

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Facultad de Ciencias Naturales

Facultad de Ingeniería

Facultad de Psicología

Facultad de Filosofía

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Facultad de Química

PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO “CREACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN CUENCAS”.

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

PRESENTA:

SANDRA ELIZABETH MONTAÑO CAMPOS

DIRIGIDA POR:

M.C. DIANA ELISA BUSTOS CONTRERAS

CO-DIRIGIDA POR:

DR. RAÚL FRANCISCO PINEDA LÓPEZ

Campus Aeropuerto
Santiago de Querétaro, Querétaro

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Facultad de Ciencias Naturales
Facultad de Ingeniería
Facultad de Psicología
Facultad de Filosofía
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Facultad de Química

PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO "CREACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN CUENCAS".

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

PRESENTA:

SANDRA ELIZABETH MONTAÑO CAMPOS

DIRIGIDA POR:

M.C. DIANA ELISA BUSTOS CONTRERAS

SINODALES


M.C. Diana Elisa Bustos Contreras
Presidente

Dr. Raúl Francisco Pineda López
Secretario

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza
Vocal

Dr. Alfonso Gutiérrez López
Suplente

M. en GIC. Genaro García Guzmán
Suplente

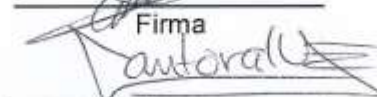

Dr. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Dir. Facultad de Ciencias Naturales



Firma

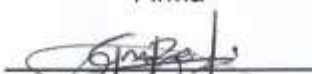


Firma

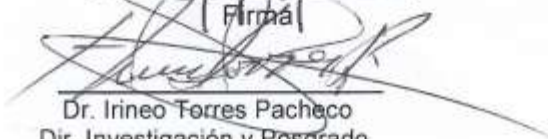


Firma

Firma



Firma


Dr. Irineo Torres Pacheco
Dir. Investigación y Posgrado

Campus UAQ-Aeropuerto
Santiago de Querétaro, Qro.
Noviembre de 2012
MEXICO

ABSTRACT

The project "Establishment of Regional Training Center in Watersheds" (CRCC) is established in La Joya watershed in the municipality of Querétaro where, from 2010 implements conservation activities (soil, water and biodiversity) and production (agriculture and forestry) aimed at the recovery of the watershed, from the sustainable use of natural resources and the promotion of community development. The CRCC project requires the monitoring and evaluation of their actions to direct their efforts to achieve the fulfillment of their goals. Therefore this research arises, in order to acquire the character adaptive management. This was developed using a set of indicators as a tool Scheme Assessment Framework Systems Natural Resources Management (MESMIS) that allows evaluating a project from the social, economic and ecological processes that live in the watershed to order to achieve sustainable development. In order to start the monitoring, we chose an experimental unit which significantly concentrate the efforts of the Task Force of the project with the residents of the watershed in conservation of water, soil and biodiversity, as well as in the proof of thereof. The result of this exercise was to establish the socio-environmental indicators have baseline information for monitoring, and from those select few practices that developed during the period that included this study. The proposal consists of 23 socio-environmental indicators which tested four social and four environmental, concluding that participation is a nonlinear process that depends on each individual situation, and the recovery of the watershed, is presented as a process of medium and long term, however, the need to work more with environmental education approaches to generate ownership from conception of the inhabitants of the territory.

Keywords: watershed management, community development, sustainability assessment, adaptive management, alternative systems.

RESUMEN

El proyecto de “Creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas” (CRCC) se establece en la microcuenca La Joya en el municipio de Querétaro donde, a partir del año 2010 implementa actividades de conservación (de suelo, agua y biodiversidad) y producción (agropecuaria y forestal) tendientes a la recuperación de la microcuenca, a partir del uso sustentable de los recursos naturales y la promoción del desarrollo comunitario. El proyecto CRCC requiere del monitoreo y evaluación de sus acciones para orientar sus esfuerzos a fin de lograr el cumplimiento de sus metas. Por tal motivo surge la presente investigación, con la finalidad de que el manejo adquiera un carácter adaptativo. Para ello se desarrolló una propuesta de indicadores utilizando como herramienta el esquema de Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS) que permite evaluar un proyecto desde las dimensiones sociales, económicas y ecológicas de los procesos que se viven en la microcuenca a fin de lograr un desarrollo sustentable. Con la finalidad de iniciar el monitoreo, se eligió una unidad experimental donde se concentran de manera importante los esfuerzos del grupo operativo del proyecto con los habitantes de la microcuenca en actividades de conservación de agua, suelo y biodiversidad, así como en la demostración de las mismas. El resultado de este ejercicio fue establecer los indicadores socioambientales que cuentan con la información de base para su monitoreo, y a la par seleccionar aquellos provenientes de las prácticas que se desarrollaron durante el periodo que comprendió este estudio. La propuesta consta de 22 indicadores socioambientales de los cuales se probaron cuatro sociales y cuatro ambientales, concluyendo que la participación es un proceso no lineal, que depende de cada situación en particular; y la recuperación de la microcuenca, se presenta como un proceso a mediano y largo plazo; sin embargo, surge la necesidad de trabajar más con los enfoques de educación ambiental a fin de generar apropiación desde la concepción del territorio de los habitantes.

Palabras clave: manejo de cuenca, desarrollo comunitario, evaluación de sustentabilidad, manejo adaptativo, sistema alternativo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer el apoyo incondicional de todos quienes contribuyeron a la construcción de esta tesis. El orden en que los menciono no se refiere al grado de importancia de sus aportes, y si no menciono a todos, que me disculpen, pero sepan que con sus palabras, emociones transmitidas y su diversidad de pensamientos y acciones, pude elaborar este trabajo.

Agradezco a los profesores que construyen a partir de su quehacer diario y emanan a sus alumnos su creatividad, su experiencia y su afectividad. A mis colegas por ser amigos, espero que la convivencia perdure a través del tiempo. A mi directora por creer en mí.

A muchos pobladores de la microcuenca, porque son un ejemplo de la lucha diaria que bien merece la vida y su territorio es realmente una Joya. Agradezco su tiempo dedicado a tareas que tenían que ver con la tesis porque sin ellos no sería ésta posible.

A los profesores y alumnos que me compartieron su tiempo tan valioso y cuyo aporte de ideas y trabajo conjunto me lleva a comprender mejor los fenómenos estudiados. A mi sínodo por sus críticas constructivas y su valioso tiempo invertido.

Gracias a los alumnos de la UAQ que colaboraron para este trabajo realizando su Verano de la Ciencia, otros a través de Servicio Social, o compañeros de clase que también son maestros, especialmente de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. A los compañeros de esta Maestría desde la generación 8va a la 12va por su apoyo en el trabajo de campo y/o asesoría.

A las chicas super chambeadoras que conforman el grupo operativo del proyecto CRCC por su tiempo, orientación y ejemplo de la energía del sexo femenino.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por ser casa de estudiantes brindando apoyo para culminar los proyectos de cada uno de nosotros. Especialmente al personal que conforma el Campus Aeropuerto quienes estuvieron mas atentos a nuestras necesidades.

Agradezco a CONACYT su importante apoyo sin el cual no sería posible la permanencia en el posgrado.

Contenido

ABSTRACT	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	8
MARCO CONCEPTUAL.....	9
La perspectiva de cuenca	9
El manejo integrado de cuencas	10
Evaluación de procesos y proyectos.....	13
Monitoreo en cuencas hidrográficas.....	16
La perspectiva del desarrollo sustentable	18
Evaluación de la sustentabilidad	20
Indicadores de sustentabilidad.....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
JUSTIFICACIÓN.....	27
OBJETIVO GENERAL.....	27
Objetivos específicos	28
ESQUEMA DE TRABAJO.....	28
ÁREA DE ESTUDIO	32
Ubicación geográfica.....	32
Hidrología.....	32
Clima y biodiversidad asociada	32
Componentes socioeconómicos.....	35
Manejo tradicional en la microcuenca La Joya	36
Censo agropecuario	38
Marco económico.....	39
Servicios e Infraestructura.....	41
Marco institucional.....	4
RESULTADOS.....	4
Análisis del Sistema Tradicional en la microcuenca La Joya.....	4
Contexto paisajístico: efectos.....	5
Contexto socioeconómico: causas	5

Análisis del proyecto Centro Regional de Capacitación en Cuencas	8
Actores involucrados	10
Diseño de la intervención	12
Diseño de matrices para evaluar el desempeño del proyecto CRCC	13
Análisis de alternativas.....	14
Revisión de indicadores	15
Revisión de indicadores socioambientales	15
Revisión de indicadores socioambientales	18
Revisión de indicadores socioambientales	18
Ejecución de indicadores	21
Características de la unidad experimental	21
Indicadores ambientales	24
Indicadores sociales.....	24
Nivel de participación	26
Estructura socioeconómica a nivel familiar	28
Revegetación con nopal.....	30
Porcentaje de sobrevivencia de nopales revegetados.....	30
Criterios de selección	30
Cercado del polígono de conservación.....	33
Riqueza de aves	35
Composición vegetal	41
Calidad ambiental de arroyos.....	45
Caudal hidrológico.....	46
Pérdida de suelo	70
Manejo de agostadero.....	78
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	82
LITERATURA CITADA	51
ANEXO 1.	59
ANEXO 2.	62
ANEXO 3	65

Dedicado a mi contexto:

Mi familia, mis amigos, mi escuela y mi comunidad.

*La transdisciplina ... es un instrumento para hacer realidad el sueño de
habitar poéticamente la Tierra.*

Alejandro Toledo 2006

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, surge de la necesidad de dar seguimiento al proceso de intervención a través de un en la microcuenca La Joya, denominado Centro Regional de Capacitación en Cuencas (CRCC), el cual se enmarca en el enfoque de conservación y restauración de la microcuenca, promoviendo el desarrollo comunitario basado en opciones productivas y el manejo alternativo de los recursos naturales, como una medida de paliar la problemática ambiental y socioeconómica que allí se vive. El proyecto se sitúa en tres comunidades rurales del municipio de Querétaro caracterizado por un intenso desarrollo urbano e industrial.

Para lograr la transformación de la microcuenca se requiere de vastos esfuerzos de gestión y manejo entre el sector académico, el rural e institucional.

El proyecto reconoce que el enfoque de cuenca incluye la trama de interacciones de los fenómenos sociales, económicos, ecológicos e institucionales (sistemas complejos), por lo tanto, el manejo de los recursos naturales debe ser experimental e involucrar el aprendizaje social (manejo adaptativo) haciendo participe a la comunidad para que se apropie del proceso de manejo y de gestión de su territorio.

La representación de estos procesos se puede descifrar en variables que hagan evidente el cambio, llamadas *indicadores*. Lo anterior lleva al objetivo central de esta investigación que es, seleccionar los indicadores socioambientales del proyecto Creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas.

MARCO CONCEPTUAL

La perspectiva de cuenca

Las cuencas hidrográficas proporcionan a la sociedad bienes y servicios, incluidos el suministro de agua limpia, contención de la erosión, fijación de carbono, conservación de la biodiversidad y mantenimiento de la belleza del paisaje (FAO, 2007). Su transformación y deterioro impacta en la cantidad, calidad y temporalidad del recurso agua; siendo uno de los principales limitantes del desarrollo humano ya que tanto la falta de agua, como el exceso de la misma son de las principales limitantes de las actividades productivas y de la calidad de vida (FGRA, 2010).

Entre las amenazas a las cuencas se incluye el cambio de uso de suelo de los bosques, alteración de cauces, contaminación, introducción de especies exóticas y sobre-explotación de recursos.

Entre los efectos principales se encuentra la reducción potencial del suministro de agua limpia; el azolve de presas y otros cuerpos de agua por lo tanto la reducción de la capacidad de almacenamiento, de la producción eléctrica o el aumento al riesgo de inundaciones; los cambios en la composición y abundancia de la vegetación nativa; la pérdida de hábitat para especies acuáticas, de aves migratorias y residentes, además de impactos negativos en la pesca comercial y de subsistencia (FAO, 2007).

Para resolver estos conflictos no basta con comprender los procesos ecológicos de una cuenca, uno de los desafíos de la ciencia es la de construir una realidad compartida, para lo que es sustancial el enfoque participativo, dado que allí surgen los espacios de comunicación, negociación y aprendizaje. Una vez que se comprende el sistema o concepto de cuenca entonces se puede llegar a su transformación (Cotler y Caire, 2009).

La cuenca es una zona de la superficie terrestre tal que, si fuera impermeable, todas las gotas de lluvia que caen sobre ella, tenderían a ser drenadas por un sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Dourojeanni, 1991), el flujo de agua se comporta de modo unidireccional por lo que cualquier proceso que ocurra en las partes altas, tendrá repercusiones en la parte baja.

Mantener los distintos procesos ecológicos de la cuenca permite que sus interrelaciones lleguen a reducir la vulnerabilidad ante fenómenos naturales, u otras externalidades que afecten a las poblaciones humanas. En una cuenca conservada, los procesos ecológicos permiten que se lleven a cabo los ciclos de nutrientes y del agua, hay calidad ambiental con capacidad de recargar de agua en el sistema, el agua y el suelo dan sustento a diversas especies de seres vivos que por un lado mantienen las condiciones climatológicas pero que también son parte importante del abasto para las poblaciones humanas al ser también ecosistemas y recursos naturales aprovechables (Cotler y Caire, 2009).

La cuenca es un sistema dinámico, interrelacionado, adaptativo y dependiente de su historia, entre otros atributos (Moreno y Renner 2007), el manejo de cuencas requiere de una comprensión del territorio como un socioecosistema complejo, donde se entienda el papel de los usuarios con sus recursos y el funcionamiento integrado con los servicios ambientales. En este sentido, la cuenca puede considerarse como la unidad natural de planeación más apropiada para impulsar el desarrollo sustentable en las distintas regiones (CEPAL, 1994) del mundo. De allí la importancia de planificar la conservación de cuencas con una visión integral.

El manejo integrado de cuencas

Cotler y Priego (2006) define el manejo integrado de cuencas como una estrategia colaborativa amplia para la resolución de problemas interrelacionados y, al respecto Maass (2012) reafirma esta definición cuando refiere que el manejo integrado, es la construcción conjunta para diseñar la intervención, donde se requieren recursos, organización y el trabajo transversal del científico con los tomadores de decisiones (Maass, 2012).

La construcción de los objetivos, se basa en los puntos de conciliación de los intereses que existen sobre la cuenca y que también surgen de la construcción de escenarios, donde se muestran los beneficios y desventajas a corto, mediano y largo plazo de tomar ciertas decisiones. Aún cuando la problemática se define de modo participativo, la intervención generalmente es de tipo técnica pues se requie-

re conocer la función de la cuenca y a partir de esto proponer medidas de control. Sin embargo, la gente debe saber qué problema se está atendiendo, es decir, el manejo debe ir acompañado de un proceso de comunicación efectiva, donde se dé a conocer la percepción de ambos lados (interventor y comunidad) y dialogar sobre ella.

Evaluar las acciones a través del monitoreo, es verificar que lo que se espera esté pasando (Maass, 2012).

Dentro de las experiencias del manejo de cuencas se documentan distintas etapas, una de ellas comienza con: a) lograr una conciencia colectiva a todos los niveles; b) tener dominio de los principales problemas ambientales sobre todo en la dimensión social; c) lograr que la comunidad se sienta parte importante de la problemática de su cuenca; d) desarrollar capacidades a nivel profesional y técnico medio y e) tener un especial cuidado con el deterioro de los recursos hídricos, de suelos y de la biodiversidad (González-Piedra, 2006).

Otra en cambio, comienza con la planificación, basada en conocer qué cantidad y distribución espacial de ecosistemas y especies se requieren específicamente para la sustentabilidad a largo plazo. Posteriormente, se sugiere el diseño de un plan de manejo adaptativo, el cual consiste en, a) identificar objetos de conservación y valores de los recursos, ya sean ecosistemas, comunidades y especies, cuyos atributos ecológicos clave son de tamaño, de composición y de contexto paisajístico; b) identificar presiones en la cuenca que impactan en los procesos ecológicos y las fuentes de estas presiones, por ejemplo, la fragmentación del hábitat, cambio del régimen hidrológico, erosión y sedimentación aceleradas, pérdida de hábitat y alteración en la composición de especies; y c) identificar las estrategias que aminoren la presión al sistema ya sean de tipo producción sustentable, de restauración para recuperar las funciones naturales y/o mejorar las instituciones legales, sociales y económicas (The Nature Conservancy 2000).

Finalmente para asegurar tanto la efectividad de las estrategias de conservación como la respuesta de los sistemas y procesos ecológicos, se requiere desarrollar un plan de monitoreo para obtener información sobre el estado de los objetos de conservación, el estado de las amenazas que los afecta, las condiciones y

tendencias de los atributos ecológicos clave y la efectividad de las acciones de conservación.

En síntesis, los componentes del manejo de cuencas son, la planeación, la implementación y la evaluación de acciones y medidas dirigidas al control de las externalidades negativas (Cotler 2007, Maass 2012), procesos que desarrollan diversos grupos de trabajo en manejo integrado de cuencas. Cada uno de estos componentes debe acompañarse de metodologías participativas, colectivas y comunicativas a todos los niveles interactuantes. De este modo se dará el aprendizaje de los actores con las acciones de intervención sobre el territorio y del control de las externalidades, fundamentado en información científica e implementado mediante una gestión participativa (Cotler y Caire, 2009).

En la búsqueda de ecosistemas saludables capaces de proveer bienes y servicios ambientales que mejoren la calidad de vida de los habitantes, se elige al manejo de cuencas hidrográficas como unidad territorial para dirigir las acciones al control de las externalidades negativas y tal como lo expresa Cotler (2007), esto puede obtenerse mediante el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales con fines productivos, la conservación de los ecosistemas y el control y prevención de los procesos de degradación ambiental. Es decir, se planea con la integración de componentes biofísicos y socioeconómicos que en conjunto tienden a lograr un desarrollo sustentable basado en el manejo adaptativo y una gestión participativa.

En México, los planes de manejo con enfoque de cuenca tienden a reducir los niveles de pobreza en las zonas marginadas, muchas veces sin atender la protección o rehabilitación de los ecosistemas como una necesidad fundamental, lo cual es importante considerar, puesto que el funcionamiento de los procesos ecológicos proveen de servicios a las poblaciones humanas (Cotler y Caire, 2009). Y ¿por qué es importante la participación?, porque al final buena parte del territorio es de propiedad comunal y/o ejidal, y constituye un bien común.

Atendiendo a la complejidad de la administración y distribución del agua como eje de desarrollo, se ha dado a conocer la importancia de la participación de los usuarios que en nuestro país recae principalmente en la población rural y cam-

pesina. ¿Cómo lograr la participación conjunta? En principio es necesario comprender que la construcción de la participación es un proceso mediante el cual la gente puede ganar más o menos grados de participación en el proceso de desarrollo. Geilfus (1997) la presenta como una escalera en el sentido de cómo es posible pasar gradualmente de una pasividad casi completa (ser beneficiario) al control de su propio proceso (ser actor del auto-desarrollo).

De acuerdo a Geilfus (2002), un trabajo de investigación participativa, incluye la toma de conciencia y un proceso de aprendizaje. El impacto se vería reflejado en la toma de decisiones derivadas del desarrollo de capacidades promovidas. Es decir, lo que determina realmente la participación de la gente, es el grado de decisión que tienen en el proceso. El éxito dependerá: del grado de organización de la gente misma, de que conozcan las implicaciones de la participación, de la flexibilidad de la institución y sus donantes y de la disponibilidad de los actores, empezando por los técnicos, quienes deben modificar actitudes y métodos de trabajo (Geilfus 1997).

Evaluación de procesos y proyectos

De acuerdo a evaluaciones de los planes de manejo a escala nacional, es más importante cuando se trata de cuencas, entender las causas y no los síntomas de los problemas (Davis 1993) para que entonces se puedan establecer indicadores de respuesta.

Como ya hemos mencionado, los indicadores tienen la finalidad de evaluación de procesos y de acuerdo con Cotler (2006) la divulgación de sus resultados aumenta la transparencia ante la población.

Si suponemos que los resultados de una evaluación son retomados por gerentes del proyecto, financiadores y personal de campo relacionados al mismo, entonces se pueden decidir estrategias para mejorar la implementación. Pero la mejoría en muchos de los casos se dará siempre y cuando responda a las demandas de la población objetivo. Una vez más cabría destacar la importancia de realizar monitoreo y evaluaciones comunitarias.

En el *Manual de evaluación participativa del programa*, Aubel (2000) presenta una metodología para evaluar el proceso de programas donde parte medular es el desarrollo de lecciones aprendidas que ayudan al personal del programa a mejorar la implementación del mismo, incluyendo a los interventores y a los beneficiarios y donde más que evaluar un resultado, se centra en analizar el proceso para llegar a él.

Dentro de los procesos de planeación para un manejo sustentable, que buscan retroalimentarse, Martínez y Arellano (2008) evaluaron la sustentabilidad del manejo en la microcuenca Lagunillas en Jalisco, con la metodología MESMIS y concluyeron que, es necesario que el modelo alternativo de uso del suelo y de aprovechamiento de los recursos naturales diseñado a partir de un Plan Rector, se readeque para constituirse en una estrategia de desarrollo realmente integradora y vinculatoria entre los diferentes elementos naturales, sociales, productivos y culturales de la microcuenca. Que para fortalecer los mecanismos de vinculación y colaboración interinstitucional, se requiere que el modelo de desarrollo sea reconocido como una estrategia que permita orientar los programas, proyectos, acciones y presupuestos; y así lograr una mayor eficiencia en los procesos de desarrollo. La integración, requiere de generar las capacidades necesarias entre los habitantes locales para operar el modelo, de establecer mecanismos de evaluación y monitoreo adecuado para lograr la sustentabilidad del manejo y comprometer a las diversas instituciones involucradas a apoyar dichos mecanismos. Consideran también, la necesidad de que las universidades y centros de investigación y/o enseñanza, retomen la función social de la investigación, la capacitación y la vinculación, ya que su papel es fundamental, para llevar a la práctica una estrategia que logre vincular los aspectos productivos, institucionales, sociales, económicos y ambientales a través de la gestión política, la inversión pública y/o privada, la asesoría técnica y el trabajo comunitario. Es decir, un proceso complejo y tangible en el largo plazo.

Con este antecedente, se observa que, la instrumentación de políticas públicas debe ir siempre acompañada de recursos humanos y económicos para la realización de seguimientos y evaluaciones constantes, con la finalidad de detec-

tar los aciertos y errores que pueden potencializar o limitar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Dentro de los proyectos que realizan restauración de cuencas, y/o actividades que promuevan el mejor uso del agua en México y que financia la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) se retoman aquellos con procesos de evaluación y monitoreo exitosos rendidos en su informe de actividades 2010.

Uno de ellos es el proyecto del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, etapa 2008-11) sobre La recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, que se basó en implementar sistemas de humedales y en evaluar la capacitación, seguimiento, apropiación y eficiencia de los mismos. Las variables que se midieron para conocer los cambios en el sistema fueron nivel de agua, contaminación por descargas y la caracterización para conocer los escenarios posibles integrando la extracción de biomasa que hacen los pescadores y simuladores hidrológicos. Por el resultado de estas y otras variables FGRA (2010) considera que esta cuenca es el único cuerpo de agua en el país cuyos indicadores revelan ya que transita hacia una recuperación plena.

Otro de ellos es el Grupo Balsas para estudio y manejo de ecosistemas A.C., que viene promoviendo desde el año 2008 el mejoramiento de las bases organizativas, el manejo social del conocimiento, la adquisición de habilidades y el desarrollo de relaciones institucionales, para alcanzar a mediano plazo comunidades autogestivas independientes con las bases conceptuales del manejo adaptativo e investigación-acción participativa (FGRA, 2010).

Por otro lado, existen ejemplos de evaluación de políticas públicas a través de elementos metodológicos de análisis; tal es el caso de Guevara (2003) quién se centra en los Programas de desarrollo regional sustentable (PRODERS) en el conjunto de comunidades beneficiarias. Él mismo delimita su investigación a la evaluación del desempeño del programa en el objetivo del proyecto: *eleva la calidad de vida* de la población; partió del diagnóstico comunitario y aplicó cuestionarios de ingresos y gastos. Podríamos decir que, este análisis es de orden social.

En un esfuerzo por conjuntar la evaluación de un proyecto o programa desde el nivel de la planeación, considerando que es la etapa fundamental para el

encauce de las actividades hacia una meta definida, el Marco Lógico es una herramienta metodológica recomendada para la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos de corte comunitarios a fin de que la información producto del seguimiento tenga un usuario final y sea divulgada. Para ello se centra en construir indicadores del seguimiento del proyecto en sus distintas etapas: de gestión y de efecto que denoten el costo y el valor del proyecto para conseguir sus productos y producir los cambios esperados (Noriega 2012).

Monitoreo en cuencas hidrográficas

Llevar un control o monitoreo de las acciones de manejo de la cuenca proporciona un enlace crítico en el ciclo de manejo adaptativo, generando información que servirá para ajustar las acciones (Bach *et al.* 2000) para la transformación óptima de la cuenca como sistema.

El monitoreo genera herramientas técnicas que brindan apoyo y soporte en la toma de decisiones sobre el manejo y mejor aprovechamiento de los recursos económicos, físicos y humanos de las cuencas (FIDAR, 2011).

Por lo tanto, algunas razones básicas para llevar a cabo el monitoreo son:

- Obtener información cuantitativa de la condición inicial de los componentes que constituyen la estructura y función de la cuenca y evaluar, en forma cuantitativa, las acciones de conservación o restauración establecidas en diversas porciones de la Microcuenca.
- Conocer el balance del flujo de entrada y salida de agua, nutrientes y, en la medida de lo posible, energía.
- Identificar las causas y efectos de los procesos de deterioro de los componentes de la Microcuenca a tiempo de desarrollar una efectiva mitigación.
- Generar modelos de manejo que se puedan perfeccionar conforme se generen datos por los procesos de monitoreo.

Un proceso de monitoreo transparente, regular y sistemático, ligado a un mecanismo de evaluación participativa del programa de manejo, es indispensable para detectar a tiempo la aparición de efectos no previstos (Kothari, 2000 En: Maas y Cotler 2006).

Las técnicas de monitoreo pueden establecerse según sea el plazo de tiempo. De este modo si es a largo plazo, se pueden emplear fuentes oficiales de información como los censos de población o mapas de uso de suelo, o bien, como recomiendan Mass y Cotler (2006) elaborar indicadores de campo aplicados por los mismos usuarios permitirá que la población vaya observando respuestas en un tiempo menor sobre la salud de su cuenca.

Algunos de estos indicadores pueden ser:

- Disminución en la pérdida de suelo medida a través de estacas.
- Evaluación de volumen de sedimentos en ríos.
- Índice de sobrevivencia de plántulas para reforestación.
- Diversidad de producción agrícola.
- Rendimiento de la tasa productiva.
- Disminución de la tasa de emigración.
- Porcentaje de insumos externos.
- Aumento en el compromiso local.
- Porcentaje de reuniones con participación activa.
- Aumento en la tasa de empleo en la localidad, entre otros.

Pero también es importante resaltar que los procesos ecológicos de una cuenca se presentan a distintas escalas espaciales y no sólo temporales. Por ello ha cobrado mayor importancia en los esquemas de manejo integrado de cuencas hidrográficas, identificar la escala óptima de análisis para entender mejor el funcionamiento de los ecosistemas, así como el monitoreo constante del impacto de su manejo (Maas, 2006).

El diseño del plan de monitoreo es un esfuerzo experimental llevado a cabo por investigadores científicos y no hay tecnologías universales para aplicar por la transformación óptima de un propio ecosistema. En este sentido, la investigación es necesaria y será original en el momento de descubrir qué y cómo supervisar. Sin embargo la aplicación del control de los recursos naturales es una cuestión de funcionamiento permanente, al igual que las visitas a los centros operativos y el mantenimiento de las instalaciones (Davis 1993).

En particular, establecer un sistema de monitoreo en sitios permanentes, permitirá generar recomendaciones para el adecuado manejo, conservación y recuperación de la cuenca. (Suzán y Maruri, 2000).

La perspectiva del desarrollo sustentable

El manejo y la gestión integrada de cuencas incluyen procesos que en la actualidad se han asociado al concepto de desarrollo sustentable (Dourojeanni 1991).

La sustentabilidad es un concepto multidimensional, dinámico y que parte de un sistema de valores sociales. Es decir, el concepto de sustentabilidad se define en la práctica y se aplica a determinado lugar geográfico y a una escala temporal dada. Sin embargo, en cualquiera que sea el caso, ésta debe constituirse a partir de procesos de transparencia, equidad y racionalidad en la toma de decisiones (WCED, 1987).

La definición inicialmente más aceptada ha sido la manifestada en el Informe de Brundtland, donde se define el desarrollo sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer las habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987). En ese contexto, surge la necesidad de proponer modelos de desarrollo alternativos conjuntando el modelo de desarrollo económico con el bienestar social y la conservación ambiental.

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, los recursos naturales están bajo el manejo de comunidades campesinas, quienes generalmente se asocian a sistemas degradados con bajo rendimiento productivo. Para que se mantengan las capacidades del sistema de proveer los recursos naturales aprovechables, se propone una serie de alternativas, por ejemplo, basar el manejo en agricultura sustentable (Masera *et al.* 1999).

La agricultura sustentable se refiere a una menor dependencia de insumos externos; seguridad y autosuficiencia alimentaria; procesos de autogestión y participación comunitaria; uso de recursos renovables locales; mantenimiento de la capacidad productiva; respeto a la diversidad cultural; impactos benignos sobre el

medio ambiente; uso de la experiencia y conocimiento locales; mejoramiento de la diversidad ecológica, y atención a mercados locales y externos (Redcliff 1995).

En el tema del manejo de los recursos naturales, la sustentabilidad es atribuida a sistemas dinámicos, cuyas capacidades son de productividad, de autorregulación y de transformación (Astier, *et al.*, 2008). Desde la óptica de países en vías de desarrollo, centrada en la problemática que se vive en las comunidades campesinas de Latinoamérica, surge un esquema de evaluación basado en el manejo de los recursos naturales (MESMIS), el cual permite el diseño de un modelo alternativo, una vez que se detecten los atributos de sustentabilidad del sistema objetivo (Speelman *et al.* 2007). A continuación se describen los atributos que se propone el MESMIS:

1. Productividad: puede describirse como los bienes y servicios que produce el sistema.
2. Estabilidad: capacidad de mantener los bienes y servicios en un estado de equilibrio dinámico, e indicar tendencia en los rendimientos.
3. Equidad: la capacidad de distribuir los costos y beneficios del sistema, de manera justa entre los interesados.
4. Autosuficiencia: se refiere a la capacidad de regular y controlar las interacciones con demás sistemas periféricos sin perder sus propios valores e identidad.
5. Confiabilidad: como el atributo que muestra la capacidad para mantener su nivel de equilibrio cerca del deseado, frente a perturbaciones normales en su entorno.
6. Resiliencia: se refiere a la competencia del sistema para volver a un estado de equilibrio estable después de una perturbación no estructural.
7. Adaptabilidad: es un nuevo estado de equilibrio a través de una transformación en su ambiente en el largo plazo.

A partir de la Agenda 21 formulada en la Cumbre de la Tierra en 1992, el concepto de desarrollo sustentable se vuelve de uso común y es utilizado tanto por los organismos multilaterales como el Fondo Monetario Internacional y la Or-

ganización del Comercio Mundial, como por los gobiernos e instituciones nacionales, buscando el bienestar de la población y conservación de la naturaleza, a través de sus programas y proyectos (Morales 1998).

Evaluación de la sustentabilidad

Para reconocer si los esfuerzos hacia una mayor eficiencia ecológica, social y económica en las cuencas va por buen camino, deben ser evaluadas a través de esquemas interdisciplinarios (Maserá *et al.*, 2000). Para ello es necesario describir ciertas propiedades del sistema de cuenca y tener un referente si se implementa un sistema alternativo con metas de sustentabilidad.

Se seleccionan indicadores de referencia de un conjunto de propiedades que representen el estado del sistema bajo manejo, y que cubran las dimensiones ecológica, económica y social.

Los indicadores son designados en concordancia con los objetivos de las políticas nacionales, el marco institucional y las posibilidades financieras de satisfacer necesidades ecológicas, sociales y culturales para un desarrollo sustentable (Mallén 2005).

La evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales ha tenido auge a partir del interés de diversos centros de investigación, agencias de desarrollo y organizaciones no gubernamentales por optimizar los logros de sus metas. Se ha trabajado a distintas escalas, sobre todo regionales, pero también el nivel local.

En general, el diseño y aplicación de un sistema de seguimiento y evaluación de un área consiste en construir un conjunto articulado de indicadores a los cuales se le da un seguimiento en el tiempo y espacio, y cuya interpretación en momentos definidos implica poner un juicio de valor, todo esto con la meta final de disponer de criterios e información transparente, consensuada y confiable para orientar la toma de decisiones (Paniagua *et al.* 2000).

Los tipos de enfoques para la evaluación, llegan a utilizar:

- a) una lista de indicadores
- b) índices compuestos que agregan una serie de indicadores específicos

c) marcos de evaluación (Maserá et al. 1999, López-Ridaura 2005, En: Astier, 2000).

En ocasiones son poco claros para los grupos que deciden sobre su entorno. Estos enfoques derivan en una amplia gama de propuestas, por lo que es necesario abordar una discusión teórica sobre lo que se entiende por un indicador, cuáles serían sus características y requisitos y cómo establecerlos para una localidad determinada.

Indicadores de sustentabilidad

De acuerdo a las metas de sustentabilidad deben elegirse los indicadores como un conjunto que represente el estado del sistema a través de las dimensiones ecológica, económica y social. Todos designados en concordancia con percepciones actuales de “mejores prácticas de manejo” o de la “administración de bienes ambientales” con lo que se pretende alcanzar la meta del manejo sustentable (Mallén, 2005). Con esto se denota que el objetivo fundamental de los indicadores ambientales es brindar la información que permita promover prácticas mejoradas de manejo, así como el desarrollo de un recurso más productivo y con mejor capacidad de satisfacer necesidades ecológicas, sociales y culturales; de acuerdo con las políticas nacionales, el marco institucional y las posibilidades financieras.

Algunas definiciones refieren que los indicadores son elementos clave susceptibles de medición de los procesos de distintos programas de manejo, de tal manera que definen los proyectos a realizar y las acciones a tomar (Perrusquía, 2003). Otra definición es que los indicadores son variables que deben conceder información sobre la condición y tendencia de un atributo en el sistema a través del monitoreo (Gallopín, 1996).

Sobre su función se menciona que los indicadores deben proporcionar información acerca de las condiciones y cambios del sistema, de su historia, su estado presente y su posible futuro (Perrusquía, 2003), otra refiere que deben simplificar información relevante, destacar el fenómeno de interés y su cuantificación no solo se mide, sino que se comunica y se relacionan con un criterio específico (Gallopín, 1997). Es decir, deben ser cuantificables y que den tendencias en el tiempo

y en el espacio. No pueden ser absolutos ni universales, además de reconocer que en el tema de indicadores se han generado una amplia gama de indicadores biofísicos y económicos y muy pocos sociales (Mallén 2005).

Refiriéndonos a indicadores como parámetros que permitan evaluar la sustentabilidad de un sistema complejo, el monitoreo debe incluir indicadores de las dimensiones económicas y biofísicas (Belcher *et al.*, 2004). Lo que deben facilitar al final es evaluar el progreso hacia las metas de bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea (Quiroga, 2001).

Propuestas metodológicas para la formulación de indicadores

Los indicadores en un inicio se presentaban de manera externa a la comunidad a evaluar, pero actualmente se busca que cada vez haya un mayor consenso a través de la participación cuidando que se formulen de modo comunitario.

En el contexto del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS) los indicadores son variables que dan información sobre la productividad (oferta de bienes y servicios), la regulación (distribución intra e intergeneración) y la transformación de un sistema de manejo (respuesta a los cambios estructurales y temporales), a fin de orientar su comportamiento socioambiental, e incidir en su capacidad de adaptación, autogestión y transformación (Astier y González, 2008). Bajo este enfoque se sugieren cuatro fases para formular un conjunto robusto de indicadores de sustentabilidad:

1. Definir una serie de criterios de diagnóstico específicos que permitan enlazar los atributos de sustentabilidad con un conjunto de indicadores
2. Identificar fortalezas y debilidades del sistema socioambiental que se está evaluando asegurando que se cubran todos los atributos de sustentabilidad.
3. Elaborar una lista general de todos los posibles indicadores que cubran los criterios y las fortalezas y debilidades identificados. De este modo se evitan las listas interminables (Figura 1).
4. Seleccionar de manera final una lista de indicadores integradores, confiables, que cumplan con los objetivos de evaluación.

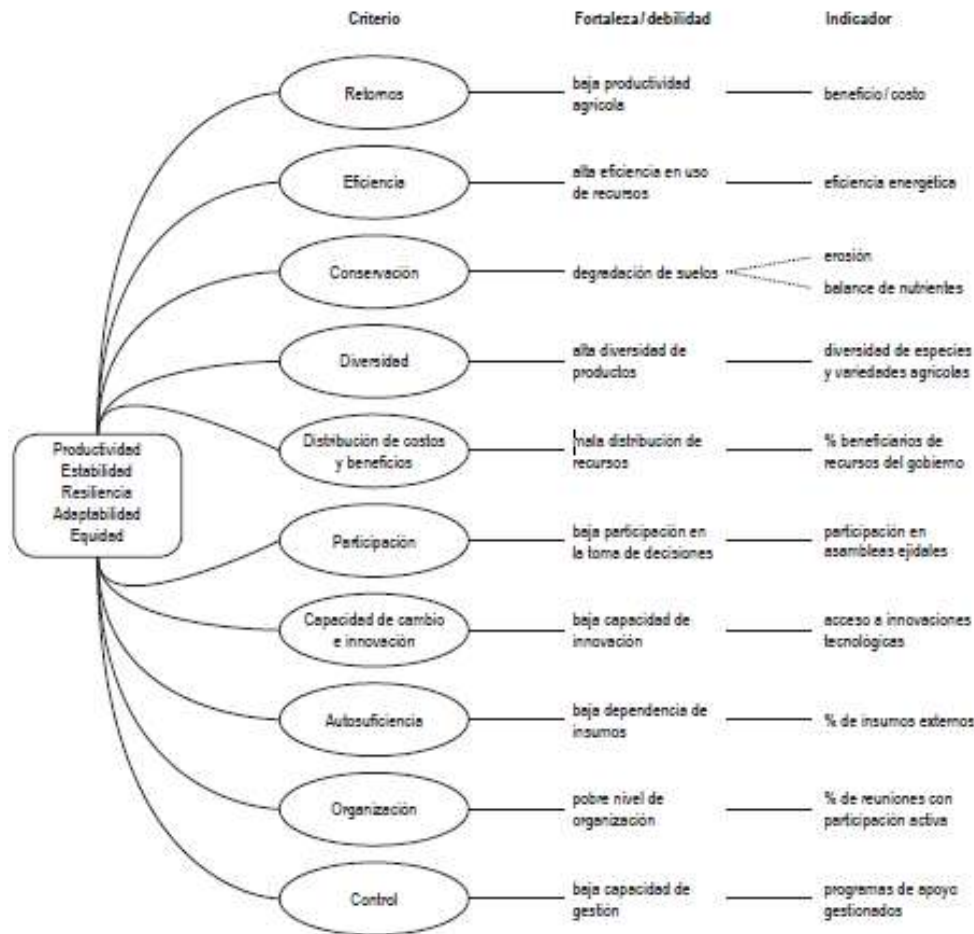


Figura 1. Formulación de indicadores a partir de los atributos del sistema, los criterios y fortalezas y/o debilidades.

Esta propuesta metodológica va dirigida a proyectos agrícolas, forestales y pecuarios principalmente, que estén relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales, de realización colectiva y de implementación local para su desarrollo (Maser et al., 2000). Es decir, bajo el enfoque de desarrollo sustentable local.

El modelo Fuerza, Presión, Estado, Impacto y Respuesta (DPSIR por sus siglas en inglés), permite hacer la selección de indicadores representativos de las condiciones y tendencias basado en las amenazas al sistema (Figura 2) (Perrusquía, 2003). En el modelo de ejemplo, solo se considera la respuesta de la sociedad ante la escases de agua, sin embargo, pueden estar relacionados aspectos de corte ambiental al fenómeno en transformación.

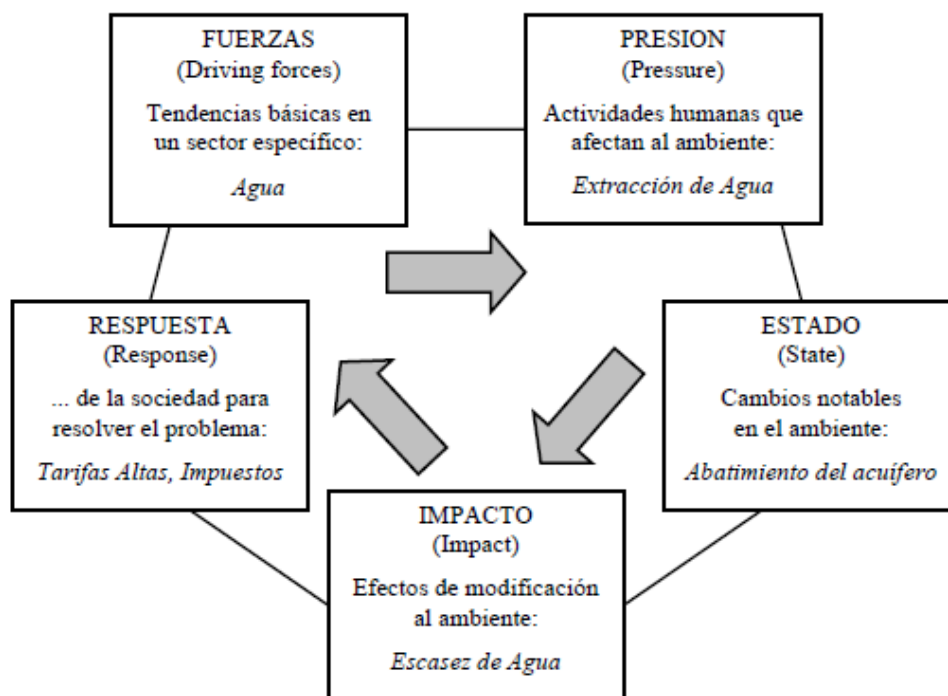


Figura 2. Modelo DPSIR para formular indicadores considerando la condición y presión al sistema. (Perrusquía, 2003).

La propuesta de indicadores de impacto social, ambiental, económico e institucional para evaluar la eficacia en la microcuenca Tábula Picachos, Guanajuato fue desarrollada por Pineda (2005) y García-Flores (2010), quienes en su metodología se apoyan de los marcos de evaluación MESMIS, las etapas que realizan se describen en los siguientes rubros:

1. Recopilación y sistematización de la información existente.
2. Identificación de actores y programas para la subcuenca.
3. Identificación de los puntos críticos y construcción de indicadores.
4. Identificación de indicadores de eficacia por dimensión ambiental, económico, social e institucional.
5. Integración de un paquete de indicadores.
6. Implementación y evaluación en campo de los indicadores.
7. Presentación y recomendaciones.
8. Ajuste de gráficos y tablas.

De acuerdo a Astier y González (2008) aún cuando el sistema es interrelacionado, se requiere de técnicas bien diferenciadas para obtener los indicadores por dimensiones que conforman al sistema socioambiental. Una de ellas es la dimensión biofísica cuyas técnicas para obtener indicadores consisten en:

1. Revisión extensa sobre características ambientales regionales con acceso a bases de datos meteorológicas y datos históricos sobre rendimiento de cultivos y el manejo del área.
2. Mediciones directas mediante métodos de muestreo para determinar, por ejemplo, rendimientos de cultivos, propiedades edáficas, diversidad de especies manejadas y presencia de plagas y malezas.
3. Establecimiento de aparatos de medición fijos en los mismos terrenos de los agricultores para estimar producción de biomasa, lotes de escurrimiento para medir erosión y sedimentación; trampas o marcas para determinar biodiversidad.
4. Elaborar una matriz de coeficientes técnicos para obtener características técnicas deseadas por sistema (demanda de trabajo, insumos, costos y productividad) a través de las prácticas de cultivo.
5. Utilización de modelos de simulación para determinar a largo plazo el comportamiento esperado de los rendimientos de cultivo y su relación con la pérdida de suelo.

Y técnicas para obtener indicadores socioeconómicos:

1. Revisión bibliográfica extensa sobre características socioeconómicas regionales y la evolución histórica de precios de insumos y productos cosechados del sistema de manejo.
2. Levantamiento de encuestas familiares y encuestas institucionales por comunidad u organización.
3. Entrevistas abiertas y semiestructuradas con productores, personas clave de la comunidad y personal de la organización, siendo de gran utilidad los métodos de investigación participativa y diagnóstico rural.

4. Revisión detallada de métodos para medición de indicadores para sistemas socioambientales (Masera y López-Ridaura, 2000; Speelman et al. 2007).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso inapropiado de los recursos naturales incrementa la vulnerabilidad de las cuencas. Las alteraciones de los procesos ecológicos producto del manejo histórico en la microcuenca La Joya, se derivan de actividades agropecuarias y de extracción de madera para producción de carbón a partir de los encinos. Actualmente, el efecto de esta degradación al ambiente se evidencia por la presencia de cárcavas prominentes y una cobertura boscosa casi nula.

El estudio de la complejidad de elementos que conforman una cuenca no es tarea fácil, y menos lo es buscar un balance entre desarrollo económico, social y ambiental, apostando a la sustentabilidad. Las dimensiones sociales, económicas y ambientales son particulares del enfoque de cuenca, donde el modo de vida de los grupos sociales se ven como la causa de degradación de sus recursos naturales por ese manejo histórico de la cuenca.

El proyecto CRCC se sitúa en las dimensiones antes referidas buscando el desarrollo sustentable de la microcuenca La Joya, considerando que buscando el equilibrio en estas áreas se pueden evitar o mitigar los estados no deseados que ponen en riesgo a las comunidades aquí presentes. Esto ocurrirá en la medida que los eventos o acciones causales son modificados o evitados.

Al detectar estas causas es que se plantean las soluciones (alternativas) para paliar los problemas socioambientales que allí se viven. Para conocer si el impacto del nuevo sistema promueve el desarrollo social, económico y ambiental, se requiere elaborar una propuesta de indicadores socioambientales que den cuenta de la transformación en el manejo de la microcuenca.

Esto a través de vincular los procesos ecológicos, los problemas comunitarios y las alternativas propuestas por el CRCC, donde al término de un año, la instrumentación, el seguimiento y el análisis de algunos indicadores considerados necesarios, pueden dar paso al monitoreo continuo de los procesos en la microcuenca.

¿cuáles son las variables a medir que denoten cambios en la estructura social, económica y ambiental producto de las estrategias de desarrollo sustentable promovidas por el CRCC? ¿cómo asegurar la continuidad en su monitoreo?

Para responder a estas interrogantes, se analiza la información de base científica que denotan el estado actual de la microcuenca y la del sistema alternativo que se desea lograr atendiendo a las problemáticas detectadas.

Para ello, se consideró viable tomar como unidad experimental una unidad de escurrimiento dentro de la microcuenca, a fin de evaluar algunas acciones de conservación, ya que al ser un área delimitada temporal y espacialmente, permita valorar ciertos indicadores en su diseño y monitoreo.

JUSTIFICACIÓN

Los planes de evaluación y monitoreo, requieren de la toma de datos científicos que, combinados con algunos principios de manejo, permiten medir la eficacia de los objetivos anteriormente planteados a fin de mitigar problemas de carácter socioeconómico y ambiental detectados. Y como resultado de las variables a medir, se esperaría promover un marco referencial que sea útil para los tomadores de decisiones sobre el uso sustentable de los recursos naturales en una cuenca.

Es esencial seleccionar los indicadores o variables que den información clave del comportamiento de un sistema, en este caso de un socioecosistema como lo es la microcuenca La Joya, contribuyendo de este modo, a conocer la efectividad y/o el ajuste de las acciones de manejo de la cuenca.

Así, las acciones y estrategias de un programa de manejo continúan o cesan a partir de las evidencias existentes, propiciando la recuperación funcional y estructural de la cuenca a largo plazo.

OBJETIVO GENERAL

Seleccionar los indicadores socioambientales del proyecto Creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas.

Objetivos específicos

- Analizar la información de referencia sobre el estado de la microcuenca previo a la intervención, los objetivos del proyecto CRCC.
- Seleccionar los indicadores socioambientales de la microcuenca La Joya como sistema bajo manejo alternativo.
- Instrumentar indicadores ambientales en una unidad experimental para probar su monitoreo.
- Analizar la interpretación de algunos resultados del proyecto por los pobladores locales.
- Generar la propuesta de indicadores socioambientales a fin de involucrar monitores comunitarios.

ESQUEMA DE TRABAJO

El esquema metodológico de esta investigación, retoma la experiencia de algunos proyectos desarrollados a nivel de microcuencas desde la perspectiva del desarrollo sustentable (Pineda 2005; Pineda 2006; García-Flores 2010).

Estos se han basado en el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS), por ser una herramienta que permite integrar las características ecológicas, sociales y económicas de un socioambiente representado en indicadores (Figura 3). La finalidad es detectar las ventajas y desventajas de los sistemas de manejo de recursos naturales.

El marco de evaluación MESMIS, se considera la guía metodológica útil para el presente estudio, ya que permite integrar los atributos de sustentabilidad de la microcuenca en estudio; e integrar los puntos de vista de diferentes disciplinas sobre las áreas de evaluación, lo que promueve que los indicadores propuestos sean más confiables y útiles.

Lo primero fue realizar una salida de reconocimiento a la zona, la cual consistió en una reunión con los promotores comunitarios del proyecto CRCC, el capacitador campesino para la construcción de presas de gaviones, el representante

de la Agencia de Desarrollo Sierra Gorda ADSG y el coordinador del proyecto, quien presentó el objetivo de mi trabajo, buscando que allí mismo se hicieran propuestas de evaluar el proyecto.

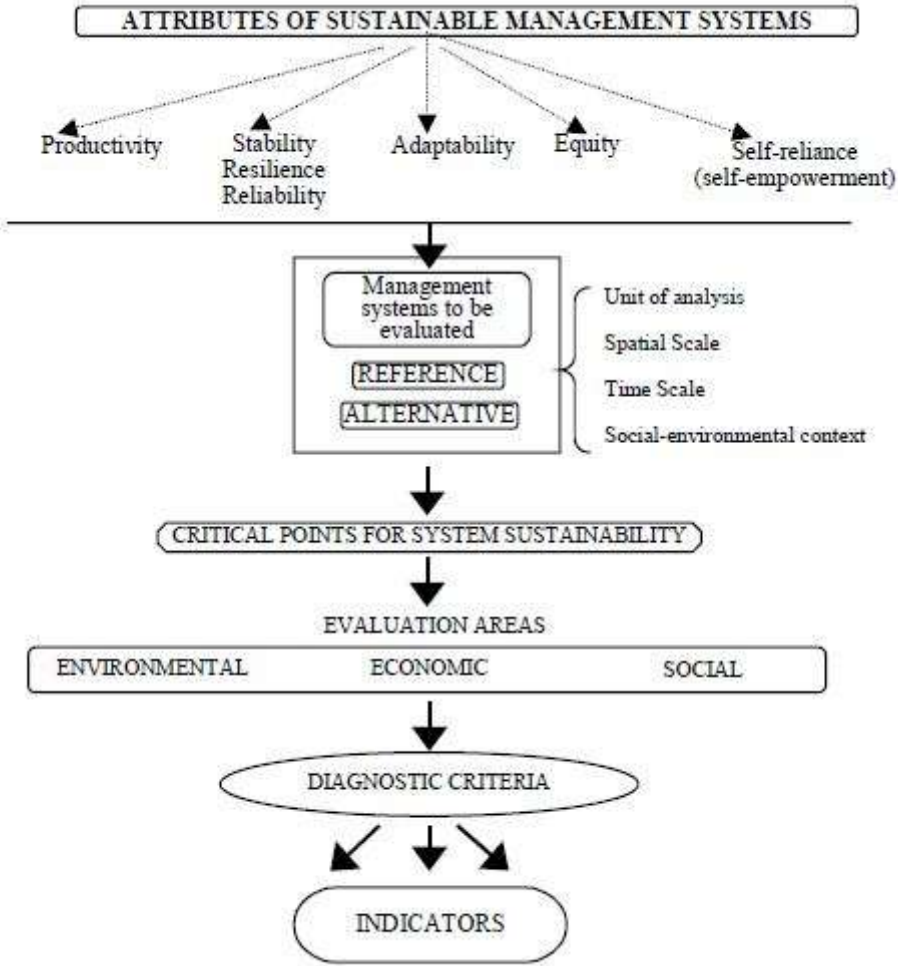


Figura 3. Esquema metodológico de MESMIS para la construcción de indicadores identificando las áreas de evaluación de la sustentabilidad.

La selección de los indicadores de la sustentabilidad se basa en Masera *et al.* (2000), Astier y González (2008). Sin embargo, también se recurre a la Matriz del Marco Lógico MML (Noriega 2012) por ser una herramienta basada en los procesos de gestión de un proyecto en sus distintas etapas, desde las acciones hasta el cumplimiento de las metas. Al respecto, se empleó al nivel de generar una ma-

triz que permitiera evaluar los resultados que el proyecto en cuestión se ha planteado como un objetivo, implementar más de 70 prácticas de manejo en la microcuenca.

Para llegar a realizar la propuesta de indicadores socioambientales que den cuenta del manejo en la microcuenca, se consideró necesario hacer uso de las herramientas cualitativas. Puesto que permiten tener una aproximación al carácter participativo de los pobladores que se involucran con el proyecto y de este modo se puede dirigir una propuesta hacia el monitoreo comunitario.

En este sentido, la investigación se basa en explorar, describir y buscar la significación del proyecto a través de algunas prácticas implementadas por el proyecto: revegetación con nopal e instrumentación de secciones de aforo en dos escurrimientos de la microcuenca.

Para explorar se requirió de la libreta de campo para registrar desde la sensibilidad y racionalidad propia, la experiencia y vivencia de los participantes tanto locales como de quienes operan el proyecto.

De manera complementaria se realizó un trabajo descriptivo donde se profundiza y sistematiza lo que se ha explorado de manera abierta con los actores; es decir a partir de lo observado y vivido con ellos se complementa y se selecciona lo que el propio autor considera que da a conocer como se constituyen y organizan los actores.

Finalmente, para la comunicación a los actores locales y la reconstrucción del ser social, se realizó un taller comunitario de interpretación y evaluación de la actividad de revegetación con nopal. Para ello se tomaron bases de Bustillos y Vargas (1996) y Geilfus (2002). L

Las técnicas y herramientas que se consideran son: entrevistas semiestructuradas, revisión de documentos, trabajo de campo: muestreo, instrumentación, observación ordinaria y participante, talleres participativos; trabajo de gabinete y de asesoría con técnicos especialistas.

En las herramientas de análisis de algunos indicadores socioeconómicos se basaron en metodologías diseñadas y aplicadas de Guharay (2009), Holechek *et al.* (1989), Barbour *et al.*, (1999).

Dentro de los estadísticos, se emplearon métodos no paramétricos (Sokal, 1969) e índices de biodiversidad.

Los pasos a realizar metodológicamente son:

1. Presentación de la investigación con los interventores del proyecto y promotores comunitarios.

2. Consultar las investigaciones previas de corte diagnóstico realizadas en el área de estudio que permitan establecer una línea base de información de las condiciones previas al comienzo de intervención del proyecto CRCC.

3. Analizar los objetivos planteados del CRCC respecto a mitigar los problemas detectados, sus metas, estrategias y responsables operativos.

4. Analizar la participación y conocimiento de la población respecto al proyecto.

5. Seleccionar los indicadores socioambientales que integren los atributos de sustentabilidad de la microcuenca considerando la información recabada por trabajos previos y de acuerdo a las alternativas implementadas por el CRCC.

6. Se implementan algunos indicadores empleando métodos directos en campo para su toma de datos y de este modo hacer ajustes y recomendaciones de los mismos.

7. Se hace la devolución de los resultados de algunas prácticas de conservación, para su interpretación en sesión colectiva; con esto se busca propiciar la comprensión y adopción de algunas obras de conservación y su relación con la rehabilitación de la cuenca, dando seguimiento a algunas variables.

8. Se concluye con la propuesta de indicadores socioambientales viables de acuerdo a los resultados obtenidos.

ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación geográfica

La microcuenca La Joya se conforma dentro de la cuenca Lerma-Chapala. Esta cuenca está integrada por los estados de Michoacán, Jalisco, Querétaro, México y Guanajuato y representa menos del 3% del territorio nacional, pero en ella se asienta más de la décima parte de la población del país y como consecuencia concentra cantidades importantes de desechos contaminantes y está sometida a una degradación constante de sus recursos naturales (SEMARNAT, 2010). La microcuenca La Joya está localizada en la porción noroeste del municipio de Querétaro, cuya extensión perimetral es de 16.9 km y su rango altitudinal abarca desde los 2250 hasta los 2715 msnm.

Hidrología

Es una cuenca de tipo exorréica con corrientes intermitentes, cuyo caudal se presenta en temporada de lluvias, con precipitación promedio anual de 612.7 mm, lo que la hace más húmeda que las regiones bajas del municipio de Querétaro. Sus características hidrológicas están moldeadas por la acción de seis unidades de escurrimiento, las cuales se unen y abastecen al cauce principal en la parte sur de la microcuenca (Figura 3). Presenta problemas con el tiempo de respuesta hídrica, ya que al ser de forma circular, con sus afluentes intermitentes de corta longitud y alta densidad de drenaje, no retiene el agua y es drenada al exterior casi de forma inmediata (MGIC-8 2009).

Clima y biodiversidad asociada

El clima en la microcuenca La Joya, es de tipo semiseco templado, el cual de acuerdo a la modificación del sistema de clasificación climática de Köppen es BS1Kw(w), con régimen de lluvia que va de mayo a septiembre, y la temperatura media anual de 15.3°C (MGIC-8 2009).

Estos factores sumados a las características físicas de la microcuenca, permiten la presencia de cinco tipos de vegetación: bosque de encino, chaparral, matorral inerme, subinerme (ambos se consideran matorral crassicaule) y pastizal

natural. La vegetación predominante es el matorral crassicaule y por el tipo de clima se propicia la presencia de bosque de encino sólo que éste se ha visto afectado por el pastizal inducido (Sánchez-Aguilar 2011). En conjunto, la vegetación representa el 89% de la superficie de la microcuenca mientras que el 11% restante tiene usos agrícolas y son de asentamientos urbanos (Cuadro 1 y Figura 4).

En el año 2011, se registraron niveles mínimos históricos de lluvia en casi la mitad del territorio nacional, fenómeno que no ocurría desde 1941, de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional. Para el caso de Querétaro la disminución de lluvia fue de 31.7% en comparación con la precipitación promedio anual (consultado en noviembre 2011 por González-Erives 2011).

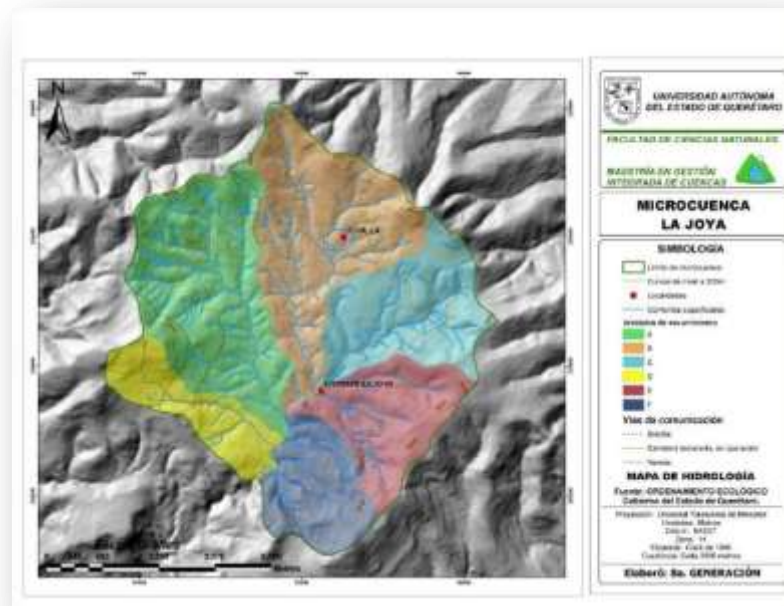


Figura 4. Unidades de escurrimiento que conforman la Microcuenca La Joya, Qro. Tomado de laboratorio de Geomática de la MGIC.

De acuerdo a la configuración estructural de La Microcuenca, en cuanto al tipo de vegetación principalmente es la presencia de fauna asociada. Tomando como referencia la biodiversidad documentada tanto para La Microcuenca Santa Catarina, como aquélla resultado de estudios en el Parque Joya-La Barreta, se tiene el reporte de al menos 90 especies animales y 13 se encuentran en alguna categoría de riesgo. Cabe mencionar que la mayoría de estos recursos naturales presentes

tienen diversos usos por parte de los habitantes, ya sea como alimento, ornato, medicinal, fines comerciales, entre otros (MGIC-8 2009, Pineda *et. al.* 2008).

Cuadro 1. Configuración de los distintos usos de suelo y vegetación en La Microcuenca La Joya Tomado de Sánchez-Aguilar (2011).

Vegetación y Uso del suelo	Sup. en Ha	%
Bosque de Encino	57.597	3.618
Bosque de Encino/Perturbado	97.878	6.148
Chaparral	102.286	6.425
Chaparral/Perturbado	116.711	7.456
Matorral Inerme	45.779	2.875
Matorral Inerme/Perturbado	47.426	2.979
Matorral Subineme	145.141	9.116
Matorral Subineme/Perturbado	413.472	25.970
Agricultura de Temporal	217.085	13.635
Pastizal	268.756	16.880
Asentamiento	35.749	2.245
Cuerpo de agua	1.570	0.099
Sin Vegetación	40.671	2.555

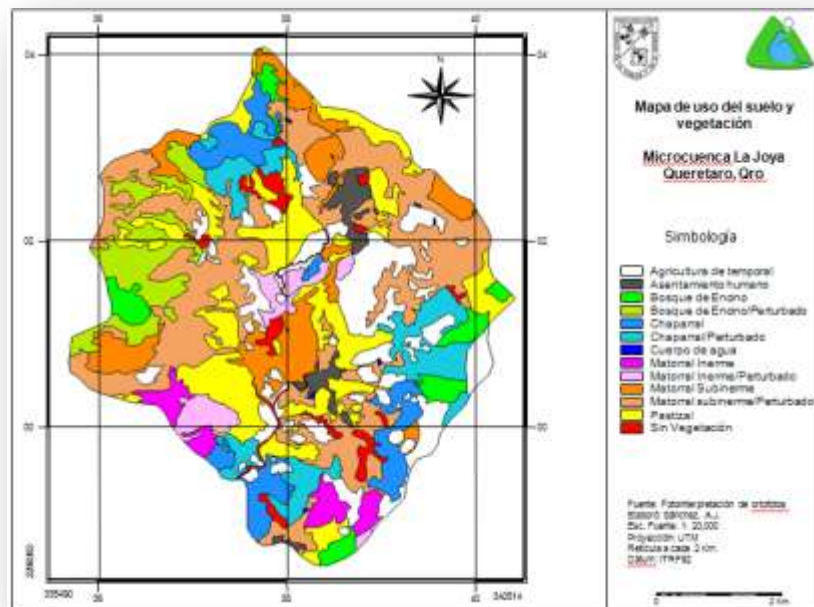


Figura 5. Mapa de uso de suelo y vegetación de La Microcuenca. Escala 1:20,000. Tomado de Sánchez-Aguilar (2011).

Sobre la fauna las especies de vertebrados registradas son 35, de las cuales dos son anfibios, nueve reptiles y 10 de mamíferos (Guerrero 2001). Se cuenta con el estudio realizado para el parque Joya-La Barreta sobre la avifauna cuyo registro asciende a 90 especies relacionadas a bosque tropical caducifolio (51 spp.), bosque de encino (49 spp.), vegetación secundaria (49 spp.) y pastizal (41 spp.) (Pineda *et al.*, 2008).

Componentes socioeconómicos

La microcuenca, está conformada por tres poblaciones La Joya, Charape de La Joya y El Pinalillo; las dos primeras pertenecen a la delegación de Santa Rosa Jáuregui en el municipio de Querétaro, la otra a Comonfort, Guanajuato. El 29 de noviembre de 1949 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la resolución de dotación de ejido a los poblados de Charape y La Joya, como formas de propiedad, entregadas por el gobierno a un núcleo de población campesina para su explotación (González-Erives 2011). Por lo tanto, conforman un Ejido de 1,159.53 ha., de las cuales 400 ha., se ubican en el estado de Guanajuato; su representante es un comisariado ejidal que se elige cada tres años (González-Erives 2011). Todas son practicantes de la religión católica y cuentan con servicios de luz eléctrica y alumbrado público (Hernández-Sánchez 2010).

Las comunidades que pertenecen al municipio de Querétaro suman un total de 245 habitantes que radican en la microcuenca. La población de La Joya cuenta con 151 habitantes y Charape de La Joya con 94 (Hernández-Sánchez 2010). Las cifras obtenidas a partir del censo de INEGI (2010), documentan para La Joya, la cantidad de 156 personas en 29 viviendas, con un promedio de 5.38 ocupantes por vivienda; mientras que para la comunidad Charape La Joya se registran 125 personas en 25 viviendas, lo cual determina un promedio de 5 personas por vivienda (González-Erives 2011). De acuerdo al estudio socioeconómico realizado por Hernández-Sánchez (2010), hay 31 familias presentes en La Joya y 24 en el Charape. Sin embargo, considerando las personas que viven fuera de la comunidad en La Joya se estima un total de 210 personas (72% vive dentro de la comunidad y el 28% restante vive fuera, la principal causa, la búsqueda de trabajo) y en

el Charape 123 (76 y 24% respectivamente), con lo cual podemos estimar un total de 333 personas que son de la microcuenca, sin embargo, de este total, residen 245 personas quienes se considera que representan el total de la población actual en 50 viviendas.

El uso del tiempo está distribuido de la siguiente manera: los hombres dedican al trabajo de la parcela 8 horas promedio, al estudio 7.5 hrs y al pastoreo 6.5. Las mujeres invierten su tiempo en el trabajo doméstico, le dedican 14.3 horas en promedio, 5 hrs al trabajo de la parcela.

El fenómeno de migración ocurre aproximadamente desde hace tres generaciones a las ciudades de Oklahoma y Washington, puesto que en ellas se han establecido con anterioridad pobladores de sus comunidades, quienes les apoyan al llegar. Generalmente son los varones jóvenes quienes incursionan esta travesía al salir de la secundaria, buscando oportunidades de trabajo y desarrollo (González-Erives 2011).

Manejo tradicional en la microcuenca La Joya

Históricamente en la microcuenca La Joya se conoce que en la época de la Colonia la agricultura y la explotación de los bosques eran las principales actividades en esta zona, contando con una posesión de 1,193 ha (MGIC-8 2009). Actualmente se observan las consecuencias paisajísticas de estas actividades (Figura 5) y se puede relacionar con la distribución de los tipos de tenencia de la tierra en su porción del municipio de Querétaro clasificadas en parcelas y de uso común (Figura 6) predominando las tierras comunales (MGIC-8 2009) siendo estas las más degradadas al grado de suelo desnudo y formación de cárcavas.

Es decir, el desarrollo de esta área rural ha generado un fuerte deterioro de la vegetación original (62%) que ha conducido a la degradación de los suelos y esto se traduce en una reducción de la infiltración y la fertilidad natural de las tierras, lo cual incide en el abastecimiento de agua a la población y sus actividades económicas (SEMARNAT, 2010).

En la microcuenca La Joya el sistema de producción es de corte agropecuario, definido por la tenencia de la tierra, la agricultura y la ganadería; y la organización y fuerza de trabajo recae en la familia (González-Erives 2011). La mayor-

ía de las zonas de pastoreo para el ganado son propiedad comunal y las parcelas son propiedad de cada ejidatario. En la milpa combinan maíz-frijol y chícharo-calabaza; utilizan la yunta principalmente de equinos, acorde a las laderas pronunciadas (Gonzalez-Erives 2011). También cuentan con un sistema de traspatio cuya interrelación de sistemas contribuyen a la alimentación básica y al ahorro (Figura 7).

El manejo del ganado tradicional se basa en el pastoreo sobre agostaderos y potreros, haciendo un uso continuo y extractivo. A quienes tienen ovino y caprino les han apoyado con material para la construcción de corrales por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA).

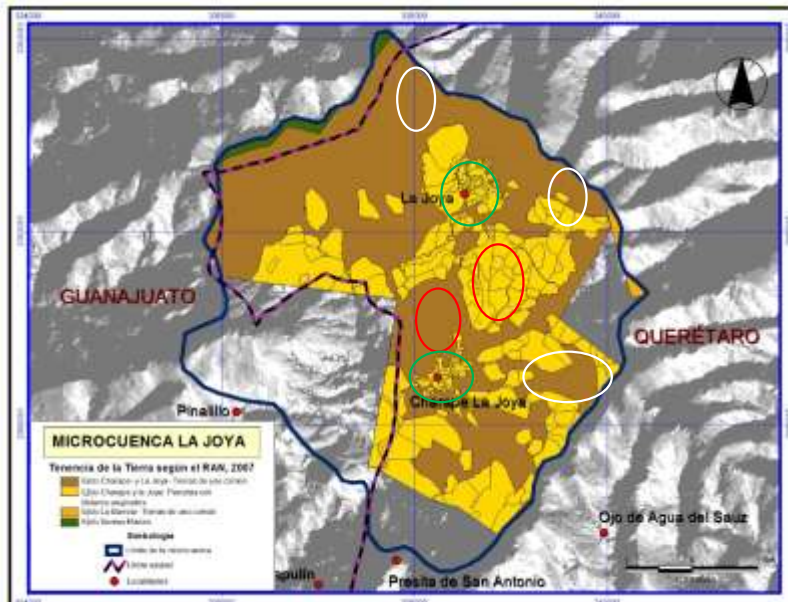


Figura 6. Tenencia de la tierra. En amarillo las parceladas y en ocre zonas de uso común.

En cuanto a producción, en el 2009 sembraron 54 has., de maíz cosechando 228.5 costales de maíz sin desgranar, lo que se traduce en 4.2 costales promedio por hectárea. De frijol sembraron 34 has, y cosecharon 0.7 sacos por ha., en promedio. Su sistema de traspatio cuenta con variedades de calabaza, acelga, rábano, chile y al menos 11 variedades de nopal y con los árboles frutales, principalmente durazno (82 árboles), manzana (20) y guayaba (10). Tres familias procesan

queso de cabra no pasteurizado y su producción animal que representa un capital para momentos de escasez de trabajo.

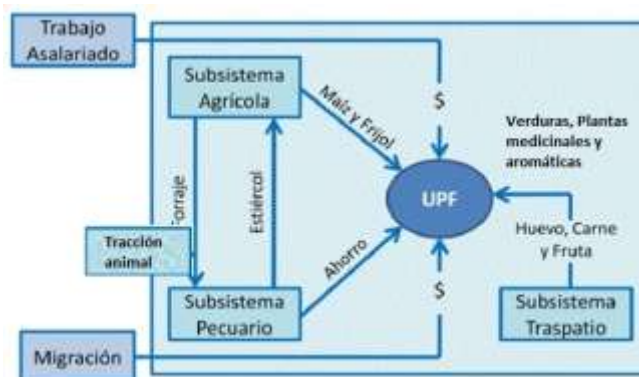


Figura 7. Diagrama del sistema de manejo y producción en la Microcuenca La Joya, considerando la Unidad de Producción Familiar como eje de análisis. Modificado de MGIC-8 (2009).

Censo agropecuario

En la investigación de González-Erives (2011) se documentó cual ha sido el sistema productivo en La Microcuenca, el cual principalmente se basa en agricultura y ganadería. Por lo tanto, la parcela y los potreros juegan un papel muy importante en el sistema de producción y la unidad familiar es la base del sistema en la microcuenca. A partir de campañas de vacunación para el ganado y aplicación de entrevistas durante esta actividad se obtuvo el número de cabezas de ganado que poseen los habitantes del Ejido La Joya (La Joya y Charape de la Joya) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de cabezas de ganado que sostiene la microcuenca La Joya (Tomado de González-Erives 2011).

Especie animal	Número de cabezas	Unidades Animal
Bovinos	179	86.4
Ovinos	617	60.3
Caprinos	696	59.56
Total	1492	206.26

Estos datos son punto de partida, para establecer en el corto plazo una ganadería sustentable. La cual se basa en satisfacer la demanda por alimentos de origen animal, por su alto contenido proteico sin comprometer más el suelo, el aire, la flora y la fauna silvestre (González-Erives 2011).

Marco económico

La población económicamente activa es de 87 habitantes de los cuales 56 laboran activamente en el sector primario.

Los subsistemas productivos permiten que la unidad productiva familiar reciba recursos monetarios del trabajo asalariado y de la migración, su unidad de producción familiar se basa en agricultura y ganadería de subsistencia para lo cual emplean la tracción animal. Principalmente cultivan maíz y frijol cuyo rastrojo emplean como forraje para la cría de bovinos, ovinos y caprinos con muy bajo rendimiento. También se ayudan del sistema de traspatio de donde obtienen huevo, carne, fruta, verduras, plantas medicinales y aromáticas. Sin embargo, las tasas de actividad económica son muy bajas así como los ingresos percibidos ya que representan más bien un ahorro para su consumo (Figura 7).

En cuanto a la generación de recursos financieros, en La Joya (Cuadro 3), los hombres generan un 35.5 % al año por el trabajo de albañil, 14.5% proviene de los ayudantes de albañil, 9.9% por las remesas enviadas de Estados Unidos de América principalmente. 6.7% es generado por las mujeres que se emplean como domésticas en la ciudad de Querétaro, del 4.1-4.9% proviene de los ingresos por programas federales como PROCAMPO, Vivir mejor, OPORTUNIDADES. La venta de animales representa el 2.5% por venta de vacas, 1.7% por borregas y 0.9% por venta de chivas.

En el Charape 44% del ingreso total proviene de las remesas (Cuadro 4), los hombres generan un 12.7 % al año por el trabajo de albañil, 12.6% proviene de los ayudantes de albañil principalmente. 9.7% proviene de los ingresos por OPORTUNIDADES y de programas federales como PROCAMPO 4%.

Generalmente no comercializan, sino que es para autoconsumo lo que producen, ocasionalmente sus animales y huevo. No reciben capacitación para el

sector agrícola, únicamente las mujeres que asisten a cursos de bordado y cocina que se imparten cada 15 días por parte del DIF.

Cuadro 3. Ingresos en la Joya, percibidos en el año 2009. Tomado de Hernández-Sánchez (2010).

	Hombres negocian	Mujeres negocian	Monto total en pesos durante el año	%
1 Albañil	√		569600	34.5
2 A. Albañil	√		239000	14.5
3 Remesas	√		184200	9.9
4 Domestica		√	110800	6.7
5 Oportunidades		√	96626	5.9
6 Tienda		√	80800	4.9
7 Prog. Vivir mejor		√	72250	4.4
8 Procampo	√	√	67200	4.1
9 Vigilante			52000	3.2
10 V. de reces	√		41600	2.5
11 Promotoria		√	41600	2.5
12 Niñera		√	31200	1.9
13 V. de borregas	√		27640	1.7
14 Programa 70 y más	√	√	24000	1.5
15 V. de chivas	√		15250	0.9
16 Jornalero	√		10400	0.6
17 V. de huevos		√	2300	0.1
18 Costura, Bordado		√	1970	0.1
19 V. de queso		√	1800	0.1
20 V. de Maiz	√	√	360	0.0
21 *Despensa (mensual)	DIF	√	18	
Total			1650596	100.0

Cuadro 4. Ingresos en el Charape, percibidos en el año 2009. Tomado de Hernández-Sánchez (2010).

	Hombres negocian	Mujeres negocian	Monto total en pesos durante el año	%
1 Remesas	√	√	474240	44.1
2 Albañil			136200	12.7
3 A. Albañil	√		135200	12.6
4 Oportunidades		√	103740	9.7
5 Procampo	√	√	42560	4.0
6 T. de parcela	√		31560	2.9
7 Tienda		√	31200	2.9
8 Prog. Vivir mejor		√	30800	2.9
9 Curandero	√		26000	2.4
10 Vigilante	√		24000	2.2
11 Renta casa	√		18000	1.7
12 V. de chivas	√		6300	0.6
13 V. de borregas	√		5800	0.5
14 Costura, Bordado		√	4847	0.5
15 Ayuda de hija		√	2400	0.2
16 V. de durazno		√	1000	0.1
17 V. de Maiz	√	√	500	0.0
18 V. de queso		√	384	0.0
19 V. de frijol	√		200	0.0
20 *Despensa (mensual)	DIF	√	17	
Total			1074931	100

Servicios e Infraestructura

Las comunidades ocupan un total de 57 viviendas todas ellas electrificadas, la mayoría con un servicio deficiente de agua potable, una cuenta con teléfono, ninguna con acceso a señal de telefonía celular y solo tres cuentan con drenaje. Son consideradas como comunidades con alto índice de marginación.

La infraestructura educativa que está a disposición es de nivel preescolar, nivel primaria y nivel secundaria; la primera por parte de CONAFE y las últimas por la SEP. El grado de escolaridad por localidad varía y en su mayoría son los hombres quienes dejan trunco sus estudios de nivel primaria por dedicarse al trabajo y las mujeres por lo general terminan la secundaria.

La población analfabeta se estima a partir de los adultos que no saben leer ni escribir; lo cual corresponde al 15% en la Joya y 10% en el Charape, siendo que el porcentaje total de población analfabeta es de 28.5% y 23.5% porque se incluye a población que no tiene la edad para asistir al sistema escolar (Figura 8) (Hernández-Sánchez 2010).

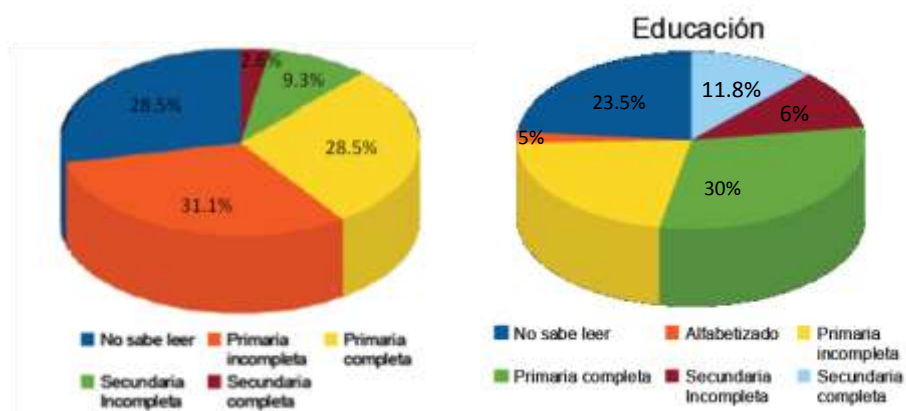


Figura 8. Gráfica que representa los porcentajes del nivel escolar en la comunidad de La Joya y El Charape. Tomada de Hernández-Sánchez (2010).

Sobre servicios de salud, La Joya tiene la infraestructura de un Centro de Atención Familiar (CAF) cuyo médico da consultas mensuales, allí también se realizan actividades del DIF y del programa Oportunidades de SEDESOL. El Charape también cuenta con un espacio para llevar a cabo sus actividades en conjunto con otras

instituciones. Generalmente llegan las caravanas de salud en los vehículos oficiales para dar su servicio.

La infraestructura hidráulica está dotada por un sistema de mangueras que proveen el agua por bombeo desde la localidad Buenavista y es almacenada en un depósito para agua de 15,000 lts. En ambas localidades, han construido bordos que contienen el agua de lluvia y funcionan como abrevaderos y en Charape de La Joya se han construido además presas filtrantes (tornas) que tienen la función de conservar el suelo al disminuir la velocidad de la escorrentía superficial.

Se enuncia la existencia de tres sistemas que abastecen el cauce principal siendo todas las corrientes de tipo intermitente. En su mayoría los manantiales presentan sales, razón por la cual no es de consumo humano, pero se emplea en el riego, de abrevadero para ganado y lavado de ropa. En general las dos categorías de uso son doméstico y productivo (Contreras-Contreras 2011).

Cuarenta y tres de 56 viviendas tienen cisternas de ferrocemento cuya finalidad es almacenar agua de lluvia para uso productivo, sin embargo es común que estas sean llenadas con agua potable para uso doméstico. El agua almacenada en la cisterna se emplea también para el riego de los huertos, pero el uso productivo es únicamente con agua de lluvia dado que los cultivos son de temporal. Para actividades pecuarias se aprovechan el agua de los arroyos, bordos y manantiales. Estas dos últimas actividades dependen del buen temporal cuyos cambios actualmente se deben al cambio climático, lluvia en enero-febrero, en la temporada de mayo a octubre con algunas esporádicas en noviembre y los meses de sequía de diciembre a abril.

Las viviendas son conformadas por diversos tipos de materiales, están dotadas de variados equipos, y cuentan con ciertos servicios tanto en la Joya como en Charape La Joya (Cuadro 5 y 6).

El porcentaje de las viviendas que están construidas de tabique es de 71% en la Joya y 94 % en el Charape, el 19% y 38 % de piedra y 26% y 30% de adobe, respectivamente.

El 100% de los hogares tiene luz eléctrica. Cuentan además con servicio de agua potable, solo que llega por mangueras de donde hay que acarrear el agua a

las casas y en ocasiones el servicio de agua potable no abastece por periodos prolongados de uno a dos meses. Todas las viviendas cuentan con letrinas secas, sin embargo, no todas están en uso y una es compartida.

El 100% de las familias cocina con leña y 71% además lo hace con gas. En el traspatio, 39% tiene corral, 55% con gallinero, siete familias cuentan con chiquero y seis con huerto.

Cuadro 5. Materiales, servicios e infraestructura comunitaria a nivel vivienda en La Joya. (Tomada de Hernández-Sánchez 2010).

Comunidad		Numero de Familias							
La Joya		31							
Vivienda				Techo					
Tabique	Piedra	Adobe	Madera	Lamina	Albeto	Losa	Teja	Tabique	
22	6	8	0	19	13	16	1	3	
Servicios									
Luz	Agua Pública	Agua bordos	Almacén de agua	Medio de transporte				Letrinas	
Si	Si	Si	Tinacos	Vehículo	Bicicleta	Caballos	burros	secas	Agua
31	31	0	40	14	0	30	27	25	5
Cocina		Infraestructura patio			Equipos				
Leña	Gas	Chiquero	Gallinero	Huerto	Corral	Moto sierra	Molino eléctrico	Lavadora	
30	22	7	17	6	12	3	11	15	
Electrodomésticos					Ecotecnias				
TV	DVD	Radio	Celular	Tel satelital	Cisterna	Fogón	Biofiltro	Letrina seca	
25	9	23	3	9	22	22	22	22	

Cuadro 6. Materiales, servicios e infraestructura comunitaria a nivel vivienda en el Charape La Joya. (Tomada de Hernández-Sánchez 2010).

Comunidad		Numero de Familias							
Charape		24							
Vivienda				Techo					
Tabique	Piedra	Adobe	Madera	Lamina	Albeto	Losa	Teja	Tabique	
23	9	7	1	16	10	13	3	2	
Servicios									
Luz	Agua Pública	Agua bordos	Almacén de agua	Medio de transporte				Letrinas	
Si	Si	Si	Tinacos	Vehículo	Bicicleta	Caballos	burros	secas	Agua
24	24	2	29	5	2	33	17	23	12
Cocina		Infraestructura patio			Equipos				
Leña	Gas	Chiquero	Gallinero	Huerto	Corral	Moto sierra	Molino eléctrico	Lavadora	
24	18	2	5	3	13	3	7	14	
Electrodomésticos					Ecotecnias				
TV	DVD	Radio	Celular	Tel satelital	Cisterna	Fogón	Biofiltro	Letrina seca	
22	9	13	1	6	21	21	21	21	

Marco institucional

En el Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca La Joya, se destacan los programas que tienen injerencia dentro de las comunidades Charape y La Joya. Uno de ellos es PROCAMPO de SAGARPA para subsidio en el ciclo de verano al cultivo de maíz cuya extensión representa el 85% de su siembra, el otro 15% se apoya en cultivo de trigo, cebada y pastos, por ser considerada una zona de alta erosión y bajo rendimiento. También encuentran el programa social a nivel federal OPORTUNIDADES de SEDESOL, el cual beneficia en cuatro componentes, principalmente con “Vivir mejor”, “Alimentación”, “Energético” y en menor medida “Educación”. Intermitentemente se ejecuta el “Programa de Empleo Temporal (PET)” cuyos montos percibidos son en promedio de \$2,500.00 pesos por persona al año. Se ha tenido la presencia de SEMARNAT quienes subsidiaron un paquete de ecotecnias, entre ellas, sanitario seco, fogón ahorrador, biofiltro y cisterna para captación de agua de lluvia. También se registra el programa “Caravanas de salud” de la Secretaría de Salud (MGIC-8 2009).

RESULTADOS

El impacto de las alternativas en el sistema bajo manejo, requiere de información de base para conocer los procesos de transformación en la microcuenca. Dicha información se obtuvo tanto de la consulta de fuentes primarias (entrevistas a informantes clave ó muestreos directos en campo), como de fuentes secundarias (documentos de corte diagnóstico, informativo o analítico).

Análisis del Sistema Tradicional en la microcuenca La Joya

La cuenca como un socioecosistema, presenta en el contexto paisajístico los efectos del manejo de los recursos naturales que históricamente se han utilizado por los pobladores locales para su abastecimiento. Por lo tanto, se analiza el sistema tradicional desde sus efectos y causas, los primeros se refieren a las evidencias en el ambiente producto del contexto socioeconómico que transforma la microcuenca.

Contexto paisajístico: efectos

Dentro de las características biofísicas de la microcuenca es evidente la erosión pluvial que se ha manifestado en cárcavas muy pronunciadas (MGIC-8 2009 y observación en campo), lo que ocasiona que haya pérdida en grandes cantidades de material grueso de suelo, cada vez que ocurren deslizamientos de las paredes de estas grietas. Además es conveniente resaltar que por la condición climática del área, semiárida, de exposición en la parte alta y con periodos de sequía, la erosión eólica es otro factor importante en la pérdida de suelo.

Los tipos de suelo son litosol y feozem cuya profundidad y estabilidad no es alta debido a la condición de cuenca vieja y su origen volcánico. Aunado al uso que se le da y a los factores de erosión y pérdida de vegetación, se afecta el rendimiento de las cosechas pero también se empobrece y desertifica el terreno.

El Plan Rector de Producción y Conservación reporta que existe un fuerte problema de baja productividad de los suelos y la fragilidad ambiental de los ecosistemas producto de los sistemas de manejo tradicionales, lo que lleva a una baja producción, aún menor que la que se requiere para la subsistencia.

Contexto socioeconómico: causas

No existen fuentes de empleo en las comunidades y las oportunidades para el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida son vistas como muy reducidas por sus habitantes (MGIC-8 2009).

A través de los censos socioeconómicos a nivel local (Bárcenas-Osorio 2010, Hernández-Sánchez 2010) se da a conocer el quehacer de la gente de la comunidad justo antes de iniciar con la intervención del proyecto, sus fuentes de ingreso y el aporte por unidad familiar. Por lo que concluimos que el perfil de los habitantes es de campesinos, hombres y mujeres de escasos recursos económicos.

El abasto del agua se debe a una mala distribución del recurso afectando de modo diferenciado a hombres y mujeres, puesto que la población femenina es la encargada del abasto doméstico de este recurso, mientras que la población

masculina tiene a su cargo la gestión del recurso para el ámbito productivo y en época de sequías el suministro puede llegar a suspenderse por dos meses (Contreras-Contreras 2011). Sin embargo, el hecho de recibir agua entubada ha traído como consecuencia el abandono de los manantiales que abastecían directamente a las familias (Granados-Muñoz 2011, Contreras-Contreras 2011).

Se tiene el problema de azolve de manantiales y bordos por la erosión y falta de cubierta vegetal. Esto porque los cuerpos de agua se dejaron de cuidar con la llegada del agua de llave (Contreras-Contreras 2011).

La actividad pecuaria contribuye al deterioro de la vegetación dejando el suelo desnudo, que con la lluvia y viento lo erosiona y provoca el azolve de cuerpos de agua. Esto porque la carga animal excede la capacidad del agostadero. La degradación de estos recursos afecta la incidencia de lluvia y por lo tanto la pérdida de cosechas afectando la economía y el bienestar familiar, también afecta en el esfuerzo de pastoreo porque implica caminar más por la falta de zonas con vegetación. Afecta también la calidad y cantidad del alimento para el ganado susceptible a morir en condiciones adversas como la sequía.

El análisis del estado de la microcuenca lleva a formular un esquema de problemas causa y efecto (Figura 9).

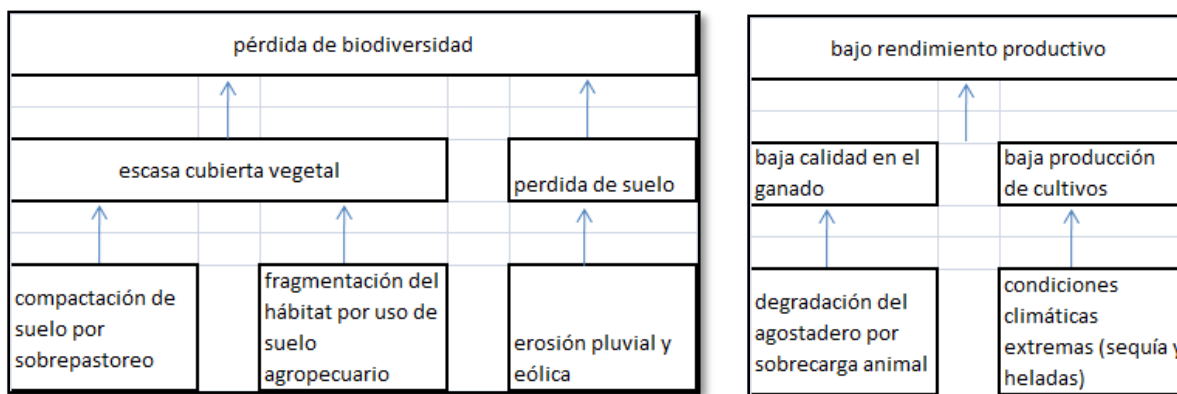


Figura 9. Esquema de los principales problemas detectados en la microcuenca La Joya, presentados en la lógica de causa-efecto.

En el PRPC se documentó una tabla de los problemas objetivo y las alternativas propuestas para paliar la problemática socioambiental detectada (Cuadro 7).

Cuadro 7. Problemas percibidos por los habitantes de la Microcuenca La Joya y las alternativas propuestas por el equipo de facilitadores y técnicos de la Maestría en Gestión Integrada de Cuen-cas-UAQ (MGIC-8 2009).

PROBLEMAS	CAUSAS	ALTERNATIVAS	INSTITUCIONES
1. Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación • Falta de infiltración 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de obras de captación, infil-tración y almacenamiento • Manejo adecuado del recurso 	<ul style="list-style-type: none"> • SEMARNAT • CONAFOR • SAGARPA • SEDEA • ONG
2. Caminos	<ul style="list-style-type: none"> • Lejanía con la ciudad • Deterioro por fenómenos meteorológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de la comunidad para el mantenimiento. • Identificación de zonas de riesgo • Obras de ingeniería civil • Obtención de fondos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno munici-pal • SCT
3. Empleo	<ul style="list-style-type: none"> • Poca diversidad de activi-dades productivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de programas de empleo temporal • Promoción y ejecución de proyectos productivos 	<ul style="list-style-type: none"> • SEMARNAT • CONAFOR • SAGARPA • SEDESOL • DIF • ONG
4. Erosión del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de ganado criollo • Desorganización de los productores • Deficiente transferencia de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de ganado de razas mejo-radas • Asesoría técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • SAGARPA • FIRCO • SEDEA
5. Manejo de basura	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recolección • Desconocimiento de su sistema de manejo de re-siduos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer manejo de residuos sólidos • Búsqueda de empresas comercializa-doras 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno del Es-tado • Gobierno munici-pal • ONG
6. Milpa	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación de suelos • Rendimientos bajos 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de la labranza de conservación • Aplicar técnicas de conservación de suelos • Uso de abonos verdes 	<ul style="list-style-type: none"> • INIFAP • SAGARPA • SEDEA
7. Huertos de traspa-tio	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de agua • Falta de semilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en sistemas de produc-ción y riego • Dotación de semillas mediante alguna institución 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno munici-pal • DIF • SEDEA • SEDESU

			<ul style="list-style-type: none"> • SEDESOL • ONG
8.Migración	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de empleo • Marginación y pobreza 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo a través de proyectos productivos • Programa de Empleo Temporal 	<ul style="list-style-type: none"> • SAGARPA • Instituto Nacional de Migración • SEDESOL • SEMARNAT • DIF • Secretaría de Relaciones Exteriores
9.Organización comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de liderazgo • Falta de visión comunitaria • Despersonalización de la comunidad • Migración 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la participación • Fortalecer los lazos comunitarios • Programa de Educación Ambiental dirigido a objetivos comunes 	<ul style="list-style-type: none"> • DIF • CONAFE • Gobierno del Estado • SEMARNAT • SEDESOL • SEP • USEBEQ
10.Mejoramiento del ganado	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del ganado criollo • Desorganización de los productores • Deficiente transferencia de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de ganado de razas mejoradas • Asesoría técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • SAGARPA • FIRCO • SEDEA

Análisis del proyecto Centro Regional de Capacitación en Cuencas

Como instrumento para que las comunidades obtengan recursos económicos y técnicos que mejoren su condición de vida se generó el Plan Rector de Producción y Conservación el cual emplea herramientas de investigación social, y éste fue elaborado por la octava generación de la Maestría en Gestión integrada de Cuencas (2009) para la microcuenca La Joya.

En dicho documento se establecen propuestas para mitigar y prevenir las consecuencias actuales de estrés socioeconómico y ambiental mediante cambios en las prácticas de manejo (Cuadro 7).

El proyecto CRCC funge como el organismo operativo de dicho plan rector a fin de promover las capacidades locales y la vinculación interinstitucional para lograr la conservación y mejorar la producción en la microcuenca La Joya.

La experiencia en gestión integrada de microcuencas en el estado de Querétaro a través de la coordinación del Dr. Raúl Pineda con investigadores de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas (MGIC) se ha basado en metodologías en la acción sobre el manejo y en la evaluación participativa de la gestión. Además se ha centrado en delimitar las microcuencas del estado, en la formación de recursos humanos y en las formas organizacionales.

A partir de esta experiencia, se ha dado pauta a continuar en la vinculación entre la academia y los sectores social y público a través de un nuevo ámbito: “Creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas” (CRCC).

Este proyecto surge de la MGIC, de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, y lo conforma un grupo de trabajo con representantes de distintas instituciones: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias-Querétaro (INIFAP), la Agencia de Desarrollo Sierra Gorda A.C. (ADSG), y la propia Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

El objetivo central del proyecto CRCC es:

- Establecer el proyecto de una cuenca demostrativa a nivel regional, donde promover la cultura para la conservación y el buen manejo de los recursos naturales, principalmente del agua.

Para lograr el objetivo planteado, el grupo operativo ha planificado diversas acciones de manejo y gestión dentro de la microcuenca La Joya, enmarcados en los siguientes objetivos estratégicos:

1) construir procesos participativos entre los actores sociales, empresariales, públicos y académicos para el desarrollo del CRCC.

2) elaborar un ordenamiento del territorio donde sean compatibles las funciones de capacitación, recreación e investigación con la producción, conservación, rehabilitación y manejo de la Microcuenca La Joya.

3) implementar al menos 70 buenas prácticas para la conservación del agua, suelo, biodiversidad, uso de energías alternativas, producción sustentable, desarrollo comunitario y micro-negocios.

4) ofrecer servicios de capacitación y educación ambiental multinivel de preescolar a posgrado y al medio rural y urbano de México.

5) establecer la primera etapa del monitoreo del funcionamiento de una cuenca derivado de la aplicación de prácticas de manejo en el largo plazo (Pineda, et al. 2010).

Para cubrir con las acciones de cada etapa, el proyecto se apoya en las relaciones de trabajo, de financiamiento y/o participación de actores de distintas instituciones, así como en organizaciones de la sociedad civil o empresas, y el propio Ejido. Los tres principios para lograr las metas de sustentabilidad son:

1. Que el cuidado, manejo y gestión del ambiente implica un conflicto de intereses entre los actores que confluyen en una cuenca.
2. Que el logro de la conservación de los recursos naturales requiere de sostenerlo con una base productiva
3. Que los habitantes de las cuencas constituyen el principal motivo de intervención (Pineda, et al. 2010).

Actores involucrados

En la sección anterior se dio una descripción de las causas y efectos que el manejo del entorno por parte de los habitantes tiene sobre la condición misma de la microcuenca. Se aborda también la investigación de base para planificar la intervención y ahora es necesario mencionar quienes son los actores involucrados.

El grupo operativo del CRCC está conformado por el coordinador general y por los encargados de operación, cuya estructura contiene área de administración, capacitación, difusión y educación ambiental.

Gran parte de su trabajo se centra en los actores sociales de la microcuenca La Joya y como promotores y capacitadores.

Para empezar la mayor parte del apoyo financiero proviene de recursos de la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP. En su equipo consultor cuenta con Académicos de distintas Facultades de la Universidad Autónoma de Querétaro y otros que conforman la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, el Instituto Na-

cional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-Qro.) y la Agencia de Desarrollo Sierra Gorda, A.C.

Se ha conformado un Consejo Consultivo del CRCC con representantes de Gobierno municipal y Gobierno del estado. Se tiene el vínculo con SEMARNAT, SAGARPA, SEDESU, CONAFOR, SEDEA, SEDESOL. El Ejido de la Joya, para acuerdos y desarrollo de capital humano. También con otras organizaciones públicas como son, la Universidad Tecnológica de Querétaro, el Colegio de Posgraduados de Chapingo (Pineda, *et al.*, 2011).

A partir de la investigación documental y de fuentes primarias (realización de talleres comunitarios) es importante mencionar que a partir de la intervención por parte del CRCC, ha sido constante la entrada de gente externa a la comunidad a partir de académicos, estudiantes, visitantes, técnicos y otros organismos que no son visibles pero que están teniendo una fuerte influencia en las acciones del Centro y que son los financiadores.

Con el propósito de reforzar las acciones dentro del “Programa de restauración de la cuenca Lerma-Chapala”, a SEMARNAT se le autorizó ejecutar recursos económicos para que los recursos naturales sean utilizados en el fomento al manejo integral de cuencas de la región hidrológica 12. Dicho programa se establece una vez que el agua y la conservación de la cuenca son asuntos de seguridad nacional y que la cuenca es la unidad geográfica ideal para planificar en torno al uso y conservación de los recursos naturales.

El proyecto CRCC se vincula con SEMARNAT bajo el enfoque de las cuencas como espacios geográficos donde los grupos y comunidades comparten identidades, tradiciones y culturas, y donde éstos socializan y trabajan en función de su disponibilidad de recursos renovables y no renovables. En el sentido de que reconoce la cuenca para conducir los procesos de manejo, aprovechamiento, protección, restauración y administración surge una gestión integral para la implementación del programa “Programa de restauración ecológica de la Cuenca Lerma Chapala”. Al respecto acordaron que los apoyos del mismo se otorgarían en acciones emanadas del plan de manejo de la microcuenca que para tal efecto se formuló, en este caso ejecución de obras y prácticas de conservación y restaura-

ción de suelo, agua y /o vegetación que contribuyan al ordenamiento de las actividades productivas que frenen la pérdida de su capital natural (SEMARNAT, 2010).

Es decir, en la microcuenca se presentan de manera constante grupos de personas externas, ya sea por parte de los actores dentro del proyecto CRCC y alumnos y especialistas de la UAQ, pero también se presentan continuamente representantes de distintas dependencias, de SEDESOL, SEMARNAT, SAGARPA, DIF municipal, USEBEQ, SALUD, CONAFOR, CONAFE, CEA, CFE, y de modo ocasional han asistido otros representantes de INEA, banco de ropa, Tec de Monterrey, e IAP Club de Golf.

Cabe mencionar que distintos mecanismos de operación de programas en la microcuenca han promovido la conformación de comités dentro de las comunidades beneficiadas, lo cual satura a la capacidad de la población de organizarse y participar, pues además son las mismas personas quienes participan en casi todos los comités. Esta información se obtuvo mediante talleres comunitarios realizados de manera conjunta con la tesis en proceso de Susana Hernández y como parte de la metodología de esta investigación para analizar los actores presentes en la microcuenca.

Diseño de la intervención

En el laboratorio de Geomática de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas-UAQ desarrollaron el mapa de las unidades de escurrimiento por orden de intervención; se presenta en primer lugar, al Arroyo La Joya (B), el cual nace en el Cerro Támbula en la parte Norte y corre de manera vertical hacia el Sur y presenta la mayor longitud de corriente. En segundo lugar se encuentra el escurrimiento que nace a las faldas del Cerro El Pinalillo (A) el cual corre de Oeste a Sur y cuya extensión es la de mayor influencia en la cuenca. En tercer lugar la unidad de escurrimiento formada por el Arroyo La Rochera (C), ubicada en la porción Este de la microcuenca y corre disectando las laderas y formando en su parte más baja valles intermontanos, de gran importancia hidrológica por la presencia de manantiales. Existen otras tres unidades de escurrimiento una segunda etapa de intervención, esto, con el fin de garantizar la recuperación de la estructura y función de la

microcuenca desde las zonas de cabeceras hacia las zonas media y baja (Figura 3).

Otro criterio a considerar respecto a la selección de zonas de intervención es en función de la tenencia de la tierra (Figura 6); en la Figura 6, los círculos periféricos blancos representadas las áreas prioritarias para el desarrollo de acciones de conservación de suelo, agua y biodiversidad, los círculos interiores verdes, las áreas seleccionadas para desarrollo de producción sustentable, conservación de suelo y agua; y en las zonas marcadas con círculos rojos que rodean las comunidades, las áreas para el desarrollo de acciones de desarrollo comunitario, energías renovables y micro-negocios (CRCC 2010).

Diseño de matrices para evaluar el desempeño del proyecto CRCC

La información contenida en el Cuadro 7 que refiere las necesidades comunitarias, son base para el desarrollo comunitario y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. De esta información se desprende parte de la planeación de los procesos de intervención del proyecto CRCC.

Con la finalidad de conocer cuáles son las alternativas que se vienen implementando y cuál es su situación actualmente, se retomó el diseño de matrices de evaluación de los avances de las acciones del proyecto que responden al objetivo “implementación de 70 buenas prácticas” generado por un miembro del grupo operativo del CRCC. A través de ellas se busca entender las prácticas planeadas por el CRCC que determinan el objeto de estudio, la microcuenca como sistema de manejo alternativo a evaluar.

Se procedió a construir las etapas de cada práctica en conjunto con el grupo operativo del proyecto quienes indicaron el procedimiento de cada práctica; y también se consultaron manuales elaborados por especialistas a fin de establecer el valor de cada una de ellas (Anexo 1). A través de las matrices se espera que sea útil para sistematizar las acciones, que permita la difusión del quehacer del proyecto y finalmente sirva de instrumento de retroalimentación para llegar al 100% del cumplimiento de las prácticas planeadas, evaluando el desempeño del proyecto.

Análisis de alternativas

Representar los problemas cobra sentido en la medida que estos se conviertan en los principales objetivos a resolver conformando entonces la imagen especular de un sistema alternativo.

En este apartado se describen cuales son las respuestas o alternativas que el proyecto promueve a fin lograr un adecuado manejo de dichos recursos. Para efectos de prevenir la perdida de grandes cantidades de suelo, por ejemplo, la respuesta es la construcción de obras de conservación de suelo, agua y vegetación. Actividades que se realizan en convenio con dependencias gubernamentales principalmente aunque incluso algunas por la misma gente local.

En el entendido de que la condición ambiental de deterioro que presenta la erosión pluvial y eólica responde a un proceso de evolución natural de la microcuenca. Lo que se puede solucionar en sí, es una serie de presiones derivadas del manejo que en ella se hace.

Las alternativas se presentan de modo esquemático en las siguientes Figuras (10 y 11), en el sentido de llegar de medio a fin:

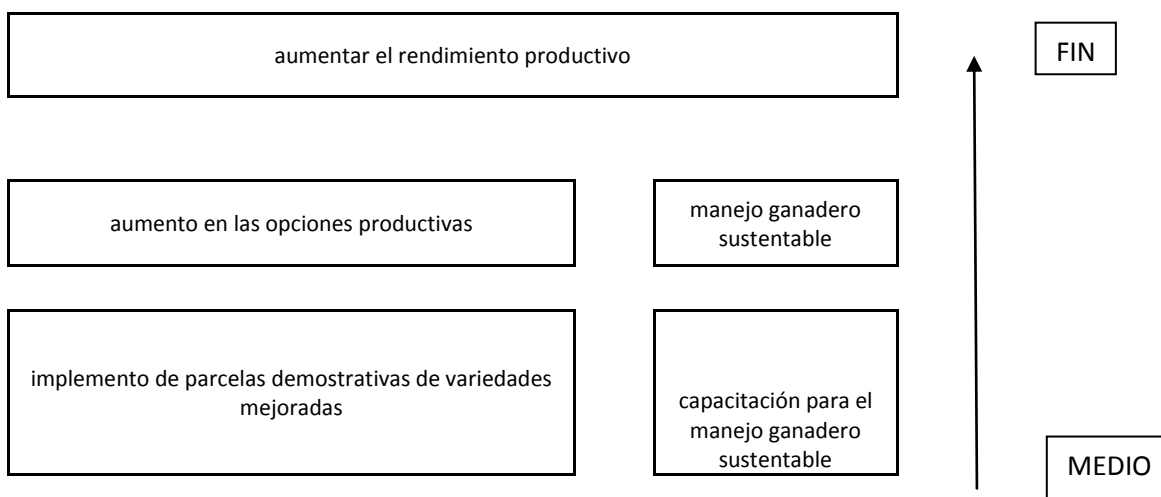


Figura 10. Imagen alternativa al convertir los problemas en objetivos.

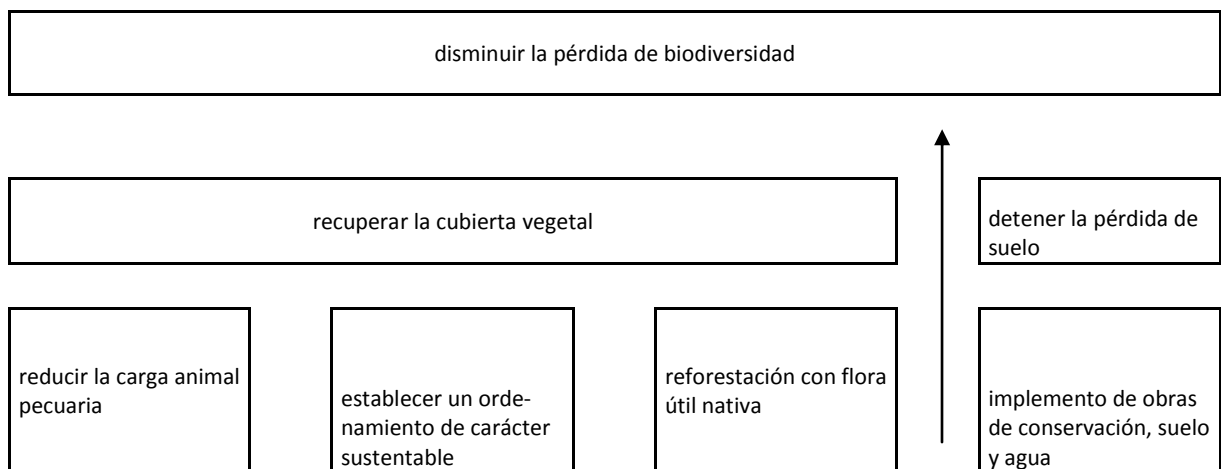


Figura 11. Imagen alternativa al convertir los problemas en objetivos.

Como ejemplo de actividades que se han realizado a nivel de parcelas, en la parte baja de la microcuenca se ha implementado el cultivo de avena en una parcela de validación a cargo de INIFAP-Qro. El objetivo es ofrecer mayor disponibilidad de forraje y calidad nutrimental al ganado, promover que el ganado no dependa tanto del agostadero y debido a las condiciones climáticas en el lugar, se inició con una variedad mejorada. La importancia de esta actividad radica en que se atiende una necesidad de forraje siendo la comunidad preponderantemente ganadera.

Revisión de indicadores

La selección de los indicadores requirió integrar la información de referencia del sistema tradicional con los objetivos estratégicos del proyecto CRCC.

Revisión de indicadores socioambientales

Propuestos a partir de investigaciones previas en la microcuenca La Joya

A partir de los estudios diagnósticos en la microcuenca, se detectaron indicadores propuestos en algunas investigaciones. Se consideró una ventaja rescatar el listado de estos, de modo que se revise su pertinencia en caso de contar con información de referencia y que vayan acordes con los objetivos y/o actividades del CRCC. Con estos criterios las investigaciones podrían ser aplicadas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Indicadores sociales y ambientales que surgen de los trabajos de investigación desarrollados en la microcuenca La Joya.

Indicadores sociales	Fuente	Indicadores ambientales	Fuente
Presencia de procesos organizacionales	MGIC-8 2009	Cambios de uso de suelo y vegetación	Sánchez-Aguilar 2011
Presencia de procesos de aprendizaje	MGIC-8 2009	Uso sostenible de recursos forestales	MGIC-8 2009
Mejoría en los niveles de participación.	Contreras-Contreras 2011	Manejo del agua	MGIC-8 2009
Toma de decisiones en los espacios comunitarios.	Contreras-Contreras 2011	Especies vegetales indicadoras de perturbación.	Sánchez-Aguilar 2011
Variación en el tiempo dedicado al trabajo doméstico.	Contreras-Contreras 2011	Vegetación dominante por tipo de suelo, clima y manejo de parcelas.	González-Erives 2011
Uso del nopal como forraje y alimento.	López-Sánchez 2011	Mejora en la calidad ambiental.	MGIC-8 2009
Generación de empleo.	López-Sánchez 2011	Retención de suelo y agua.	López-Sánchez 2011

La información del uso del suelo y vegetación de la microcuenca es sin duda elemento clave para observar la transformación a partir de la intervención del proyecto, puesto que diversas actividades que se realizan van encaminadas a lograr una rehabilitación de los ecosistemas y así evitar riesgos por erosión. Los patrones de superficie requieren de información cartográfica, para su uso en Sistemas de Información Geográfica.

Sobre la composición vegetal, Sánchez-Aguilar (2011) describió que las especies indicadoras de perturbación son: *Zaluzania augusta* y *Dodonea viscosa* en el matorral inerme. En el chaparral el indicador de perturbación es el espacio entre encinos. Por lo tanto la información que se presenta previamente es básica para percibir cambios a nivel estructural en la microcuenca. González-Erives (2011) señala que las especies vegetales dominantes en la composición de una parcela, son indicadoras del tipo de suelo, clima y manejo de la misma lo cual permite evaluar su calidad (Berlijn *et al.* 1987 y Holechek *et al.* 1989).

Contreras-Contreras (2011) analiza que la utilización de tecnologías ecológicas puede contribuir a disminuir el tiempo dedicado al trabajo doméstico, el desgaste de energía en la realización de actividades y cuidar la salud, al mismo tiempo que contribuyen en la disminución del impacto ambiental por el uso de recursos, principalmente la vegetación, que se usa como combustible para el abasto en la vivienda (*Acacia*), para construcción en los corrales o cercas (*Acacia*, *Opuntia*, *Mirtolocactus*), como medicamento (*Zaluzania*) y alimento (*Celtis*, *Agave*, *Opuntia*) (Contreras-Contreras 2011) por citar algunos géneros.

Los estudios de composición en la estructura vegetal se consideran apropiados para responder a los indicadores anteriormente descritos ubicando las parcelas de muestreo por tipos de vegetación.

López-Rámirez (2011) consideró al nopal contribuyente de la recuperación funcional de la microcuenca, al retener suelo y agua. Por lo cual sugirió promover la cultura sobre la utilidad del nopal para lograr la generación de empleo, tener fuente de alimento y alternativa de forraje. Actualmente se están elaborando productos comestibles del nopal a fin de comercializarlos y se realizó la revegetación con nopal.

Contreras (2011) recomendó abrir canales de reflexión donde las mujeres valoren su trabajo en conjunto con la promoción del proyecto, es decir, que se integre el enfoque de género en las herramientas metodológicas de la intervención. Los cambios se verían en una mejoría en los niveles de participación y toma de decisiones en los espacios comunitarios.

Para estimar la calidad ambiental, Torres-García, *et. al.* (2011) determinaron la calidad ambiental de los manantiales a partir de la presencia de ciertos órdenes de macroinvertebrados acuáticos con distintos grados de tolerancia en función de la calidad del ambiente acuático donde habitan. Aunado a estos resultados se sugirió promover el mantenimiento de los manantiales y llevar a cabo estudios de la calidad fisicoquímica del agua puesto que la limpieza continua de los manantiales evita el empleo de estos organismos como indicadores confiables.

El mantenimiento de los manantiales coincide con la conclusión de Contreras (2011) sobre rehabilitar las fuentes de agua naturales. Y los estudios fisico-

químicos del agua también se han realizado en el laboratorio de suelos de la MGIC en colaboración con estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Como puede observarse la propuesta de indicadores sociales y ambientales derivados de los trabajos de investigación en la microcuenca La Joya son variados.

Revisión de indicadores socioambientales

Para hacer la propuesta de indicadores sociales y ambientales de la microcuenca La Joya bajo manejo, se seleccionaron los datos de referencia. Posteriormente se consultaron publicaciones de especialistas, quienes han elaborado indicadores para sistemas bajo manejo de recursos naturales (Ridaura *et al.* 2002, Mallén 2005, Pineda 2005; García-Flores 2010) y se consultaron fuentes bibliográficas que relacionan los elementos de una cuenca, a través de los procesos ecológicos para comprender la funcionalidad de la misma (Gracia 1997; Hudson 1997; Springall 1970, Macías *et al.* 2011).

Revisión de indicadores socioambientales

La propuesta se presenta de acuerdo a la información de base y considerando la relación de los elementos dentro de la microcuenca. En el Cuadro 9 se presentan los del área ambiental, en el Cuadro 10, del área social, Cuadro 11, los productivos y Cuadro 12, los económicos.

Se muestran los indicadores con sus valores de referencia, los que representan el sistema bajo manejo y sus valores óptimos. Para ello se consultaron fuentes de información científica avalada por años de investigación a fin de establecer la metodología apropiada y los umbrales óptimos. También se consultaron a algunos tesis y técnicos, quienes han aplicado las distintas metodologías para orientar sobre el uso de las herramientas necesarias para llegar a la obtención de datos y análisis de los mismos.

Cuadro 9. Indicadores ambientales propuestos para el monitoreo de sustentabilidad en La Joya.

Indicadores ambientales				
Indicadores	Sistema tradi- cional	Sistema al- ternativo	Óptimo (100%)	Herramienta
infiltración (mm)	6.6 mm		42 mm	SIG/método empí- rico
escurrimiento superficial (m ³ /s)	71.63 m ³ /s			SIG/método empí- rico
calidad de manantiales (pH, Sólidos disueltos totales y temperatura)	6.93 a 8.83 pH, 16.7 a 24.2 °, 66 a 302 ppm			multiparamétrico
calidad visual de arroyos	marginal y sub- óptima			observación
pérdida de suelo (ton/ha por año)	0.000762 (S)		0-4	estacas graduadas
Variación en la riqueza de aves sensible a disturbios en su hábitat	21 especies (18.6%)	43 especies (38.2%)	90 especies (80%)	observación
Recuperación ambiental por sobrevivencia de nopal	100%	50%	90%	conteo
composición vegetal en agostadero	38% (S) y 32% (LI).			parcelas
abundancia vegetal en agostadero	3% (S) y 2% (LI).			conteo

En los cuadros donde no se cuenta con datos, es donde se deben llevar a la ejecución los indicadores para tener un comportamiento de los indicadores que permitan establecer los valores óptimos a alcanzar.

En este sentido, los indicadores se consideran importantes no solo para notar cambios en las variables, sino para determinar valores que reflejen la imagen objetivo de las acciones en el manejo de la cuenca.

Cuadro 10. Indicadores sociales propuestos para el monitoreo de sustentabilidad en La Joya.

Indicadores sociales				
Indicadores	Sistema tradicional	Sistema alternativo	Óptimo (100%)	Fuente
Mejora de los procesos organizacionales	Familiar, Comunitario, Individual	Comunitario y Familiar	Comunitario y Familiar	archivos CRCC/primaria
Presencia de procesos de aprendizaje	tradición oral	capacitación externa	capacitación intracomunitaria con rescate de saberes	archivos CRCC/primaria
Mejora en los niveles de participación	1 a 3 (por consulta)	1 a 6 (interactiva)	7 (autodesarrollo)	archivos CRCC/primaria
Toma de decisiones en espacios comunitarios	escasa	escasa	abundante	archivos CRCC/primaria
Calidad de empleo	escaso	medio	abundante	censo

Cuadro 11. Indicadores productivos propuestos para el monitoreo de la sustentabilidad en La Joya.

Indicadores productivos				
Indicadores	Sistema tradicional	Sistema alternativo	Óptimo (100%)	Fuente
Producción de grano de maíz (ton/ha)	0.11 (CHA) y 0.169 (JOY) ton/ha		1 ton/ha/año	censo
Producción de grano de frijol (ton/ha)	0.028 (CHA) y 0.036 (JOY) ton/ha		0.7 ton/ha/año	censo
Producción de forraje en agostadero (Kg M.S./ha.)	461.2 (S); 253.4 (LI)			parcela
Capacidad de carga animal (Factor de uso)	206.26 U.A.		81.2 U.A. (25%); 89.6 U.A. (35%) y 102.1 U.A. (50%)	cálculo

Ejecución de indicadores

Se vio la necesidad de implementar algunos indicadores a fin de detectar los requerimientos necesarios para la toma de datos e interpretación de los mismos

Para probarlos, se eligió una unidad experimental, buscando la integración de gente local en este proceso. Lo primero fue analizar las características del área experimental y posteriormente analizar las distintas prácticas realizadas dentro del polígono por parte del proyecto. Para ello se consultó al grupo operativo (Cuadro 10).

Cuadro 12. Indicadores económicos propuestos para el monitoreo de sustentabilidad en La Joya puesto que se cuenta con información de base.

Indicadores económicos				
Indicadores	Sistema tradicional	Sistema alternativo	Óptimo (100%)	Fuente
Dependencia de recursos externos (% de ingresos)	88.2 (CHA) 86.6 (JOY)			censo
Comercialización de bovino (% de ingreso anual)	0 (CHA); 2.5 (JOY)			censo
Comercialización de ovino (% de ingreso anual)	0.5 (CHA); 1.7 (JOY)			censo
Comercialización de caprino (% de ingreso anual)	0.6 (CHA); 0.9 (JOY)			censo

Características de la unidad experimental

El área corresponde a una porción de la subunidad de escurrimiento Arroyo La Joya, la cual el CRCC ha delimitado como la subunidad B prioritaria para intervención (Figura 3, Figura 12). Se determinó a partir del trabajo de campo y de gabinete, que la unidad experimental ocupa el 9 % del área total de la microcuenca, con-

formando un área de 1.44 km², la elevación media es de 2481.4 msnm y la pendiente de 45%. La temperatura promedio en verano 18°C, velocidad del viento de 122 y humedad de 42.4%. Tipo de suelo franco arcillo limoso, de estructura fina a media, profundidad de 14 cm y a mas de 15 cm se encuentra la roca intemperizada (Barrientos *sin publicar*). Con esta caracterización y la vegetación asociada, el tipo de suelo presenta un coeficiente $k = 0.27$.

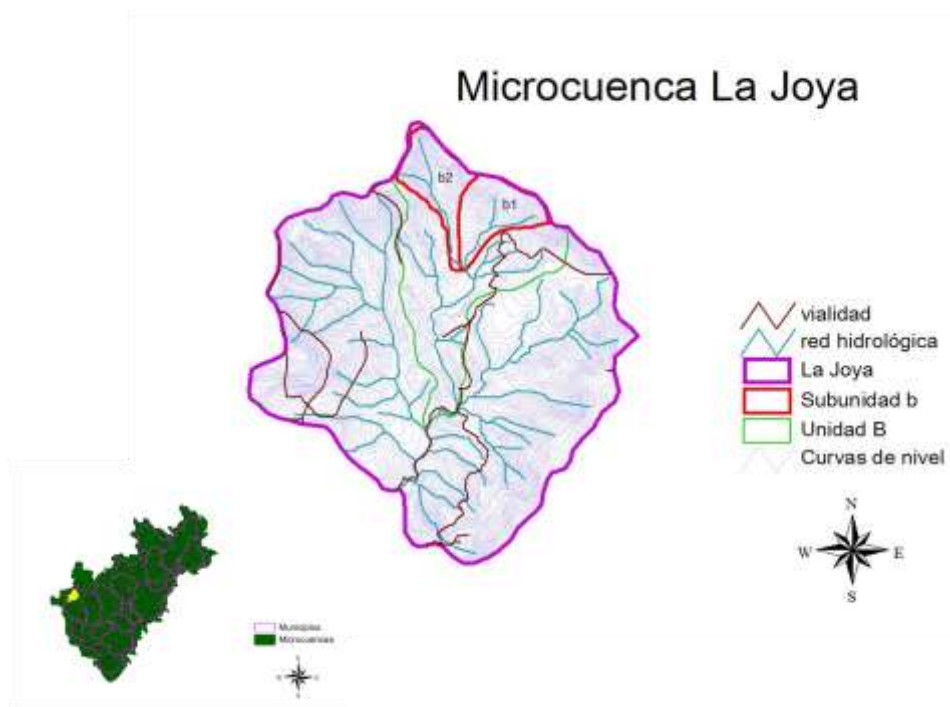


Figura 12. Unidad experimental b para establecer el monitoreo ambiental efecto de prácticas de conservación.

Para asegurar las prácticas de conservación, el CRCC en acuerdo con el Ejido delimitó un polígono con cerca de malla ciclónica. Esta área incluye la subunidad de escurrimiento Puerto del Aire con su arroyo denominado localmente como Los Bejucos, y dentro de este polígono se han concentrado mayor parte de los esfuerzos del grupo operativo en la construcción de obras de conservación de suelo, agua y biodiversidad como alternativa para paliar el proceso tan intenso de erosión evidenciado por la presencia de cárcavas prominentes (Figura13), así como demostrar las practicas de conservación a turismo especializado.

Cuadro 13. Actividades en el polígono de conservación y demostrativo implementadas con intervención del proyecto CRCC.

Clave	Actividad	Indicador	Medición
C1	Revegetación con nopal	90% de supervivencia en el año 1.	conteo de plantas vivas el primer año con relación al total plantado.
C2	Presas de gaviones	50% de sedimento retenido en el año 1.	estimación del sedimento retenido apartir de la observación de estacas marcadas.
C3	Presas filtrantes de piedra acomodada	70% de sedimento retenido en año 1.	estimación del sedimento retenido apartir de la observación de líneas marcadas.
C4	Cercado del polígono de conservación	ausencia de ganado durante el periodo previo a la siembra en el año 1.	observación directa en el sitio de modo mensual y entrevista.
D1	Capacitación para obras de conservación	mantenimiento de algunas obras por iniciativa de capacitados en el año 1.	observación directa en el sitio de modo mensual y entrevista.
D2	Publicaciones informativas y de difusión	solicitud de asistencia a la microcuenca a partir de estos medios.	revisión de informe y entrevista.
D3	Señalética		
D4	Senderos interpretativos	aprendizaje de conceptos a través del recorrido.	entrevista a grupos visitantes.



Figura 13. Vista del ala oeste de la subunidad b, prioritaria para conservación.

Indicadores ambientales

Para probar los indicadores ambientales, se consideró la necesidad de monitoreo del propio proyecto CRCC y posteriormente se consultaron a investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ que pudieran apoyar en los métodos de campo, diseño del muestreo e identificación de ejemplares. En el caso de probar o establecer suelo retenido y caudal hidrológico, el apoyo fue con la Facultad de Ingeniería

Indicadores sociales

Para probar los indicadores sociales, principalmente se consideraron las actividades de conservación realizadas dentro del mismo polígono experimental y se co-tejó con la experiencia de la comunidad y entrevistas con el grupo operativo del CRCC. De estas últimas entrevistas, derivaron los análisis de indicadores sociales aplicados a las prácticas de producción y conservación y cuyos resultados se presentan en el Cuadro 13. El diseño de los talleres y entrevistas fueron asesorados por un investigador de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la propia UAQ y el apoyo de la directora operativa del proyecto CRCC, misma que dirige esta tesis.



Figura 14. Cárcava con obras de control de erosión.

Sin embargo es complicado separar los indicadores tajantemente como ambientales o sociales, puesto que en la descripción de ellos, porque hay relaciones intrínsecas tanto en los efectos que generan o las causas que les anteceden. Además de que el implemento de variadas prácticas se basa en la participación social. Por ello, el modo de presentarlos es por un título que engloba el concepto del indicador, y se procede con la síntesis descriptiva del tema, luego se enuncia el indicador, se abordan los criterios que se consideran para seleccionarlos como indicadores, se explica cómo se procedió a tomar los datos, y por último cuales fueron los resultados al probarlos.

Nivel de participación

La participación es un proceso que no ocurre de manera lineal y pueden definirse etapas que ocurren paulatinamente para llegar a un nivel alto de integración. De acuerdo a Geilfus (2002). Las etapas consisten en:

Pasividad: participan las personas cuando se les informa, no toma decisiones.

Suministro de información: las personas participan respondiendo a encuestas.

Participación por consulta: las personas son consultadas por agentes externos que escuchan su punto de vista, aún no inciden en las decisiones.

Participación por incentivos: proveen principalmente trabajo u otros recursos a cambio de ciertos incentivos.

Participación funcional: las personas forman grupos de trabajo para responder a objetivos predeterminados por el proyecto. No tienen incidencia sobre la formulación, pero se les toma en cuenta en el monitoreo y el ajuste de actividades.

Participación interactiva: los grupos locales organizados participan en la formulación, implementación y evaluación del proyecto.

Auto-desarrollo: los grupos locales organizados toman iniciativas sin esperar intervenciones externas; las intervenciones se hacen en forma de asesoría.

Mejoría en el nivel de participación

Criterios de selección

Se considera importante este indicador porque depende de las etapas que se desarrollen paulatinamente en la comunidad para asegurar el éxito de un proyecto, siempre y cuando se atienda a las necesidades sentidas por los pobladores. Además este proceso ocurre en cualquier ámbito de desarrollo de la comunidad, lo único que resta es sistematizar la información y analizarla.

Toma de datos

Se asignó un valor en porcentajes a los niveles de participación propuestos por Geilfus (2002). Dado que son siete pasos, se asigna un porcentaje en relación al último escalón que sería equivalente al 100%.

Este indicador se adquiere a través de los informes que rinde el grupo operativo del proyecto, haciendo una triangulación de la información con observaciones en campo y si se requiere profundizar con entrevistas.

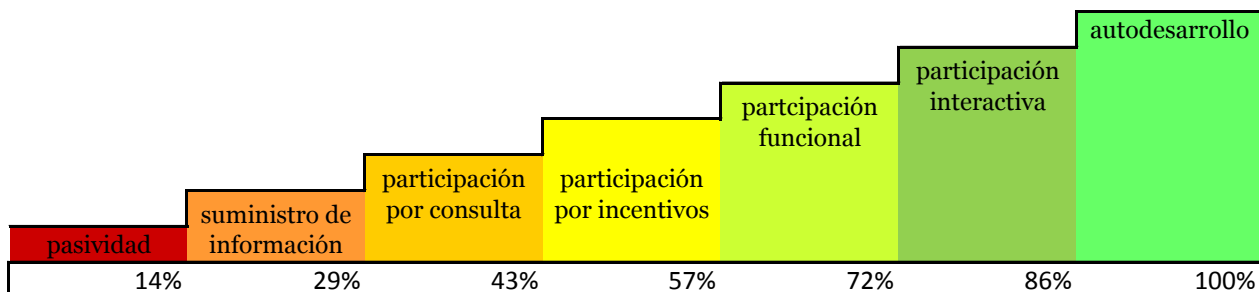


Figura 15. Porcentaje de participación de acuerdo a la síntesis descriptiva de la escalera de la participación de Geilfus.

Estructura socioeconómica a nivel familiar

Obtener el total de ingresos y gastos, de dónde provienen, conocer la inversión de tiempo en qué actividades, a partir de un censo es de suma importancia para canalizar los esfuerzos de intervención hacia el logro de la meta principal *promover el desarrollo comunitario*.

Calidad en el empleo
Rendimiento productivo
Disminución de emigrantes

Criterios de selección

A través de aplicar este cuestionario se detectaría el impacto del proyecto CRCC en el ingreso aportado por instituciones, o bien por los micronegocios que surjan a partir del mismo, es decir el impacto económico del proyecto.

Se pueden conocer los cambios en el empleo de recursos, en infraestructura, en características de sus parcelas y rendimiento de su producción y comercialización.

También se censa la inversión del tiempo en diversas actividades y de qué tipo, su nivel educativo. Por lo que al hacer levantamiento continuo de la información, se podría conocer el impacto social del proyecto CRCC.

Toma de datos

Para el caso de medir las transformaciones se tomará como referente el cuestionario para diagnóstico socioeconómico elaborado por Guharay (2009) y aplicado por Hernández-Sánchez (2010) para levantar el censo socioeconómico de la microcuenca La Joya.

La representación del componente económico es a base de cuestionarios comunitarios de ingresos a nivel familiar. Es decir, en una matriz se vierte los ingresos y los gastos obtenidos o derivados por distintas vías; ya sea por factores,

tales como la tierra, el capital físico o humano, el trabajo asalariado por actividades de agricultura básica, de corte comercial, de construcción o de ganadería; por instituciones como el hogar o el gobierno; y del proveniente de otro estado, de otra región, o de otras partes del mundo. Al final se obtiene el valor total de ingresos y gastos.

El método consiste en entrevistar a todas las familias para conocer los recursos disponibles. El tiempo destinado al levantamiento de la información ha consistido en una semana, y para el análisis de la misma y el desarrollo del reporte, otra semana.

En el rubro de infraestructura de la vivienda, se adecuó de acuerdo a las características de los materiales de la zona, ya que el censo está diseñado para recursos de origen tropical.

Revegetación con nopal

Las condiciones de agua y suelo limitan la productividad agropecuaria en la microcuenca, por ello el nopal se propone como un recurso que puede proveer de alimento a los habitantes, como forraje al ganado y a su vez permita mejorar las condiciones del terreno por ser capaz de retener suelo. Su plantación contribuye además a cumplir con el compromiso que la microcuenca tenía con CONAFOR para reforestar 20.3 hectáreas en sustitución de la plantación de los árboles que con anterioridad se les había otorgado y no se logró el objetivo.

El empleo del nopal puede considerarse acorde a la cultura local, puesto que aprovechan tanto el maguey para extraer aguamiel, como el nopal para su consumo, ya sean las tunas (abril-sept.) o el nopal mismo (ago-dic.); además se emplea como forraje para el ganado.

Porcentaje de sobrevivencia de nopales revegetados

Criterios de selección

El grado de complejidad para realizar los conteos es bajo. La actividad de revegetación impacta en la estructura del paisaje, en la funcionalidad de la microcuenca al retener suelo y promover la infiltración, y en atender la demanda de la población como fuente de alimento y de forraje para su ganado.

También se consideró como una estrategia para promover el monitoreo comunitario puesto que en esta tarea participaron casi la totalidad de las familias tanto del Charape como de La Joya.

Toma de datos de la sobrevivencia de nopal

Se llevó a cabo el conteo de nopales para conocer la sobrevivencia a un año de su plantación, esto se realizó con la colaboración de alumnos de la UAQ como prestadores de servicio social comunitario y aun cuando pudo haber disposición de algunas mujeres de la comunidad en realizar el conteo conjunto, no se dió el caso porque fue en época donde realizaban laboreo en sus milpas.

Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos de este conteo, se presentaron en dos talleres, cuya convocatoria se hizo a través de miembros promotores del CRCC solicitando la presencia de todos quienes han participado en las actividades de revegetación con el CRCC y CONAFOR.

El objetivo de la serie de talleres fue generar un proceso de apropiación de las actividades de conservación a partir de que la comunidad se autoevaluara (Cuadro 14) e interpretara los datos de monitoreo (Figura 16).

El porcentaje de sobrevivencia fue de 49.8 % siendo la cantidad plantada original de 14692 pencas y sobrevivieron 7323. Con un porcentaje de 41.4% de mortandad. Previamente la comunidad calculaba una sobrevivencia del 50% debido a que fue un año de sequía extrema.

Se realizó una entrevista con la persona responsable del grupo operativo del CRCC en relación a la actividad de revegetación con nopal, donde se menciona que el modo de opera con la comunidad, es estableciendo objetivos y dejando a la comunidad el modo de organizarse. No hubo consigna de realizar un conteo de la sobrevivencia.

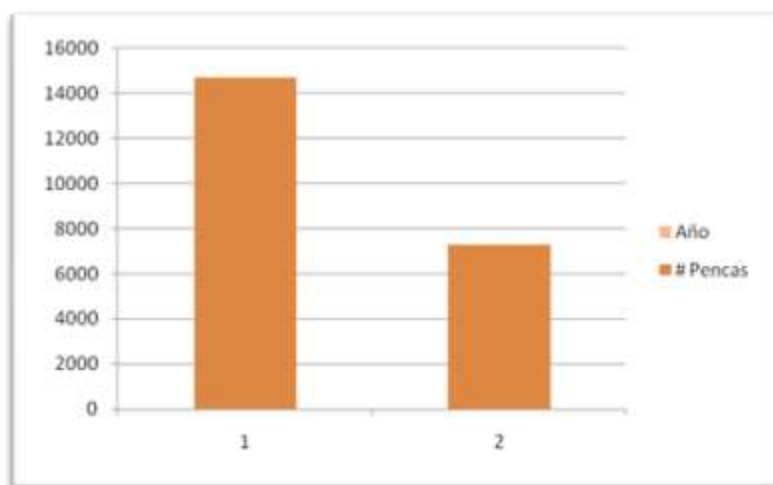


Figura 16. Gráfica que representa la cantidad de nopales plantados en el año inicial (1) y el conteo de sobrevivencia del año siguiente (2).

Cuadro 14. Autoevaluación comunitaria de la actividad de revegetación con nopal por etapas (tareas) detectando las fortalezas y debilidades.

Tareas	Bien	Regular	Mal	Fortaleza	Debilidad
Marcado de las curvas de nivel	☺☺☺			Se terminó.	Falló el aparato para medir.
Colecta de las pencas	☺☺☺			Se colectó más de lo solicitado. Se buscó la mejor penca.	Fue mucha la cantidad solicitada. Había que tener mucho cuidado en el corte.
Horeado	☺☺☺			Se realizó. Fue rápido el secado.	Otras se secaron por la época de secas.
Acarreo a los sitios de reforestación	☺☺☺			Se realizó. Cooperaron a nivel familiar.	Fue difícil el acarreo. Quien no tiene familia sólo. Desigual repartición. Hubo oportunistas.
Plantación	☺☺☺			Se realizó.	Hubo quienes no participaron. Otros sembraron de más. No hubo respeto

Cercado del polígono de conservación

La instalación de la cerca que delimita el polígono destinado a conservación, impide el paso del ganado porque es considerado una amenaza para las tareas que allí se han realizado con la finalidad de rehabilitar los procesos ecológicos.

El polígono de conservación funge como la unidad experimental bajo manejo alternativo y a partir de esta delimitación del área, la comunidad lleva a pastar al ganado a orillas de los caminos más cercano a sus hogares o cultivos y debe tener mayor cuidado para evitar le dañen su milpa o cultivo.

El año 2011 fue de intensa sequía, se espera una recuperación al cabo de 5 a 7 años, determinada por los procesos propios de una sucesión ecológica. Los cambios se verán reflejados en factores tales como la cobertura vegetal, la humedad retenida en el suelo después de la lluvia y la velocidad de escurrimiento, principalmente (González-Erives 2011).

Nulo paso de ganado al área cercada

Recuperación del pastizal*

*Se relaciona con la composición vegetal (ver en pág.75).

Criterios de selección

El respeto al cercado del polígono puede reflejar la cultura local por la conservación de su entorno ambiental. Su valoración es sencilla ya que se basa en la observación in situ.

Toma de datos

Se realizaron observaciones cada vez que se visitaba la microcuenca, puesto que el área es visible desde la mayor parte de los sitios que se solían visitar a efecto del trabajo de campo, o de apoyo al grupo operativo. También se realizaron entrevistas informales con habitantes al azar a fin de constatar y explicar las observaciones del respeto a la cerca.

Resultados

Algunos consideran que al dejar descansar el área cercada tendrá beneficios al cabo de unos años cuando puedan volver a meter su ganado a pastar porque ya se habrá recuperado la vegetación requerida. Otros consideran que afecta porque no disponen de un espacio que era requerido para alimentar a sus animales y además tienen el riesgo de perder su cultivo.

Previo a que se instalará la cerca, aún cuando ya se había revegetado, se contaba con la presencia de ganado, dejando evidencia de su excremento, y ramoneo. Actualmente, se ha observado la presencia ocasional de equinos. Sin embargo, es más común que no haya paso de ganado una vez que se instaló la malla electrosoldada (Figura 17).

Es importante dar a conocer que el área de pastoreo se está extendiendo hacia el ala que colinda con la propiedad comunal de la comunidad La Barreta, lo cual puede tener efectos negativos por invasión de otros predios.

Esto pone en evidencia la necesidad de enfocar los esfuerzos en el manejo del agostadero y de los hatos presentes en la microcuenca.



Figura 17. Malla electrosoldada que evita el paso del ganado.

Riqueza de aves

Sobre estimaciones de la diversidad de fauna, el número de especies es una expresión mediante la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de su diversidad (Magurran 1988). Los monitoreos de aves permiten detectar las especies sensibles a disturbios en su hábitat como aquellas dentro de alguna categoría por la NOM-059-SEMARNAT-2010 pero también nos indica cuales especies son propias de ambientes perturbados o indicadoras de la calidad del agostadero. Al respecto, la presencia de aves rapaces en la microcuenca indica que hay control de roedores, lo cual es benéfico para los cultivos.

Los pastizales proveen de un hábitat importante para aves adaptadas a este tipo de vegetación. Su importancia radica en que controlan plagas de insectos, dispersan semillas, sirven de alimento para otros organismos y existen los que se alimentan de animales muertos, contribuyendo al mantenimiento del ciclo de nutrientes. Por lo tanto, es conveniente mantener la altura de los pastos, arriba de 20 cm, evitando que sean visibles por los depredadores comunes, como las rapaces (Macías *et al.* 2011).

Aumento en la riqueza de aves de pastizal

Aumento en la riqueza de aves rapaces

Criterios de selección

Los hábitos diferenciados de las aves permiten analizar distintos elementos del paisaje que se relacionan con la función de la microcuenca. Las mediciones son más complejas por requerir especialistas en la determinación taxonómica de las especies, además de que conocer la diversidad de aves basados en el área de muestreo requiere del monitoreo a través de varios años. Sin embargo, la posibilidad de que se establezca el monitoreo comunitario es alta por el conocimiento que los pobladores tienen sobre este grupo de fauna, lo cual se puede combinar con estrategias de promoción de avistamiento de aves para turismo de naturaleza.

Toma de datos

Se cuenta con un listado de aves del parque Joya-La Barreta, aledaño al área de estudio, el cual representa un 80% de especies y este sirve de referente además del conocimiento de los hábitos de distribución de las especies para tener un listado de las especies probables en el sitio.

Se plantea determinar los cambios en la riqueza de especies presentes en el área; es decir en el tiempo 0 que especies encontramos con respecto al tiempo 1 hasta el tiempo n.

Para ello se realizaron 3 muestreos en distintas épocas, consistieron en establecer seis puntos de muestreo, en las cuales se realizaron avistamientos de aves en un lapso de tiempo de 7 am a 11 am (Figura 18).

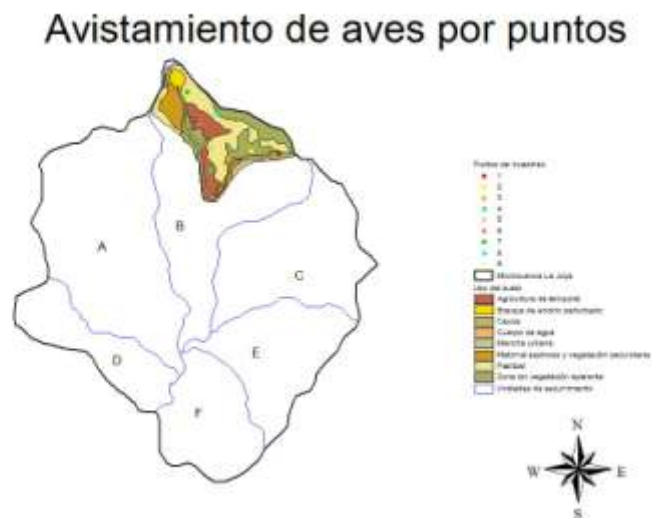


Figura 18. Puntos de avistamiento de aves en el área de monitoreo. La sugerencia final es que se realicen avistamientos por transecto, utilizando el sendero interpretativo existente.

Se realizaron los conteos por puntos esperando el transcurso de 15 minutos para cambiar de punto. Se llevaron a la hoja de registro las especies, su abundancia, el tipo de vegetación y observaciones del lugar de percha, sitios de anidamiento, si se escuchó, o sólo pasaron volando.

Para los avistamientos se utilizaron binoculares que permitieron obtener una imagen nítida del ejemplar, guías de campo con las cuales se realizó una determinación de las especies observadas, las guías utilizadas fueron: Peterson y Chalif (2000), Howell y Webb (1995), Sibley (2000) y National Geographic (1991).

Después del trabajo de campo se registró el nombre común, se corroboró el nombre científico y se revisó el estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las personas participantes en los muestreos fueron biólogos durante el Verano de la Ciencia, la segunda y tercera ocasión el acompañamiento fue con ornitólogos.

Resultados

Los grupos de aves de pastizal predominan sobre aquellos que habitan en sitios más densamente poblados por especies vegetales de árboles y arbustos, como las del género *Aphelocoma*. Se tuvo la presencia de aves rapaces, lo cual indica que hay poblaciones estables de mamíferos y aves, ya que constituyen el principal alimento de especies como *Falco sparverius*. Alta presencia de especies migratorias en el último muestreo por ser la época que se desplazan para invernar en regiones más sureñas como *Turdus migratorius* y una alta presencia de residentes, quienes son propias de ambientes de pastizal *Spizella passerina*, y otros gorriónes. Además la presencia de *Carpodacus mexicanus* que se adapta a variados ambientes incluso se le observa comúnmente en zonas urbanas.

Indice de Simpsom

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El valor para este índice es 0.9477, es decir existe una probabilidad del 94.81% de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a diferente especie, por lo que es poco probable que dos individuos de la misma especie se logren observar más de

una vez, esto se debe a que los muestreos representan en su mayoría especies veraniegas además de que el área muestreada es relativamente pequeña.

Debido a que el valor se acerca a 1; la zona es poco diversa, es decir hay mucha abundancia de pocas especies por ejemplo *Carpodacus mexicanus* que se observaron 20 individuos y *Dendroica coronata* que se observaron 14 individuos.

Diversidad

Índice de Shannon

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

H' = contenido de información de la muestra

= índice de diversidad de especies

s = número de especies

p_i = proporción de la i -ésima especie con respecto a la muestra total

Los valores más comunes para este índice están en los comprendidos entre 1.5 y 3.5 y no excede los 5 en comunidades biológicas (Huerta *et. al.*, 2007). Conforme se incrementa el número de especies en la comunidad y con una mayor equidad en la abundancia, se incrementa el valor de H'. El valor para este índice es de 3.359, lo que muestra que la diversidad de especies, es decir el número de especies en la comunidad y equidad en las abundancias es aceptable, además de que también muestra que solo se registro a un individuo en 22 de las 46 especies observadas; es decir estas 22 especies al tener solo un individuo su presencia en la zona es muy rara, a pesar de ello la diversidad en la avifauna es aceptable.

Riqueza

Margalef

$$DMg = \frac{S-1}{1n N}$$

donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Este índice estima la diversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra. Por lo que relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos.

El valor para este índice es 9.03 y como es superior a 5 es considerado como indicativo de diversidad alta, es decir hay una relación entre el número de especies con el número total de individuos.

Diversidad

Berger-parker

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

donde:

Nmax es el número de individuos en la especie más abundante.

El valor para este índice es de 0.137, 13.7% por lo que hay poca equidad; es decir hay muchos individuos de algunas especies y de otras especies solo se observo un individuo. Por lo tanto existe un aumento en la dominancia, como en el caso de *Carpodacus mexicanus* que se observaron 20 individuos y *Dendroicacoronata* que se observaron 14 individuos, por lo que si existe una dominancia marcada de estas especies con respecto a las otras; que tienen un individuo observado como en la especie *Troglodites aedon* y nueve individuos observados para la especie *Selasphorus platycercus*, por lo que las especies que en donde se observaron entre 1 y 9 individuos son menos abundantes con respecto a las otras especies.

Riqueza

Chao 1

$$Chao1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

El valor es de 68.75, es decir se muestreo el 68.75% de especies esperadas en la zona, por lo que es un valor aceptable ya que el área de muestreo es pequeña y

solo se realizaron muestreos en verano. Por lo que no están las especies que llegan en otras temporadas del año, como las migratorias de invierno.

Encontrar una amplia diversidad de grupos de aves indica que la vegetación predominante es el pastizal, que existe matorral crassicaule, pero que también existe una riqueza de especies propias de ambientes más conservados, como lo fue la presencia de *Aphelocoma ultramarina*. Es decir, la calidad ambiental del sitio, es aceptable, en el sentido de que contiene los eslabones de la cadena trófica necesarios para que se lleve a cabo el ciclo de nutrientes de modo adecuado y el sitio forma además un corredor biológico. Para descomponer los animales muertos se tiene la presencia de *Cathartes aura* de hábitos carroñeros.

Se documentan un total de 43 especies para el año 2012 (Anexo 3a) y como ejemplo de algunas de ellas, se elaboraron fichas descriptivas de algunas especies, por considerarlas representativas de las distintas familias que explican la composición de aves en el sitio (Anexo 3). Difundir visualmente a través de manuales permitiría a monitores familiarizarse y luego reconocer fácilmente las especies presentes.

Composición vegetal

La vegetación es uno de los elementos que mejor representa la estructura de la cuenca, sostiene a múltiples poblaciones de organismos, retiene, transporta y libera partículas de agua en sus distintos estados de la materia. Y a partir de esta se llevan a cabo los procesos de transformación de energía solar a energía química aprovechable para otros organismos.

Aumento de la diversidad vegetal

Criterios de selección

Se requiere de colectas con flor o fruto lo cual facilita la identificación de las especies, siempre en asesoría con un especialista. Es un indicador que permite la participación de monitores comunitarios.

Toma de datos

Con el fin de hacer mediciones constantes se requiere de datos temporales y espaciales de la vegetación. Estas se realizarán por el método de parcelas de Whittaker modificado (Stohlgren et al. 1995). De acuerdo al tamaño del área se establecerá una parcela con un área de 20 x 50 m. A su vez esta se subdivide en 4 subterrenos, denominados A, B, C, D. (Figura 19).

Se marcarán 10 subcuadrantes del subterreno A de 1 m² cada uno, donde se obtendrá el porcentaje de cobertura de todas las herbáceas y plántulas; se marcarán 2 subcuadrantes de 5 x 2 m que representan el subterreno B, en el se medirán todas las plantas leñosas iguales o superiores a 1cm y menos de 5cm de DBH; en la subparcela C se medirán las plantas leñosas superiores a los 5 cm y menores a 10 cm de DBH; finalmente, en la subparcela D se medirán todas las plantas leñosas superiores a los 10 cm de DBH.

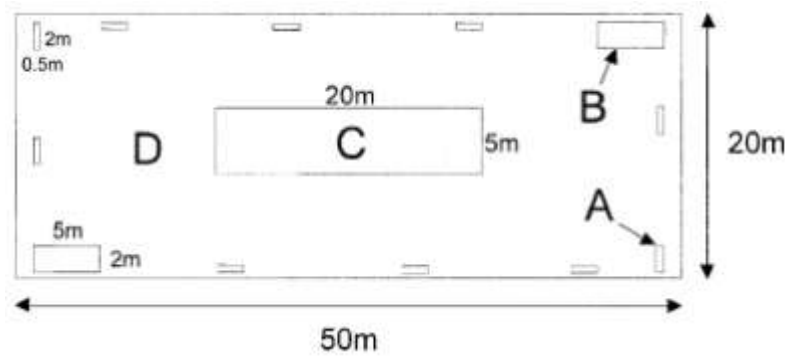


Figura 19. Dimensiones de la parcela y subparcelas del método de Whittaker.

Con el fin de tener un referente para las posteriores mediciones sobre área, composición y estructura de cobertura vegetal se requiere del análisis de la vegetación. Para ello se empleará el programa BioMon (ver. 3.2), que estima determinaciones básicas, como número de especies, frecuencia, área basal y medidas de DBH, además estima el “índice del valor de importancia” (IVI).

Resultados

Se realizó la determinación de la flora que se tiene para la microcuenca, incorporando los listados de otros documentos de corte diagnóstico (MGIC-08 2009), de investigación (Contreras-Contreras 2011; Sánchez-Aguilar 2011), recorridos específicos (Dra. Mahinda Martínez) durante el año 2012 y entrevistas y transectos producto de esta investigación a fin de conocer la riqueza de especies representadas.

La riqueza presenta un total de 83 especies (Anexo 3c) agrupadas en 71 géneros y 42 familias (Cuadro 15).

De esta riqueza de especies vegetales, es importante identificar aquellas especies en protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Ferocactus hirtix*, *Gentiana sphataceae* y *G. caliculata*, ya que una recuperación ambiental tendría como consecuencia que se mantengan y aumenten sus poblaciones, y por consiguiente una disminución de la presencia de aquellas que han preferido los sitios erosionados como *Bouvardia ternifolia*, *Zaluzania augusta* y *Salvia patens*.

Cuadro 15. Número de géneros y especies por Familia presente en la Microcuenca La Joya.

Familia	Genero	Especies
Agavaceae	1	2
Amaranthaceae	1	1
Anacardiaceae	1	1
Asteracea	12	12
Bartramiaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Brassicaceae	1	1
Bromeliaceae	1	1
Cactaceae	5	9
Cannabaceae	1	1
Chenopodiaceae	1	1
Convolvulaceae	2	2
Crassulaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	5	6
Fagaceae	1	2
Gentianaceae	1	2
Geraniaceae	1	1
Hydrophyllaceae	1	1
Krameriaceae	1	1
Labiatae	1	1
Lamiaceae	2	3
Liliaceae	1	1
Loranthaceae	1	1
Mimosacea	1	1
Myrtaceae	1	1
Oleaceae	1	1
Poaceae	3	3
Polemoniaceae	1	1
Pteridaceae	2	4
Rhamnaceae	2	2
Rubiaceae	3	4
Rutaceae	1	1
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
Scrophulariaceae	3	3
Selaginellaceae	1	1
Solanaceae	1	1
Umbelliferae	1	1
Verbenaceae	1	1
Zygophyllaceae	1	1
42	71	83

La presente tesis se vinculó con el programa de verano de la ciencia para realizar muestreos en campo con alumnos de la licenciatura en biología de la UAQ y tres jóvenes (ambos sexos) de la comunidad de La Joya. El fin era obtener el estado actual en cuanto a estructura y composición de la vegetación; sin embargo, errores en la cuantificación de los pastos no permitió generar esta línea de referencia. Lo que si se pudo determinar fueron las especies de mayor importancia ecológica por su abundancia y dominancia. El listado de las especies en la unidad experimental es el resultado de los cuadrantes muestreados por el método de Whithaker Modificado cuyo orden de valor de importancia ecológica son: *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult., *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., *Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip., *Acacia schaffneri* (Wats.) Hermann, *Mimosa biuncifera* Benth., *Condalia mexicana* Schl., *Forestiera phillyreoides* (Benth.) Torr. *Myrtillocactus geometrizans* (Mart.) Cons. y *Opuntia robusta* Wendl., especies propias de matorral xerófilo perturbado de acuerdo a lo documentado por (Sánchez-Aguilar 2011).

Se contó con la asesoría del Dr. Oscar R. García Rubio y la determinación de las plantas se realizó con el apoyo del Biól. Alejandro Cabrera Luna encargado del herbario. Los especímenes se ingresaron a la colección de plantas del herbario Jerzy Rzedowski de la Facultad de Ciencias Naturales-UAQ. Este listado se completó con la determinación florística a cargo de la Dra. Mahinda Martínez de la UAQ, quien nos refiere más sobre la diversidad de plantas presentes durante los recorridos por los senderos interpretativos ubicados en la unidad experimental.

Calidad ambiental de arroyos

La calidad ambiental está relacionada a los bienes y servicios que proveen de los recursos naturales aprovechables y que promueven la calidad de vida de las poblaciones inmersas en las cuencas.

Cuando se trata de poblaciones en riesgo por las amenazas que representa un ambiente con altas tasas de degradación de suelo, es fundamental conocer la calidad ambiental que determina la causa de dicha condición.

Criterios de selección

Por lo tanto, medir esta define de modo directo la funcionalidad de la microcuenca, además de ser confiable porque integra la mayor cantidad de parámetros que son causa de la condición del cauce. También permite la toma de datos por monitores comunitarios porque es sencillo en el análisis.

Toma de datos

Para tener una evaluación de la calidad ambiental de los cauces el método se basa en un protocolo de evaluación rápida pero consistente de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA) (Barbour *et al.*, 1999), cuyas variables establecidas se evalúan de manera visual e incluyen componentes ambientales que se categorizan en cuatro rangos de valor. Las variables a medir se relacionan con la energía que se disipa y sobre estructuras que mantienen la funcionalidad del cauce.

Resultados

La calificación de distintos parámetros ambientales de los cauces de acuerdo al manual de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) permitió determinar el cauce b2 con estado subóptimo y el b1 en condición marginal.

Caudal hidrológico

Para determinar la cantidad de agua que escurre superficialmente en la cuenca, se requiere de conocer la precipitación anual de la cuenca y el área de captación. Esto permite determinar la calidad de caudales, y asociar la condición del suelo en sus procesos erosivos.

Factores que determinan el caudal hidrológico

En las cuencas hidrográficas, el cauce de los cuerpos de agua se ven influenciados por dos factores, de tipo climático y fisiográfico.

Climático, en el sentido de qué cantidad de agua precipitada escurre. Para llegar a esta determinación, interesa conocer la forma de precipitación, es decir, si se presenta con relativa rapidez, si la intensidad permite superar la capacidad de infiltración para que se forme el escurrimiento superficial, la duración de la lluvia, que es independiente de la intensidad pero también promueve que se forme el escurrimiento, la distribución de la precipitación en el espacio, ya que el escurrimiento surge, cuando es tormenta en cuencas pequeñas y lluvias de amplia duración en cuencas mayores. Estas características de la precipitación son esenciales para determinar el escurrimiento en una cuenca pero también es importante considerar la temperatura, el viento, la presión y la humedad relativa.

En el ámbito fisiográfico, la forma del terreno, las características físicas del mismo y los canales que conforman el sistema fluvial son muy importantes.

De acuerdo a características morfométricas, la forma determina el modo y el tiempo que tarda en llegar el agua al punto de desagüe. La superficie de la cuenca también es importante porque mientras más reducida sea el área, la mayor intensidad de lluvia y el uso de suelo determinaran el comportamiento del caudal, mientras que en cuencas grandes importa más el almacenamiento en los cauces de las corrientes.

La forma de la cuenca explica el comportamiento del volumen que escurre a la salida de la cuenca, siendo que en cuencas alargadas es más uniforme la velocidad de corriente, en cambio en cuencas más circulares se concentra más rápido el agua hacia el punto de salida. La pendiente también aporta datos importantes sobre la infiltración y escurrimiento. La orientación de la cuenca y sus vertientes relaciona la precipitación, la insolación y los vientos predominantes, así también la altitud influye en la temperatura y forma de precipitación.

Sobre las características físicas de la cuenca, determinar el uso y cubierta del suelo permite conocer la estabilización de los regímenes de las corrientes. El tipo de suelo permite saber la capacidad de infiltración, si este es muy poroso la capacidad de escurrimiento será retardada. Así también la geología del sitio determina la permeabilidad del terreno; cuando el sistema fluvial es permeable, el abasto de agua continúa de modo subterráneo en época de estiaje, pero cuando es impermeable la corriente de agua disminuye o bien desaparece.

La red de drenaje es producto de las condiciones del terreno donde se desarrolla, así al relacionar la cantidad de corrientes por superficie de área, determinamos la densidad hidrográfica y cuando relacionamos la longitud de cada corriente con el área total tenemos la densidad de drenaje (Maderey-Rascón 2005).

Criterios de selección

Para medir el objetivo de *mejorar la eficiencia hidrológica* a fin de prevenir riesgos y aumentar la retención de agua, se decide instrumentar la unidad b de análisis donde se construyeron dos secciones de control, denominadas b1 y b2 (Figura 20), una de ellas funge como testigo por ser un área sin intervención. Para conocer si se cumple este objetivo se requiere de conocer el caudal hidrológico de ambas secciones.

Toma de datos

Lo primero es determinar los hidrogramas de las tormentas, expresados en flujo de agua contra el tiempo (m^3/seg) y esto puede ocurrir por dos vías, una puede

ser a través de la consulta de las estaciones climatológicas más cercanas a la zona en este caso se tomo de referencia la precipitación media anual de acuerdo a tres estaciones por los polígonos de Thiessen y los datos pluviométricos de la estación meteorológica automática de Huimilpan ubicada en 100°17'00" latitud y 20°23'24"longitud, a 2280 msnm.

La otra de manera más precisa se instrumentó al establecer una sección de control, donde se relacione la energía de escurrimiento con las dimensiones de la pared y levantamiento del piso del vertedero, llamada tirante crítico. Aún cuando el proyecto CRCC busque este modo de monitoreo, actualmente no se encuentra instrumentado automáticamente pero se construyeron los vertederos para este fin, por lo pronto se utilizaron para ir integrando pobladores en la toma de datos manual.

El gasto se calculó mediante un programa que contiene más de 40 fórmulas empleadas en diversos países a fin de integrar información climática y topográfica de las subunidades de escurrimiento a analizar.

Debido a las condiciones morfológicas de los cauces a instrumentar, se estimó que los gastos serían menores a $0.53 \text{ m}^3/\text{seg}$, por lo que los vertederos contruidos son de pared delgada propios para corrientes pequeñas, con secciones transversales en forma de V con ángulo de 60° a 90° en el vértice inferior.

Para la construcción de los vertederos se contrató mano de obra local y se empleó material del lugar, como piedra y arena, más sus correspondientes cadenas y estructuras de acero para retener sedimento, medir nivel de agua y así determinar la eficiencia hidrológica por subunidad de escurrimiento.

Cada vertedor debió de ir acompañado con un sensor de niveles de agua, sin embargo hubo problemas para proveerlo y la toma de datos se hizo de modo manual, lo que llevó a realizar un análisis cualitativo de los datos durante el periodo de lluvias 2011 y 2012, más no cuantitativo.

Se cálculo el arrastre de corriente para tener un valor aproximado del caudal hidrológico en cada vertedor durante ese año de muestreo del sedimento, realizado durante los meses de lluvia por parte del presente trabajo, con ayuda de los alumnos de verano de la ciencia 2011 de la Facultad de Ciencias Naturales de la

UAQ y dos jóvenes encargados en la comunidad de La Joya. La asesoría para su instalación corrió a cargo del Dr. Alfredo Amador hidrólogo de la Universidad Autónoma de San Nicolás de Hidalgo en Michoacán. Sin embargo, la asesoría sobre los cálculos a partir de los datos de campo, es llevada con el Dr. Alfonso Gutiérrez hidrólogo de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.

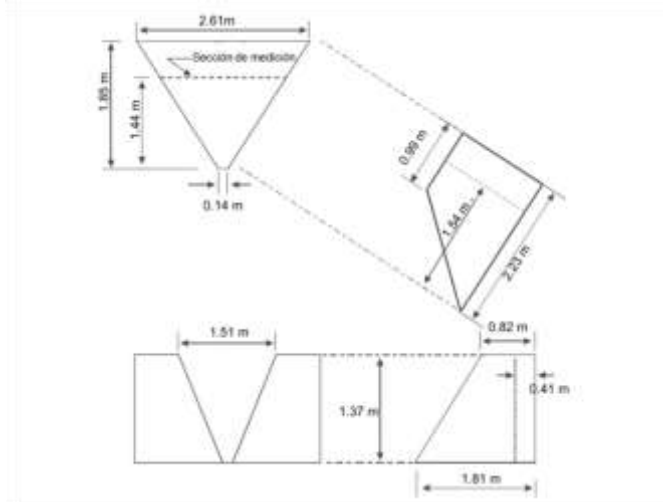


Figura 20. Estructura y dimensión del vertedor ubicado en el cauce b2 cuyas mediciones de sedimento ocurren durante el periodo de lluvias (junio-septiembre 2011).

Resultados

Las determinaciones hidrométricas para cada unidad de escurrimiento se calcularon a partir de Determhidro y se expresan también las que calculó Córdova-Athanasiadis (2010) para el total de la microcuenca La Joya (Cuadro 16).

En general en la microcuenca, por ser una cuenca de área pequeña, el comportamiento de sus cauces responde al uso del suelo y la intensidad de precipitaciones que allí se presenten; su índice de forma al ser cercano a 1 indica una forma más bien circular lo que indica una salida rápida del agua y en cierta medida homogénea. Para este cálculo se relaciona el ancho promedio de la cuenca con su longitud axial. Aun cuando la unidad b1 es muy alargada en forma, el tiempo de res-

puesta en la salida de agua no se espera corto ya que el tamaño de área es pequeño.

Cuadro 16. Datos que caracterizan las unidades de escurrimiento a evaluar.

Parámetros	valores b1	valores b2	microcuenca
Área	0.73 km ²	0.71 km ²	15.92 km ²
Longitud de cuenca	1.9 km	1.3 km	4.8 km
Índice de forma	0.20	0.42	0.72
Coefficiente de compacidad	1.56	1.28	1.19
Longitud del cauce	1.88 km	1.26 km	5.9 km
Densidad de drenaje	3.83 km	4.02 km	42 km
Densidad de corriente	20.29	19.56	23.17
Pendiente media	41.97	34.23	32.29
Elevación media	2492 m	2471 m	2424 m
Calidad ambiental	Marginal	Subóptima	NA
Pastizal	35%	20%	
Vegetación secundaria	15%	20%	
Suelo desnudo	30%	10%	
k	0.2741	0.2775	
Q (m ³ /s)	X ₁	X ₂	0.071

El coeficiente de compacidad se refiere a una cuenca regular por ser cercano a uno; cuando este coeficiente tiene valores entre 1.2 a 1.5 se considera ovalada, lo cual indica que los escurrimientos recorren cauces secundarios antes de llegar al principal, disminuyendo la velocidad de esorrentía. Se calcula relacionando el perímetro de la cuenca con una circunferencia de igual tamaño.

La relación de elongación se calcula con la longitud de la cuenca con una circunferencia de igual tamaño, explicando variaciones climáticas y geológicas pero también de relieve. En este caso la microcuenca al presentar un valor cercano a uno, representa región con relieves bajos, en cambio b1 tiende a ser mas accidentada en su topografía y b2 aún más.

Sobre la longitud del cauce, su valor indica que la red de corrientes es centralizada. La densidad de corriente se considera alta, propia de zona montañosa, de roca madre impermeable y baja densidad de vegetación.

El orden de corriente indica que es una cuenca antigua por su estructura. La elevación de pendiente permite conocer la escorrentía en cuanto a su velocidad de corriente, poder de arrastre y potencial de erosión.

En el caso de la microcuenca, la amplitud de relieve se ve limitada, por lo que se puede decir que hay una relativa homogeneidad en la configuración paisajística. En los escurrimientos b1 y b2 se considera de topografía accidentada por lo que la cuenca se considera montañosa, y en ella los tiempos de respuesta serían rápidos, esto intensifica los procesos erosivos y con ello el incremento de la escorrentía superficial.

Climatológicamente, la temperatura y precipitación se tomaron de las utilizadas por González-Erives *et. al.* (2011) donde se estima la temperatura promedio de 13°C, y la precipitación media de 529.46 mm anual.

Métodos basados en envolventes

La envolvente se basa en una curva que cubre a todos los puntos que se grafican a partir de relacionar los gastos máximos anuales de una región con el área de drenaje de la cuenca. Proporciona evidencia de las magnitudes máximas de los gastos esperados. No relaciona con frecuencia de ocurrencia probable (Ramírez-Orozco *et al.* 2005).

Para efectos de conocer el gasto de las unidades dentro de la microcuenca, se probaron distintos modelos basados en envolventes (Aparicio, 2001 y Ghosh,

1997 citado en: Laguna-Ocampo y Gutiérrez-López 2004), los cuales son útiles en estimaciones gruesas de caudales máximos probables. La expresión general de este tipo de métodos puede escribirse como:

$$Q = \alpha A_c^\beta$$

Donde

Q: caudal máximo

α y β : parámetros empíricos

A las cuencas con un área menor a 1,500 km² se les asigna una β de 0.75 y 0.5 para cuencas mayores.

α se obtiene mediante la fórmula:

$$\alpha = \frac{0.936}{A_c^{0.048}}$$

Se estimó el caudal basado en envolventes empleando la fórmula general anteriormente descrita a través del programa LAANRUN. El parámetro $\beta = 0.75$ se empleó para las dos áreas bajo análisis porque son menor a 1500 km², sólo se cambió el área específica a cada una para conocer de modo independiente su comportamiento. A fin de tener un referente de comparación, se estimó el caudal para el total de la microcuenca.

Dentro de este mismo rubro de modelos, se estimó el gasto empleando la formula general generada a partir de las condiciones en la India (Gosh 1997). Su expresión es:

$$Q = 0.0139 \frac{700A_c}{(A_c + 4)^{0.5}}$$

El valor que se introduce es el área de cada unidad de escurrimiento y así se obtuvo de manera independiente el gasto para cada unidad de interés.

Otro método es el de Dickens (Gosh 1997) cuya fórmula para escurrimientos menores, del orden de los 760 a 1015 mm es:

$$Q = 2.0711A_c^{0.75}$$

Donde

A_c es: área de la cuenca en km^2

Q: caudal máximo en m^3/s

Para estimar cada unidad de escurrimiento, se requiere de estimar el coeficiente C (Cuadro 17) determinado en función de la característica topográfica, y la duración de las precipitaciones.

Cuadro 17. Valores para el coeficiente C

	Precipitaciones de 10 cm en 24 horas	Precipitaciones de 15 cm en 24 horas
Terreno plano	100	300
Con lomerío suave	250	325
Con mucho lomerío	300	350

Para el cálculo del coeficiente C, se consideraron topográficamente con mucho lomerío y con precipitación de 10 cm en 24 horas. Sin embargo, hay que considerar que previamente se ha estimado para la zona una lámina de 1 cm en 24 horas, por lo cual se esperaría que los datos estarían sobreestimados, sin embargo, de acuerdo al orden de escurrimiento que se calcula de 529.46 mm en el área de estudio, no es muy alejado de los criterios que considera la ecuación. Los resultados en el Cuadro 25.

El modelo de Ryves considera el área de la cuenca como un factor decisivo y si es de montaña, media o baja. En este caso, se empleó la fórmula de Ryves para cuencas de montaña:

$$Q = 10.125A_c^{0.67}$$

Donde

A_c es: área de la cuenca en km^2

Q es: caudal máximo en m^3/s

Los valores para esta expresión de Ryves, son altos, muy posiblemente la sensibilidad para las áreas de estudio es baja, por ser de pequeña extensión (Cuadro 25).

El modelo de Madras (Ghosh 1997)

$$Q = 2000(A_c / 2.589)^{\left(0.92 - \frac{1}{15} \log(A_c / 2.589)\right)} \cdot 0.0283$$

Donde

A_c : área de la cuenca en km^2

Q: caudal máximo en m^3/s

En este caso, los valores a partir de utilizar esta expresión se disparan, la sensibilidad al tamaño del área de estudio podría suponerse reducida (Cuadro 25).

La Fórmula de Hyderabad (Ghosh, 1997) es:

$$Q = 49.554(0.3861A_c)^{\left(0.92 - \frac{1}{14} \log A_c\right)}$$

Donde

A_c : área de la cuenca en km^2

Q: caudal máximo en m^3/s

Este tipo de expresiones que consideran únicamente el área como factor modelador, se observan poco sensibles al tamaño de área de la microcuenca en cuestión (Cuadro 25).

La fórmula de Leopold y Miller fue desarrollada para cuencas con corrientes intermitentes de Nuevo México, dentro de las cuencas más pequeñas consideradas, la extensión iba en el orden de 1735 km² (Leopold y Miller 1956). Vuelven a sobreestimarse los caudales del presente estudio, sin embargo; los datos arrojados de LAANRUN para este modelo, tienen mayor sensibilidad, quizá por la condición de ser corrientes efímeras y de montaña, tal como sucede con las de interés (Cuadro 25).

El modelo de Baird y McIlwraith (Ghosh 1997):

$$Q = \frac{13100(A_c / 2.589)}{[107 + (A_c / 2.589)]^{0.78}} \cdot 0.0283$$

Donde

Ac: área de la cuenca en km²

Q: caudal máximo en m³/s

Al aplicar dicha ecuación, los valores exceden de cualquiera de las expresiones basadas en envolventes probadas. Por lo tanto, se descarta como la posible para explicar lo que ocurre en la microcuenca La Joya (Cuadro 25).

La ecuación de Creager (1945) se propuso como modelo mundial a partir de la magnitud de eventos extraordinarios en Estados Unidos, su expresión es:

$$Q = 1.303 C_c (0.386 A)^{0.936A^{-0.048}} A^{-1}$$

El coeficiente C_c recomendado mundialmente es el número 100. Sin embargo, el coeficiente se ajustó por Fuentes *et al.* (1981) para 23 regiones de la República mexicana, por lo que el valor que corresponde a la región hidrológica 12 (Lerma-Santiago) es de 30.

Aún cuando esta ecuación podría ser sensible por considerar un coeficiente estimado de modo regional, lo curioso es que los datos arrojados para esta expresión a través de LAANRUN aumentan en el caudal en la medida que el área es

menor, o por el contrario, aumentando el área de la cuenca, el volumen del caudal estimado es menor.

La fórmula de Lowry se basa en el coeficiente C_L el cual depende de la región hidrológica donde se ubique la cuenca en cuestión. Su expresión es:

$$Q = \frac{C_L}{(A+259)^{0.85}}$$

Donde

C_L : es un parámetro empírico obtenido de los gastos máximos hasta 1975

A: es el área de la cuenca

Para el caso de las unidades de escurrimiento, por pertenecer a la Región hidrológica 12, Lerma-Santiago, se les atribuye el valor de 1,500 para C_L , a partir de los valores publicados por la SARH (1978) para las 37 regiones hidrológicas de la República mexicana (Cuadro 25). Sin embargo, ocurrió similar a la expresión de Creager, en vez de aumentar el caudal al referir un área mayor, ocurre lo contrario, lo cual pone en duda que el cálculo sea correcto.

Métodos racionales

Este tipo de métodos asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña, ocurre cuando la totalidad del área de esta cuenca contribuye al escurrimiento y que por tanto, el porcentaje de escurrimiento es igual al porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Los resultados de aplicar estos métodos se presentan en el Cuadro 25.

Dentro de los modelos racionales, el general considera al área, la intensidad de lluvia y coeficiente C para la textura del suelo.

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot i \cdot A_c$$

Donde

A_c : área de la cuenca en km^2

Q: caudal máximo posible en m^3/s

- I: intensidad de la lluvia en mm/h
 0.278: factor de homogeneidad de unidades
 C: coeficiente de escurrimiento

Para el área de interés se consideró una intensidad de 1.1 mm calculada a partir de los registros pluviométricos de la Estación Meteorológica Automática Huimilpan en Querétaro, donde se obtiene la lámina diaria y se divide en 24 horas para obtener la intensidad por hora. El coeficiente C se considera de 0.27 por ser un suelo ligeramente permeable, con zonas cultivadas y el valor se toma de acuerdo a lo descrito en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Valores del Coeficiente C.

Tipo de área por drenar	Coeficiente C
Suelo arenoso con césped (s=2%)	0.05-0.10
Suelo arenoso con césped (2%<s<7%)	0.10-0.15
Suelo arenoso con césped (s=7%)	0.15-0.20
Suelo grueso con césped (s=2%)	0.13-0.17
Suelo grueso con césped (2%<s<7%)	0.18-0.22
Suelo grueso con césped (s=7%)	0.25-0.35
Áreas familiares	0.30-0.50
Áreas de recreo	0.20-0.35
Campos cultivados	0.20-0.40
Zonas forestadas	0.10-0.30
Techos impermeables	0.75-0.95
Pavimentos flexibles	0.80-0.95
Pavimentos rígidos	0.70-0.90
Suelos impermeables (1%<s<2%)	0.40-0.65
Suelos ligeramente permeables	0.15-0.40
Suelos ligeramente permeables con césped	0.10-0.30
Suelos moderadamente permeables	0.05-0.20

La fórmula de Isakowski (Ghosh, 1997) se expresa:

$$Q = K m P_m A_c$$

Donde

- Ac: área de la cuenca en km²
 Q: caudal en m³/s
 Pm: promedio de la precipitación anual en m

m: coeficiente que varía de 1 a 10 para áreas de 1 a 25,000 km²

Km: coeficiente que depende de la morfología de la cuenca y varía de 0.017 a 0.80

El coeficiente de la morfología se estimó en 0.20 para b1 y 0.42 para b2 y 0.72 para toda la microcuenca; se consideró una precipitación media anual de 529.46 mm general.

La fórmula ARMCO (SCT 1984) se emplea para calcular el drenaje interior de los aeropuertos. Se empleó la intensidad de lluvia de 1.1 mm/hr de acuerdo a los datos extraídos de la EMA en Huimilpan, Querétaro. Estos datos se obtuvieron a partir de la lámina diaria transformada a horas. Se consideró el factor de escurrimiento = 0.27 y el factor de pendiente de 2.5 (Cuadro 25).

La fórmula ARMCO se expresa como:

$$Q = \frac{A_c \cdot i}{36f}$$

Donde

A_c área de la cuenca en km²

Q caudal de proyecto en m³/s

I factor de escurrimiento superficial o de impermeabilidad adimensional (coeficiente C)

i intensidad de lluvia en mm/h

f función de la pendiente del área drenada

El método de Gregory-Arnold utiliza en su formula la longitud del cauce, la precipitación de lluvia a las 24 horas, el tiempo de concentración aproximado y la pendiente del cauce.

Para la unidad b1 de área 0.73 km² su longitud del cauce es de 1.88 km y pendiente del cauce de 41.97; para el área de b2 = 0.71 km² se tiene un cauce de 1.26 km longitud y porcentaje de pendiente de 34.23; a nivel de microcuenca 5.9 km de longitud del cauce, 15.92 km² de área y pendiente de 32.29%. Sus coeficientes: C= 0.27 y coeficiente E= 0.70, de acuerdo al tamaño de la cuenca. Se

consideraron 26.38 mm de lluvia en 24 horas a partir del cálculo de la lámina para la EMA en Huimilpan, los resultados en el Cuadro 25.

Dentro de este tipo de modelos, este último podría considerarse el más robusto en cuanto a la cantidad de parámetros que constituye la cuenca y sus valores no se disparan tanto, de acuerdo a aquellos en los que se viene probando la sensibilidad, que serían la formula general, la de Dickens y Leopold y Miller para envolventes y Gregory Arnold para los métodos racionales.

Métodos basados en hidrogramas

Los métodos que determinan hidrogramas suponen que se puede tener un volumen escurrido igual en dos cuencas pero las características del hidrograma serán distintas de acuerdo a la forma, altura total de la precipitación, área de la cuenca, pendiente y vegetación, entre otros parámetros.

Uno de estos métodos es la Curva S (Linsley, 1977 y Chow et al., 1994) que supone un hietograma con un número grande de barras, con una duración de escurrimiento d_e y altura de precipitación efectiva de 1 mm. Su expresión es:

$$Q = \frac{0.166 \cdot 24 \cdot A_c}{t}$$

Donde

A_c área de la cuenca en km^2

t duración de la tormenta en horas

0.116 número de m^3/s en un día con 1 cm de escurrimiento sobre un área de 1 km^2

Este método se aplicó para cada unidad, considerando la duración de tormenta de 8 horas, de acuerdo a la tormenta de lo registrado en la EMA Huimilpan, que se viene tomando de referencia (Cuadro 25).

El método de Clark, requiere de conocer el intervalo de duración de la lluvia y el área, en este caso se considero la misma duración que la anterior, 8 horas en promedio (Cuadro 25).

Método del hidrograma unitario sintético

Para obtener el hidrograma unitario se usan datos de características generales de la cuenca, dado que en muchos casos en México no se cuenta con la estación hidrométrica local o registros pluviográficos necesarios, por esta razón se le conoce como hidrograma sintético.

El método de Chow (Aparicio 2009 y SCT 1985) se expresa como:

$$Q = \frac{2.78A_c P_e Z}{t} + Q_b$$

Donde:

A_c es el área de la cuenca en km^2

Q_b es el caudal base en m^3/s

P_e es la precipitación en exceso en cm

t es la duración de la tormenta en hrs

z es el factor de reducción del pico

Al aplicar el modelo de Chow, tomamos en cuenta el factor z a partir de la Figura 22. Para llegar a él, lo primero fue obtener el tiempo de retraso mediante la fórmula:

$$tr = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

Donde:

L es la longitud del cauce principal en m

S la pendiente en $\%$

tr el tiempo de retraso en horas

El factor de reducción de pico Z se calcula, según Chow, como una función del tiempo de retraso y de la duración en exceso d_e como se muestra en la Figura 11, la cual se obtuvo a partir de cuencas pequeñas de 0.01 a 20 km^2 del medio oeste estadounidense (Aparicio 2009).

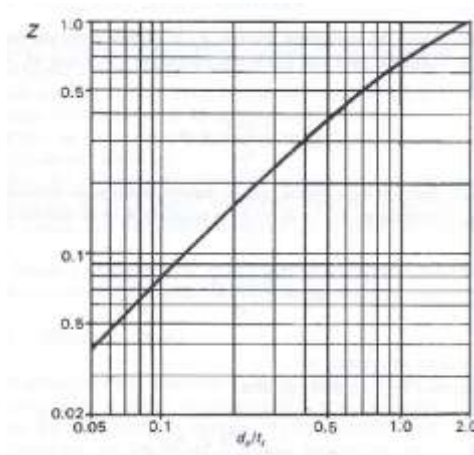


Figura 22. Factor de reducción de pico z.

Los valores de z para las tres áreas en estudio son los que aparecen en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Valores de z para las tres áreas en estudio

	b1	b2	microcuencia
de/tr	0.88462293	1.07066056	0.391232777
Z	0.58	0.72	0.29

Para obtener la precipitación en exceso se utilizó la expresión de los números de escurrimiento:

$$Pe = \frac{[P - \frac{508}{N} + 5.08]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Esta expresión se basa en estimar la lluvia efectiva a partir de la total y de acuerdo a las características de la cuenca de uso de suelo y vegetación, condición hidrológica y tipo de suelo.

En este caso, se siguió la Tabla para seleccionar N que ajustó Quevedo-Tiznado (2011) de la Facultad de Ingeniería de la UAQ, para ello nos apoyamos en el uso de SIG y obtuvimos N, posteriormente sustituimos en la ecuación de Pe (Cuadro 20).

El gasto base se le asignó un valor de 0 por sus condiciones de ríos intermitentes.

Cuadro 20. Valores de precipitación en exceso a partir de los números de escurrimiento N

	b1	b2	microcuenca
N	76.91	70.46	74
Pe (mm)	2.26	0.46	1.32

Para aplicar el hidrograma unitario triangular (Aparicio 2001) nos basamos en la expresión:

$$Q = \frac{0.208A_c}{\sqrt{t_c} + 0.6t_c}$$

Donde

A_c es el área de la cuenca en km^2

Q es el caudal pico en $\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$

t_c es el tiempo de concentración en horas

Empleando el programa LAANRUN se requieren además de los datos de área, los de longitud del cauce y pendiente en porcentaje, los cuales se toman del Cuadro 16.

El hidrograma adimensional (Chow *et. al.* 1994) se expresa:

$$Q = \frac{CA_c}{(t/2) + t_r}$$

Donde

C tiene un valor de 2.08

A_c es el área de drenaje en km^2

t_r es el tiempo de retardo en horas ($0.6 t_c$)

t es la duración de la lluvia efectiva en horas

En este caso se aplicó la fórmula con los tiempos de retardo calculados en el Cuadro 10 y la duración fue para todos los hidrogramas de 8 horas.

Métodos empíricos

La expresión de Talbot:

$$A_h = 0.183C^4 \sqrt{A_c^3}$$

Donde

A_c = área de la cuenca

A_h = área hidráulica

C = coeficiente de escurrimiento

Al coeficiente C se le atribuyó el valor de 1 que pertenece a las corrientes de montaña, a la velocidad 1 m/s basándonos en López-Alonso *et al.* (2008) quienes ajustaron ecuaciones para calcular la velocidad en corrientes de montaña que tienen un flujo con baja sumersión. La determinación del coeficiente C se basó en el Cuadro 18.

El método de Bürkli-Ziegler (SCT, 1984) se basa en la expresión:

$$Q = 0.022CA_c i^4 \sqrt{\frac{S}{A_c}}$$

Donde

A_c = área de la cuenca

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escurrimiento

i = intensidad de la precipitación

S = pendiente del terreno

Se aplicaron los siguientes valores, pendiente 71%, intensidad de lluvia de 50.55 mm/hr, Coeficiente C =1 de acuerdo al Cuadro 13. Los resultados se presentan en el Cuadro 21.

La expresión de Horton (SCT, 1984) se expresa:

$$Q = 0.0275\sigma \tanh^2 \left[0.3194t_{\text{crit}} \left(\frac{\sigma}{nL} \right)^{0.50} s^{0.25} \right]$$

Donde

A= caudal máximo por unidad de área

σ = intensidad de precipitación en exceso

i= intensidad de precipitación en determinada duración

t_{crit} = duración de la tormenta

n= coeficiente de retardo

L= longitud del cauce

S= pendiente en decimales

Cuadro 21. Valores del Coeficiente C

Tipo de terreno	Coeficiente
Montañoso y escarpado	1
Con mucho lomerío	0.8
Con lomerío	0.6
Muy ondulado	0.5
Poco ondulado	0.4
Casi plano	0.3
Calles pavimentadas	0.75
Calles ordinarias de la ciudad	0.65
Terrenos de cultivo	0.25

Para emplearla, se calculó la pendiente con el método de Horton, quedando para $b_1= 0.42$, $b_2= 0.34$ y para la microcuena se consideró $s= 0.32$. La intensidad de precipitación en exceso fue considerada de 1.1 mm/hr. El coeficiente de retardo se tomó del Cuadro 22 asignando el valor de 0.40.

Cuadro 22. Valores que estiman el coeficiente n de acuerdo al tipo de superficie

Superficie	Coeficiente n
pavimentos y acotamientos	0.01
suelo desnudo compacto de piedra	0.10
cubierta de pasto escaso	0.30
cubierta de pasto normal	0.40
cubierta de pasto denso	0.80

Sánchez-Bribiesca (SCT 1994) expone:

$$Q = \frac{f_D f_w P_e A_c}{4500}$$

Donde:

Q= caudal

A_c= área de la cuenca

f_D= coeficiente de duración

f_w= coeficiente de precipitación

P_e= precipitación en exceso

Para emplear esta expresión, se calculó el coeficiente de duración a partir de la fórmula:

$$CD_t = P_t / P_{60}$$

Tomando de referencia los registros a 10 minutos de la estación Huimilpan, quedando CD_t= 1.92. Los valores de precipitación en exceso se tomaron del ejercicio anterior (Cuadro 20) y el coeficiente de precipitación a partir del Cuadro 23.

El método Seschapa-Rao, Assenzo y Harp (SCT, 1984) se basa en:

$$Q = -0.5217 + 0.7486 I_{30} - 0.0030 L_c + 0.0009 L$$

Donde

Q= caudal unitario de diseño

I₃₀= intensidad de precipitación con duración de 30 minutos

L_c= longitud de la recta desde el sitio en estudio al centroide del área drenada

L= longitud del cauce principal

Se utilizó la I₃₀ calculada para Huimilpan, y se calculó la longitud del sitio al centroide de la cuenca, quedando en 2 km (Cuadro 25).

La Fórmula de Waananen y Crippen (Conway et al., 2000) está clasificada dentro de los métodos empíricos:

$$Q_{25} = 1.19(A_c / 2.589)^{0.81} (P_m / 25.4)^{1.81} \cdot 0.0283$$

$$Q_{50} = 1.50(A_c / 2.589)^{0.82} (P_m / 25.4)^{1.85} \cdot 0.0283$$

$$Q_{100} = 1.95(A_c / 2.589)^{0.83} (P_m / 25.4)^{1.87} \cdot 0.0283$$

Donde

A_c área de la cuenca en km^2

Q caudal en m^3/s

P_m precipitación media anual en mm

Cuadro 23. Valores del coeficiente de precipitación

condición	cartas de clima	coeficiente fw
aguaceros aislados en zonas secas o de pluviosidad	secos y semisecos	1
aguaceros en épocas de lluvias en zonas de pluviosidad media	subhúmedo	1.5
aguaceros en zonas muy húmedas de fuerte pluviosidad y de tormentas frecuentes	húmedo	2

El resultado se refiere a periodos de retorno a 25, 50 y 100 años. Se presenta en el Cuadro 10 a distintos periodos de retorno.

La expresión de Thomas (Maidment 1992):

$$Q_{2.33} = 2.74 \times 10^{-8} \left(\frac{A_c}{2.589} \right)^{1.08} \left(\frac{P_m}{25.4} \right)^{3.93} F^{-0.61} \phi^{2.08} \cdot 0.0283$$

Donde

A_c área de la cuenca en km^2

P_m precipitación media anual en mm

F porcentaje de área plantada

ϕ infiltración del suelo

Se empleó con los valores de 550 mm anual de precipitación, para b1 una F de 70%, b1 80% y la microcuenca 89%; el coeficiente de infiltración del suelo se obtuvo con base en el Cuadro 24, registrando un valor de 0.27.

Métodos que relacionan la frecuencia de los gastos y el área de la cuenca

El método de Fuller tiene la siguiente expresión:

$$Q_m = \left(1 + \frac{266}{A_c^{0.3}}\right) C \left(\frac{A_c}{2.589}\right)^{0.8} (1 + 0.8 \log T)$$

Q_m : valor medio de gasto máximo instantáneo

A: área de la cuenca

T: periodo de retorno

En este caso se empleó el periodo de retorno estándar de 2.33 años.

Cuadro 24. Valores para estimar el coeficiente de infiltración de suelo.

Tipo de suelo	Coeficiente PHI
Mezcla de arena y grava	2.00-2.50
Gravas limosas y arenas limosas	0.80-1.50
Arena limoarcillosa	0.50-0.80
Arcillas, inorgánicas y orgánicas	0.25-0.50
Roca desnuda (no fracturada)	0.00-0.25

La Comisión de Energía y Central de Agua de India (Gosh 1997)

$$Q = C(A_c / 2.589)^{3/4} S^{1/4} \frac{C_p}{C_2} \left(\frac{0.6L}{L_c}\right)^{1/4} \cdot 0.0283$$

Donde:

A_c es el área de la cuenca en km^2

Q es el caudal pico en m^3/s

C es el coeficiente $C_2/3.0$

$C_2 = 2.75$

C_p es un coeficiente igual al propuesto por Zinder para el hidrograma unitario de 1 hora

S es la pendiente de la cuenca

En resumen se muestran los valores obtenidos a partir de los distintos métodos lluvia-escorrentamiento.

Cuadro 25. Cálculo del caudal anual en m³/s para las unidades de escorrentamiento b1, b2 y en general para la microcuenca, a través del programa LAANRUN que contiene distintos modelos de lluvia-escorrentamiento.

	b1	b2	Microcuenca	expresión	Tipo
Q (m³/s)	0.75	0.736	6.532	General	envolventes
	3.266	3.183	34.707	India	
	1.636	1.602	16.507	Dickens	
	8.2	8.049	64.669	Ryves	
	16.87	16.411	273.726	Madras	
	14.706	14.304	237.787	Hyderabad	
	0.13	0.127	1.485	Leopold y Miller	
	27.271	26.525	570.531	Baird y McIlwraith	
	16.07	16.06	10.874	Creager	
	13.297	13.298	12.67	Lowry	
	0.06	0.059	1.314	General	racionales
	77.301	157.88	6068.88	Isakowski	
	0.024	0.023	0.525	ARMCO	
	1.323	1.919	11.568	Gregory-Arnold	
	0.033	0.008	0.212	Chow	hidrograma unitario sintético
	0.317	0.353	3.782	Triangular	
	0.311	0.291	7.543	Adimensional	
	0.364	0.354	7.928	Curva S	hidrograma unitario
	0.254	0.247	5.532	Clark	
	1.234	1.209	12.453	Talbot	empírico
0.042	0.039	0.393	Bürkli-Ziegler		

Conclusiones

En general los métodos de hidrograma tienen una mejor integración de parámetros a considerar por lo que se considera que acertarían más a calcular el gasto

real en nuestras unidades de escurrimiento de interés. Podríamos considerar el hidrograma unitario triangular y el de la curva S como los que mejor representan el gasto. Pero para tener la certidumbre total se requieren de determinar rasgos más avanzados de precipitación o lo mejor es establecer una estación meteorológica en el área y el sensor de nivel de agua automático por vertedor.

Los menos sensibles resultaron ser los basados en envolventes quizá porque considera solo el área como variable.

Encontrar modelo de fácil aplicación para los no expertos es bastante útil para promover el esquema de entrenamiento para monitores comunitarios.

Pérdida de suelo

Una de las variables de respuesta que se consideran más representativas del componente biofísico, en el rubro de conservación ha sido conocer la pérdida de suelo ante las acciones de control de la erosión por lo que se requiere de sistematizar los datos que tiene bajo su resguardo el grupo operativo del CRCC como la ubicación de obras de conservación de suelo. Las estacas graduadas, miden el componente vertical de la contribución de la erosión o sedimentación en pendientes, arroyos o cárcavas. Para ello se deben situar en donde el movimiento de suelo es evidente como cárcavas que se encuentran en laderas y cabezas de los arroyos en la unidad de escurrimiento.

Criterios de selección

La microcuenca La Joya es una zona con un comportamiento de cuenca de montaña, donde analizar el efecto de las obras de conservación o restauración, permite promover o descartar el empleo de determinadas obras, según sea su contribución a la disminución de efectos erosivos.

Al grupo operativo del CRCC le interesa la forma en que el suelo se retiene en presencia de obras de conservación. No es costoso el método de estacas graduadas y es de fácil medición.

Por lo tanto se establece estimar los valores de retención o pérdida de suelo, a efecto de controlar la erosión, permite orientar las acciones a favor del control de la erosión en el área, e incluso la variabilidad detectada pueden ser referencia para otras zonas con características similares

Toma de datos

Se establece un sistema de medición de la pérdida de suelo ubicando estacas graduadas como lo propusiera Suzán y Maruri (2000) para conocer los efectos microtopográficos que son resultado de la ablación o arrastre. Las muestras se toman mensualmente. Se decidió que los tratamientos a probar sean conformados por polígonos con un tipo de obra, otro donde se combinen obras, y un grupo control. A su vez, estos agrupados por mayor altitud y menor altitud (Figura 23).

control > altitud	tratamiento combinado	un tipo de obra
control < altitud	tratamiento combinado	un tipo de obra

Figura 23. Parcelas experimentales para retención de suelo.

Para probar las medias poblacionales de los tratamientos de obras de conservación de agua y suelo, medidas con varillas graduadas, se utilizó el análisis exploratorio a través del programa R donde no se observa una diferencia significativa.

De los indicadores de evaluación propuestos para el programa de restauración forestal en cuencas hidrográficas prioritarias CONAFOR, SEMARNAT y SEDESOL publican “Suelo retenido con obras de conservación y restauración”. Cabe mencionar que, en el área de influencia por parte del proyecto arriba mencionado, se han establecido distintas obras como, presas filtrantes de piedra acomodada, presas de gaviones, zanjas filtrantes, tinas ciegas, microcuencas, geocostales, cabeceo de cárcavas, revegetación y reforestación a efectos de conservar o retener el suelo ante los embates de la erosión.

Incremento del valor medio de la pérdida de suelo por tratamiento

Diseño experimental

Comprendiendo que el objetivo de estas obras es atenuar los procesos de erosión al reducir la velocidad de escurrimiento. Se empleo el método directo de estacas graduadas (Gleason 1977, Hudson 1982) (Figura 24) que permite evaluar los efectos de la erosión pluvial en la superficie del terreno, la técnica se considera de registro volumétrico al medir variaciones microtopográficas resultado del proceso de acumulación y pérdida de suelo.



Figura 24. Varilla graduada instrumentada para medir la variación microtopográfica de una parcela que contiene microcuencas y tinas ciegas.

Para conocer el efecto de control de erosión, las estacas graduadas se situaron en el área de cabeza del arroyo Los Bejucos, en la unidad de escurrimiento que para fines experimentales hemos definido como subunidad b2. La distribución espacial de las mismas se observa en la Figura 25; quedando conformadas seis parcelas distinguidas con diferentes colores.

En el extremo derecho superior, se inicia con la obra denominada microcuencas que consiste en zanjas en forma de media luna cuya área comprende $3,511.5 \text{ m}^2$ en una altitud promedio de 2,582 msnm. Esta se designó con la clave C y color verde oscuro (Figura 26).

Contigua a la anterior se ubica la parcela R, asignada con color rojo, corresponde a un tratamiento que combina dos tipos de obras una es microcuencas y otra tinas ciegas, el área que representan es de $2,109.5 \text{ m}^2$ (Figura 27).

En el extremo superior izquierdo, se ubica la parcela B, sin tratamiento, distinguida por el color blanco de las estacas y conforma un área de $1,834 \text{ m}^2$ (Figura 28).

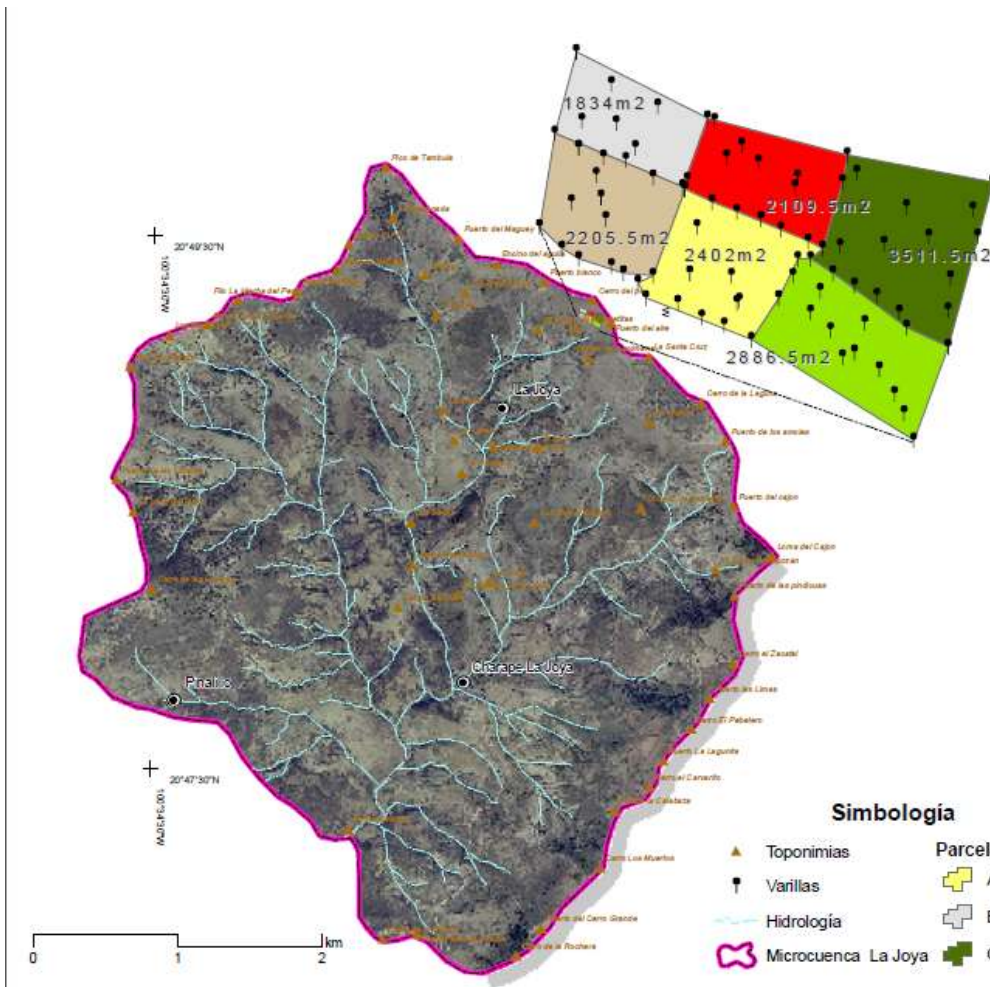


Figura 25. Ubicación de las estacas graduadas dentro de la microcuenca La Joya, conforman 6 tratamientos.

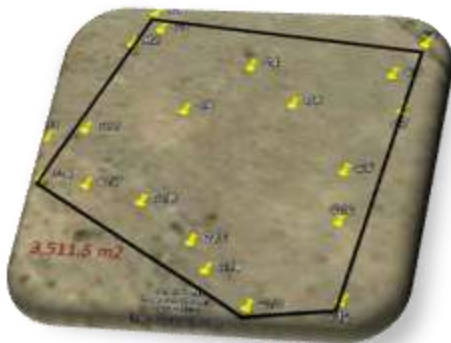


Figura 26. Parcela C, color verde oscuro, con un solo tipo de tratamiento, micro-cuencas o medias lunas.

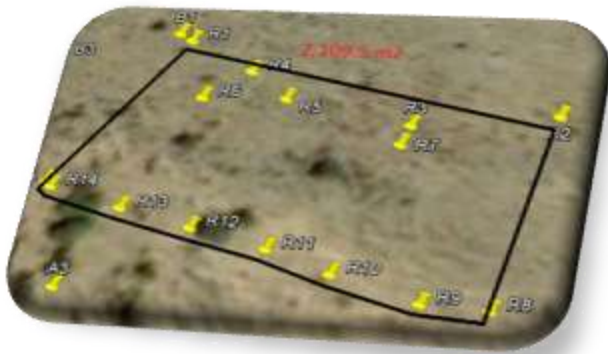


Figura 27. Parcela R, combina microcuencas con tinas ciegas, asignada con color rojo.

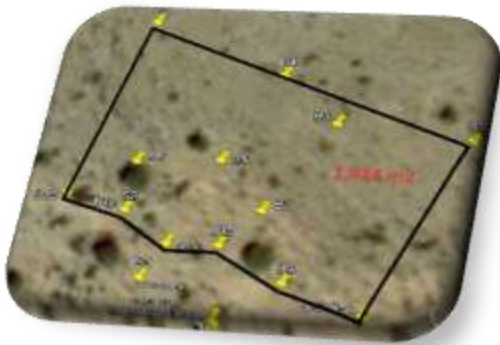


Figura 28. Parcela B, es control, asignada con color blanco.

La franja inferior a esta primera que ya se describió, comienza en el extremo izquierdo con la Parcela S, que está asignada con color fucsia y representa una parcela control con un área de 2,402 m² (Figura 29).

Le sigue la parcela A, con 2,402 m² de tratamiento combinado con microcuencas y tinas ciegas (Figura 30).

Finalmente la parcela D, que comprende 2886,5 m² de zanjas de infiltración (Figura 31).

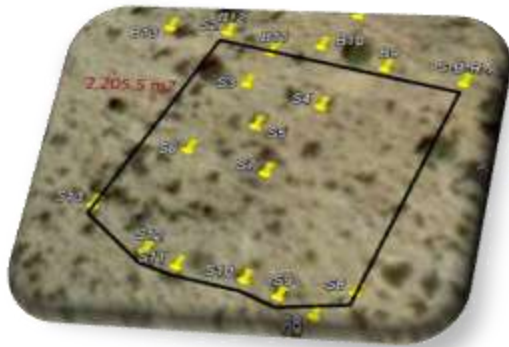


Figura 29. Parcela S, asignada con color fucsia, representa una parcela control.

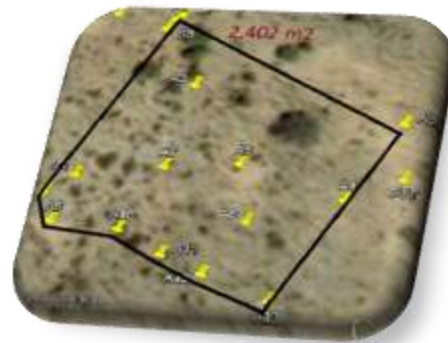


Figura 30. Parcela A, corresponde a un tratamiento combinado, con microcuencas y tinajas ciegas.

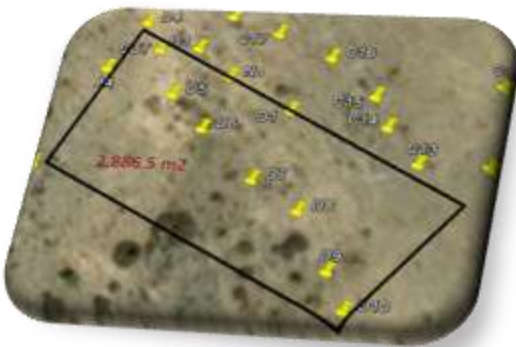


Figura 31. Parcela D, representada por zanjas de infiltración, su color es verde claro.

Resultados

Se presentan los datos registrados en cada varilla, en sus tres tiempos de medición.

Medias

1	2	3	4
0.07179487	-0.01818182	0.12321429	-0.05312500

Desviación estándar

1	2	3	4
0.5325502	0.8881867	0.5102552	0.3591966

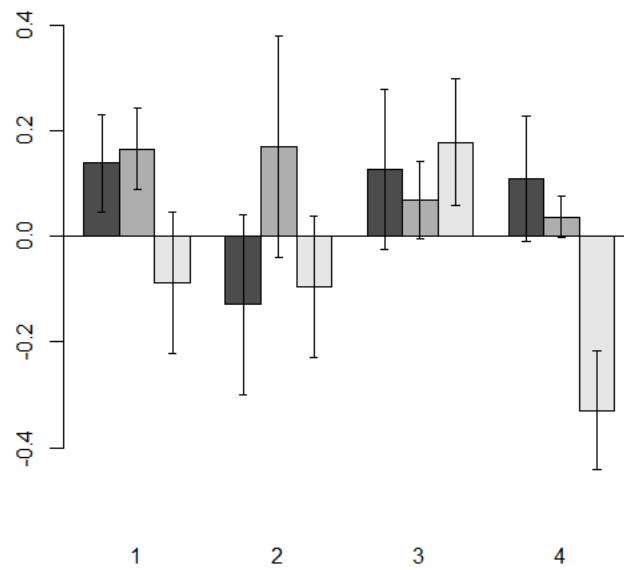


Figura 32.

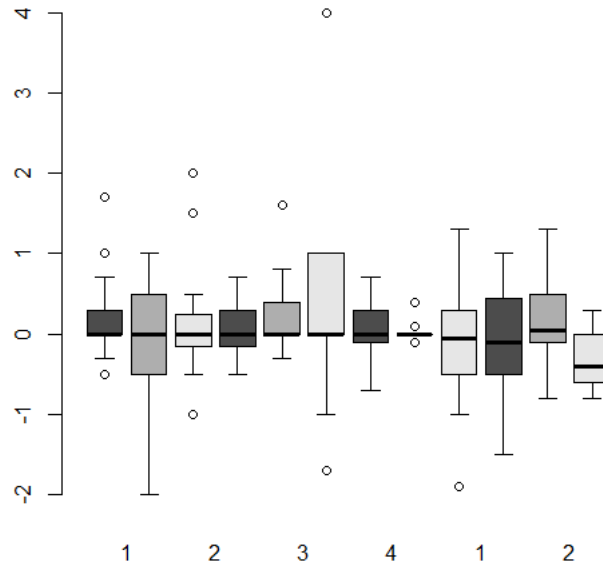


Figura 33.

Los tratamientos tienen altas desviaciones estándar por lo que no se puede observar una diferencia significativa entre ellos. Es decir, no se observa una mayor retención de sedimentos a partir de implementar obras de conservación. Se requieren mayor número de datos en el tiempo para observar al menos de modo exploratorio variaciones significativas.

En este proceso apoyó la Dra. Monica Figeroa para el análisis de la información, mientras que el biól. Fernando Galván en la toma de datos.

Manejo de agostadero

La tesis de González-Erives (2011) se avocó a determinar las condiciones del agostadero actuales en la cuenca (Figura 34). En ella enuncia los efectos negativos del pastoreo intensivo:

Disminución de fotosíntesis, menor almacén de carbohidratos, disminución de crecimiento radicular, disminución en la producción de semilla, la capacidad de competencia, la materia orgánica no se acumula disminuyendo la capacidad del suelo de infiltrar y retener agua y a su vez el suelo queda expuesto a la erosión.



Figura 34. Efecto del pastoreo, en época de invierno

En cambio, el pastoreo moderado tiene los siguientes efectos positivos: Incrementa la fotosíntesis, el crecimiento de tallos y ramificaciones, reduce el sombreado entre plantas, disminuye la pérdida de agua por transpiración, promueve la inoculación de sustancias de crecimiento en la planta y regula la acumulación de materia orgánica.

El pastoreo ocurre por ovinos, caprinos, bovinos, equinos y en tiempos y lugares distintos de acuerdo a la edad y sexo de los pobladores que generalmente son los propietarios de estos animales.

Hay una sobrecarga animal, para que haya una reducción de cabezas de ganado, son los factores sociales los mas importantes. El factor de uso apropiado para mantener la vida silvestre es de 25%, para tener mejoría del ecosistema pero

a un tiempo prolongado se utiliza el factor 35% y cuando no se busca la recuperación del ambiente, sino solo mantenerlo se emplea el factor 50%.

Criterios de selección

Se tiene establecido el óptimo para un manejo de pastizal, el cual consiste en utilizar el 25% como factor de uso, sin embargo, existe la complejidad de reducir la carga animal en un 60.63%, por lo que el óptimo puede considerarse el factor de uso a un 50%, con manejo de potrero.

CONCLUSIONES.

La propuesta de indicadores es fundamental para evaluar la microcuenca La Joya como un sistema bajo manejo, a fin de lograr su óptima transformación.

Hasta el momento se detecta una mayor óptica de corte técnico académista, en el sentido que la inversión en tareas de monitoreo y/o conservación, que fueron las más analizadas en este trabajo, son implementadas sin que la comunidad local decida sobre las tareas a realizar.

Para lograr que se cumpla el objetivo del proyecto sobre que se sostenga este proyecto en el tiempo y para beneficio principalmente de los habitantes locales, se considera fundamental reconocer el capital cultural de la microcuenca, explorándolo más que depositando en ellos el bagaje científico externo.

Para ello sirvió emplear herramientas de investigación cualitativa que permitieron darnos cuenta de que la comunicación entre interventores y beneficiarios es limitada en cuanto al entendimiento del proyecto; sin embargo, es una tarea que se viene construyendo conforme los integrantes del grupo operativo afianzan la confianza al operar de manera cercana a la población y dando seguimiento al proyecto.

El proyecto CRCC ha actuado por un lado, contribuyendo a mitigar la vulnerabilidad de la microcuenca por los procesos erosivos que en ella se presentan y que ponen en riesgo a sus habitantes, incentivando las acciones de conservación

o restauración del entorno, la cual es una labor de importancia indudable sin embargo poco comprensible localmente. Por otro lado, el proyecto busca ir aportando opciones productivas que contribuyan en la economía de la familia, en un inicio promoviendo el ahorro al mantener sus huertos y utilizar ecotecnias en sus hogares que eviten un gasto más para su manutención, lo que ha sido más apreciado por los pobladores.

Con lo anterior se busca que la propuesta de indicadores aquí vertidos permita inculcar una participación más comprometida en la medida que se comprende el beneficio y se actúa en coordinación con el grupo operativo del proyecto.

Para ello, es el proceso de ir empleando los indicadores se puede dar paso a los procesos de involucramiento de los distintos actores promoviendo el quehacer en el manejo de cuencas, de inicio con los pobladores locales.

Por lo tanto, se eligen como indicadores sustanciales el monitoreo de aves que indiquen la calidad del agostadero, de este modo se hace un entrenamiento conjunto entre pobladores locales y técnicos ambientales con lo que en un principio se establezca un puente de comunicación entre el saber técnico y el local. El otro motivo de elegir el monitoreo de aves de pastizal es que se promueva la cultura de conservar la calidad de sus agostaderos puesto que de estos depende su ganado, lo cual es su base productiva culturalmente más importante. A la par se puede ir construyendo material de educación multinivel donde también se pueda atraer turismo de naturaleza con este tipo de fauna atractiva y guiados por gente del pueblo.

Al abordar un socioecosistema como lo es la microcuenca La Joya, obliga a analizar sus componentes y al final ir construyendo una visión integral de su dinamismo y complejidad. En este caso, el presente trabajo, permitió sistematizar algunas experiencias como primer paso para alcanzar la imagen objetivo de visión integral, lo que nos dice que hay mucho que mejorar en el proceso. Como primer paso yo como técnico responsable asumo que esta investigación sirvió mas para irme capacitando en los diferentes indicadores y ahora podría seguir la etapa de devolver resultados y establecer puentes de comunicación.

Bajo el esquema de MESMIS se logró detectar el manejo tradicional de la microcuenca y el enfoque del proyecto CRCC, a partir de la metodología empleada para seleccionar y/o diseñar los indicadores.

En función de la información de referencia establecida y donde se establecen los umbrales óptimos con asesoría de especialistas en el tema, se propusieron nueve indicadores ambientales, cinco productivos, cinco sociales y cuatro económicos, destacando nuevamente que el comienzo sería recomendable con el monitoreo de aves que indiquen calidad del agostadero para trabajarlo de manera comunitaria, pero deben seguirse midiendo los vertederos una vez que se automatizan y las varillas de retención para lograr discernir patrones en al menos un año de muestreo continuo. Por lo que es esencial dejar líneas de investigación bien definidas e integrarlas de modo continuo en procesos de vinculación y de extensión académica pero con un fomento a realizar vinculación con la gente local, y que se diseñen programas educativos para con ellos.

Al ejecutar algunos de estos indicadores, sobre todo de tipo ambientales, se observa que el manejo alternativo requiere de establecer un equipo de monitoreo conformado por, gente local y técnicos. Donde previamente el equipo técnico debe estar conformado por externos y gente local, para recibir la capacitación necesaria basada en un corte educativo y con enfoque de cuencas. Pero esencialmente, inculcar que aun cuando el proyecto terminara, deben generar vínculos de educación intracomunitaria, quizá de jóvenes a adultos.

El carácter participativo de la presente investigación se desarrolló en torno a la toma de datos e interpretación de los mismos, esperando que sirva para el fortalecimiento del sentido de pertenencia y comprensión del proyecto.

La propuesta requirió la comprensión de de la dinámica de la comunidad en relación a sus actividades diarias y de los efectos que estas producen en su ambiente, es decir de las causas y efectos. Pero además de conocer las alternativas que emanan del CRCC.

RECOMENDACIONES

Atendiendo a la necesidad de contar con un grupo de monitores comunitarios, se recomienda la presentación de las distintas actividades y etapas del proyecto CRCC para mejorar la comprensión del mismo.

Una vez presentado el proyecto los indicadores propuestos requieren de su divulgación al coordinador del CRCC, al grupo operativo y a los miembros de la comunidad participante para que de acuerdo a las necesidades y recursos con los que disponen se seleccionen los indicadores a ejecutar.

Es necesario activar el proceso de evaluación participativa de las prácticas desarrolladas en conjunto, que sea imparcial, proveniente de un grupo de facilitadores para propiciar el dialogo sobre la experiencia práctica del proyecto, en voz de la comunidad participante y los interventores en la cuenca. De este modo se va construyendo una participación autogestiva que promueva un desarrollo local. Puede consultarse a Aubel (2010) quien recomienda que sean los miembros de la comunidad y los que provienen del proyecto, quienes diseñen las preguntas y el trabajo de campo, de acuerdo al componente que más conocen del proyecto.

Los indicadores aquí propuestos se pueden conjugar con las lecciones aprendidas para obtener un proceso de aprendizaje que permita comprender el objetivo del proyecto esperando activar la participación voluntaria y se genere un grupo de monitores comunitarios.

Sería fundamental la operación de un programa educativo con el enfoque de cuenca para lograr el despertar a una conciencia de desarrollo humano, activar la creatividad para mejorar el entorno, desarrollar habilidades para enfrentar situaciones adversas y para incentivar el desarrollo comunitario desde la voluntad propia.

A la par de operar una estrategia de educación ambiental, sería necesario involucrar a los interesados en dar seguimiento a los indicadores de transformación en las áreas de economía, demografía, participación y ambiental para generar las capacidades para la ejecución de los indicadores.

Previo a la etapa de toma de datos, es necesario verificar la viabilidad de las mediciones con el grupo responsable e interesados. Para ello se debe verificar

que las variables a medir son correctas, que se tiene la tecnología disponible, el presupuesto necesario y que está vigente el grupo responsable. En caso de inviabilidad se deben buscar variables que sustituyan un indicador.

Se debe cuidar que las mediciones sean continuas, provengan de las mismas fuentes de información y permita hacer comparaciones con la línea base. Para asegurar las mediciones continuas se requiere del nombramiento de dos suplentes comprometidos y de hacer pública la información de línea base y de resultados del proyecto.

Por último, se deben usar los indicadores evaluados para promover lecciones aprendidas ya que la información generada no tiene sentido si no detona la toma de decisiones. También es fundamental hacer pública la información producto de dichas evaluaciones.

LITERATURA CITADA

Astier, M. y C. González, 2008. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. En: Astier, M., O., R. Masera; Y., Galván-Miyoshi (coords.). 2008. Evaluación de sustentabilidad, un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE-CIGA-ECOSUR-CIEco-UNAM-GIRA-Mundiprensa-Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España.

Astier, M., O., R. Masera; Y., Galván-Miyoshi (coords.). 2008. Evaluación de sustentabilidad, un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE-CIGA-ECOSUR-CIEco-UNAM-GIRA-Mundiprensa-Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España.

Aubel, J. 2000. Manual de evaluación participativa del programa, involucrando a los participantes del programa en el proceso de evaluación. 2ª ed. Catholic Relief Services y Child Survival Technical Support. EUA.

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2009. Sistema de monitoreo y evaluación de la gestión ambiental por cuenca hidrográfica 2009-2014. Gobierno Nacional, República de Panamá-ANAM. Colombia.

Ayales-Cruz, I., S. Estrada, E. Pérez G., L. Aguilar y G. Rodríguez. s/a. Propuesta para la construcción de indicadores de sostenibilidad social. Universidad de Utrecht, Holanda-Universidad Nacional Heredia Costa Rica- Unión Mundial para la Naturaleza.

Bach, L. B., M.T. Bryer, A. R. Aldous. 2000. Planificación para la conservación de cuencas hidrológicas en múltiples escalas espaciales. The Nature Conservancy.

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Zinder, B.D. y Stribling, J.B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2º ed. Agencia de Protección Ambiental (EPA). Washington, D.C.

Bárcenas-Oria, D. 2010. Red de investigación e innovación en vivienda sustentable de bajo costo, diseño de indicadores técnicos y sociales para un prototipo de vivienda rural sustentable en la microcuenca La Joya. Reporte de Estadía, Universidad Tecnológica de Querétaro. Querétaro.

Bautista-Zuñiga, F. (ed.). 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM-UAY-CONACYT-INE. México.

Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Priego y A. Burgos. 2010. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. SEMARNAT-INE.UNAM-CIGA, México.

Bustillos, G. y L. Vargas. 1996. Técnicas participativas para la educación popular. Tomo 1. Instituto mexicano para el desarrollo comunitario A.C. IMDEC. México.

Caire, G. 2006. En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

Casas-Cázares, F. V. González-Cossío, E. García-Moya, T. Martínez-Saldaña, B. V. Peña-Olvera. 2008. Contribución de la dimensión ambiental al desarrollo sustentable de tres agroecosistemas campesinos. *Terra Latinoamericana*, 26 (3): 275-284.

CEPAL. 1994. Panorama social de América Latina. ONU. Chile.

Contreras-Contreras, E. A. 2011. Género y Agua en la Microcuenca La Joya, Querétaro, Qro. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados. Edo. de México.

Cotler, H. y A. Priego. 2006. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

Cotler, H. y G. Caire. 2009. *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. INE-SEMARNAT-WWF-FGRA. México.

Davis, G. E. 1993. Design elements of monitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment* 26: 99-105.

Davis, G. E. 2005. National Park stewardship and “vital signs” monitoring: a case study from Channel Islands Park, California. *Aquatic Conserv.: Mar. Fresh. Ecosyst.* 15: 71-89.

Definicion.de 2008-2012. WordPress. <http://definicion.de/gestion/>

Dourojeanni, A. 1991. Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable aplicados a microregiones y cuencas. Serie Ensayos, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago, Chile.

Dourojeanni, A. 2006. Si sabemos tanto sobre qué hacer en materia de gestión integrada del agua y cuencas ¿por qué no lo podemos hacer? En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

FIRCO. 2005. Guía Técnica para la elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación. México.

Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola (FIDAR). 2011. <http://www.ingresovirtual.com/index.php/component/content/article/56-lineas-de-trabajo/59-mch>

Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP. 2010. Informe de actividades 2009. México.

García-Espejel, A. 2003. Condiciones de pobreza de la población indígena en la Sierra Gorda de Querétaro. Seminario CDI-PNUD.

García-Flores, H.J. 2010. Aplicación de indicadores de sustentabilidad en la subcuenca Tábula Picachos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Geilfus, F. 1997. 80 herramientas para el desarrollo participativo, diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. 2ª. Ed. 1998. Proyecto de cooperación IICA/GTZ, El Salvador.

González-Erives, L. 2011. La producción pecuaria en el manejo integrado de la microcuenca La Joya.

González-Gaudiano, E. (coord.). 1997. El desarrollo sustentable, una alternativa de política institucional. 2ª ed. SEMARNAP CUADERNOS. México.

González-Piedra, J. I. 2006. El manejo de cuencas en Cuba. En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2º ed. SEMARNAT-INE, México.

Guerrero M. K. 2001. Vertebrados terrestres de la microcuenca de Santa Catarina. Tesis de Licenciatura. UAQ. México. En: Pineda, R., C. López y P. Balderas. Reporte final del proyecto, avifauna de las áreas protegidas del Municipio de Querétaro.

Guevara S., A. 2005. Pobreza y medio ambiente en México, teoría y evaluación de una política pública. SEMARNAT-INE-Universidad Iberoamericana, México.

Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1):9.

Hernández, S. 2010. Informe del estudio socioeconómico realizado en la comunidad de La Joya. UAQ.

Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems* 4:390-405.

Holechek, J.I., R.D. Pieper y C.H. Herbel. 1989. Range management, principles and practices. Department of animal and range sciences. New Mexico State University. Prentice Hall. EUA.

Leff, E., A. Argueta, E. Boegue, C. W. Porto G. 2002. Más allá del desarrollo sostenible, la construcción de una racionalidad ambiental para la sustentabilidad: una visión desde América Latina. En: Leff, E. et al. (comps.). La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe. No. 6. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Autónoma Metropolitana, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.

López-Ramírez, M. E. 2011. Propuesta de manejo de nopal (*Opuntia* spp.) en la Microcuenca La Joya, municipio de Querétaro. Tesis de maestría, UAQ, Querétaro, México.

Macías, D. A., A. O. Panjabi y C. E. Aguirre C. 2011. Compartiendo sus agostaderos con las aves de pastizal. Rocky Mountain Bird Observatory. Colorado, EUA.

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas (MGIC). 2009. Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca La Joya (PRPC). SEMARNAT-MGIC-FUNDACION GONZALO RIO ARRONTE, L.A.P.-AGENCIA DE DESARROLLO SIERRA GORDA.

Mallén, R. C., V. G. de la Cruz y J. C. Tamarit Urias. 2005. El Manejo de Bosques Templados en Puebla, Criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad. CENID-COMEF/INIFAP. México.

Martínez-Ibarra J.A., R.E. Arellano-Montoya y R. Pineda-López. 2008. Evaluación del manejo local de la Microcuenca Lagunillas (Jalisco, México) utilizando indicadores de sustentabilidad. *DELOS* 1(3):1-10.

Martinic, S. 1996. Evaluación de proyectos, conceptos y herramientas para el aprendizaje.

Martinic, S. 1996. Guía práctica de diseño de proyectos.

Martínez-Ibarra, J. A. y R. E. Arellano-Montoya. 2008. Evaluación del manejo local de la microcuenca Lagunillas (Jalisco, México) utilizando indicadores de sustentabilidad. *DELOS* 1(3): 1-10.

Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales, el Marco de Evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA), Instituto de Ecología de la UNAM, Ediciones Mundi-Prensa de México, S.A. de C.V. México.

Mass, M. 2006. La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala. En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

Maas, M. y H. Cotler. 2006. El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas. En: Cotler, H. (comp.) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

Maass M. 2012. *El manejo integrado de cuencas hidrográficas*. Entrevista para el Centro virtual de información del agua, México. www.agua.org.

Merrit, R. W, K.W. Cummins, M.B. 2008. 4 ed. Introduction to aquatic insect of North America. Kendall-Hunt Publishing Company, USA.

Morales H. J. 1998. El desarrollo sustentable y el medio rural, consideraciones conceptuales. *Renglones* 41-42 (26-34).

Moreno, A. D. e I. Renner (eds.) 2007. Gestión integral de cuencas, la experiencia del proyecto regional cuencas andinas. Centro internacional de la papa (CIP), Lima, Perú.

Nebbia, Tom. 2002. Integración del Medio Ambiente y el Desarrollo 1972-2002. PNUMA.Ecuador.

Noriega G. M. *com pers.* Diseño, ejecución y seguimiento de indicadores ambientales. Curso 13 y 14 de julio de 2012. Querétaro, Querétaro.

Ochola, W. O.; R. Mwonya; L. I. Warasomba; L.L. Wambula. 2006. Farm-level indicators of Sustainable Agriculture. En: Fritz J. H. L. Pintér y H. R. Herren (ed.). 2007. Sustainable Agriculture. INFASA. Suiza.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1978, Report on the agro-ecological zones project (Vol. 1, Methology and Results for Africa). World Soils Report 48. Roma, Italia. 158 pp.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 1994. Los últimos esfuerzos para desarrollar indicadores. Roma. En: www.fao.org.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. European Observatory of Mountain Forests-ICIMOD-World Agroforestry Centre-REDLACH. Roma.

Padilla-García, U. 1996. Distribución herpetofaunística del noreste del Estado de Querétaro en un gradiente altitudinal y de vegetación. Universidad Autónoma de Querétaro.

Perrusquía, G. 2003. Sistemas Acuáticos Sustentables Estudio para la Ciudad de Querétaro y sus alrededores. CHALMERS-CONCYTEQ-UAQ-Tec de Monterrey.

Pineda, R., López, C y Balderas P. 2008. Informe final del Proyecto FNB-2003-06, avifauna de las áreas protegidas del municipio de Querétaro.

Pineda L., R. 2005. Propuesta conceptual y metodológica para monitorear y evaluar el impacto ambiental, social y económico de las acciones desarrolladas en comunidades, dentro del Programa Ejido Verde 2003-2005. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Pineda L., R. 2006. Formulación de indicadores para evaluación del desarrollo en microcuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Pineda L., R., M. A. Domínguez C., E. Quintanar Q., M. del C. Gilio M., P. Roitman G., A. L. Fonseca T., M. del P. García F., M. E. Briceño, G. Vázquez S y J. Rickards G. 2006. Hacia una gestión integrada de cuencas en el estado de Querétaro, México. En: Cotler, H. (*comp.*) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT-INE, México.

Pineda L., R. 2010. Proyecto de Creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro-Fundación Gustavo Río Arronte, México.

Pineda López, Raúl F.; Diana E., Bustos Contreras; Verónica, Méndivil Hernández; M. Susana, Hernández Sánchez; M. Manuel R., Pérez Cascajares; Miguel, Maya. 2011. *Centro Regional de Capacitación en Cuencas*. Querétaro: UAQ-FGRA-INIFAP, Agencia de Desarrollo Sierra Gorda.

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y la División de Estadística de las Naciones Unidas, 2012. Marco para el monitoreo de las políticas hídricas. UNESCO-WWAP y UNSD.

Ramírez-Bautista A. 1991. En: Padilla-García U. 2005. Diagnóstico y Conservación de la herpetofauna en la Microcuenca del parque nacional lago de Camécuaro, Michoacán.

Redclift M. 1995. El desarrollo sustentable, ampliación del alcance del debate. Cadenas A. (ed.). Agricultura y desarrollo sostenible. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Rodas C., A. R. y C. A. Rodas A. 2002. Estructura socioeconómica de México. 4° ed. LIMUSA, México.

Rosa H., S. Kandel y L. Dimas. 2004. Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales, lecciones de las Américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias. SEMARNAT-INE-Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio ambiente-Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. México.

Sánchez-Preciado, S., M. Vázquez-García, E. López-Alcocer y S. Carvajal-Hernández (eds.). Indicadores de sustentabilidad. Colegio de Posgraduados-Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, W.D. Broderson. 1998. Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Programa Sectorial de desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. México.

Siebe C., Jahn R. & Stahr K. 2006. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo. 2ª Ed. UNAM-Universidad de Halle-Universidad de Hoheheim.

Sokal, Rohlf. 1969. Biometric. Freeman and company, Nueva York. EUA.

Speelman E. N., S. López-Ridaura, N. Aliana C., M. Astier y O. R. Masera. 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American cases studies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 14:354-361.

Springall, R. Hidrología. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México

Stohlgren, T.J., Falkner, M.B. y Schell, L.D. 1995. A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetation*, 117: 113-121

Suzán-Azpiri, H. B. Maruri-Aguilar. 2000. Programa de Monitoreo. En: Pineda-López R. y L. Hernández-Sandoval. La Microcuenca Santa Catarina, estudios para su conservación y manejo. Serie Químico-Biológicas, UAQ-SEMARNAT, México.

Te Chow, V., D.R. Maidment, L.W. Mays. 1994. Hidrología aplicada. Saldarriaga J.G (trad.). Mc Graw Hill, Colombia.

Toledo, A. 2006. Agua, hombre y paisaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México.

Torres-García, U., A. O. Santacruz-Vázquez, O. M. García-González y R. F. Pineda-López. 2011. Guía de identificación de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca La Joya. UAQ-MAGIC. México.

U.S. Environmental Protection Agency. 2000. Index of watershed indicators: an overview.

Valencia-Vargas J.C., J. J. Díaz-Nigenda y L. Vargas-Martínez. 2006. La gestión integrada de los recursos hídricos en México: un nuevo paradigma en el manejo del agua.

En: Cotler, H. (*comp.*) El manejo integral de cuencas en México. 2° ed. SEMARNAT Instituto Nacional de Ecología. México.

World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. Our Common Future. Oxford University Press. New York. EUA.

ANEXO 1.

Matrices de evaluación de los avances del CRCC de acuerdo al objetivo: *implementar 70 buenas prácticas*, hasta agosto de 2012.

Anexo 1a. Matriz de evaluación del rubro “Micronegocios” dentro de los avances del objetivo: implementar 70 buenas prácticas.

BUENAS PRACTICAS MICRONEGOCIOS									
Año 2									
PRODUCCION DE MIEL									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Producción	Comercialización	Personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
CONSERVAS DE HORTALIZAS									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Producción	Comercialización	personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
TURISMO ALTERNATIVO ESPECIALIZADO									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Inversión	Infraestructura	Promoción	Visitas	Ingreso económico	Reconocimiento
EVALUACIÓN									
Año 2									
PRODUCCION DE PLANTAS (VIVERO)									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Validación	Producción (3000 z)	Personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
ARTESANIAS									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Producción	Comercialización	Personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
Año 2									
COMERCIALIZACION DE COMPOSTAS									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Producción	Comercialización	Personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
Año 2									
PLANTAS MEDICINALES AROMATICAS									
Grado de avance	0%	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Producción	Comercialización	Personalidad jurídica	Posicionamiento
EVALUACIÓN									
Año 2									
PROGRAMA DE CAPACITACION									
Grado de avance	0%	10%	33%	50%	67%	83%	100%		
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	Evaluación previa	Capacitación	Evaluación post	Acción	Seguimiento		
EVALUACIÓN									

Anexo 1b. Matriz de evaluación del rubro “Prácticas de conservación de suelo, agua y biodiversidad” dentro de los avances del objetivo: implementar 70 buenas prácticas.

BUENAS PRÁCTICAS												
PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO, AGUA Y BIODIVERSIDAD												
Año 2												
PRESAS FILTRANTES DE PIEDRA ACOMODADA												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
PRESAS DE GAVIONES												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
PRESAS DE TRONCO Y RAMA												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
ZANJAS DE INFILTRACIÓN												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
TERRAZAS DE FORMACIÓN SUCESIVA												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
TERRAZAS VEGETADAS												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
SURCADO AL CONTORNO												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica
Año 2												
CORTINAS ROMPEVENTO												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Replica

...Continúa de Anexo 1b.

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO, AGUA Y BIODIVERSIDAD												
Año 2												
USO DE PASTOS PARA CONSERVACIÓN DE SUELOS												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
CORTINAS ROMPEVENTO												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
CULTIVOS EN CALLEJONES												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
RESTAURACIÓN DE LADERAS												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
CABECERO DE CARCAVAS												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
GEOCOSTALES												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
LABRANZA DE CONSERVACIÓN												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
CUBIERTAS VEGETALES												
Grado de avance	0	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	99.9	100	
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Otra terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica

...Continúa del Anexo 1b

BIENAS PRÁCTICAS												
PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO, AGUA Y BIODIVERSIDAD												
Año 2												
RRIEGO POR GOTEO ONTILLA												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
FRANJAS HIDROFORESTALES												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
RESTAURACIÓN DE CAUCES												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
CUIDADO DE MANANTIALES												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
RESTAURACIÓN DE BOSQUE DE GALERA												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
CAUDAL ECOLÓGICO												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Instrumentación	Supervisión	Desmontaje	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
TRAZO DE GAS												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
REVEGETACIÓN DE LADERAS Y REFORESTACIÓN												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica
Año 2												
SENEDEROS INTERPRETATIVOS AGUA/SUELO												
Grado de avance	●	● 11.1	● 22.2	● 33.3	● 44.4	● 55.5	● 66.6	● 77.7	● 88.8	● 99.9	● 100	¿Apropiada para el sitio?
ETAPAS	No ha iniciado	Confirmación de comité	Capacitación	Construcción	Supervisión	Obras terminada	Evaluación comunitaria	Mantenimiento	Monitoreo	si	no	Réplica

Anexo 1c. Matriz de evaluación del rubro “Manejo del entorno comunitario” dentro de los avances del objetivo: implementar 70 buenas prácticas.

BUENAS PRÁCTICAS									
MANEJO DEL ENTORNO COMUNITARIO									
Año 2									
FORMACIÓN DE LA COMISIÓN DE MICROCUENCA									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	sensibilización comunitaria	Organización	Representación	Concientización	Participación comunitaria	Gestión interinstitucional	Ordenamiento	Manejo comunitario
Año 2									
ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	caracterización del sitio	diagnóstico comunitario	análisis de problemas	Concientización	Generación de escenarios	Organización comunitaria	Gestión interinstitucional	Mejora del entorno
Año 2									
ORDENAMIENTO DE ESPACIOS EN LA VIVIENDA									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	sensibilización comunitaria	Selección de viviendas	Planeación	capacitación	Acompañamiento	Transformación	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
FOGÓN AHORRADOR DE LEÑA									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN TECHOS									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 1									
BIOFILTROS DE AGUAS GRISAS									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
SANTARIOS SECOS									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción

...Continúa de Anexo 1c.

BUENAS PRÁCTICAS									
MANEJO DEL ENTORNO COMUNITARIO									
Año 2									
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Planeación	Herramientas de apoyo	Sensibilización comunitaria	Concientización	Elaboración de materiales	Desarrollo de valores	Acciones dirigidas	Mejoría del entorno
Año 2									
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Diagnóstico	Diseño	Gestión	Educación	Manejo	Recolección	Transporte	Salud y empleo
Año 2									
CISTERNA PARA ALMACENAR AGUA									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
HUERTOS BIINTENSIVOS									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Gestión interinstitucional	sensibilización comunitaria	concientización	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
TRASPATIO AGROFORESTAL									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Compra de equipo	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción
Año 2									
SISTEMA DE EVALUACIÓN PARTICIPATIVA									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Conformación de equipo evaluador	Planeación	Convocatoria	Sensibilización comunitaria	Planeación comunitaria	Trabajo de investigación	Divulgación de resultados	Retroalimentación
Año 2									
CALENTADOR SOLAR									
Grado de avance	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100
ETAPAS	No ha iniciado	Consolidación de grupo	Capacitación	Donación de equipo	Instalación	Acompañamiento	Mantenimiento	Mejoramiento	Adopción

ANEXO 2.
Información de indicadores sociales

Anexo 2. Cuestionario para la caracterización socioeconómica de la microcuenca La Joya.

Clave: _____ **Fecha:** _____ **Hora:** _____

Nombre del jefe (a) de familia: _____

Número de personas quienes viven en la casa

	Hasta 14 años	de 15 a 35 años	De 36 a 65 años	Más de 65 años
Hombre				
Mujer				

Número de personas quienes viven fuera de la casa

	Hasta 14 años	de 15 a 35 años	De 36 a 65 años	Más de 65 años
Hombre				
Mujer				

Origen de la familia: _____

Educación de la familia

	niños	niñas	hombres	mujeres
no sabe leer				
primaria incompleta				
primaria completa				
secundaria incompleta				
secundaria completa				
estudio técnico				
estudio universitario				
cursos prácticos				

¿Cómo utilizan su tiempo quienes viven en la casa?

Para cada actividad registrar horas que ocupan en un día normal (desde que amanece hasta que se van a dormir)

	niños	niñas	hombres	mujeres
en estudiar				
en trabajo de mozo				
en carpintería				
en construcción				
en trabajo de la parcela				
en trabajo del huerto				
en cuidar del ganado				

...Continúa de Anexo 2.

en cuidar animales de patio				
en el patio				
en procesar la leche				
en apicultura				
en productos medicinales				
en comercialización				
en trabajo comunitario				
en trabajo doméstico				

Recursos de infraestructura

Se marca con una X la característica que describe el rubro, se anota la que más predomine

Tipo de casa	piedra <input type="checkbox"/>	adobe <input type="checkbox"/>	ladrillo <input type="checkbox"/>	concreto <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>
Tipo de piso	tierra <input type="checkbox"/>	barro <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>	¿cuál (es)?	
Tipo de techo	romerillo <input type="checkbox"/>	teja <input type="checkbox"/>	concreto <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>	¿cuál (es)?
Letrina	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	sanitario con agua <input type="checkbox"/>		
Fuente de agua	río <input type="checkbox"/>	lluvia <input type="checkbox"/>	pozo <input type="checkbox"/>	agua entubada <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>
Energía eléctrica	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>	de planta <input type="checkbox"/>	solar <input type="checkbox"/>	
Cocina	leña <input type="checkbox"/>	gas <input type="checkbox"/>	horno <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>	¿cuál (es)?
Patio	huerto <input type="checkbox"/>	colmena <input type="checkbox"/>	gallinero <input type="checkbox"/>	chiquero <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>
Equipo	trituradora <input type="checkbox"/>	silo <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>	¿cuál (es)?	
Transporte	equino <input type="checkbox"/>	carreta <input type="checkbox"/>	bicicleta <input type="checkbox"/>	automotor <input type="checkbox"/>	
Eléctrico	radio <input type="checkbox"/>	televisión <input type="checkbox"/>	celular <input type="checkbox"/>	video <input type="checkbox"/>	otro <input type="checkbox"/>
Ecotecnias	fogón <input type="checkbox"/>	cisterna <input type="checkbox"/>	sanitario seco <input type="checkbox"/>	biofiltro <input type="checkbox"/>	calentador <input type="checkbox"/>

ANEXO 3.
Información de indicadores ambientales

Anexo 3a. Riqueza de aves en la unidad experimental.

Anexo 3b. Fichas técnicas de aves de pastizal.

AVES

Falco sparverius



Descripción.- (25.5 a 29 cm) Es blanco, con bandas negras llamativas en el rostro. Espada y cola rojizas, mientras que las alas azul-grisáceas.

Distribución.- Montañas de Baja California, estados norteños, localmente hasta el centro y sur de México.

Hábitat.- campo abierto, arroyos arbolados, campos de cultivo y ciudades.

Alimentación.- aves, roedores, insectos, algunas veces murciélagos y culebras.

Estatus de Permanencia.- migratorio en invierno

Voz.- Un silbido agudo y penetrante.

Importancia.- control de plagas, e indicador de calidad ambiental por su amplio rango de grupos dentro de su dieta.

Orden	Falconiformes
Familia	Falconidae
Genero	<i>Falco</i>
Especie	<i>sparverius</i>
Nombre común	halcón
Estatus NOM059	Sin protección
Estatus migratorio	Residente
Estatus indicador	Calidad de pastizal



- Residente (durante todo el año)
- Residente (únicamente en época de reproducción)
- Migratorio (únicamente en época de no reproducción)
- Migratorio (transitorio ó de paso)
- Estacional con permanencia incierta
- Introducida
- Introducida o nativa
- Reintroducida
- Introducida o reintroducida
- Errante
- Estatus desconocido

Amazilia violiceps

Colibrí corona violeta

Descripción.- (10 cm) Es bastante grande con blanco inmaculado en las partes inferiores incluyendo la garganta, la corona, azul violeta en el macho, azul verdoso opaco en la hembra. La cola color bronce castaño y el pico rojo con la punta negra. Son ágiles voladores, ponen de a dos huevos, haciendo un nido en forma de copa que vuelen a usar.

Distribución.- En México desde el este de Sonora, Chihuahua, hacia el sur en Chiapas, en las montañas y sus estribaciones.

Hábitat.- en vegetación riparia en los cañones y vegetación de matorral.

Alimentación.- flores con máctices rojos y de áfidos y arañas.

Estatus de Permanencia.- Residente durante todo el año.

Voz.- Unos fuertes chips, también un canto chieu chieu chieu.

Importancia.- Son polinizadoras de la flora local y pueden ser atractivas en el turismo de naturaleza.



Orden	Trochilidae
Familia	Troglodytidae
Genero	<i>Amazilia</i>
Especie	<i>violiceps</i>
Nombre común	Colibrí corona violeta
Estatus NOM059	Sin Categoría
Endemismo	No endémica
Importancia indicador	Especie de matorral



Amazilia violiceps

- Residente (durate todo el año)
- Residente (únicamente en época de reproducción)
- Migratorio (únicamente en época de no reproducción)
- Migratorio (transitorio ó de paso)
- Estacional con permanencia incierta
- Introducida
- Introducida o nativa
- Reintroducida
- Introducida o reintroducida
- Errante
- Estatus desconocido

AVES

Carpodacus mexicanus

Gorrión cabeza roja



Descripción.- (12 cm) Es de color pardo, con el vientre rayado y pico grueso. Los machos se caracterizan por tener el pecho, la frente, la raya supraocular y la rabadilla color rojo, en tonalidades que varían desde el rojo brillante hasta casi naranja. En las hembras su plumaje es castaño grisáceo.

Distribución.- Originaria de México y oeste de los Estados Unidos, ahora naturalizado en otros continentes.

Hábitat.- Reside en claros de bosques, en matorrales, desiertos, tierras altas, zonas costeras, campos de cultivo y zonas urbanas, incluyendo grandes ciudades.

Abundancia.- Común a moderadamente común.

Estatus de Permanencia.- Residente.

Orden	Passeriformes
Familia	Fringillidae
Genero	<i>Carpodacus</i>
Especie	<i>mexicanus</i>
Nombre común	Gorrión cabeza roja
Estatus NOM059	Sin Categoría
Estatus migratorio	No endémica
Estatus indicador	perturbación



Carpodacus mexicanus

- Residente (durante todo el año)
- Residente (únicamente en época de reproducción)
- Migratorio (únicamente en época de no reproducción)
- Migratorio (transitorio ó de paso)
- Estacional con permanencia incierta
- Introducida
- Introducida o nativa
- Reintroducida
- Introducida o reintroducida
- Errante
- Estatus desconocido

AVES

Campylorhynchus brunneicapillus

Matraca del Desierto

Descripción.- (30 cm) Corona café, cara rayada de café y blanco, con línea superciliar blanca y banda ocular oscura. Partes superiores café grisáceas con rayas blancas interrumpidas. Alas y cola café oscuras, barradas y manchadas de blanquecino y café grisáceo. Manchas negras abundantes en la garganta y en la parte superior del pecho. Flancos y vientre color canela.

Distribución.- Desde el S de Baja California, las tierras bajas de la vertiente del Pacífico hasta el NO de Sinaloa. En tierras altas de México hasta el N de Michoacán, N del Estado de México e Hidalgo y al SO en el centro y NE de Tamaulipas.

Hábitat.- En matorrales áridos y en las zonas tropicales y subtropicales. En las asociaciones de mezquite, huizaches y gobernadoras.

Abundancia.- Común a moderadamente común.

Estatus de Permanencia.- Residente.



Orden	Passeriformes
Familia	Troglodytidae
Genero	<i>Campylorhynchus</i>
Especie	<i>brunneicapillus</i>
Nombre común	Matraca del Desierto
Estatus NOM059	Sin Categoría
Estatus migratorio	Residente
Estatus indicador	Calidad del pastizal



Anexo 3c. Compendio de especies vegetales de la microcuenca La Joya.

Género	Especie	nombre común	Usos	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Agave</i>	<i>mapisaga</i>	Maguey	ALIM	
<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>	Maguey	ALIM	
<i>Chenopodium</i>	<i>ambrosioides</i>	epazote	MEDI	
<i>Schinus</i>	<i>molle</i>	pirul	MEDI	
<i>Brickellia</i>	<i>sp.</i>	Escobilla	S/D	
<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosa</i>	Escobilla	S/D	
<i>Montanoa</i>	<i>tomentosa</i>		MEDI	
<i>Pinaroppapus</i>	<i>roseus</i>	Clavelitos	S/D	
<i>Senecio</i>	<i>praecox</i>	palo bobo o palo loco	S/D	
<i>Tagetes</i>	<i>erecta</i>	Cinco llagas	MEDI	
<i>Zaluzania</i>	<i>augusta</i>	castiginil/limpia tuna	MEDI	
<i>Bidens</i>	<i>odorata</i>	aceitilla	FORR	
<i>Arnica</i>	<i>montana</i>	árnica	MEDI	
<i>Chrysanthemum</i>	<i>sp.</i>	santa maría	MEDI-ALIM	
<i>Matricaria</i>	<i>chamomilla</i>	manzanilla	MEDI	
<i>Artemisia</i>	<i>absinthium</i>	ajenjo	MEDI	
<i>Anacolia</i>	<i>lavisphaera</i>	musgo	S/D	
<i>Tecoma</i>	<i>stans</i>	tronadora	ALIM	
<i>Lepidium</i>	<i>virginicum</i>	Antejuelilla	MEDI	
<i>Camelina</i>	<i>sp.</i>	camelina	MEDI	
<i>Hechtia</i>	<i>glomerata</i>	Guapilla	MEDI	
<i>Coryphantha</i>	<i>radians</i>	...	S/D	
<i>Ferocactus</i>	<i>latispinus</i>	biznaga	ALIM	
<i>Ferocactus</i>	<i>histris</i>	Asiento de suegra	ALIM	Pr
<i>Mammillaria</i>	<i>magnimama</i>	Biznaga de chilitos	S/D	
<i>Mammillaria</i>	<i>polythele</i>	Biznaga	S/D	
<i>Opuntia</i>	<i>hyptiacantha</i>	Nopal hartón	ALIM-FORR	
<i>Opuntia</i>	<i>robusta</i>	Nopal tapón	ALIM-FORR	
<i>Opuntia</i>	<i>xoconoxtle</i>	Xoconoxtle	ALIM	
<i>Stenocactus</i>	<i>lamellosus</i>	Biznaga (flor lila)	S/D	
<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	Granjeno		
<i>Chenopodium</i>	<i>graveolens</i>	Epazote del zorrillo	MEDI	
<i>Ipomoea</i>	<i>stans</i>	Tumbavaquero	MEDI	

...Continúa de Anexo 3c.

<i>Ipomoea</i>	<i>murucoides</i>	palo bobo	TOXI	
<i>Sedum</i>	<i>sp.</i>	...	S/D	
<i>Eleocharis</i>	<i>sp.</i>	pasto	S/D	
<i>Tragia</i>	<i>sp.</i>	ortiguilla	S/D	
<i>Mimosa</i>	<i>aculeaticarpa</i> <i>var. biuncifera</i>	uña de gato	S/D	
<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>			
<i>Acacia</i>	<i>schaffneri</i>	Huizache	COMB	
<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	engordacabra	FORR-MEDI	
<i>Eysenhardtia</i>	<i>polystachya</i>	palo dulce	MEDI	
<i>Lysiloma</i>	<i>sp.</i>	tepehuaje		
<i>Quercus</i>	<i>castanea</i>	roble o encino?	ABON	
<i>Quercus</i>	<i>mexicana</i>	roble o encino?	ABON	
<i>Gentiana</i>	<i>caliculata</i>	...	S/D	Pr
<i>Gentiana</i>	<i>spathacea</i>	noche buena	ORNA	Pr
<i>Erodium</i>	<i>cicutarium</i>	alfilerillo	MEDI	
<i>Nama</i>	<i>origanifolium</i>	...	S/D	
<i>Krameria</i>	<i>pauciflora</i>	cadillo	MEDI	
<i>Rosmarinus</i>	<i>officinalis</i>	romero	MEDI	
<i>Salvia</i>	<i>patens</i>	Tabardillo	MEDI-ORNA	
<i>Salvia</i>	<i>polystachya</i>	Tallo pubescente y olorosa	S/D	
<i>Mentha</i>	<i>viridis</i>	yerbabuena	MEDI	
<i>Aloe</i>	<i>vera</i>	sávila	MEDI	
<i>Psittacanthus</i>	<i>calyculatus</i>	injerto	PLAG	
<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	mezquite	COMB-FORR-SOMB	
<i>Eucalyptus</i>	<i>sp.</i>	eucalipto	MEDI	
<i>Olea</i>	<i>europaea</i>	acibuche	S/D	
<i>Andropogon</i>	<i>sp.</i>			
<i>Bouteloua</i>	<i>sp.</i>	Pasto	S/D	
<i>Aristida</i>	<i>sp.</i>			
<i>Loeselia</i>	<i>caerulea</i>	espinosillo	COSM	
<i>Adiantum</i>	<i>capillus-veneris</i>	...	S/D	
<i>Cheilantes</i>	<i>bonariensis</i>	doradilla	MEDI	
<i>Cheilantes</i>	<i>lentigera</i>	...	S/D	

...Continúa de Anexo 3c.

<i>Cheilantes</i>	<i>lozanoi</i>	...	S/D	
<i>Condalia</i>	<i>mexicana</i>	Granjeno	ALIM	
<i>karwinskia</i>	<i>humboldtiana</i>	tullidora		
<i>Borreria</i>	<i>sp.</i>	...	S/D	
<i>Bouvardia</i>	<i>longiflora</i>	Perete/huele de noche	S/U	
<i>Bouvardia</i>	<i>ternifolia</i>	mielito	S/U	
<i>Galium</i>	<i>uncinulatum</i>	...	S/D	
<i>Ruta</i>	<i>graveolens</i>	ruda	MEDI	
<i>Salix</i>	<i>sp.</i>	sauce	S/U	
<i>Dodonaea</i>	<i>viscosa</i>	ocotillo		
<i>Buddleia</i>	<i>cordata</i>	Tepozán	S/D	
<i>Castilleja</i>	<i>tenuifolia</i>	machetona	S/D	
<i>Verbascum</i>	<i>thapsus</i>	gordolobo	MEDI	
<i>Selaginella</i>	<i>pallescens</i>	doradilla	S/D	
<i>Cyclospermum</i>	<i>leptophyllum</i>	...	S/D	
<i>Verbena</i>	<i>carolia</i>	...	S/D	
<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	gobernadora	MEDI	