor, 100 cm de largo, 24 x 38 cm de cuchara.) con mango de metal.
- Picotas punta y rama con mango acero forjado.
- Pocera de acero.
- Flexómetro 5 m.
- Geoposicionador (GPS) Garmin® Etrex H.
- Cámara fotográfica digital
- Cartografía (INEGI series IV y V, Universidad Autónoma de Aguascalientes)
- Clinómetro
- Bolsas de plástico (1 kg)
- Plumón de aceite
- Botellas de plástico (500 ml)
- Etiquetas adheribles
- Tablas de madera para sujetar y apoyar hojas
- Rotafolio y hojas para rotafolio
- Cinta adhesiva
- Plumones de colores
- Hojas
- Material impreso para la toma de datos
- Proyector
- Computadora portátil
- Datos vectoriales de: Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Anexo B. Carta descriptiva del taller de Evaluación Participativa (guión).

Objetivo: Dar a conocer los diferentes programas institucionales dirigidos a la conservación de suelos y agua, así como algunas de las obras que se han ejecutado en la microcuenca Juan Grande, para que sean evaluados de manera participativa por los productores del lugar de estudio.

Horas del taller: 4 horas

Materiales necesarios: Laptop, papeles bond, hojas de máquina, tarjetas de cartoncillo, folders, cinta adhesiva, seguritos, plumones de colores, instrumentos de evaluación y cafetería.

Responsables: María Alejandra Vivero Dueñas y Dr. Jesús Meraz Jiménez

Equipo de apoyo: Jorge Alejandro González Torres y Juan José Romo

Hora	Etapa	Actividades	Metas
	Presentación del taller	Presentación del taller, objetivos y programa de actividades	Objetivos y programa conocidos por todos los asistentes
	Presentación entre asistentes	Dinámica de presentación del compañero, su nombre y alguna información extra para conocerlo y darlo a conocer al grupo	Que se sienta un ambiente agradable de trabajo donde se conviva adecuadamente
	Retroalimentación	Preguntar la experiencia de esta dinámica	Conocer el impacto de la dinámica en la convivencia entre los asistentes
	Presentación de obras de suelos y agua	Presentar en powerpoint, los tipos de obras de restauración, protección y conservación de suelo, así como las obras de captación de agua, que se realizan en la microcuenca Juan Grande	Que los asistentes conozcan el tipo de obras ejecutables en la región y las condiciones en las que se pueden y/o deben realizar
	Dinámica: Planeación participativa (formato A)	El trabajo será en mesas de trabajo tratando de agrupar personas de la misma comunidad. Se realizará un plano del predio donde se trabajará o trabajó obras de suelos y agua para proyectar obras en el mismo.	Conocer si el terreno con posibilidades de trabajar con obras de suelos y agua, tiene las condiciones adecuadas para la ejecución de las mismas
	Retroalimentación	Analizar la experiencia de la dinámica	Conocer el impacto de la dinámica en la convivencia entre los asistentes

	Dinámica: Conocimiento de los programas de suelo agua	Aplicar el formato B donde se evaluará en tres opciones, que tan conocidos son los programas de restauración, conservación y protección de suelo y agua	Dimensionar cuantos programas gubernamentales para el rubro en cuestión se conocen e identificar causas de conocimiento y desconocimiento.
	Proyección: Programas de RN	Exponer a grandes rasgos las características de cada programa anteriormente expuesto en los formatos de evaluación	Que los asistentes conozcan e identifiquen a donde se pueden gestionar las obras de suelo y agua
	Dinámica: Gestión de RN	Las mesas de trabajo, analizarán en qué lugar podrían solicitar apoyo para la proyección de la dinámica anterior, considerando los requisitos de acceso	Que los asistentes identifiquen las posibilidades y obstáculos para gestionar recursos para la conservación de suelo y agua
	Evaluación de la funcionalidad de los programas	Aplicar el formato C para que, en función de 4 elementos importantes, el productor evalúe la funcionalidad de cada programa	Evaluación de los programas para la conservación suelo agua
	Retroalimentación	Analizar de manera participativa la parte del la gestión de RN y funcionalidad de los programas	Hacer conclusiones breves y aclarar dudas
	Cierre	Retroalimentación, conclusiones y agradecimientos	Presentar algunas conclusiones; que los asistentes expongan su experiencia del taller, agradecerles su asistencia y colaboración

Anexo C. Formato de Evaluación Participativa de la Degradación por Erosión.

IDENTIFICACION DEL SITIO Y RESPUESTA SOCIAL						FECHA:				
Estado:			Municipio:			Comunidad:				
Nombre del sitio:						Distancia a la comunidad:				
0 a 2 Km.	5	2 a 4 Km.	4	4 a 6 Km.	3	6 a 10 km.	2	Más de 10 km	1	
Latitud:		Longitud:		Altitud:		Jomaleros potenciales:				
0 jomaleros		1	1 a 5 jomaleros		2	6 a 10 jomaleros		3	Más de 11 jomaleros	4
Transecto:						No. de sitio:		Lado:		

SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION:									
Características del Terreno:									
Pie de Monte	4	Bajada Superior	3	Bajada Inferior	2	Bajada/playa			1
Pendiente del terreno:									
(6-25 %)	1	(2-6 %)	2	(1-2 %)	3	(0-1 % ⁷)			4
Cobertura Vegetal:									
Vegetación Nula Sin Horizonte orgánico	Sin horizonte orgánico, raíces expuestas de arbustivas dispersas, sin estrato herbáceo, afloramientos rocosos		Horizonte orgánico evidente con presencia de pastos no abundantes o solo rodeando arbustos, evidencia de pedregosidad		Horizonte orgánico presente, estrato arbustivo continuo, áreas dispersas con herbáceas y pastos		Presencia abundante de pastos, hierbas y arbustos.		
1	2		3		4		5		
Relación Suelo desnudo (SD): Cobertura Vegetal (CV)									

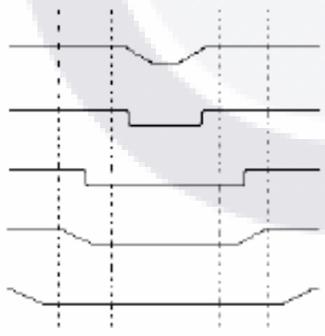
⁷ Rango de pendiente del terreno

	Mediciones									SUMA
CV ⁸										
CV										
CV										
CV										
CV										
CV										
CV										
CV										
CV										
CV										
									SUMA TOTAL	
									X 2 = % COBERTURA VEGETAL	
1-5 %	1	5-10 %	2	10-25 %	3	25-50 %	4	50-100%	5	

PRESION GANADERA:										
Número y caracterización de veredas de ganado doméstico									Uso	
No. vereda	Profundidad (cm.)		Ancho (m)		Profundidad de suelo desprendido (cm.)		Actual	Antiguo		
0 a 2	4	3 a 4	3	5 a 6	2	> 6	1			
Ubicación del aguaje más próximo:										
Nombre:						Distancia (km.):				
0-2 km.	1	2-4 km.	2	4-6 km.	3	6-10 km.	4	Mas de 10 km.	5	
Superficie total del predio				Inventario ganadero (carga animal):						
Especie	Clasificación								Cabezas	U. A.
Bovinos	Vacas			Vaquillas		Sementales		Crias/año		
Equinos	Yeguas		Potras		Caballos		potros	Burras	Burros	
Caprinos	Cabras			Triponas		Sementales		Crias/año		
CA ⁹		CAR ¹⁰		CA < CAR	1	CA = CAR	2	CA > CAR	3	Suma
Infraestructura para el manejo de ganado:										
Suficiente			2	Insuficiente					1	

⁸ Metros de intersección de la planta sobre la línea.
⁹ Coeficiente de agostadero en Hectáreas determinado por COTECOCA (1979)
¹⁰ Coeficiente de agostadero en Hectáreas real o actual. Se calcula dividiendo la superficie total del predio sobre el total de unidades animal

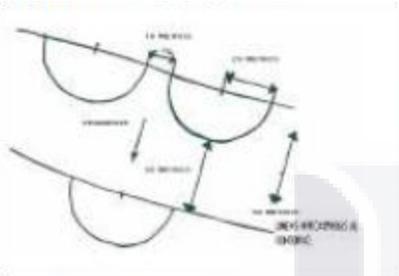
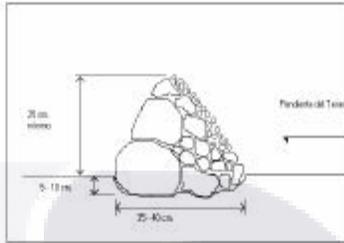
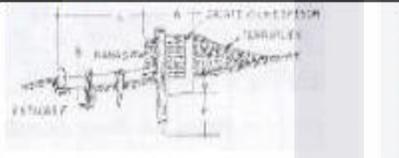
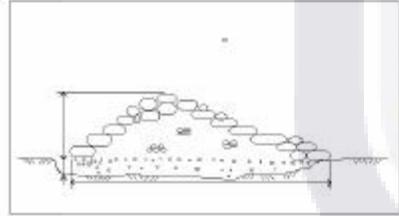
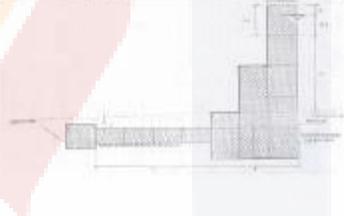
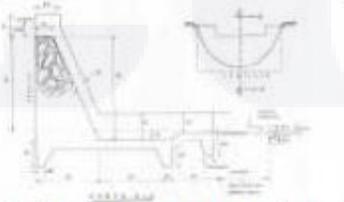
Infraestructura para el manejo de agostaderos:					
Número de potreros		Número de agujajes			
Estado general de la infraestructura:					
Bueno	3	Regular	2	Malo	1

POTENCIAL DE RECUPERACION							
Forma de erosión hídrica							
	Erosión por salpicamiento			5			
	Erosión por canales			4			
	Erosión por cárcavas			3			
	Erosión en pedestales			2			
	Erosión en pináculos			1			
Sistemas erosivos presentes:							
<i>Figura</i>	<i>Nombre</i>	<i>Ancho</i>	<i>Talud</i>	<i>No.</i>			
	Canalillo	Menos de 1 metro	Suave				
	Canal	Menos de un metro	Pared				
	Cárcava	Más de un metro	Pared				
	Arroyuelo	Entre 1 y 2 metros	Suave				
	Arroyo	Más de 2 metros	Suave				
	Camino						
			Suma Total				
0 a 2	4	3 a 4	3	5 a 6	2	Mas de 6	1
Oportunidad de riego:							
Por captación In-situ	3	Por agua derivada	2	Riego artificial	1		

Superficie (Has): _____	Distancia (KM): _____	Superficie (Ha): _____	Distancia: _____ Superficie: _____
Capacidad de revegetación:			
Natural	2	Artificial	1
¿Qué plantas se observan?		¿Qué plantas había antes aquí?	



CAPACIDAD DE MANEJO																		
Caracterización de sistemas erosivos presentes:																		
No. de sistema erosivo	Longitud total (m)		Ancho Medio (m)		Profundidad media (m)			Pendiente (%)		Cobertura Vegetal al interior del sistema erosivo:								
	< 2 Has	2 a 5 Has	> 5 Has	< 1m	1 a 5 m	> 5 m				1	2	3	4	5				
										Vegetación Nula Sin Horizonte orgánico	Sin horizonte orgánico, raíces expuestas de arbustivas dispersas, sin estrato herbáceo, afloramientos rocosos	Horizonte orgánico evidente con presencia de pastos no abundantes o solo rodeando arbustos, evidencia de pedregosidad	Horizonte orgánico presente, estrato arbustivo continuo, áreas dispersas con herbáceas y pastos	Presencia abundante de pastos, hierbas y arbustos.				
										Grado de erosión al interior del sistema erosivo2:								
										Nula	Normal	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa			
										No existente	Hasta 25 % de A	Hasta 50 % de A	Hasta 100 % de A	Hasta 50 % de B	Hasta 100% de B			
										3	2	1	6	5	4	3	2	1

Tipo de Obra a realizar					
Captación de agua y suelo					
	Bordos semicirculares de tierra	2		Bordos de piedra al contomo	1
Control de cárcavas					
	Presas de ramas	6		Presas de morillos	3
	Presas de piedra acomodada	5		Presas de gaviones	2
	Presas de malla de alambre	4		Presas de mampostería	1
Construcción de áreas de exclusión		1	Resiembra con pastos nativos		1