



Universidad Autónoma de Querétaro

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

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

**Propuesta de manejo de nopal (*Opuntia* spp.) en la microcuenca La Joya,
Municipio de Querétaro**

Tesis

**Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas**

Presenta

Ma. Elena López Ramírez

Santiago de Querétaro, Qro., octubre de 2011



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

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Propuesta de manejo de nopal (*Opuntia* spp.) en la microcuenca La Joya, Municipio de Querétaro

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Ma. Elena López Ramírez

Dirigida por:

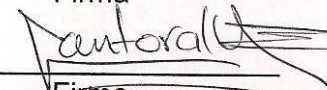
M.C. Diana Elisa Bustos Contreras

SINODALES:

M.C. Diana Elisa Bustos Contreras
Presidente


Firma

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza
Secretario


Firma

Dr. Rolando Tenoch Bárcenas Luna
Vocal

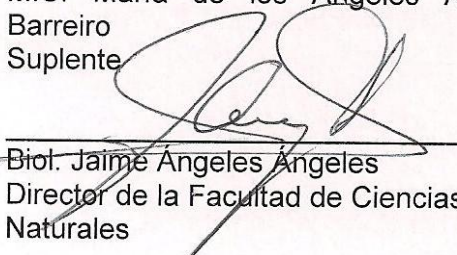

Firma

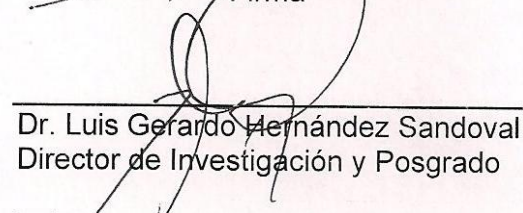
Dr. Manuel Mora Gutiérrez
Suplente


Firma

M.C. María de los Ángeles Aguilera
Barreiro
Suplente


Firma


Biol. Jaime Ángeles Ángeles
Director de la Facultad de Ciencias
Naturales


Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre, 2011
México

RESUMEN

La pérdida de las funciones ambientales y socioeconómicas de la microcuenca La Joya en el Municipio de Querétaro originada por el déficit hídrico y el alto grado de erosión repercute directamente en la calidad de vida de sus habitantes al generar condiciones de pobreza y migración. El presente estudio tuvo como objetivo diseñar una propuesta del uso eficiente del nopal ahí existente para coadyuvar en el restablecimiento de las funciones ambientales y socioeconómicas en la microcuenca. La metodología consistió en el uso de herramientas de investigación cualitativa y cuantitativa de carácter social y técnico. El proceso participativo se apoyó en la metodología de la investigación acción participativa de manera flexible y adaptativa. Se identificaron 7 especies de nopal, las de mayor presencia de manera silvestre son *Opuntia robusta* y *Opuntia streptacantha* localizadas en todas las zonas de la microcuenca con densidad de 259 nopales por ha. En las nopaleras cultivadas hay mayor densidad (1399 nopales/ha) y diversidad de especies destaca *Opuntia ficus indica*. El 100% de las personas usan el nopal como alimento y lo consideran importante, 96 % de las viviendas tienen nopaleras que carecen de manejo agronómico. La disponibilidad de los nopalitos es de mediados de marzo hasta octubre y las tunas desde agosto hasta finales de noviembre. La microcuenca presenta un déficit de humedad de 110 mm, poca infiltración (82 mm) y un escurrimiento de 126 mm, el nopal existente en la microcuenca tiene almacenados 3,198.6 m³ (0.22mm) apenas el 0.2 % de la demanda pero es agua disponible para el ganado. Como resultado del proceso participativo se realizó una muestra gastronómica con platillos de nopal y se reforestaron 20 ha de nopal en la parte media-alta para retener suelo y almacenar agua. Se propusieron como proyectos viables un sendero interpretativo del nopal, un banco de germoplasma local y parcelas de nopal en traspatio regadas con agua proveniente del biofiltro en la parte baja y la capacitación para el desarrollo de tecnologías alimentarias con nopal. Las propuestas incluyeron los mecanismos de Políticas Públicas para la operación de las mismas.

(Palabras clave: microcuenca, nopal, densidad, escurrimiento)

SUMMARY

The loss of the environmental and socioeconomic functions of the micro-basin La Joya in Querétaro's Municipality originated by the water deficit and the high degree of erosion affecting directly the quality of its inhabitants life and generating conditions of poverty and migration. The present study had as main objective to design a proposal for the efficient use of the nopal to help in the reestablishment of the environmental and socioeconomic functions in the micro-basin. The methodology consisted in the use of qualitative and quantitative research tools of social and technical character. The participative process is supported on the methodology of a participative action investigation in a flexible and adaptative way. Seven species of nopal were identified, those of major wildness presence are *Opuntia robusta* and *Opuntia estreptacantha* located in all the zones of the micro-basin with a density of 259 nopals by hectare. In the cultivated nopal plots there is a major density (1399 nopals/ha) and diversity of species like *Opuntia ficus indica*. One hundred percent of the persons use the nopal as food and considers it to be important, 96 % of the homes have nopal plots that lack of agronomic managing. The availability of the nopalitos is from the middle of March to October and the tunas are from August until the end of November. The micro-basin presents a moisture deficit of 110 mm, few infiltration (82 mm) and a runoff of 126 mm, the existing nopal in the microbasin has stored 3, 198.6 m³ (0.22mm) scarcely 0.2 % of the demand, but it is available water for the cattle. As the result of the participative process, a gastronomic sample was made, and 20 ha. were reforest in the average part of the micro-basin to retain the soil and store water. Viable projects were proposed an interpretive pathway of the nopal that includes the different zones of the micro-basin, a bank of germoplasma and backyard plots of nopal watered with water from the biofilter in the low part, as well as training in food technologies. The proposals included the institutional mechanisms and public policies for its operations.

(Key words: micro-basin, prickly pear-nopal, density, runoff)

Dedico Con Amor

A Leonor, mi madre por amar y estar siempre. A mis queridos suegros Roberto y Ma. del Carmen por haber estado siempre durante esta travesía y a mi amada familia: A Marcos, Malí, Marquitos y Maguí por compartir, esperar, estar y amar siempre.

Agradezco

A quienes menciono a continuación, en especial a la Maestra Diana Elisa Bustos Contreras por su contribución para llegar al buen término de este proyecto de tesis y a los habitantes de la microcuenca La Joya por ser eje y esencia del mismo.

Agradezco

A Dios por la vida y el aliento para culminar esta MAGICA aventura.

A mi amado esposo Marcos por apoyar siempre y hacerme sentir su respaldo y amor e impulsarme para ir siempre adelante siguiendo mis sueños.

A Malí, Marquitos y Maguí mis hijos amados por ser la fuerza, el motor y la motivación para ser, conocer y hacer. Por compartirme y recibirme con una sonrisa y hacerme sentir lo importante que soy en sus vidas.

A mi Madre por sus oraciones, su amor y bendiciones siempre, por levantarte a hacer las tortas para llevar a la MAGIC cuando llegué a dormir a casa y por las charlas interminables hasta quedarnos dormidas.

A mis suegros por apoyarme tanto, por proteger, resguardar y alimentar a mis críos a mi ausencia y por sus palabras de aliento. Por su ejemplo de fortaleza, solidaridad y servicio.

A Tere mi hermana mayor y a su familia por su hospitalidad y cariño y permitirme realizar la Maestría en un ambiente familiar.

A mis hermanos (as), cuñados (a) y sobrinos (as) por su cariño y esa alegría de la vida que me transmiten cada vez que los veo.

A Leti y a Marce por su hospitalidad, a China por su apoyo y a Martha por todo el apoyo que me ha venido brindando en esta última parte de la Maestría, por leer la tesis y por sus atinadas aportaciones en la corrección, y sobre todo tenerme paciencia y haber roto la brecha generacional.

A la familia Rodríguez Sánchez mi otra familia, principalmente a los que me apoyaron con el cuidado de mis hijos en especial a Paty por ir a recoger a mis hijos de la escuela y acogerlos sobre todo a Maguí, que no comprendía que la tuviera que dejar.

Gracias Familia

Agradezco

A mi amiguita la más bonita a Chayo García por la amistad siempre y a Daniel por todo su apoyo y hospitalidad.

A mi amigo del alma, a Ramiro Pacheco por su hospitalidad en Química Agrícola, su amena charla y por compartir sinsabores y filosofías de la vida.

A Laurita mi colega de Química por su amistad, apoyo y por hacerme un lugar en su cubículo donde me refugiaba cuando debería de estar en el Campus aeropuerto.

A todos mis compañeros y amigos de la Maestría: Alex (sponsor), José Luis (pitufo blue), Luis Enrique (fuentesita), Doña Leti, Judith, Ricardo-Rich, Ariel, Juan (Sensei), Elda, Lili, Nydia, Luis Felipe (mi paísa y Lalo (el patrón) por el apoyo que me brindaron todos.

A los cuatro fantásticos por ese grupo tan bonito que formamos.

Al equipo multidisciplinario que nunca formamos, por intentarlo.

A Lili por hacer tan amenas la estancia en La Joya y por su amistad.

Al equipo multidisciplinario que nunca formamos, por intentarlo.

A mi Paísa por las idas a San Luis de la Paz y su amistad.

A Nydia y a Roberto por todo su apoyo y paciencia para sacarme un 9 en SIG y por todas las atenciones y consideraciones que siempre han tenido. Por sentirlos tan cerca.

A Miriam Esthelina y a Bertha en Valle de Santiago por su amistad y apoyo. A Silvia Cortés por su paciencia para sacar adelante las tecnologías y a Ma. Elena Delgado por su apoyo en las encuestas y las porras.

A Susana y a Vero del CRCC por la experiencia compartida.

Gracias Amigos

Agradezco

A todos mis Maestros y los ponentes que hacen posible la existencia de la MAGIC.

En especial al Dr. Raúl Pineda coordinador, por las gestiones en pro de la MAGIC.

A la Maestra Diana, por ser mi directora, tutora y por su amistad y amabilidad siempre.

Al Dr. Enrique Cantoral de la UNAM, por sus sabias aportaciones.

Al Dr. Rolando Bárcenas de Biología y a Mónica Figueroa de Recursos Bióticos por aceptar, aportar a este proyecto de tesis sin conocerme.

A la Maestra Angeles de Nutrición por el apoyo en este proyecto.

Al Dr. Manuel Mora del INIFAP, por su tiempo y aportaciones.

A la Maestra Pati por esas estupendas lecturas del enfoque participativo.

A Fidel Mejía del COMENTUNA por sus sabias aportaciones.

Al Sr. Miguel Maya por dejar huellas de Sabiduría.

Gracias Maestros

Agradezco

A la Universidad Autónoma de Querétaro, mi Alma Mater, en particular a La Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, a las Facultades de Ciencias Naturales, Química, Ciencias Políticas y Sociales, Psicología e Ingeniería por las facilidades brindadas para la realización de la Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca sin la cual no hubiera sido posible este logro.

Al INIFAP el espacio, la amabilidad y las aportaciones.

Al CPNT por resolver dudas.

A la Universidad Tecnológica del suroeste del Estado de Guanajuato por las estadías de Ma. Elena y Sílvia.

Al Centro Regional de Capacitación en Cuencas por el apoyo para lograr los objetivos de la Tesis.

A la SDA del Estado de Querétaro por la información y la disponibilidad para apoyar la propuesta.

A los habitantes de la Microcuenca La Joya, por su participación en todas las actividades de campo y en la formulación de las propuestas. Agradezco infinitamente su hospitalidad, su comida, aprecio mucho sus charlas llenas de sabiduría, los recorridos y que me hayan permitido estar con ustedes. En especial agradezco a Doña Rosa y a Don Casimiro que desde el primer día ofrecieron su casa.

GRACIAS

INDICE

	Pag.
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias y agradecimientos	iii
Índice	viii
Índice de figuras	xi
Índice de cuadros	xiii
Índice de propuestas	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
IV. PROBLEMÁTICA EN LA MICROCUENCA LA JOYA	5
V. JUSTIFICACIÓN	8
VI. REVISIÓN DE LITERATURA	10
6.1 Las cuencas como unidades de Gestión y el enfoque participativo	10
6.2 El Centro Regional de Capacitación en Cuencas	14
6.3 Antecedentes: Estudios relevantes acerca del nopal	16
6.4 El cultivo del nopal	19
6.4.1 Botánica del nopal	19
6.4.2 Fisiología, fenología y morfología del nopal	19
6.4.3 Ecofisiología de Opuntia	21
6.4.4 Importancia económica del nopal en México	22
6.4.5 Usos del nopal	25
VII. METODOLOGÍA	27
7.1 Área de estudio	27
7.1.1 Localización y descripción física	27
7.1.2 Morfología e hidrología	29

7.1.3	Vegetación	32
7.1.4	Marco Socioeconómico	35
7.2	Mediciones y análisis	38
7.2.1	Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca	39
7.2.2	Identificación de las especies de nopal en la microcuenca la Joya	40
7.2.3	El balance hídrico de la microcuenca La Joya	42
7.2.4	Estimación de la capacidad de almacenamiento de agua en nopales de la microcuenca La Joya	44
7.2.5	Usos del nopal en la microcuenca La Joya	45
7.2.6	Determinación de la disponibilidad de nopalitos y tunas	45
7.2.7	Frecuencia del consumo de alimentos, uso del nopal en la alimentación y su aporte nutrimental	46
7.2.8	Manejo del nopal en la microcuenca La Joya	47
7.2.9	Valoración del nopal en la microcuenca La Joya	48
7.2.10	Elaboración de Tecnologías alimentarias con nopal y su transferencia	48
7.2.11	Diseño e Integración de las propuestas	48
7.2.12	El proceso participativo	49
VIII.	RESULTADOS	52
8.1	Ubicación y densidad de las especies de nopal por zona de cuenca	52
8.1.1	Ubicación y densidad de las especies de nopal por zona de cuenca por medio de transectos	52
8.1.2	Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca por medio de muestreo aleatorio	54
8.1.3	Densidad de las especies de nopal en las parcelas de traspatio	59
8.2	Identificación de las especies de nopal en la Microcuenca	61
8.3	El balance hídrico de la microcuenca La Joya	71
8.4	Estimación de la capacidad de almacenamiento de agua de los nopales en la microcuenca La Joya	78
8.5	Usos del nopal en la microcuenca La Joya	80

8.6	Determinación de la disponibilidad de nopalitos y tunas	83
8.7	Frecuencia del consumo de alimentos, uso del nopal en la alimentación y su aporte nutrimental	85
8.8	Manejo del nopal en la microcuenca La Joya	92
8.9	Valoración del nopal en la microcuenca La Joya	93
8.10	Elaboración de tecnologías alimentarias con nopal y su transferencia	94
8.11	Diseño e integración de las propuestas	94
8.12	El proceso participativo	118
	DISCUSIÓN	124
	CONCLUSIONES	131
	BIBLIOGRAFÍA	133
	ANEXOS	138
	GLOSARIO DE SIGLAS	180

INDICE DE FIGURAS

Fig.		Pag.
1	Esquema de la aproximación de cuencas en los ejes ambiental, social y económico del Centro Regional de Capacitación en Cuencas	15
2	Mapa topográfico con localización de la microcuenca La Joya	27
3	Fisiografía de la microcuenca La Joya	28
4	Hidrología de la microcuenca La Joya	31
5	Suelo erosionado en la microcuenca La Joya	32
6	Matorral crassicaule en la microcuenca La Joya	33
7	Remanentes de bosque en la microcuenca La Joya	34
8	Condición de ocupación y actividad de la población total de la microcuenca La Joya.	35
9	Actividades de la mujer en la microcuenca La Joya	36
10	Macetas elaboradas por mujeres con piedras recolectadas en las parcelas	37
11	Metodología empleada para la propuesta de manejo de nopal en la microcuenca La Joya.	38
12	Puntos de muestreo y densidad de los nopales en la microcuenca La Joya de acuerdo a las zonas	56
13	Mapa de uso de suelo	57
14	Nombres comunes de los nopales localizados en la unidades habitacionales y su porcentaje	60
15	Mapa de déficit de humedad anual para la microcuenca La Joya	72
16	Mapa de escurrimiento anual en la microcuenca La Joya	73
17	Mapa de infiltración anual en la microcuenca La Joya	74
18	Mapa de Evapotranspiración anual para la microcuenca La Joya	75
19	Comportamiento de los componentes del balance hídrico de la microcuenca La Joya	76
20	Balance hídrico de la microcuenca La Joya	76
21	Ombrograma de la microcuenca La Joya	77
22	Viviendas vicitadas en la microcuenca La Joya	80
23	Porcentaje de familias con nopaleras de traspatio en la microcuenca La Joya	81
24	Porcentaje de usos de nopal en la microcuenca La Joya	83
25	Estacionalidad de nopalitos en la microcuenca La Joya	84
26	Estacionalidad de la tunas en la microcuenca La Joya	84
27	Prevalencia de consumo diario de alimentos de la microcuenca La	86

	Joya	
28	Prevalencia de consumo de alimentos de uno a seis veces por semana en la microcuenca La Joya	86
29	Prevalencia de consumo mensual en la microcuenca La Joya	87
30	Alimentos que no se consumen en la microcuenca La Joya	88
31	Prevalencia de consumo ocasional de alimentos en la microcuenca La Joya	89
32	Esquema del sistema de riego por goteo para aprovechar el agua del biofiltro en parcela de nopal en traspatio	109

INDICE DE CUADROS

Cuad.		Pag.
1	Clasificación taxonómica del nopal	19
2	Resumen Nacional de Producción de Nopal 2008	23
3	Características morfológicas de la microcuenca La Joya	29
4	Claves de las series de acuerdo a Bravo(1978)	42
5	Densidad de los nopales por transectos en la microcuenca La Joya	52
6	Observaciones de transectos realizados en la microcuenca La Joya	53
7	Densidad del nopal en la microcuenca La Joya	55
8	Densidad de nopales por zona en la microcuenca La Joya	56
9	Densidad de nopales de acuerdo al uso de suelo en la microcuenca La Joya	58
10	Densidad de los nopales en las nopaleras de traspatio	59
11	Claves dicotómicas de las series de Bravo(1978) con los caracteres para la identificación de nopales	63
12	Especies encontradas en la microcuenca La Joya	64
13	Medidas de las raquetas de los especímenes identificados por su nombre común.	69
14	Temperatura y precipitación interpoladas	71
15	Balance hídrico de la microcuenca La Joya	71
16	Porcentaje de humedad almacenado en <i>O. robusta</i> durante el periodo de sequía en el año 2010 en la microcuenca La Joya	78
17	Pesos de pencas de <i>Opuntia robusta</i> en la microcuenca La Joya	78
18	Participantes en muestra gastronómica de nopal y su platillo	89
19	Recetas recopiladas en la microcuenca La Joya y su información nutrimental por cada 100 gr de alimento	90

INDICE DE PROPUESTAS

Prop.		Pag.
1	Apoyo a proyectos del CRCC y del nopal	96
2	Sendero interpretativo del nopal	97
3	Conservación de las nopaleras silvestres	99
4	Reforestación	100
5	Establecimiento de un banco de germoplasma	102
6	Muestra gastronómica	104
7	Establecimiento de parcelas de nopal en traspatio regadas con agua de biofiltro	105
8	Consumo de nopal como alimento	112
9	Manejo de las nopaleras existentes en las casas	113
10	Capacitación	114
11	Establecimiento de plantaciones intensivas en pequeños espacios para la producción de Xoconoxtle y nopal doble ó triple propósito	116

I. 1INTRODUCCIÓN

La historia del manejo de los recursos naturales en México ha seguido rumbos cambiantes bajo enfoque y propósitos diferentes (Cotler-Pineda, 2009) utilizando para ello distintas unidades de gestión. Una de estas unidades es la cuenca hidrográfica y el manejo está centrado en el recurso agua.

Una cuenca es una unidad morfológica integral en la cual no solo el recurso agua define la dinámica, en la cuenca se realizan actividades antropogénicas, ahí están los ecosistemas interactuando, de tal suerte que para la planificación, ordenamiento y aprovechamiento de los recursos naturales todos estos elementos deben tomarse en cuenta, así como la magnitud territorial.

Para impulsar adecuadamente las comunidades rurales asentadas en las cuencas, se requiere contar con iniciativas y proyectos integrales encaminados a la conservación, la regeneración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como potenciar la energía social y la concurrencia institucional en las microcuencas que son unidades más pequeñas en las que se dividen las cuencas para efectos de planeación y manejo (FIRCO, 2011).

Los principales problemas que sobresalen en las cuencas y microcuencas ocurren en las partes altas y en las áreas de captación donde se presentan graves problemas de deterioro de los recursos naturales, debido a que ahí se encuentran la mayoría de las explotaciones agropecuarias de alta siniestralidad (Aguilar, 2009), lo cual repercute en forma negativa en la sostenibilidad de las actividades productivas y por consecuencia en el nivel y la calidad de vida de los habitantes de las áreas rurales. En especial, un manejo inadecuado de los entornos físicos ha propiciado serias dificultades con los recursos hídricos, principalmente en la infiltración y captación, en el incremento del escurrimiento superficial y en la disminución de la recarga de los mantos acuíferos; lo que origina erosión severa y pérdida de suelo fértil en zonas de ladera y su arrastre hacia causes y zonas medias y bajas de las cuencas (FIRCO, 2011).

La microcuenca La Joya en el Municipio y Estado de Querétaro no es ajena a la problemática aquí mencionada, por sus características morfológicas y el manejo inapropiado, presenta serios problemas de respuesta hídrica y el agua de lluvia sale al exterior de manera casi inmediata. La pérdida de la función hidrológica se traduce en poca disponibilidad de agua y repercute directamente en sus funciones socioeconómicas y ambientales siendo el común de la microcuenca la pobreza, la marginación y la desertificación.

En esta microcuenca son pocos los recursos que podrían aprovecharse de manera sustentable para contribuir a la sostenibilidad de la microcuenca por un lado y por otro generar una estrategia de desarrollo integral que incluya la realización de proyectos productivos por los habitantes y que estos a su vez les permitan acceder a los mercados locales e incluso internacionales.

El nopal es una especie presente en la microcuenca cuya versatilidad consiste en su capacidad de retención de suelo y agua en las cuencas de zonas áridas, y en que se puede aprovechar como alimento y transformar para obtener productos de valor agregado.

Para el manejo y aprovechamiento del nopal en la microcuenca se realizó una propuesta basada en un diagnóstico de las condiciones del mismo en La Joya y en las características físicas y socioeconómicas de la misma. El presente documento presenta los resultados del diagnóstico, el proceso participativo, la propuesta y los logros. De lo anterior destacan la identificación y ubicación de las especies, los usos y el manejo y la propuesta que llevó a consolidar grupos de trabajo para reforestar con nopal áreas muy degradadas y a realizar una muestra culinaria basada en el nopal. La propuesta también incluye el establecimiento de un sendero interpretativo, el establecimiento de una parcela de nopal en traspatio regada con agua de biofiltro y la transferencia a los habitantes de las tecnologías alimentarias de nopal que se desarrollaron como parte de este proyecto. Se presenta además; las políticas públicas existentes que la soportan y la concurrencia alcanzada para su ejecución.

II. HIPÓTESIS

En la microcuenca La Joya existen diferentes especies de nopal tanto silvestres como cultivadas las cuales mediante una propuesta de manejo son una alternativa que contribuye en la rehabilitación de las funciones de la microcuenca en el corto y largo plazo, siempre y cuando se desarrolle a partir de procesos participativos.

III. OBJETIVOS

Objetivo específico

Diseñar una propuesta para el manejo eficiente del nopal en el restablecimiento de las funciones ambientales y socioeconómicas en la microcuenca La Joya.

Objetivos específicos

- 1.- Identificar la ubicación y las especies de nopal en la microcuenca La Joya.
- 2.- Conocer los usos, el manejo y la valoración del nopal en la Microcuenca.
- 3.- Identificar la aportación del nopal y sus productos en la nutrición de los habitantes.
- 4.- Integrar los conocimientos y tecnologías apropiadas para diseñar la propuesta de manejo y aprovechamiento.

IV. PROBLEMÁTICA EN LA MICROCUENCA LA JOYA

La microcuenca La Joya es una cuenca exorreica que ha perdido sus funciones socioeconómicas, hídricas y ambientales de tal manera que esto se ve reflejado en las condiciones de vida de sus habitantes.

La presión que generan las condiciones climáticas, las actividades productivas y de recolección, pasadas y presentes y la morfología misma de la microcuenca, repercuten en la degradación del suelo y hacen evidente el alto grado de erosión en la parte media, donde es muy marcada la falta de cobertura vegetal.

La condición de erosión de suelos abarca más del 90% de la superficie total en la microcuenca y debido a la escasa precipitación pluvial y las temperaturas que se presentan en la época de sequía, se acelera el proceso de la desertificación afectando la capacidad biológica del ecosistema, pero también provocando el deterioro económico y social de la población asentada en el área de microcuenca.

Sin duda el efecto más importante de la pérdida de suelo y la escasez de agua es la falta de productividad agropecuaria.

Debido a que están sujetos al temporal, la producción no alcanza para cubrir las necesidades alimentarias anuales.

En la microcuenca, el maíz es el cultivo principal y como complemento se siembra frijol y calabaza. El destino de su producción es básicamente el autoconsumo y los esquilmos son usados para alimentar al ganado.

Los pocos recursos propios de la microcuenca que emplean en la dieta son el aguamiel extraída del maguey, las tunas y los nopales que cortan de las partes media y altas de la cuenca y de las nopaleras que han establecido en los traspatios.

En el caso de los nopales y las tunas, las nopaleras no tienen un manejo agronómico y sólo se practica la poda y la cosecha con la finalidad de obtener alimento durante la estacionalidad que va de abril a septiembre y de agosto a diciembre respectivamente.

Los nopalitos y las tunas tienen una demanda interna de tal manera que los habitantes tienen que subir a los cerros para proveerse de este alimento en la época de estacionalidad de las variedades tempranas. Durante el tiempo de máxima producción los nopalitos y tunas son muy apreciados y utilizados pero no todos son aprovechados para consumo humano debido a que la producción supera al consumo y entonces parte se destina para apoyar la alimentación animal y otra simplemente no se aprovecha.

Debido a que los nopalitos son parte de la dieta cotidiana y los usan frecuentemente en la preparación de guisados, estos son adquiridos en el mercado durante el año cuando no hay en la microcuenca, representando un gasto extra en la economía familiar ya de por sí deficiente.

Aún cuando existen nopales en la microcuenca y tienen diversos usos, éstos no han sido empleados con fines de recuperación ambiental como puede ser la retención del suelo a pesar de que los habitantes han reconocido esta problemática. En general poco se ha hecho en lo que respecta a la conservación de suelo, se ha intentado reforestar con un programa de La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), pero este no llegó a ser exitoso debido a la falta de experiencia del técnico contratado para el manejo del mismo quien introdujo especies exóticas, en malas condiciones y extemporáneamente, de manera que quedó pendiente y comprometida esta reforestación (Anexo 1).

La baja productividad agrícola ligada a la pérdida de suelo y las nulas oportunidades de empleo local hacen que en la Microcuenca la mayoría de la Población Económicamente Activa (PEA) tenga categoría de desocupados y por lo tanto no reciban ningún ingreso monetario por el desempeño de su trabajo. Eventualmente hay empleo temporal remunerado por la participación en diferentes programas gubernamentales.

La falta de un sistema de producción estable o confiable y los conflictos generan desesperanza y poca visión en lo local, de tal suerte que la migración hacia los Estados Unidos es un fenómeno social que está presente en las familias de la

microcuenca, mismas que se ven favorecidas por el envío de remesas que hacen los migrantes quienes, junto con las personas que reciben remuneración por trabajo, son la base económica de las dos comunidades. Del total de 289 habitantes, 253 personas dependen de los 21 migrantes y de otras 15 que reciben algún ingreso monetario por su trabajo, generando con esto una alta dependencia cuyo valor es del 87.5 %, lo cual habla de los niveles de pobreza en la microcuenca (MAGIC, 2009).

Los impactos de que los pobladores migren son significativos para la vida comunitaria y el hecho de que los beneficios monetarios lleguen aproximadamente cada 15 días, hacen que las comunidades tomen una dinámica económica más estable, pero a este fenómeno socioeconómico, le acompaña el abandono de tierras, la desintegración familiar y en muchos casos al satisfacer sus necesidades medianamente descuidan, sus sistemas productivos.

En la microcuenca existen subsidios gubernamentales como el Programa Oportunidades que si bien representa una fuente de ingresos fundamental para las familias, no ha logrado erradicar las condiciones de pobreza, aún cuando su misión se focaliza en cubrir necesidades de nutrición, salud y educación, de manera que ni los ingresos de los migrantes, ni los subsidios han contribuido a elevar la calidad de vida de los habitantes que no migran.

V. JUSTIFICACIÓN

En la microcuenca La Joya, los habitantes han identificado su problemática y han planteado junto con los técnicos algunas propuestas de solución en los diferentes talleres participativos durante la realización del Plan Rector de Producción y Conservación (MAGIC, 2009).

La pertinencia del abordaje de la problemática deberá incluir el manejo de los recursos propios de la microcuenca que, aun cuando sean escasos pueden contribuir a restablecer sus funciones.

El diagnóstico puede dar cuenta de la existencia de aquellos como El nopal (*Opuntia spp.*) que cumple una importante función ambiental y tienen potencial para satisfacer necesidades económicas siempre que se maneje de manera ordenada con enfoque de sustentabilidad.

Se propone el manejo del nopal basado en los resultados de los transectos participativos donde se observó la presencia de nopales en las diferentes zonas de la microcuenca y en la distribución y espacio que ocupan en la unidad habitacional detectados durante la realización del Plan Rector para la Microcuenca (Anexo 2).

El nopal es una especie que está siendo utilizada para prevenir la erosión de suelos y combatir la desertificación ya que tiene gran capacidad de adaptación en tierras pobres e inapropiadas para otro tipo de cultivos, puede ser utilizado para la retención de suelo, y para disminuir la velocidad de los escurrimientos y apoyar con ello la infiltración de agua al subsuelo (Flores, 2002), y además es ideal para responder a los cambios ambientales globales por su capacidad de capturar carbono y en la producción de biomasa (FAO, 2006). Es importante resaltar que los nopales son almacenes de agua en zonas áridas y aunque generalmente esta agua no es para consumo humano, es una fuente disponible para el ganado sobre todo en la época de estiaje (Flores - Hernández, 2002).

La sinergia que hay entre el área de estudio y el nopal se debe al clima, a la pobreza del suelo y a la capacidad del nopal para adaptarse a estas condiciones, por ello el nopal está presente en las diferentes zonas de la microcuenca La Joya y ocupa un

espacio importante en las casas. Estos factores hacen que la propuesta de manejo de nopal en la microcuenca ejemplifique una tecnología apropiada, ya que los habitantes de La Joya tienen y conocen el nopal, lo consumen y aprovechan pero no lo manejan, por lo cual; el presente estudio sin duda contribuirá de manera importante a la solución de los problemas de la microcuenca, pues al ser el nopal un elemento multipropósito, puede utilizarse no solo como alimento para consumo humano en forma de nopales y tuna, sino también como alimento para el ganado, además se puede transformar y obtener valor agregado por lo que representa una fuente de empleo si se intensifica su producción.

La participación de los habitantes tanto en el diseño de la propuesta como en la ejecución de la misma es básica para definir los objetivos, las necesidades, las oportunidades y la problemática que tienen los hombres y mujeres en su territorio, implica su involucramiento desde el inicio del proceso en el diagnóstico de su entorno, en el diseño y planteamiento de los proyectos y en la toma de las decisiones de las actividades a ejecutar acordes a su realidad. Es necesario que los habitantes de la cuenca establezcan relaciones causa efecto de las prácticas actuales con los recursos, y que no pierdan su capacidad de observación, que es una cualidad nata no aprovechada que debe usarse en su beneficio, ya sea para conservar o recuperar sus recursos, para proveerse de otros y sobre todo para aprovecharlos adecuadamente, de manera que en conocimiento de causas y efectos puedan decidir cuales acciones tomar y cuales dejarán de ejecutar.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1 Las cuencas como unidades de gestión y el enfoque participativo

La cuenca hidrológica es una unidad natural definida por la divisoria de agua en un territorio dado; es decir, es un área geográfica donde el agua fluye hacia un punto de salida y es acotada por dicha divisoria de las aguas (Domínguez, 2006).

Una cuenca hidrográfica es una unidad morfológica integral, que abarca en su contenido la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo; además, en este concepto se incluyen las interacciones entre el medio natural y las actividades antropogénicas, por lo que puede decirse que una cuenca hidrográfica es también una unidad físico-biológica, a la vez que socio-política que facilita la planificación y ordenamiento de los recursos naturales (FAO, 1992).

Tanto las cuencas hidrográficas como las hidrológicas se dividen en tres zonas de funcionamiento hídrico principales: zona de cabecera que es donde ocurre la captación inicial de las aguas y el suministro hacia las zonas inferiores durante todo el año, zona de captación y transporte constituida por la parte media de las cuencas y la zona de emisión de los acuíferos que corresponde a las partes bajas, de especial interés para la agricultura y los asentamientos humanos. Es en esta zona de cuenca donde se encuentran los ecosistemas productivos y la actividad socioeconómica (Domínguez, 2006).

Las cuencas tienen elementos hidrológicos, ecológicos, ambientales y socio económicos que participan en las diferentes funciones que esta cumple. La función hidrológica consiste en la captación, almacenamiento y descarga de agua, la función ecológica consiste en proveer de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y donde tienen lugar las interacciones de agua entre las características físicas y biológicas del agua.

La función ambiental de las cuencas radica en que constituyen sumideros de carbono, albergan bancos de germoplasma, conservan la biodiversidad y mantienen la integridad y la diversidad de los suelos.

Una de las funciones que tienen directa relación con el hombre es la socioeconómica. Las cuencas suministran recursos naturales para el desarrollo de las actividades productivas que dan sustento a la población, proveen un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad y brindan servicios ambientales.

La cuenca integra procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitats generados por variaciones de tipo de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal. La cuenca constituye una unidad espacial eco geográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación. Por lo tanto, constituye un marco apropiado para la planificación de medidas destinadas a medir impactos.

Para fines de la formulación y ejecución de las políticas públicas relacionadas con el agua y de la participación en la gestión integral de este recurso, interesan solo tres niveles de la cuenca: las macrocuencas que corresponden a grandes sistemas hidrológicos, las subcuencas o cuencas de segundo orden y en un tercer nivel pueden considerarse las microcuencas (Domínguez, 2006).

Considerando los conceptos de cuencas y la importancia de su manejo como unidades integrales en 2002, surge en México el Programa Nacional de Microcuencas que propone a la microcuenca como unidad de gestión, en la cual se aplica un modelo de atención sobre tres ejes: El desarrollo del capital humano con enfoque de género, la conservación y rehabilitación de los recursos naturales y la diversificación productiva (Cotler-Pineda, 2009).

La participación popular es considerada cada vez más por los organismos gubernamentales como componente esencial en la ejecución de iniciativas de ordenamiento de cuencas hidrográficas (Michaelson, 2000). Sin embargo, este cambio de perspectiva está encontrando gran resistencia, sobre todo porque los intentos estatales de «imponer» la conservación de los recursos naturales no han conseguido producir los resultados deseados de forma sostenible.

La planificación de cuencas hidrográficas de carácter participativo debe ir más allá de las meras consultas con la población destinataria. La participación en la planificación presupone la existencia de un mecanismo para determinar las prioridades y adoptar decisiones a nivel local. Hay que informar sobre las alternativas existentes y demostrar que se tienen en cuenta las preocupaciones de la población. La planificación inicial requiere como complemento un sistema de seguimiento y evaluación. Sólo así la propia población rural podrá supervisar y medir los progresos realizados en relación con las decisiones conjuntas e introducir cambios, si fuera necesario, para mejorar los resultados (Boterf, 1986).

La participación supone también el diseño de proyectos preliminares o provisionales para «tomar contacto» con la realidad. Deberá alentarse el uso de técnicas e instrumentos avanzados de planificación (evaluación rural rápida, planificación computarizada del aprovechamiento de la tierra, elaboración de modelos hidrológicos sobre cuencas hidrográficas, sistemas de información geográfica, etcétera.) para agilizar la planificación y hacerla más fiable y flexible. Sin embargo, el tiempo ahorrado deberá dedicarse a la cooperación con los usuarios de la tierra, más que a una planificación detallada y jerarquizada para ellos (Michaelsen, 2000).

El seguimiento y la evaluación basados en la participación deben formar parte integrante del nuevo concepto de ordenación de cuencas hidrográficas. Las personas que participan, es decir que invierten tiempo y esfuerzo en una actividad con la esperanza de obtener beneficios, deberán intervenir en un proceso continuo que permita examinar cómo van las cosas, qué cambios son necesarios, qué resultados se pueden conseguir, qué nuevas alternativas se presentan, etcétera (Boterf, 1986).

Los gestores de cuencas deberán examinar nuevas soluciones con la población rural, ayudar en la formación y consolidación de los grupos de usuarios, asociaciones de cultivadores, etcétera, inicialmente, hacer de vínculo con los organismos gubernamentales, estaciones de investigación, universidades,

organizaciones no gubernamentales (ONG), etcétera, para transmitir un «mensaje» pero en sentido contrario, de la comunidad a los servicios de apoyo. El gestor deberá enseñar a los representantes de la comunidad a obtener los servicios gubernamentales directamente (Michaelsen, 2000).

Las organizaciones rurales son un elemento clave tanto para promover la participación en las fases previas como para garantizar la sostenibilidad y continuidad del proyecto una vez comenzada la ejecución. Sin ellas, no puede haber diálogo entre organismos gubernamentales y población local ni, por lo tanto, una planificación con participación de la base. No hay normas ni modelos establecidos para las organizaciones rurales ni ninguno que sea implícitamente el mejor para la planificación y ejecución de actividades de ordenamiento de cuencas hidrográficas. Pueden formarse grupos partiendo de una serie de intereses comunes a sus miembros: religión, sindicatos, asociaciones agrícolas, asociaciones ganaderas, familia en sentido amplio, fronteras comunes, grupos de mujeres, cooperativas, etcétera. Lo que importa no es qué son sino cómo funcionan, si representan los intereses de sus miembros y si sus dirigentes hablan realmente en nombre de todos los miembros (Michaelsen, 2000).

El propósito implícito de los enfoques participativos en la gestión de cuencas ha sido proveer a los grupos desfavorecidos de herramientas para la autodeterminación. Las características de los movimientos sociales a favor de la participación en la investigación incluyen una orientación hacia problemas, un respeto por la capacidad de la gente de producir y analizar conocimientos, el compromiso de los investigadores con la comunidad, el rechazo a la neutralidad valorativa y el reconocimiento de que la investigación es un proceso educativo, tanto para el investigador como para la comunidad (Farrington, 2002).

6.2 El Centro Regional de Capacitación en Cuencas

En la microcuenca La Joya está gestando la conformación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas (CRCC), promovido por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y La Agencia de Desarrollo Sierra Gorda, con un subsidio principal de la Fundación Gonzalo Río Arronte, Institución de Asistencia Privada (GRA-IAP) y complementarios de otras instituciones.

El objetivo de la creación del Centro es contar con una microcuenca modelo del manejo y gestión de cuencas que promoverá al menos 70 buenas prácticas demostrativas que mantengan la estructura y funcionalidad de la microcuenca.

Los objetivos del centro contemplan la rehabilitación de las funciones de la microcuenca por medio del establecimiento de por lo menos 70 buenas prácticas de manejo de cuencas. El Centro Regional de Capacitación en Cuencas incluye un esquema participativo donde la dirección del proyecto recae en la Universidad Autónoma de Querétaro, otras Instituciones (académicas, públicas y sociales) y los habitantes de la microcuenca, de manera que todos los actores involucrados aporten ya sea especialistas, recursos financieros, trabajo y maquinaria para contar con una microcuenca modelo del manejo y la gestión de cuencas y donde al término de tres años, se promuevan 70 buenas prácticas demostrativas que mantengan la estructura y funcionalidad de las cuencas (CRCC, 2010).

Las buenas prácticas incluirán la conservación del suelo, agua, y biodiversidad la producción sustentable agrícola, ganadera, de recolección de recursos naturales y el traspatio y, las relacionadas con el desarrollo comunitario y la educación para una cultura de la sustentabilidad.

En la Figura 1 se presenta de manera esquemática como las propuestas del CRCC para la intervención en las cuencas confluyen en los tres ejes de manejo y gestión y como estos derivan en prácticas de diversa índole que contribuyen a la rehabilitación de las cuencas.

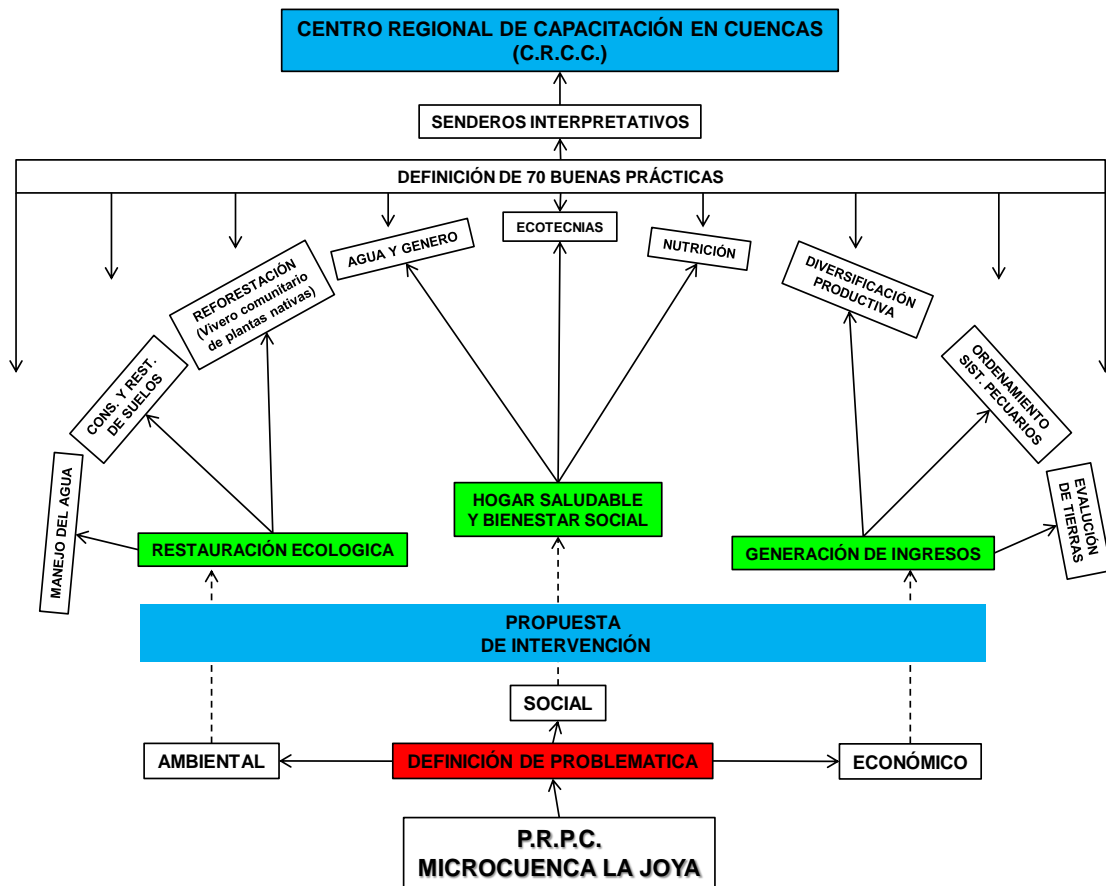


Figura 1. Esquema de la aproximación de cuencas en los ejes ambiental, social y económico del (CRCC). Fuente: Elaboración Propia con datos proporcionados por el CRCC.

En este contexto y teniendo como base el Plan Rector de Producción y conservación de la microcuenca se planteó la propuesta de manejo del nopal, que siendo un proyecto de investigación tesis de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), se inserta como uno de los proyectos del CRCC.

6.3 Antecedentes: Estudios relevantes acerca del nopal

Se han realizado varios estudios y propuestas en torno al nopal y sus beneficios como elemento multipropósito.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 1900 en la región de Wana (Asia Occidental-Norte de África) se establecieron grandes plantaciones de nopal con la idea de contar con bancos vivos de forraje para alimentar a los animales durante las sequías y para combatir la desertificación (FAO, 2006). Las plantaciones se ubicaron en áreas secas con suelos pobres, baja precipitación y limitados recursos económicos donde el nopal se integró a los sistemas ganaderos en África del Norte.

En México, el uso de nopal se realizaba desde épocas prehispánicas, donde jugaban un papel importante en la economía agrícola del Imperio Azteca, y junto con el maíz (*Zea mays*) y el agave (*Agave spp*), los nopales son las plantas cultivadas más antiguas de América (FAO, 2006).

El nopal en México se cultiva en plantaciones desde la década de los años 50's del siglo pasado para producir fruta y verdura, sin embargo, fue hasta mediados de la década de 1980 que se plantó con la finalidad primordial de conservar suelo y como objetivos secundarios, obtener forraje, tuna o nopalito (Flores, 2002).

En 1989, la Comisión Nacional de Zonas Áridas en México (CONAZA) buscando alternativas para combatir el avance de la desertificación y sus graves efectos en la mayoría del campo mexicano, así como para atenuar los niveles de pobreza de la población rural y hacer frente al creciente fenómeno migratorio que se ha dado en el interior del país y entre México y Estados Unidos de Norteamérica, implementó un programa de trabajo en el cual se propuso al nopal como uno de los 10 productos que representan una opción para la generación de empleos, detener la desertificación y contrarrestar la migración en el desierto mexicano (CONAZA, 2002).

En 1998, se realizó un experimento en Ojuelos, Jalisco (con precipitación media anual de 542 mm) o menor, donde se realizaron prácticas mecánicas y vegetativas para la conservación de suelo y agua. Las prácticas mecánicas consistieron en zanjas-bordo en curvas a nivel cada 12 metros de distancia, con contras (bordos perpendiculares en la zanja) cada 5 m. Las prácticas vegetativas consistieron en la plantación, en los surcos, de plantas de nopal espaciadas a un metro. Las variedades utilizadas fueron Copena F1, Copena V1, Milpa Alta y Villanueva, todas sin espinas, y la Tapona, una variedad nativa y con espinas. A dos años del experimento, el nopal tapón mostró el vigor y la supervivencia más alta, mientras que las zanjas-bordo mostraron su efectividad para retener los escurrimientos superficiales (Flores, 2002).

En 2002, La CONAZA, en su manual de organización promueve hacer estudios e implementar programas y proyectos de las actividades magueyeras y nopaleras para el desarrollo económico y social de la población localizada en estas zonas (CONAZA, 2002).

En 2004, la SAGARPA, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y el Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A.C. (INCA RURAL) publican un Plan Rector denominado Sistema Producto Nacional Nopal que tuvo como objetivo general identificar los factores que determinan la competitividad en cada uno de los eslabones que conforman el sistema producto nopal en sus tres líneas productivas: tuna, forraje y verdura con el propósito de plantear un conjunto de acciones concretas que garanticen la consolidación de todos los participantes como unidades económicas rentables en el largo plazo (SAGARPA-ITESM-INCA, 2009).

En 2006, Vázquez y Ventura evaluaron el efecto de cuatro especies características de zonas semiáridas de México en la erosión hídrica. Entre ellas evaluaron el cardón (*Cylindropuntia imbricata*), el huizache (*Acacia schaffaneri*), el mezquite (*Prosopis laevigata*) y el nopal (*Opuntia spp*). Concluyeron que la cobertura de vegetación sobre la superficie del suelo reduce significativamente la

producción de escurrimientos y sedimentos, siendo más considerable la reducción con las cactáceas estudiadas.

El uso del nopal también ha sido utilizado en el modelo de restauración de la microcuenca El Porvenir, ubicada dentro de la región árida y geocultural denominada Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo, en la parte alta de la Subcuenca del Amajac, donde a un clima desfavorable (precipitación anual de 259 mm) se suman deterioro ambiental, pobreza, migración, baja producción agropecuaria y forestal, entre otros. Ahí se realizaron acciones para detener y revertir los procesos de deterioro de los recursos naturales de la microcuenca, se generó un modelo protección, conservación y mejoramiento del medio y se fortaleció la organización social y la participación gubernamental en las acciones de manejo sustentable de los recursos naturales. Se desarrollaron diferentes proyectos y como resultados del trabajo interinstitucional y comunitario se establecieron 20 ha de nopal tunero, 30 ha de xoconoxtle, 5 ha con plantaciones de maguey pulquero y 5 ha de maguey tequilero. La producción se comercializa a pequeña escala y las ganancias son reinvertidas en el cuidado de las plantaciones, lo que genera empleos y sueldo para los socios (trabajadores comunitarios); así mismo, cuando no se venden los productos éstos son consumidos por la gente de la comunidad, diversificando la alimentación de las familias (Randell, 2010).

6.4 El cultivo del nopal

El nopal es una cactácea endémica del Continente Americano que se desarrolló en regiones áridas y semiáridas de nuestro país (FAO, 2006).**6.4.1 Botánica del nopal**

Los "nopales" pertenecen al género *Opuntia*. Existen casi 300 especies del género *Opuntia* (FAO, 2006). En México, Bravo (1978) registró 104 especies y variedades. Su clasificación taxonómica se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del nopal.

Reino	Plantae
Subreino	Embriophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Género	<i>Opuntia</i>
Especies	<i>Spp.</i>

Fuente: Elaboración propia. Basado en (1978). Griffith y Porter (2009)

Opuntia es parte del paisaje natural y de los sistemas agrícolas en algunas regiones del mundo. Típicamente, existen tres sistemas principales de producción: comunidades silvestres, huertas familiares y plantaciones comerciales intensivas (FAO, 2006).

6.4.2 Fisiología, fenología y morfología del nopal

El nopal crece con una apariencia irregular, la mayor parte del tallo esta modificada en segmentos planos llamados cladodios que tienen forma de raqueta. Sobre los cladodios se localizan simétricamente las areolas y en las etapas

tempranas de desarrollo están cubiertas de pequeñas hojas caducas que desaparecen con el crecimiento y en cuyo lugar quedan espinas, las raíces tienen axones primarios usados para sostener firmemente la planta a la tierra y son de tamaño proporcional al tallo (Rodríguez y Nava, 1999).

Las Opuntias son plantas que se han adaptado perfectamente a zonas áridas caracterizadas por las condiciones secas, lluvia errática y suelos pobres expuestos a la erosión (FAO, 2006). Esta adaptación es diferente para cada uno de sus órganos (Flores, 2003) como se menciona a continuación.

La raíz es el tejido por el cual las plantas absorben del suelo los nutrientes y el agua. Se caracterizan por ser extendidas y someras (20 cm). Al iniciarse la lluvia, el nopal desarrolla rápidamente raíces secundarias y pelos absorbentes que les permiten absorber agua con rapidez, luego, al iniciarse el periodo de sequía, las raíces se enjutan y algunas se desprenden disminuyendo la pérdida de agua por estas.

El tallo en el género *Opuntia* toma dos formas básicas: aplanado y cilíndrico. En él se realiza la fotosíntesis y se encuentra el tejido parenquimatoso que almacena el agua. Las adaptaciones para disminuir la pérdida de agua por este órgano son: la cutícula gruesa, en ocasiones cubierta de cera o de pelos, la presencia de un número menor de estomas (órganos por donde absorben bióxido de carbono, expulsan oxígeno y se pierde humedad), que otras especies. A diferencia de la mayoría de las plantas, los nopales presentan metabolismo ácido-crasulaceo (CAM), que se caracteriza porque los estomas abren solo por la noche.

Las hojas en los nopales se caracterizan por ser muy reducidas y caducas. En muchas especies se han transformado en espinas, con lo cual la planta pierde menor humedad.

Las espinas protegen al nopal del consumo por animales, los cuales al comerlo les producen cortes y heridas que provocan la pérdida de agua, además sombrean la penca y atenúan el efecto secante del viento.

La flor es un órgano por el cual las plantas pueden perder agua de manera importante. Abren solo un día y enseguida los pétalos se deshidratan y caen. Debido a esto, los nopales no requieren de la participación de insectos o pájaros para fecundarse, en la mayoría de los casos, cuando abre la flor, la tuna ya está fecundada por autofecundación.

La tuna se comporta como prolongación del tallo, realiza fotosíntesis, tiene pocos estomas que se abren por la noche, presenta espinas pequeñas (aguates) y conserva humedad. Es un fruto suculento (López, 1990).

6.4.3 Eco fisiología de *Opuntia*

El éxito ecológico y la utilidad agrícola de *Opuntia* son en gran medida el reflejo de su modalidad diaria de apertura de los estomas que absorben el CO₂ principalmente en la noche.

Un índice útil del beneficio/costo del intercambio gaseoso de la plantas es la tasa de CO₂ fijado por la fotosíntesis en relación al agua perdida por transpiración, el cual es conocido como eficiencia de uso de agua (EUA). La absorción neta de CO₂ y la transpiración de *Opuntia ficus-indica* sobre un periodo de 24 horas son de 1.14 mol/m²/día y 51.3 mol/m²/día, de esta manera el EUA es de 0.022 mol de CO₂ fijados por mol de agua perdida para esta planta CAM, es decir; es el triple de los valores encontrados en las plantas altamente productivas (tales como maíz o caña de azúcar) bajo condiciones ambientales similares.

En lo que se refiere a las relaciones hídricas, además de usar el metabolismo CAM, el nopal tiene variadas estrategias de conservación de agua en sus órganos que permiten la presencia de un sistema radical pequeño que comprende solamente el 12 por ciento del total de su biomasa.

Opuntia ficus-indica es extremadamente tolerante a las temperaturas altas del aire, pero no a temperaturas substancialmente abajo del punto de congelación por lo cual la temperatura no es generalmente un factor limitante de importancia para la absorción de CO₂.

Otro parámetro ambiental que afecta la entrada neta de CO₂ es la luz, la luz incidente sobre los tallos individuales puede ser manipulada fácilmente mediante el esparcimiento entre plantas. Cuando las plantas son mantenidas en oscuridad, solamente ocurre respiración y hay una ligera pérdida de CO₂. Sin embargo; la absorción neta de luz por unidad de área para *O.ficus-indica* es máxima cuando el área total de los cladodios (incluyendo ambos lados) es de cuatro a seis veces la unidad de superficie (FAO, 2003).

Como la mayoría de los cactus, *Opuntia* es sensible a la salinidad del suelo pero responde bien a las aplicaciones de nutrientes cuando se cultivan en suelos agrícolas fertilizados donde los cladodios pueden alcanzar el 2 % de nitrógeno en base seca que es el doble del contenido en nopales encontrados en suelos nativos pobres.

Por último, aunque es posible obtener una productividad extremadamente alta (50 ton/ha/año) para *Opuntia ficus-indica*, la productividad de 5 a 6 ton/ha/año bajo condiciones de humedad limitante, todavía supera la productividad de especies C3 y C4 usadas como forraje y aunque los experimentos se han enfocado a *Opuntia ficus-indica*, otras especies como *Opuntia amychlaea* presenta alta productividad de biomasa al producir 45 ton de materia seca/ha/año a un índice de área foliar óptima y bajo riego.

Debido al aumento de la temperatura del aire que se pronostica acompañará al cambio climático global y al incremento del nivel del CO₂ atmosférico las extensiones de cultivo de nopal y de otras plantas CAM deberán aumentar para amortiguar el fenómeno y a la vez incrementar la productividad de biomasa.

6.4.4 Importancia económica del nopal en México

Según datos de SAGARPA, el último año en México se produjeron más de 600 mil toneladas de nopales comestibles. Sin embargo, pese a que nuestro país es el principal productor del mundo de esta planta y posee la mayor variedad de especies, no es el principal exportador ya que se sitúa en ventas por debajo de Italia, Chile y Sudáfrica (Estrada, 2009).

En el cuadro 2 se presenta un resumen de la producción nacional de nopal en México 2008, destaca el Distrito Federal con la mayor superficie sembrada, seguida del Estado de Morelos que ocupa el primer lugar en rendimiento en ton/ha.

En la actualidad Milpa Alta, en el Distrito Federal, concentra prácticamente toda la cosecha de esa verdura en la capital mexicana (Estrada, 2009), produciendo anualmente 323.9 mil con un promedio de producción por día de 887 toneladas (Rodríguez, 2010) en cinco mil hectáreas dedicadas a este fin y de la cual viven alrededor de cinco mil familias (Estrada, 2009).

Cuadro 2. Resumen Nacional de Producción de Nopal 2008.

Producción de nopal 2008					
Estado	Superficie (ha)			Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
	Sembrada	Cosechada	siniestrada	Obtenida	Obtenido
Distrito Federal	4337	4337		266572	61.465
Morelos	2737	2737		217141	79.335
México	732	710		46974	66.115
Baja California	714	14	6	310	23.000
Tamaulipas	590	493		3564	7.229
Jalisco	500	493		10032	20.349
San Luis Potosí	418	416		1107	2.662
Zacatecas	404	235	1	3355	14.298

Fuente: Elaboración Propia. Basado en Estrada, 2009.

En promedio, el ingreso del productor es superior en tres o cuatro veces el salario mínimo, con lo cual en opinión de los productores el nivel de rentabilidad de este cultivo es satisfactorio (Rodríguez, 2010).

De acuerdo a la misma fuente, son 16 000 productores los que se dedican al cultivo del nopal en todo el país y pocos están inscritos en algún proyecto para optimizar su producción.

El Plan Rector del Sistema Producto Nacional Nopal expone lo que se refiere al Nopal Tuna. El principal país productor es México con un volumen de 435 mil toneladas cantidad con la que aporta el 44% del total mundial, seguido de Túnez

con 12.8%, Argentina 7.7%, Italia 6.6%, Sudáfrica 3%, Argelia 7.7%, Chile 0.8%. En lo que se refiere a nopal forrajero menciona que este solo se utiliza en establos pequeños de producción de leche y que la producción es marginal respecto a la producción de nopal verdura y de tuna, aunque ha presentado un fuerte crecimiento en cuanto a su producción, sobresaliendo Aguascalientes con los mayores rendimientos y Zacatecas por su producción y rendimiento de nopal forrajero en condiciones de temporal (SAGARPA-ITESM-INCA, 2004)

En 2010, mediante la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se destinaron al Sistema Producto Nopal Verdura un millón 597 mil 610 pesos para los rubros de innovación y transferencia de tecnología, así como 13 millones 215 mil pesos para el Programa de Activos Productivos (Rodríguez, 2010). Para Abraham Álvarez Navarro, presidente de una cooperativa de nopalersos en Milpa Alta, de 50 años que tienen produciendo nopal en la región, la industria no ha florecido debido a la falta de una cultura empresarial porque no hay iniciativa para agruparse, crear empresas y darle un valor agregado al nopal (Estrada, 2009).

Los ejes para potenciar el desarrollo del sistema productivo de nopal son: el estudio para el manejo nutricional y aplicación de composta; certificación de buenas prácticas de producción; cultivo con base en obras de conservación de agua y suelo; así como la elaboración de un estudio de mercado para la realización de planes de negocio, en los que se destacarán los valores alimenticios de la verdura, como sus efectos benéficos para la salud. Pero, además de sus aportaciones como alimento, el cultivo del nopal posee un valor ambiental que bien podría ser considerado al momento de fijar su precio en el mercado. El nopal cultivado de la Delegación Milpa Alta aporta oxígeno a la Ciudad de México, en tanto que el sistema utilizado para su siembra evita la erosión de los suelos, con lo cual se facilita el filtrado de agua a los mantos freáticos (Rodríguez, 2010).

El nopal es una planta que sobrevive casi a todos los climas, además que no necesita grandes cantidades de agua, detiene la degradación de los suelos y

vuelve productivas las tierras, por lo que significa una fuente importante de ingresos para agricultores de todas las zonas (Estrada, 2009).

Lo anterior hace posible .que, además de aportar alimentos, los productores nopalersos de esta región aporten 60 de cada 100 litros de agua que la Cd. de México recibe, el 40 por ciento restante proviene del Sistema Cutzamala (Rodríguez, 2010).

6.4.5 Usos del nopal

En general los usos del nopal son los siguientes:

a) Como alimento es la principal aplicación del nopal, se consumen tanto las pencas como las tunas. Además se han derivado varios productos alimenticios a partir de él. El nopalito es una hortaliza que proporciona fibra, energía, minerales (en especial calcio), vitaminas (sobre todo el ácido ascórbico) y aminoácidos (Corrales – Flores, 2003), las tunas por su parte contienen antioxidantes, calcio, fósforo, potasio, hierro, selenio, cobre, zinc, sodio, magnesio, y vitamina C, B Y A (CPNT, 2010). La comida Queretana tiene un amplio repertorio de platillos con nopal y el empleo del nopal y otras cactáceas data de la época precolombina cuando los otomíes, en tiempos de escasez, encontraban en las cactáceas una fuente de alimento inagotable (Guerrero, 2007)

b) Con Fines Terapéuticos. Diversos estudios muestran que el nopal se ha utilizado y se usa en la actualidad para apoyar a la salud (Anónimo, 2010). Se han desarrollado productos para el control de la diabetes, colesterol, afecciones gastrointestinales y sobrepeso (Corrales, 2010).

c) Como forraje en zonas secas, debido a su eficiencia al convertir el agua en materia seca, y por lo tanto en energía disponible. Debe suministrarse al ganado con otros alimentos el nopal puede ser una alternativa altamente viable en una tercera parte del territorio terrestre del mundo, el cual está cubierto en un 70% de zonas áridas y semiáridas (FAO, 2006).

d) Usos cosméticos. Puede ser utilizado para gran cantidad de productos debido a sus propiedades fisicoquímicas (anónimo, 2010)

e) Cercados. Para limitar huertos o terrenos

f) Aditivos. Para aumentar la dureza de las estructuras de concreto

g) Pinturas e impermeabilizantes: contra el frío, la humedad, los insectos, etc.

h) Como combustible en zonas desérticas y donde no hay energía comercial

i) Como producto ecológico. La siembra de grandes superficies de nopaleras permite la recuperación y regeneración del suelo; pero además, permite la preservación de biodiversidad de zonas desérticas y semidesérticas. El nopal es una alternativa para contrarrestar cambios climáticos globales y la desertificación. Otros beneficios provenientes de *Opuntia* son la conservación del suelo y el agua, así como la protección de la fauna local en zonas áridas y semiáridas.

j) Restauración de terrenos. Es una especie muy usada en las prácticas agroforestales, asociado con cultivos con especies agrícolas y/o forrajeras, cercos vivos espinosos, barreras vivas para la retención de suelos, protección de taludes contra la erosión y, en general, como parte de prácticas de protección de suelos.

k) Paisajismo y control de contaminación. por las noches en grandes cantidades, por lo que se disminuye significativamente la contaminación del aire. Por ello se recomienda la plantación de este vegetal en los camellones de las grandes ciudades (Anónimo, 2010).

VII. METODOLOGÍA

7.1 Área de Estudio

7.1.1 Localización y descripción física

La microcuenca La Joya se localiza en la parte Noroeste del Municipio de Querétaro, el cual a su vez se localiza en la porción suroeste del Estado de Querétaro (Figura 2). La microcuenca La Joya tiene como coordenadas extremas 335586.47 y 340417.62 en Longitud Este y 2298474.56 y 2304080.23 en Latitud Norte, expresada en coordenadas geográficas en unidades UTM. Cuenta con una superficie de 15.92 Km² y una extensión perimetral de 16.9 Km y su rango de altitud abarca desde los 2250 hasta los 2715 msnm (MAGIC, 2009).

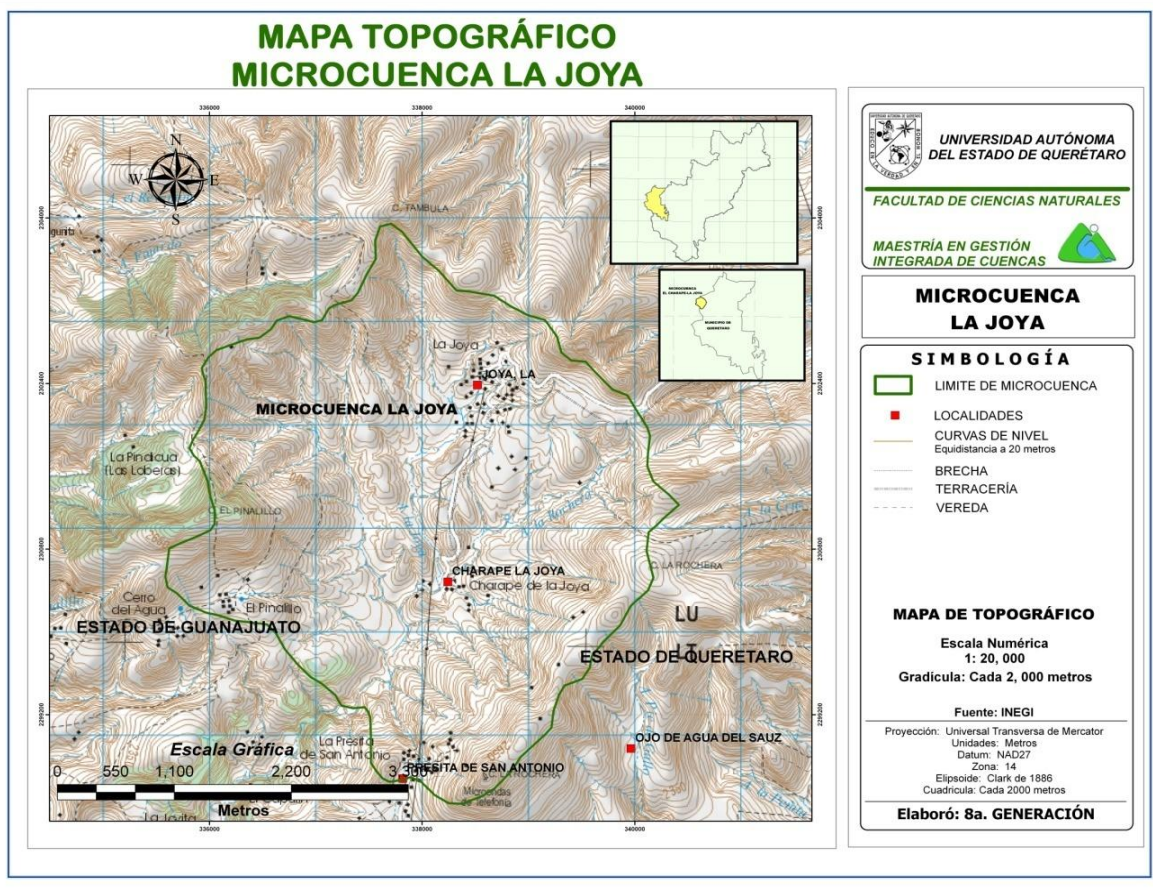


Figura 2. Mapa topográfico con la localización de la microcuenca La Joya.
Fuente: MAGIC (2009)

Clima

La Microcuenca La Joya presenta clima semiseco templado BS1kw(w) (de acuerdo a la clasificación de Koppen modificada por García (1980), con temperatura media anual de 15.3° C y con un régimen de lluvias en verano, mayo-septiembre con una precipitación pluvial igual a 612.7 mm. La sequía, como fenómeno climático normal, se da anualmente en los meses del invierno a la primavera, acentuándose entre abril y prolongándose con frecuencia hasta junio, en el período más caluroso del año (MAGIC, 2009).

Fisiografía

La microcuenca La Joya forma parte de la Provincia fisiográfica X (diez) correspondiente al Eje Neovolcánico, dentro de la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (Pineda, 2009). La microcuenca comprende el cráter interior del volcán La Joya (MAGIC, 2009) Figura 3.



Figura 3. Fisiografía de la microcuenca La Joya. Foto tomada en campo por la autora.

7.1.2 Morfología e hidrología

Las características morfológicas más importantes de la microcuenca se describen en el Cuadro 3. La microcuenca La Joya es una microcuenca exorreica pequeña, de forma circular, sus características morfológicas la describen como una microcuenca con problemas de respuesta hídrica. Con una densidad de drenaje alta, igual a 5.5 km/km^2 , donde el agua es drenada al exterior de la microcuenca casi de manera inmediata, por lo cual el tiempo de retención de agua es muy corto.

El sistema de drenaje está constituido por una corriente principal, con afluentes intermitentes de corta longitud con diferentes números de orden que van de 1 a 5 con caudal solo en temporada de lluvias (MAGIC, 2009).

Cuadro 3. Características morfológicas de la microcuenca La Joya.

Área (A):	1,592.12 Ha = 15.92 Km²
Perímetro (P):	16.9 Km
Longitud (L):	4.7Km
Índice de Forma:	1.4
Longitud del Cauce:	5.9 km
Densidad de Drenaje:	5.5 km/km^2
Orden de Corriente:	5

Fuente: MAGIC (2009).

Localización hidrológica y unidades de escurrimiento

La microcuenca La Joya forma parte de la vertiente del pacífico oeste, Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH-12); en la división de la Cuenca del Río Laja (050), Subcuenca Querétaro-Apaseo (07) y Microcuenca Potrero (025).

Las características hidrológicas de La Joya 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 (ver Figura 4). En primer lugar tenemos al arroyo La Joya el cual nace en el Cerro Tábula en la parte Norte y corre de manera vertical hacia el sur, caracterizada por ser un drenaje intermitente, el cual presenta la mayor longitud de corriente que denominaremos Unidad B. En segundo lugar se encuentra el escurrimiento que nace a las faldas del Cerro El Pinalillo el cual corre de oeste a sur de manera intermitente, cubre gran parte de la superficie de la microcuenca por lo que por extensión, es la de mayor influencia en la misma, esta unidad de escurrimiento es denominada como Unidad A. En tercer lugar la unidad de escurrimiento formada por el Arroyo La Rochera, el cual está ubicada en la porción este de la microcuenca y corre de manera intermitente disecando las laderas y formando en su parte más baja valles intermontanos, de gran importancia hidrológica por la presencia de manantiales, esta unidad es denominada como C. Existen otras tres unidades de escurrimiento (Unidades D, E y F) que sin ser menos importantes, los estudios se enfocaran en la priorización de las primeras tres como una estrategia inicial de intervención en la Microcuenca La Joya por parte del CRCC.

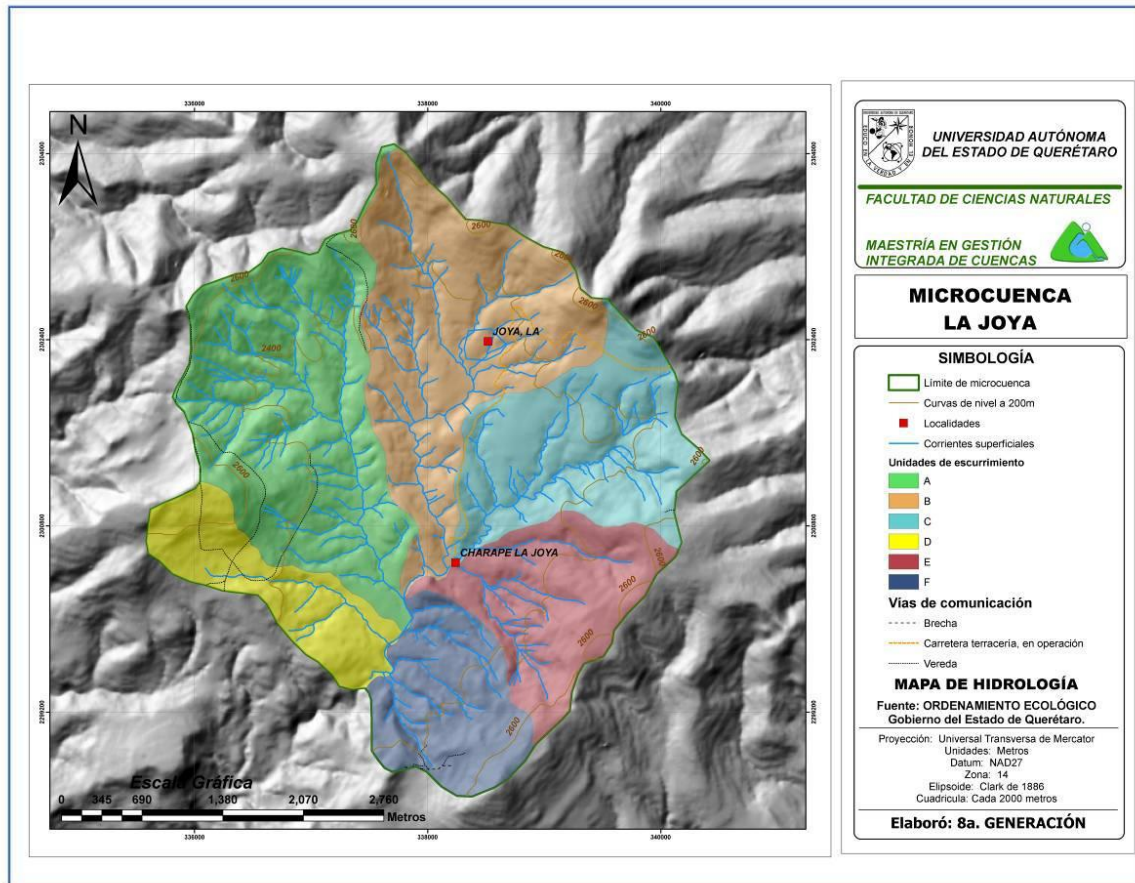


Figura 4. Hidrología de la microcuenca La Joya. Fuente: Imagen proporcionada por el CRCC.

Suelo.- El tipo de suelos predominante en la zona es el Litosol, y en la parte central de la misma se encuentra el Vertisol y en la parte norte el Feozem (Pineda, 2009).

Erosión El interior del volcán se encuentra altamente erosionado (90-95% de su superficie) y afloran formaciones rocosas como se aprecia en la Figura 5, la formación y acumulación de suelo es mínima por las pendientes medias y altas que existen en la zona. Se presentan una gran cantidad de cárcavas que aumentan su tamaño por las pendientes pronunciadas y la actividad de pastoreo no controlado. Confluyen la erosión hídrica y eólica natural que se potencializa con la falta de cobertura vegetal (MAGIC, 2009).



Figura 5. Suelo erosionado en la microcuenca La Joya. Foto tomada en campo por la autora

7.1.3 Vegetación

Las comunidades vegetales existentes en la zona son las siguientes:

Matorral crassicaule. Esta comunidad vegetal tiene diferentes fisionomías, entre las que domina la de subinerme, con 17 % de cobertura en el área, en la cual hay la misma cantidad de especies que tienen espinas como las que no tienen. También se encuentran algunas áreas con fisionomía espinosa e inerme (sin espinas), de nopalera (Figura 6) y cardonal. La nopalera está constituida principalmente por diferentes especies de nopal (*Opuntia* spp.) y el cardonal por cactáceas altas de tallos cilíndricos como el garambullo (*Myrtillocactus* sp.) (Zamudio et al., 1999) citado por MAGIC (2009).



Figura 6. Matorral crassicaule en la microcuenca La Joya. Foto tomada en campo por la autora.

Pastizal. Está formado por un solo estrato herbáceo que mide entre 20 y 70 cm, donde dominan las gramíneas; puede estar acompañado por mezquites, huizaches y otras plantas leñosas. Se presentan en forma de franjas continuas y manchones sobre suelo de mediana profundidad. Se presentan dos tipos de pastizales, el natural y el inducido.

Bosque de encino. Las áreas de bosques de encino (*Quercus spp.*) que han sido desmontadas, en algunas ocasiones son invadidas por el pastizal inducido (Figura 7), el cual se emplea para alimentar al ganado generando erosión.



Figura 7. Remanentes de bosque en la microcuenca La Joya. Foto tomada en campo por la autora.

Fauna. No se tiene una evaluación precisa sobre la presencia, población y movimientos de la fauna silvestre de esta zona (MAGIC, 2009).

7.1.4 Marco socioeconómico

Se trata del territorio donde habitan las dos comunidades con mayor índice de marginación en el Municipio de Querétaro. La Microcuenca La Joya cuenta con un total de 289 habitantes de los cuales 144 son hombres y 145 son mujeres distribuidos en 60 familias con promedio de 5 integrantes/familia (MAGIC, 2009).

La Población Económicamente Activa (PEA) es de 93 habitantes y la Población Económicamente Inactiva (PEI) es de 196 habitantes (MAGIC, 2009).

Del total de los 289 habitantes, 253 personas dependen de los 21 migrantes y de otras 15 que reciben algún ingreso monetario por su trabajo generando con esto una alta dependencia cuyo valor es del 87.5 %, lo cual muestra los niveles de pobreza en la cuenca (MAGIC, 2009).

La Figura 8 muestra la condición de ocupación y actividad de la población en la microcuenca La Joya.

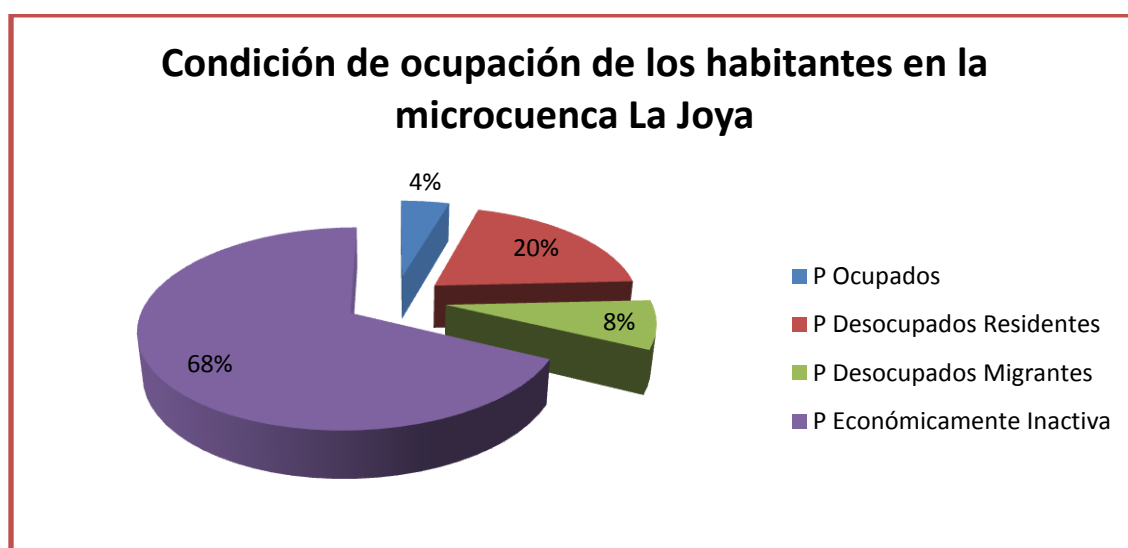


Figura 8. Condición de ocupación y actividad de la población total de la microcuenca La Joya. Fuente: MAGIC (2009)

La PEA que se queda en la microcuenca sin trabajar (desocupados residentes) se dedican a la agricultura y ganadería. Los sistemas de producción son la agricultura

de temporal y la ganadería en pequeña escala de tipo extensivo. El cultivo principal es el maíz y como complemento se siembran frijol y calabaza, la cría de animales se realiza como una práctica de ahorro.

Las mujeres tienen un papel importante de apoyo a la agricultura al participar directamente en actividades de la parcela, y corresponde a ellas desarrollar las actividades del hogar figura 9, donde además atienden huertos y granjas de traspatio (MAGIC, 2009).



Figura 9. Actividades de la mujer en la microcuenca La Joya. Foto tomada en campo por la autora.

Una parte minoritaria elabora tejidos, macetas (como las que se observan en la Figura 10), dulces y algunas se emplean como trabajadoras domésticas en el Municipio de Querétaro.



Figura 10. Macetas elaboradas por mujeres con piedras recolectadas en las parcelas. Foto tomada en campo por la autora.

De acuerdo a la problemática detectada por los habitantes en los talleres participativos de identificación y priorización de problemas realizados por el equipo de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas en noviembre de 2009 (MAGIC, 2009) los habitantes de la microcuenca manifestaron que sus principales problemas son: la escasez de agua, las malas condiciones del camino, la falta de empleo, la erosión y la poca productividad del suelo, los problemas para trabajar la milpa como la falta de maquinaria, la migración, la falta de organización comunitaria para el trabajo y también mencionaron que hay problemas de basura.

7.2 Mediciones y análisis

La metodología de la investigación atendió al sistema modular de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas haciendo énfasis en la problemática ambiental-social y económica de la microcuenca La Joya como problema eje, y se insertó en el marco de los proyectos y las actividades del CRCC. Durante la investigación se trabajó con enfoque participativo, tomando aspectos de la Investigación acción participativa de manera flexible y adaptativa.

En la Figura 11 se muestra el esquema de la metodología general empleada en este proyecto. Las actividades se focalizaron en procesos participativos en campo, trabajo de laboratorio e investigación documental e institucional.

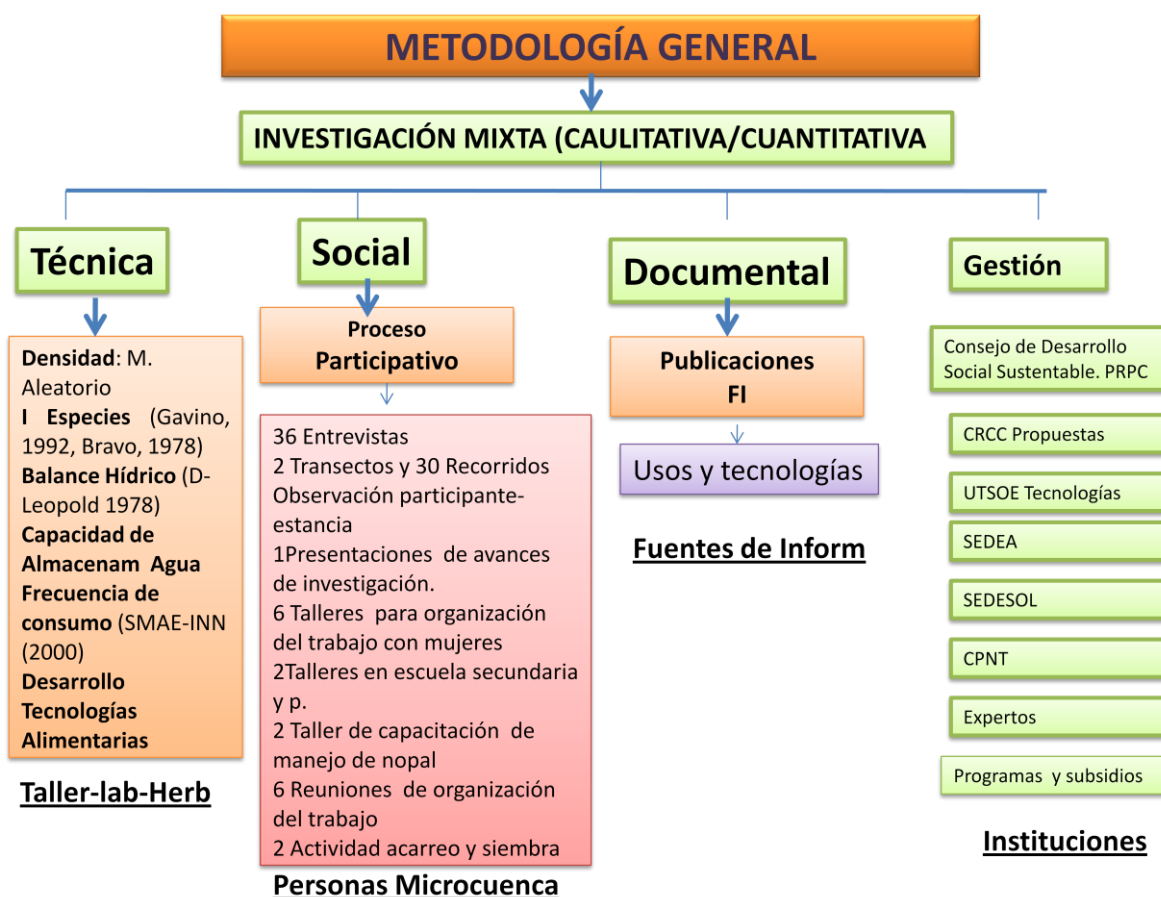


Figura 11. Metodología empleada para la propuesta de manejo de nopal en la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración Propia.

7.2.1. Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca

a. Ubicación y densidad de las especies por zona de cuenca por medio de transectos. Para conocer la localización de los nopales y la percepción de los habitantes respecto a la distribución de los mismos por zonas en la cuenca, se realizó un transecto participativo en la zona de influencia del escurrimiento B. Se utilizó la metodología citada en la Guía Técnica de FIRCO (2005) enfocando la observación hacia la presencia de nopal y el uso de suelo. Se realizaron observaciones con los habitantes quienes se sumaron al recorrido, y describieron las condiciones del nopal a lo largo de transecto. La ruta que se siguió fue: Localidad La Joya, cerro Puerto del Aire hasta la parte alta donde se retornó hacia la parte alta del cerro El Encino del Águila bajado por la Loma del Salero hasta llegar nuevamente a la Joya.

En diferentes puntos de altitud se marcaron rectángulos de 10 X 50 en los cuales se contaron el número de nopales y se registró el nombre común de los especímenes.

La densidad de los nopales equivalente al número de nopales por hectárea se calculó con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\text{Número de nopales} \times 10\,000}{\text{Superficie en m}^2} = \text{nop /ha}$$

Donde: nop/ha = número de nopales por hectárea.

b.- Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca por medio de muestreo aleatorio. Se contabilizaron los nopales existentes en 28 rectángulos de 10 x 50 metros los cuales fueron elegidos al azar en diferentes puntos de los agostaderos de la microcuenca donde hay mayor influencia antropogénica.

La densidad de los nopales equivalente al número de nopales por hectárea se calculó con la fórmula anterior.

Con los datos obtenidos se realizaron los mapas para conocer las densidades del nopal en la microcuenca de acuerdo a las zonas y al uso de suelo y vegetación. Se utilizó la herramienta ARC-MAP 2.

c.- Densidad de nopales en las parcelas de traspatio. Se eligieron al azar siete unidades habitacionales en la Localidad de La Joya. Se solicitó permiso a los propietarios. Una vez que aceptaron, se tomaron las medidas de los lados del área de nopaleras. Con las medidas se determinó el área de la nopalera de acuerdo a la figura correspondiente. La densidad se calculó de igual manera que los casos anteriores.

En los tres casos se tomaron los puntos de altitud, la toponimia, se contabilizaron el número de nopales por rectángulo o por área, se hizo una descripción general de las condiciones de los nopales y del uso de suelo y se registró el nombre común de los especímenes.

7.2.2. Identificación de las especies de nopal en la microcuenca La Joya

Para la identificación de las especies se recolectaron 25 muestras diferentes de pencas (cladodios) de nopal, seis en el cerro El Pedregoso y 21 en cuatro nopaleras de las unidades habitacionales del Sr. Marcelo Guerrero, Sr. Alejo Campos, Salvador Campos y de Casimiro Campos respectivamente.

Se realizó una descripción en campo de las características del tallo, el desprendimiento del artículo y de la forma de crecimiento, es decir; si eran especies postradas, arbustivas o arbóreas atendiendo a los caracteres citados por Bravo (1978).

La colecta se llevó a cabo atendiendo la metodología de Gavino (1992). Se eligieron pencas externas de plantas maduras. Las pencas fueron cortadas por habitantes de la microcuenca, quienes acompañaron la actividad y proporcionaron el nombre común de los nopales. Las pencas cortadas se colocaron en bolsas de papel, se etiquetaron y se trasladaron en cajas para su análisis en el Herbario.

Se realizaron cortes de tejido de tallo y fruto los cuales fueron desecados en sílica de gel. Se recolectaron las semillas de los frutos, se lavaron, secaron a temperatura ambiente y se colocaron en frascos de vidrio. Algunos frutos enteros fueron conservados en alcohol al 70 %. Se midió largo y ancho de la penca y el grosor en la base y en la punta. Se anexa material fotográfico. Anexo 3.

Los tejidos, semillas y frutos están resguardados en el Laboratorio de Genética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Los cladodios de los especímenes fueron abiertos y prensados en papel en una prensa botánica para cactáceas. Se secaron en estufa con corriente de aire a 50 °C. Los especímenes secos fueron identificados, montados, rotulados y resguardados en el Herbario Jerzy Rzedowski, QMEX de la Facultad de Ciencias Naturales de la misma Universidad.

Los caracteres que se observaron fueron: Tipo de tallo, el tipo de fruto, si las especies eran postradas, arbustivas o arbóreas, el desprendimiento del artículo, tamaño del fruto, presencia y color de espinas, la textura de la epidermis, tipo de espinas, presencia de pelos en aréolas y el color del artículo.

Una vez identificada las series a la que correspondió cada espécimen, se ubicaron las especies, atendiendo a los caracteres específicas de las mismas como lustrosidad u opacidad de la superficie, hundimiento de las areolas, presencia de pelos o cerdas, tamaño de la raqueta y del fruto entre otros caracteres.

Posteriormente el nombre común fue cotejado con otros habitantes de la microcuenca para corroborar la identificación.

La identificación se realizó siguiendo las claves dicotómicas para la identificación de las series de nopal citadas por Bravo (1978) que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Claves de las series de acuerdo a Bravo, 1978.

CLAVES DE LAS SERIES (Bravo, 1978)	
A Tallos Subcilíndricos, delgados.	
B Tallos por lo común anuales	I. <i>Chaffeyanae</i>
BB Tallos Perenes, espina retrorabada	II. <i>Pumilae</i>
AA Tallos Discoideos	
B Fruto Seco	III. <i>Polyacanthae</i>
BB Fruto Carnoso	
C Especies postradas, artículos que se desprenden fácilmente	IV. <i>Tunae</i>
CC Especies postradas, arbustivas o arbóreas, artículos que no se desprenden fácilmente	
D Especies postradas	
E Areólas pequeñas, próximas	V. <i>Basilares</i>
EE Areólas grandes, distantes	VI. <i>Opuntiae</i>
DD Especies arbustivas o arbóreas, a veces postradas, areólas grandes y distantes	
E Fruto muy pequeño	VII. <i>Stringiles</i>
EE Fruto grande	
F Espinas cuando presentes Castañas o Amarillas	
G Espinas castañas al menos en la base	
H Arbustos bajos hasta postrados	VIII. <i>Phaeacanthae</i>
HH Arbóreas con tronco bien definido	IX. <i>Elatiores</i>
GG Espinas cuando presentes amarillas, al menos parcialmente	
H Epidermis Glabra	X. <i>Dillenianae</i>
HH Epidermis al menos la del ovario, Tomentosa	XI. <i>Macdougalianae</i>
FF Espinas cuando presentes blancas, especies generalmente arbóreas	
G Epidermis tomentosa	
H Espinas cuando presentes aciculares	XII. <i>Tomentosae</i>
HH Espinas Setosas, flexibles	XIII. <i>Leucotrichae</i>
GG Epidermis Glabra	
H Areólas con pelos largasmás o menos numerosos	XIV. <i>Criniferae</i>
HH Are sin pelos, a veces 1 o 2	
I Plantas Arbóreas; artículos verdes	
J Sin Espinas o con espinas cortas y escasas	XV. <i>Ficus-indicae</i>
JJ Con Espinas	XVI. <i>Streptacanthae</i>
II Plantas Arbustivas, artículos azulados	XVII. <i>Robustae</i>

Fuente: Elaboración propia (basado en Bravo, (1978)).

7.2.3. El balance hídrico de la microcuenca La Joya

El Balance hídrico se realizó utilizando las herramientas ARC View 3.2 y ARC MAP 2 siguiendo la metodología para la determinación del balance hídrico mensual de Thorntwaite citado en el Manual elaborado por *Rivas, (2011)* (sin publicar) y que se incluye como anexo 4 .

De acuerdo con esta autora, el método directo, presentado por Dunne y Leopold en 1978 para el cálculo del balance hídrico en una microcuenca se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$P = I + ETA + Q + SM + GWS + GWS$$

Donde:

P= Precipitación

I= Infiltración

ETA= Evapotranspiración actual

Q= Escurrimiento

SM= Cambio en la humedad del suelo

GWS= Cambio en el almacenamiento de agua subterránea

GWR= Escurrimiento del agua subterránea

Las capas (shapes) que se utilizaron para el desarrollo de la metodología fueron las siguientes:

- ✓ Precipitación mensual
- ✓ Temperatura Mensual
- ✓ Uso de suelo y vegetación
- ✓ Edafología con clases texturales

Los datos de precipitación y temperatura mensuales se extrajeron de la base de datos ERIC III, en el cual se ubicaron las estaciones meteorológicas más cercanas a la microcuenca, y la propia de la microcuenca, para los años que van de 1976 a 2005, por ser estos los registros existentes. Las estaciones más cercanas y que se utilizaron para efectos de la interpolación de los datos faltantes fueron: Estación La Joya, estación Presa de Jalpa y estación Charape de Iturbide.

Los datos crudos de cada mes se extrajeron para cada una de las estaciones. Se realizó una interpolación con media móvil y se concentraron los promedios.

Una vez que se integró la información necesaria se siguió la metodología de acuerdo a los autores. Los resultados de cada uno de los parámetros del balance fueron concentrados en una tabla.

Se elaboraron los mapas del déficit de humedad, escurrimiento, infiltración y evapotranspiración actual.

7.2.4. Estimación de la capacidad de almacenamiento de agua en nopales de la microcuenca La Joya

Se colectaron 20 pencas de nopal tapon (*Opuntia robusta*) en el Cerro conocido como Puerto del Aire perteneciente a la localidad de La Joya. Las muestras se pesaron y se registró el peso promedio.

Se determinó el contenido de humedad por duplicado a cinco muestras del nopal recolectados. Las muestras fueron seccionadas en cuatro fragmentos con cortes transversales para facilitar la evaporación, fueron reducidas en tamaño y se pesaron 10 gramos que fueron llevados a una termobalanza a temperatura de 110°C hasta peso constante. La realización de esta actividad fue apoyada por alumnos de la carrera de Química Agrícola de la UAQ.

Se calculó el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$\% H = ((\text{Peso inicial} - \text{peso final}) / \text{Peso inicial}) * 100$$

Donde:

% H es el porcentaje de humedad

Peso inicial es el peso de la muestra con humedad

Peso final es el peso de la muestra una vez extraída el agua

Se determinó el peso a 20 muestras de nopal tapon colectadas en la zona del escurrimiento de estudio.

Conociendo el peso promedio de las pencas, el contenido de humedad y la densidad en la microcuenca se calculó la cantidad de agua almacenada en los nopales con base a una penca por nopal con la siguiente fórmula:

$$AA = W_p \times D \times A \times 10 P (\%H/100) \times (Eq)$$

Donde:

AA = Agua almacenada en la microcuenca en m³

W_p = Peso promedio de las pencas Kg/penca

A = Área de la microcuenca en has

10 P = Pencas por nopal (basado en una base de 10 pencas /planta).

D = Densidad (no. de pencas /ha)

% H = Porcentaje de humedad

Eq = 1 m³/1000 Kg de agua considerando una densidad del agua = a 1g/cc.

7.2.5. Usos del nopal en la microcuenca La Joya

Para determinar las diferentes formas de uso y manejo se aplicaron 36 encuestas domiciliarias y se realizaron entrevistas semiestructuradas con Informantes clave. La encuesta general (Anexo 5) se fraccionó y se aplicó a diferentes integrantes de la familia de acuerdo al papel que desempeñan. Los apartados de la entrevista fueron: usos, valoración y manejo. Para determinar las casas que se visitarían para aplicar las entrevistas se realizó un sorteo aleatorio con habitantes locales en la tienda de la entrada de la Localidad La Joya propiedad de la familia Campos Escobedo (Doña Rosa y Don Casimiro).

7.2.6. Determinación de la disponibilidad de nopalitos y tunas

Se identificó la estacionalidad de los nopales y las tunas mediante un diálogo con el Sr. Alejo Campos habitante migrante de la microcuenca quien mencionó el nombre de los nopales precoces, intermedios y tardíos, y describió el comportamiento de los mismos durante la época de producción. En colaboración con Doña Rosa, se estimó la producción de tuna en sus nopales contando la cantidad de brazos, la cantidad de pencas con tuna y el número de tunas por

penca. Los datos se extrapolaron a la superficie y cantidad de nopales promedio en la microcuenca.

7.2.7. Frecuencia de consumo de alimentos, uso del nopal en la alimentación y su aporte nutrimental

Para determinar la frecuencia de consumo de alimentos se empleo una encuesta dinámica a 21 personas durante la realización de un taller de equidad y género. Se aplicó una dinámica que consistió en que pasaran al centro las personas que se identificaban con la pregunta respecto a la frecuencia de consumo de alimentos de consumo generalizado en nuestro País. Se contabilizaron las personas cada vez y se registraron los resultados en el diagrama correspondiente (ANEXO 6). Para conocer las formas de preparar el nopal se obtuvieron los datos preliminares con la entrevista citada en el punto anterior y se realizaron visitas domiciliarias, derivado del proceso participativo se organizó una muestra gastronómica con platillos elaborados con nopal, el planteamiento Se hizo en uno de los talleres de equidad y género y tuvo muy buena aceptación. Se anotaron las personas que aceptaron participar. Las señoras prepararon diferentes platillos con nopal y los presentaron ante su comunidad e invitados.

Se registró el nombre de las personas y el platillo que elaboraron. Se recopilaron nueve recetas por medio de visitas domiciliarias, se anotaron los ingredientes y su cantidad medida en gramos (pesado en báscula de uso casero) o en volumen. Para determinar el contenido nutrimental de las recetas se utilizaron las tablas del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE, 2000) del Instituto Nacional de Nutrición (INN). Se calculó la información nutrimental y el aporte de fibra por cada 100 g de platillo preparado.

Primero se determinó el aporte de proteína, lípidos, hidratos de carbono, energía y fibra de cada uno de los ingredientes de la receta de acuerdo a su cantidad en g en la misma. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$AI_{(N)} = \frac{(PI \times Ap)}{Pn}$$

Donde:

AI_(N) = Aporte del ingrediente a la receta. (g o Kcal, KJ)

_(N) = Proteína, lípidos, hidratos de carbono, energía o fibra.

PI = Peso del ingrediente en la receta (g)

Ap = Aporte del ingrediente por peso neto de acuerdo al SMAE (g o Kcal, KJ)

Pn = Peso neto del ingrediente por unidad de acuerdo al SMAE (g)

Una vez obtenida la aportación de nutrientes, fibra o energía de cada uno de los ingredientes a la receta, estos se suman entre iguales. Conociendo la cantidad total de alimento preparado se determina para cada uno su aportación en cada 100 g.

$$\text{Contenido N} = (\sum \text{AI}_{(N)}) \times 100 / \text{Wt}$$

Donde:

Contenido N = Contenido de proteína, lípidos, hidratos de carbono, fibra o Kcal por cada 100 g de alimento preparado.

Wt = Peso total del alimento preparado

Los resultados obtenidos se registraron en una tabla.

7.2.8. Manejo del nopal en la microcuenca La Joya

El manejo que se le da al nopal se identificó por medio de la entrevista a 36 personas como parte de la entrevista general. Las entrevistas se realizaron en su domicilio, en el camino o en donde se encontraran los entrevistados. Se observaron algunas de las prácticas que se realizan.

Presencia de Plagas. Se observaron los cladodios y tallos. Se tomaron fotografías de las plagas y se describieron. Las fotografías y descripción fueron

cotejadas con las plagas del nopal descritas en la guía de inocuidad del nopal de La SAGARPA (2009).

7.2.9. Valoración del nopal en la microcuenca La Joya

Se aplicaron 36 entrevistas como parte de la entrevista general. Con planteamientos relativos a la importancia que le dan al nopal y el reconocimiento del valor cultural del mismo. Se realizaron dos presentaciones en escuela donde se resaltó el valor ambiental, cultural e histórico del nopal en nuestro País. Se empleo metodología expositiva y lluvia de ideas.

7.2.10. Elaboración de tecnologías alimentarias con nopal y su trasferencia

En colaboración con la estudiante de la Universidad Tecnológica del Suroeste del Estado de Guanajuato se desarrollaron tecnologías alimentarias con nopal como proyecto de estadias para ser transferidas a los habitantes de la microcuenca La Joya.

Se emplearon diferentes métodos de conservación de alimentos como la cocción, la deshidratación, el salado, la evaporación-concentración, cristalización, etc.

El estudiante preparó el material para transferir las tecnologías por medio de un curso de capacitación

7.2.11. Diseño e Integración de las Propuestas

Para la elaboración de las propuestas se consideraron las características físicas y socioeconómicas de la microcuenca, los resultados obtenidos de los puntos anteriores, la revisión de literatura, la asistencia a cursos y congresos, la consulta a expertos, el análisis de los programas gubernamentales que pudieran concurrir, además, se consideró la pertinencia de las mismas como tecnología apropiada.

Se realizó una investigación en diferentes medios tanto electrónicos como visitas para conocer el panorama del nopal a nivel regional y nacional. Se contactó con representantes del Gobierno Municipal (asesor municipal y de casa DIF), de la Secretaría de Agricultura en el Estado de Querétaro, y se contactó con el Consejo

de Promoción de Nopal y Tuna, así como con Fidel Mejía experto en nopal orgánico y miembro del Comité Mexicano del Nopal y Tuna en el área de producción orgánica, se investigó en los sitios dependencias oficiales como la SAGARPA, entre otras posibles fuentes de financiamiento para proyectos con nopal.

Las propuestas fueron desarrolladas a partir de diferentes circunstancias:

Atendiendo a la demanda de CONAFOR (reforestación), a las inquietudes de los habitantes que demanda (parcelas de nopal en traspato y transferencia de tecnologías alimentarias), a la aceptación y participación de los habitantes de la microcuenca en los proyectos de nopal, al abordaje de cuencas en el marco del CRCC y a las características biofísicas y socioeconómicas de la microcuenca.

7.2.12. El proceso participativo

Durante la investigación se trabajó con enfoque participativo tomando aspectos de la investigación acción participativa de manera flexible y adaptativa.

Uno de los fundamentos de la IAP es la búsqueda de la intervención social a través de la investigación. Su objetivo es encontrar respuestas a problemas de la comunidad o del colectivo social investigado, poniendo énfasis en la lógica de la acción. En este proceso, la investigación se concibe como un componente de la acción, es decir, se constituye en un instrumento de cambio para la comunidad.

Como metodología apta para diagnosticar, intervenir y evaluar los procesos socioculturales, pone énfasis en el protagonismo y el código cultural de los participantes, combinando una evaluación conjunta entre agentes de intervención y destinatarios. De este modo la IAP configura una espiral introspectiva de ciclos de planificación, acción, observación sistemática, reflexión, y replanificación que dan paso a nuevas observaciones y reflexiones. Mediante este ciclo de retroalimentación, se da oportunidad a los miembros de la comunidad o grupo social, para que expongan espontáneamente sus criterios e ideas y para que hagan un análisis crítico acerca de su situación. Bajo una dinámica de diálogo bien

orientado entre ellos mismos y los investigadores, profesionales o técnicos, la comunidad puede formular sus problemas y sus posibles estrategias futuras o soluciones. El papel de los agentes externos es fundamental en este proceso, porque ofrece un apoyo metodológico para la formulación de demandas y planes a seguir, de acuerdo a los medios existentes y a los probables recursos estatales que podrían obtenerse para la realización de proyectos concretos. Este aprendizaje puede contribuir al mejor control de los recursos internos y externos del grupo social en cuestión.

Ello denota uno de los ejes claves de la IAP: se orienta hacia la creación de grupos de reflexión autocríticos de personas que se implican en un proceso de investigación y de cambio social. Su carácter estrictamente participativo implica la colaboración de un mayor o menor número de personas conscientes y comprometidos en el cambio de sí mismo y de su realidad, aprovechando sus propias capacidades.

Por ello la IAP posibilita el empoderamiento de los grupos desde la práctica: es una manera intencional de dar poder a las personas para que puedan asumir acciones eficaces hacia el mejoramiento de sus condiciones de vida. Los supuestos que subyacen a este propósito dicen relación con el reconocimiento de que toda comunidad tiene suficiente capacidad para definir sus necesidades y tiene potencialidades (saberes, recursos humanos e intelectuales, etc.) para la decisión y ejecución de tareas encaminadas a su propio desarrollo.

El proceso de transformación social de la IAP suele encarnarse en pequeños grupos que trabajan por la mejora de sus propias prácticas y las de los demás, pero que van ampliando crecientemente sus logros: empieza modestamente, operando cambios que puedan ser llevados a cabo en ámbitos reducidos, pero que van buscando la expansión a la comunidad, y abarcando paulatinamente un mayor número de personas.

Desde este enfoque, cualquier acción exógena (intervención, investigación, organización) que persiga el desarrollo de un grupo social, debe suscitar la activa

participación de la comunidad en el análisis colectivo, ordenamiento de la información y en la utilización de que de ella puede hacerse. De este modo pueden establecerse relaciones entre los problemas individuales y colectivos, funcionales y estructurales, como parte de la búsqueda de soluciones colectivas. Con ello se pretende promover la producción colectiva del conocimiento rompiendo el monopolio del saber y la información, permitiendo que ambos se transformen en patrimonio de los grupos postergados.

Por último, cabe destacar la pertinencia de técnicas participativas en el diseño e implementación de las políticas de desarrollo, a fin de promover formas de negociación que sitúen en igualdad de poder a los grupos intervenidos y a los agentes de desarrollo, reconociendo a quienes "participan" como sujetos de derechos y deberes (no como meros receptores o beneficiarios) aptos para contribuir a la transformación social (Sohng, 1995)

VIII. RESULTADOS

8.1.- Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca

8.1.1 Ubicación y densidad de las especies de nopal por zona de cuenca por medio de transectos.

Los resultados de los puntos muestreados durante el transecto se concentran en el Cuadro 5, se observa que la densidad de los nopales de acuerdo a la altitud es variable, tanto entre zonas como inter zonas, sin embargo se aprecian valores mayores y más consistentes en cuanto a la presencia de nopales en la parte media de la microcuenca lo cual no ocurre en las otras dos zonas.




Cuadro 5. Densidad de los nopales por transectos en la microcuenca La Joya.

Punto	MSNM	Zona de cuenca	USV	No. Plantas de nopal	Nombre común	Toponimia	Densidad Nop/ha
1	2042.2	Baja	Agricultura temporal	20	Varios	La Joya	400
2	2136.6	Baja	Matorral crasicaule	0		Puerto del aire	0.0
3	2476.5	Media	Pastizal	4	Tapona	Puerto del aire	80
4	2494.2	Media	Pastizal	21 (19-2)	Tapona- Hartón	Puerto del aire	420
5	2511.6	Alta	Matorral crasicaule	5 (2-3)	Tapona-Hartón	El encino del águila	100
6	2620.4	Alta	Pastizal	0		El encino del águila	
7	2625.2	Alta	Pastizal	18	Tapona	El encino del águila	360
8	2590.5	Alta	Matorral crasicaule	2	Tapona	El encino del águila	40
9	2493	Media	Matorral carsicaue	22 (3-19)	Hartón-tapona	El encino del águila	440
10	2424.4	Media	Matorral crassicaule	11	Hartón -tapona	El Salero	220
11	2416.5	Media	Matorral crassicaule	3	Tapona	El Salero	60
12	2407.9	Baja	Matorral crasicaule	10	Hartón	El encino del águila	200
13	2363.7	Baja	Matorral crasicaule	5	Tapona	El Salero	100

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en campo

En el esquema del Cuadro 6 se describen las condiciones del nopal a lo largo de los transectos de acuerdo a las observaciones y comentarios realizados por los habitantes locales que acompañaron.

Cuadro 6. Observaciones de Transectos realizados en la microcuenca La Joya.

Z. de Cuenca	Especies	Densidad nop/ha	Observaciones
Cabecera 	<i>O. robusta</i> <i>O. streptacantha</i>	125	Nopales de poca altura, generalmente en grupos, escasos por que se los come el ganado, poco aprovechados para consumo humano debido a las espinas y semillas grandes en <i>robusta</i> . Mayor cantidad de robustas. No son manejados ni cuidados. Siempre han estado ahí.
Transición 	<i>O. robusta</i> , <i>O. streptacantha</i>	244	Nopales de diferentes alturas en general de poca altura, dispersos, sobresalen algunos hartones (<i>O. streptacantha</i>) por ser más altos que taponas (<i>O. robusta</i>). Mayor cantidad de robustas. No son manejados, ni cuidados, mayor aprovechamiento extractivo para consumo humano y animal
Emisión 	<i>Opuntia spp.</i>	175	Nopales de porte alto. Utilizados para cerca, son de los más aprovechados, más diversidad, de aquí cortan nopalitos y tunas para comer. Predominan artones (<i>O. streptacantha</i>), aunque hay otras especies. Se localizan principalmente en los límites de las milpas y en los caminos.

Fuente: Elaboración propias con observaciones de habitantes de la microcuenca.

Se observa que la mayor cantidad de nopales se localizan de manera natural en la parte media de la microcuenca (zona de transición) mientras que para las partes alta y baja los valores son menores.

En la parte media y alta predomina el nopal Taponas (*O. robusta*) y en la parte baja el nopal hartón (*O. streptacantha*) los cuales están ahí de manera natural o

silvestre como mencionaron los locales, sin embargo; en esta última zona, el nopal hartón también está siendo introducido para delimitar las parcelas y las unidades habitacionales.

No se encontraron nopaleras establecidas a lo largo del transecto. La densidad promedio del área recorrida es de 186.2 nopales/ ha, es decir aproximadamente dos nopales por cada 100 metros, lo cual es evidente dadas las condiciones de uso de suelo que presentan pérdida evidente de suelo y cobertura vegetal.

El tamaño y la edad de los nopales son variables, predominando plantas viejas en la parte baja, con alturas promedio de 2-4 m y plantas chaparras menores a dos metros en la parte alta y media.

8.1.2 Ubicación y densidad de las especies de nopal en la microcuenca por medio de muestreo aleatorio.

Los resultados de los 28 puntos muestreados al azar en la microcuenca se presentan en el Cuadro 7, en el cual se puede observar la cantidad de nopal y la densidad.

La densidad promedio de los nopales en la microcuenca es de 259 nop/ha con dominancia de la variedad tapón con el 84%, seguido de nopal hartón con 16%. Las densidades son muy variables y van desde cero hasta los 1000 nop/ha.

Los puntos comprenden las altitudes de 2290 msnm a los 2620, debido a que se consideraron las zonas de mayor influencia del hombre se encontró que en este rango de altitud se localizan los principales agostaderos, sin embargo al realizar las observaciones en campo se detectó que no solo están utilizando estas zonas como agostadero, sino que poco a poco los animales van ascendiendo en busca de alimento debido a la escasa cobertura vegetal de estas zonas y en general en la microcuenca.

Cuadro 7. Densidades del nopal en la microcuenca La Joya.

ID	Y_PROJ	X_PROJ	ALTITUD	TOPONIMIA	NO NOPAL	TAPONA	ARTON	DENSIDAD nop/ha
013	2302779.17818470	338876.54169583	2424.00	P del Aire	0	0	0	0
019	2302790.29187331	339030.53028515	2494.00	P del Aire	21	19	2	420
022	2302661.78236267	338983.65629777	2476.00	P del Aire	4	4	0	80
027	2301490.44307370	339090.25429156	2368.00	El Salero	11	0	11	220
032	2301490.07264594	339090.20701782	2369.00	El Salero	3	3	0	60
036	2301972.50725484	339087.99170355	2415.00	El Encino del Aguila	5	5	0	100
067	2303376.54437781	338478.58370129	2620.00	El Encino del Aguila	18	18	0	360
071	2303364.22207751	338478.48269757	2620.00	El Encino del Aguila	0	0	0	0
075	2303401.97717759	338276.75782501	2591.00	El Encino del Aguila	2	2	0	40
076	2303402.09007989	338276.64545702	2590.00	El Encino del Aguila	5	3	2	100
079	2303325.27445005	338130.20224842	2512.00	El Encino del Aguila	22	19	3	440
080	2303295.01834372	338115.26996202	2493.00	El Encino del Aguila	10	0	10	200
062	2302152.08180532	338920.30448454	2397.00	Loma de Don Marcelo	0	0	0	0
063	2302113.97078538	338870.94656652	2394.00	Loma de Don Marcelo	10	10	0	200
073	2300311.24465866	338538.72843502	2310.00		5	5	0	100
080	2300229.89240403	338352.26871342	2317.00		15	15	0	300
081	2300305.41394189	338345.13345447	2310.00	Por la Capilla	0	0	0	0
091	2300711.58549209	338427.19386583	2290.00	Loma del Encino	40	40	0	800
096	2301285.79328353	338305.84000504	2351.00	La Loma	4	4	0	80
098	2301245.01258612	338306.44131972	2350.00		50	50	0	1000
099	2301258.27637721	338304.19556509	2349.00		8	8	0	160
101	2301191.51382078	338385.51342755	2347.00		10	10	0	200
102	2301163.79304531	338359.74134643	2337.00		15	15	0	300
105	2300560.05306863	338477.71699173	2301.00		20	20	0	400
116	2300507.49054171	338666.25351684	2343.00		15	15	0	300
117	2300493.21903473	338662.31232734	2346.00		30	7	23	600
144	2299740.22909311	338654.63255452	2407.00	El Hoyo	30	23	7	600
147	2299596.39833543	338650.34521277	2448.00		10	10	0	200
				Total	363	305	58	7260
					%	84.02204	15.97796	
					Densidad			259.2857143

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo.

La clasificación de los datos se realizó atendiendo a dos factores principales: las zonas de cuenca y el uso de suelo y vegetación.

Por zona de microcuenca.- Se obtuvo el mapa con los puntos de muestreo (Figura 12) y la densidad por zonas de la microcuenca.

Los puntos de muestreo abarcaron diferentes altitudes de la microcuenca. Se encontró que la mayor densidad (284 nop/ha) se presenta en la zona baja con valores muy similares a los obtenidos para la zona media (277 nop/ha) mientras que en la parte alta hay menor cantidad de nopales.

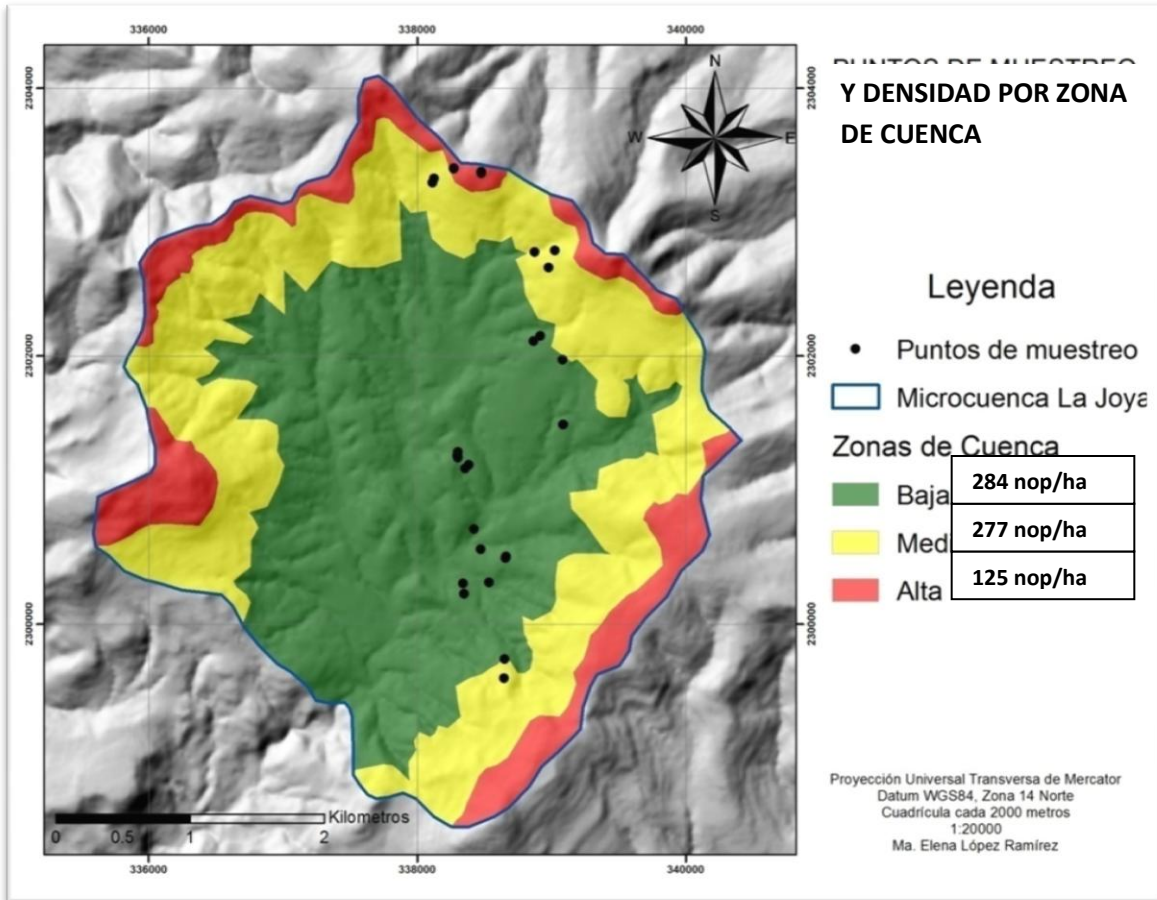


Figura 12. Puntos de muestreo y densidad de los nopales en la microcuenca La Joya de acuerdo a las zonas. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2005).

En lo que se refiere a las especies de nopal en las tres zonas predomina el nopal tapona (*O. robusta*) en mayor proporción que nopal hartón (*O. streptacantha*), proporción que disminuye conforme desciende la altitud (Cuadro 8).

Cuadro 8. Densidad de nopales por zona en la microcuenca La Joya.

ZONA	SUPERFICIE HAS	ALTITUD MSNM	NO_NOPAL	NO. TAPONA	NO HARTON	DENSIDAD NOP/HA
ZONA ALTA	207.7	2590-2620	25	23	2	125
ZONA MEDIA	594.0	2448-2512	97	75	22	277
ZONA BAJA	790.5	2317-2448	241	171	70	284

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en campo.

Esta disminución probablemente se debe a que a la adaptación de *O. tapona* a condiciones más agresivas, sobre todo de temperatura y a la introducción de (*O. streptacantha*) en la parte baja.

Del mismo cuadro se observa que la zona baja ocupa la mayor superficie de la microcuenca mientras que la zona alta abarca la menor superficie de acuerdo a la clasificación por zonas de altitud.

Por uso de suelo y vegetación.- Se realizó el mapa de uso de suelo y vegetación con los puntos de muestreo. La clasificación abarca 11 tipos de usos de suelo y vegetación, esta diversidad de uso presenta mucha heterogeneidad en toda la superficie de la microcuenca. Como puede observarse no hay una secuencia en los usos de acuerdo a la altitud (Figura 13).

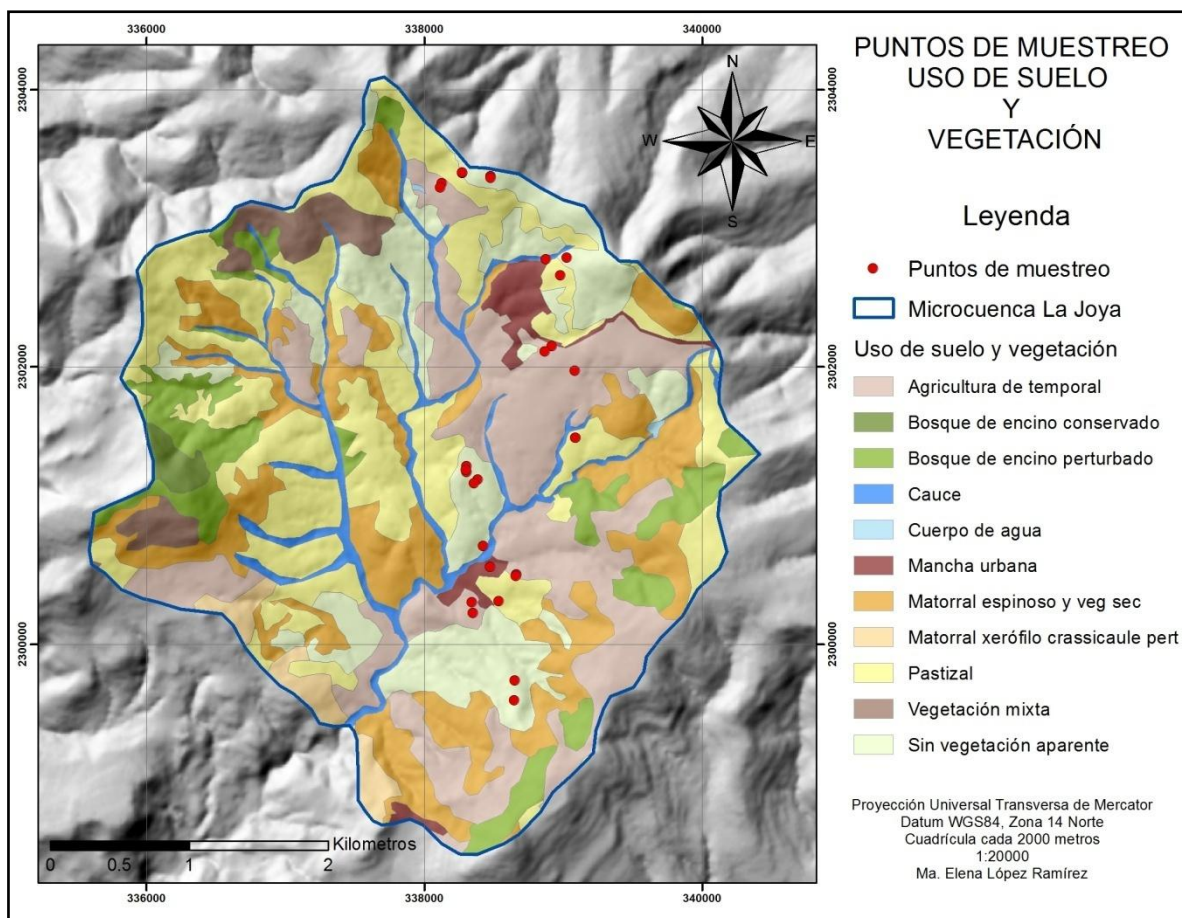


Figura 13. Mapa de uso de suelo y su distribución y la densidad. Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI (2005).

Se observan pequeños manchones de encino (*Quercus spp.*) tanto conservado como perturbado, sobresalen las áreas utilizadas para agricultura de temporal así como los pastizales que están dispersos y grandes áreas sin vegetación aparente. La distribución de los puntos y el tipo de vegetación en que se ubican da cuenta de la influencia humana toda la zona de la microcuenca sobre todo en los sitios cercanos a cuerpos de agua.

La clasificación de acuerdo al uso de suelo muestra que la mayor densidad de nopales se encuentra en la zona urbana de acuerdo al cuadro 9, mientras que el segundo valor más alto corresponde a los sitios sin vegetación aparente.

La mayor densidad de nopales en la mancha urbana, probablemente tenga que ver con el establecimiento de las casas en lugares próximos a los cauces de aguas, pero con vegetación, en este caso, los nopales, de manera que estos sigan existiendo hasta la fecha en la proximidad de las casas y en los caminos.

En la zona sin vegetación aparente se obtuvo, el segundo valor más alto de densidad, en campo se observó esta situación al encontrar nopales rodeados de vegetación en sitios con suelo desnudo. Esto nos muestra una fortaleza para el empleo del nopal en las zonas que carecen de cobertura vegetal.

Es importante destacar que hay mucha diferencia de superficie entre estos dos usos de suelo, mientras que la mancha urbana comprende una superficie de 33.6 has., las zonas sin vegetación aparente abarca 231.4 has.

Cuadro 9. Densidad de los nopales de acuerdo al uso de suelo en la microcuenca La Joya.

USV	SUP HA	NO_NOPAL	NO. TAPONA	NO. HARTON	DENSIDAD NOP/HA
Ag Temporal	345.9	12	8	4	238
Cauces	76.4	0.0	0.0	0.0	0
Mancha Urb	33.6	20.0	20.0	0.0	400
Pastizal	384.3	6	3.0	3.0	115
Sin Veg Apar	231.4	16	15.0	1.0	328

Fuente: Elaboración propia

Los nopales de mayor presencia en los diferentes usos de suelo y vegetación son el nopal tapón (*O. robusta*) tanto en la mancha urbana como en áreas sin vegetación aparente, mientras que en los pastizales y agricultura de temporal la relación entre Tapón y Hartón (*O. robusta* y *O. streptacantha*) se hace más pareja con relación 1:1 en el primero y de 2:1 respectivamente (anexo 7).

8.1.3 Densidad de las especies de nopal en las parcelas de traspatio

En promedio en las casas las personas llegan a tener hasta 20 plantas por unidad habitacional (Cuadro 10). En espacios muy reducidos se presentan altas densidades como en las casas de Salvador y María que tienen los valores más altos.

Cuadro 10. Densidad de los nopales en las nopaleras de traspatio

Unidad Hab	Propietario	USV	Superficie	No. Nopales	Densidad Nop/ha
1	Alejo	Asentam H	198.7	10	503.3
2	Javiera	Asentam H	1000	24	240.0
3	María	Asentam H	18	2	1111.1
4	Salvador	Asentam H	10	6	6000.0
5	Guadalupe	Asentam H	300	24	800.0
6	Antonio	Asentam H	1200	62	516.7
7	Casimiro	Asentam H	240.5	15	623.7
Promedio			423.9	20.4	1399

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por habitantes de la microcuenca.

Las casas generalmente tienen una nopalera de forma irregular, la cual puede ser cuadrada, rectangular o trapezoidal. En ocasiones describe una hilera y en otras la distribución de los nopales es irregular.

Los nombres comunes encontrados durante este muestreo se muestran en la Figura 14. El porcentaje de los nopales, encontrados de acuerdo a su nombre común se distribuyen en los traspacios de la siguiente manera: el nopal Pelón Manso es el de mayor presencia en las nopaleras o huertas de traspatio, le siguen el nopal Camuesa, nopal hartón, nopal y chamacuero con el 43, 13, 9 y 9 %

respectivamente. Los demás tienen porcentajes menores como el Xoconostle que abarca el 5% de los nopales en el traspatio.

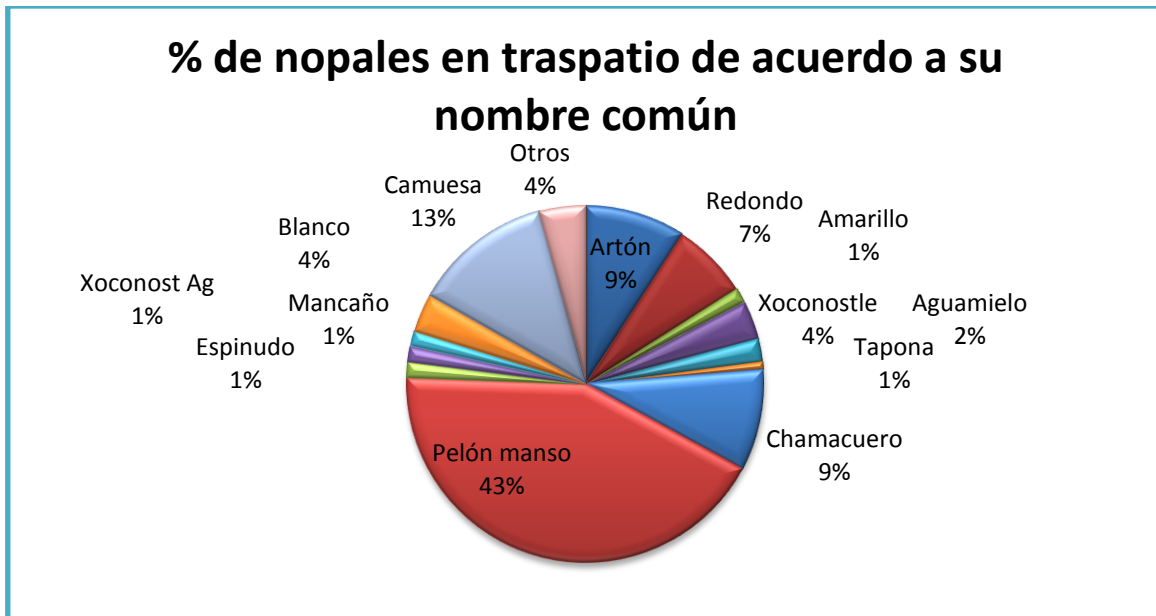


Figura 14. Nombres comunes de los nopales localizados en las unidades habitacionales y su % en las nopaleras de traspatio. Fuente: Elaboración propia con datos tomados en campo.

Esta diversidad de nopales se debe probablemente a la introducción que los propios habitantes de la microcuenca han realizado con pencas de nopal provenientes de otros lugares y del cerro hacia sus nopaleras. Además, tanto la presencia de nopal pelón manso como de nopal amarillo obedece a los remanentes de nopal que fueron proporcionados como parte de un programa que hubo durante la época del Comisariado ejidal el Sr. Salvador Campos, el programa consistió en sembrar nopales en el cerro llamado “El Potrerito” pero que no funcionó por que el ganado no lo dejó debido a que no hubo control en el manejo de los animales y éstos terminaron comiéndose toda la penca todo el nopal que se había plantado comenta Salvador.

Comparando las densidades

Comparando los resultados obtenidos por transecto y muestreo aleatorio por zonas de la microcuenca, las densidades son similares para la parte alta y la parte media, 125-125 y 244-277 respectivamente. (Sin que estos datos provengan de un

tratamiento estadístico, se observa diferenciación entre las zonas comparando el factor de muestreo). Se encontraron diferencias de densidad para la parte baja entre las dos metodologías.

Para las dos formas de muestreo se observa diferencia de densidades por zona de microcuencia.

Las densidades de nopal en las parcelas de traspatio son altas si se comparan con los resultados obtenidos para la parte baja por transecto y muestreo aleatorio.

8.2 Identificación de las especies de nopal en la microcuencia

Las observaciones a los caracteres realizadas en campo describen en general plantas con tallos discoideos, de fruto carnoso, arbustivo o arbóreo, con artículos que no se desprenden fácilmente con aréolas grandes y distantes, de fruto grande, con espinas cuando presentes de color blanco.

A partir de ahí, se encontraron tres con epidermis tomentosa con espinas aciculares, correspondiente a la serie XII y las otras 22 con epidermis glabra, con aréolas sin pelos y cuando presenta son de 1 a 2.

Las claves de las series se concentraron en el Cuadro 11.

Los caracteres de los especímenes las ubican en las cuatro series que se describen a continuación.

Serie XII *Tomentosae*

Plantas arborescentes, artículos planos, pubescentes, persistentes. Espinas, en caso de haberlas, blancas

Serie XV *Ficus-indicae*

Plantas arborescentes, generalmente con artículos grandes. *Espinas* ausentes o escasas; cuando presentes, pequeñas y blancas. *Flores* grandes, comúnmente amarillas o anaranjadas. Son plantas cultivadas desde épocas prehistóricas, originadas, quizá, de especies que forman la serie *Streptacanthae*. Presentan

numerosas variedades y formas que son cultivadas por sus frutos y pencas comestibles, así como también por el uso forrajero de sus pencas sin espinas.

Serie XVI *Streptacanthae*

Arborescentes, ramosas. Artículos glabros, verdes. Espinas blancas o ligeramente amarillentas, aciculares o subuladas. Flores amarillas grandes, hasta anaranjadas; fruto carnoso.

Serie XVII. *Robustae*

Plantas grandes con tronco más o menos bien definido. Artículos grandes color verde azulado. Espinas blancas o amarillentas.

Una vez identificadas las series, se ubicó la especie dentro de las mismas atendiendo las claves de las especies propuestas por la misma autora como son el color de espina, el tamaño de la raqueta y fruto, la presencia y ausencia de semillas y cerdas o pelos, entre otros.

La mayor diversidad de especies pertenece a la serie XVI *Streptacanthae*, con 4 especies y 19 especímenes de los 25 muestreados, lo que corresponde al 76%. La especie de más presencia de esta serie es la *O. streptacantha* con 8 variedades en 10 muestras. Le siguen *O. megacantha* con 4 muestras e igual número de variedades y *O. joconostle* con 4 muestras y una variedad. También se encontró dentro de esta serie la especie *O. lasiacantha* con una variedad.

Cuadro 11. Claves dicotómicas de las series de Bravo (1978) con los caracteres para su identificación.

CLAVES DE LAS SERIES (Bravo-Hollis, 1978)		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25
AA	Tallos Discoideos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BB	Fruto Carnoso	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CC	Especies post, arbs o arbs, art no se desp	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DD	Especies arbs o arbs, a v posts, areólas gy d	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
EE	Fruto grande	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
FF	Espinas cuando pres blancas, esp general arb.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G	Epidermis tomentosa		x											x			x									
H	Espinas cuando presentes aciculares		x											x			x									
HH	Espinas Setosas, flexibles																									
GG	Epidermis Glabra	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
H	Aréolas con pelos lar más o menos un																									
HH	Aréolas sin pelos, a veces 1 o 2	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
I	Plantas Arbóreas; artículos verdes	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
J	Sin Espinas o con espinas cort y esc									x																
JJ	Con Espinas	x		x	x		x	x	x		x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
II	Plantas Arbs, artículos azulados					x											x									

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la observación de los caracteres de los especímenes.

Las especies se registraron para cada espécimen y se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Especies encontradas en la microcuenca La Joya

CLAVE SERIE	SERIE	ESPECIES	MUESTRAS	NOMBRE COMÚN
XII	<i>Tomentosae</i>	<i>O. tomentosa</i>	J2, J13, J16,	Peludito, chamacuero, meca
XV	<i>Ficus-indicae</i>	<i>O.ficus indica</i>	J9,	Verdulero
XVI	<i>Streptacantae</i>	<i>O. streptacantha</i>	J3, J4, J6,	Hartón, s/identificar, Hartón
			J11, 17, J18, J20,	Amarillo, Mancaño, Sotoleño, Agridulce
			J22, J23, J24	Aguamielo, Redondo, Hartón
		<i>O. joconostle</i>	J1, J8, J14, J21	Xoconostle, (4)
		<i>O. lasiacanthha</i>	J12,	Negríto
		<i>O. megacantha</i>	J7, J10, J19	Blanco, apastillado, blanco cardón grande
			J25	Blanco cardón chico
XVII	<i>Robustae</i>	<i>O. robusta</i>	J5, J15,	Tapón (2)

Fuente: Elaboración propia

La descripción las especies de acuerdo a las observaciones realizadas en campo (**OC**), y la descripción de acuerdo a Bravo, (1978) (**DB**) es la siguiente:

Especies de Serie *Tomentosae*

Especie: *Opuntia tomentosa*. **OC**: Corresponden las claves J2, J13 y 16 llamado peludito, chamacuero y meco, corresponde a la misma variedad. Es una planta arborescente de aproximadamente 2 m. de alto, de tronco delgado de aproximadamente 15 cm de diámetro, de apariencia aterciolada blanca en los cladodios y en el fruto, con espinas blancas. Cladodios delgados de 19.2 cm de largo y 9.3 cm de ancho. Fruto pequeño ovalado. **DB**: Arborescente de 3 a 5 m de altura. Tronco lisos de 10 a 30 cm de diámetro. Ramas abundantes formando una copa amplia. Artículos oblongos hasta angostamente obovados, de 10 a 60 cm de longitud, con pubescencia aterciopelada, algo tuberculados cuando jóvenes. Aréolas más bien pequeñas, con glóquidas amarillas. Espinas generalmente ausentes, cuando las hay son 1 a 3, amarillentas. Flores anaranjadas, de 4 a 5 cm de longitud; filamentos blancos o con tinte rosa; estilo carmín oscuro, más largo que los estambres; lóbulos del estigma 5 o 6, blancos. Fruto ovoide, rojo. Semillas de 4 mm de ancho.

Especies de Serie *Ficus-indicae*

Especie: *Opuntia ficus indica*. **OC:** Corresponde la clave: J9, es una planta arborescente de aproximadamente 2 m. de altura, de tronco grueso. Llamado nopal verdulero por los habitantes de la microcuenca, este nopal es de pencas grandes de 32.2 cm de largo, sin espinas. Frutos grandes de 7 y 9 cm de largo de color amarillo de pocas semillas. **DB** *Arborescentes*, de 3 a 5 m de alto o más. Tronco leñoso bien definido de 60 cm a 1.50 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro. *Artículos* oblongos hasta largamente obovados, de 30 a 60 cm de largo y 20 a 40 cm de ancho y 1.9 a 2.8 cm de grueso, color verde opaco; integran ramas de varios artículos que forman una copa muy ramosa. *Aréolas* distantes separadas entre sí como 2 a 5 cm, pequeñas, angostamente elípticas, de 2 a 4.5 mm de largo, 3 mm de ancho. *Espinas* casi siempre ausentes, cuando existen son escasas y pequeñas; glóquidas más o menos numerosas, amarillas, caducas. *Flores* de 7 a 10 cm de diámetro y como de 6 a 8 cm de largo; segmentos exteriores del perianto ovados hasta ampliamente cuneados, obovados, agudos hasta truncados, enteros, mucronados o denticulados, amarillos con la porción media rojiza o verdosa; segmentos interiores del perianto angostamente obovados hasta angostamente cuneados, truncados hasta redondeados, enteros, mucronados o denticulados, amarillos hasta anaranjados; pericarpelo con algunas espinas pequeñas, caducas. *Fruto* oval, de 5 a 10 cm de largo y 4 a 8 cm de diámetro, amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo, con abundante pulpa carnosa, algo umbilicado.

Especies de la Serie *Streptacanthae*

Especie: *O. streptacantha*. **OC:** Corresponden las claves J3, J4, J6, J11, J17, J18, J20, J22, J23 Y J24. Es una planta arborescente de alturas de 1-2 m en el cerro, pero con alturas de hasta 4 metros en las unidades habitacionales. Parecen árboles con copa definida, con tronco muy grueso lignificado. Tienen varias espinas de color blanco. Fruto pequeño de aproximadamente 5 cm. de largo, flores anaranjadas. Las tunas son muy apreciadas. Frutos rojos excepto en amarillo y agridulce, este último con fruto rosado menos dulce en comparación con

las demás variedades. Hartón, mancaño, sotoleño y amarillo tienen fruto ovalado, mientras que agridulce, aguamielo y redondo tienen frutos redondos. Las medidas de los cladodios se presentan en la tabla 13. **DB:** Arborescente, muy ramosa, hasta como de 5 m de altura. Tronco bien definido a veces como de 45 cm de diámetro. Artículos obovados hasta orbiculares, de 25 a 30 cm de longitud, color verde oscuro. Aréolas pequeñas, cercanas entre sí para este grupo. Espinas numerosas, extendidas, en ocasiones algunas de ellas algo adpresas, blancas; glóquidas color café rojizo, muy cortas. Flores de 7 a 9 cm de ancho, amarillas hasta anaranjadas; sépalos rojizos; filamentos verdosos o rojizos; lóbulos del estigma 8 a 12, verdes. Fruto globoso, de 5 cm de diámetro, rojo oscuro o a veces amarillento, en ambos casos por fuera y por dentro.

Especie: *Opuntia joconostle*. **OC:** Observaciones de campo: Corresponden las claves J1, J8, J14 y J21. Son plantas arborescentes de aproximadamente 1.5 m de altura, con pencas redondeadas pequeñas entre 16.3 y 20 cm de largo y 13 y 16 cm de ancho de apariencia grisácea. Frutos de aproximadamente 5 cm para el xoconostle que llaman agrio y 7 cm para el xoconostle llamado de castilla. **DB:** *Arborescente* de 2 a 3 m de altura, con tronco bien definido, como de 20 cm de diámetro, grisáceo; ramificación abundante. *Artículos* pequeños, ovales, con epidermis glabra, de color verde claro ligeramente amarillento. *Espinas* blancas, de longitud desigual. *Flor* amarilla. *Fruto* subgloboso, como de 2 cm de diámetro, de pulpa acida rosada, ligeramente perfumada.

Especie: *Opuntia lasiacantha*. **OC:** Observaciones de campo. Corresponden la clave J12. Es una planta arborescente de tronco lignificado. Llamado negrito de pencas gruesas con relación al tamaño que es de 25.7 cm de largo por 12.1 cm de ancho, con muchas espinas pequeñas (glóquidas), tiene flores anaranjadas. **DB:** *Arborescente*. *Tronco* más o menos bien definido. *Artículos* obovados hasta oblongos, de 20 a 30 cm de longitud. *Aréolas* pequeñas, distantes entre sí de 2 a 3 cm con numerosas glóquidas amarillentas hasta cafés. *Espinas* 1 a 3, aciculares, blancas, de 2 a 4 cm de longitud, extendidas, la inferior más larga. *Flores* grandes,

amarillas o anaranjadas, de 6 a 8 cm de ancho; ovario con largas cerdas cafés, caducas; estilo rosado, lóbulos del estigma color verde pálido.

Especie: *Opuntia megacantha*. **OC:** Corresponden las claves J17, J10, J19 y J22. Llamados blanco, apastillado, blanco cardón grande y blanco cardón chico. Son plantas altas de 2 o más metros de altura, de pencas y frutos grandes de color rojo o blanco de aproximadamente 9 cm, excepto por cardón blanco chico que tiene fruto de 6 cm. **DB:** *Plantas* altas, de 4 a 5 m de alto o más, con tronco leñoso más o menos definido. *Artículos* grandes, obovados hasta oblongos, a menudo oblicuos, como de 40 a 60 cm de largo o más, color verde ligeramente glauco. *Hojas* pequeñas, como de 3 mm de largo, verdes o purpúreas. *Aréolas* más bien pequeñas, en los artículos grandes distantes entre sí 4 a 5 cm, cuando jóvenes con tomento café. *Espinas* aplanadas blancas, generalmente 1 a 5, ligeramente extendidas; a veces casi porrectas, por lo común de 2 a 3 cm de largo, a veces escasas y confinadas a las aréolas superiores; glóquidas escasas, amarillas, caducas; a veces vuelven a crecer en los artículos viejos. *Flores* amarillas hasta anaranjadas, como de 8 cm de ancho; ovario obovoíde, con o sin espinas. *Fruto* de 7 a 8 cm de largo.

Especies de la Serie *Robustae*

Especie: *Opuntia robusta*. **OC:** Es una planta de tipo arbustivo, chaparras de aproximadamente 1m de altura en el cerro y un poco más altas en la zona de asentamiento humano, de pencas grandes azuladas, redondas con espinas muy grandes de 5 cm, las pencas son muy gruesa de manera uniforme en todas las partes. Su flor es grande, amarilla. Fruto grande, redondo, aglobado, de aproximadamente 6 cm de diámetro con semillas grandes, el color de su pulpa es rojo-púrpura muy intenso si se compara con las demás especies citadas. Los nopalitos presentan una coloración púrpura en la epidermis. **DB:** *Planta* arbustiva, muy ramificada, de 1 a 2 m de altura, tronco más o menos bien definido; ramas como de 1.5 m de largo. *Artículos* orbiculares o algo oblongos hasta obovados de 15 a 40 cm de longitud o más, muy robustos, muy gruesos de 1.5 a 2.5 cm de espesor, color verde azulado claro, glauco. *Aréolas* distantes entre sí 4 a 5.5 cm,

variables en tamaño, ovadas, más elevadas en las partes inferiores del artículo, glóquidas numerosas, amarillentas a morenas; hojas cortamente cónicas en los artículos jóvenes. *Espinas* vigorosas, 2 a 12, como de 5 cm de longitud, generalmente ausentes en una de las variedades, siempre presentes en las demás blancas, con la base castaña o amarillenta. *Flores* grandes, amarillas, de 5 a 7 cm de longitud, lóbulos del estigma verdes. *Fruto* anchamente subgloboso, globoso o elíptico, al principio con aspecto más o menos tuberculado que le dan los podarios elongados, areolas con abundantes glóquidas amarillas grandes, de 4 a 8 cm de longitud, verde amarillento a purpurino. Las medidas que se registraron para las raquetas de las diferentes claves se presentan en el Cuadro 13.

En general la diversidad de especies de nopal en la microcuenca corresponde en mayoría a especies arbóreas de frutos rojos.

Los caracteres descritos en campo corresponden a la descripción de las especies realizada por Bravo (1978), las diferencias que se encontraron se refieren a los tamaños, que en el caso de las especies de la microcuenca, son ligeramente menores a los descritos por el autor.

Las mismas especies localizadas en el cerro, respecto a la altura de la planta presentaban tamaños menores que sus homólogos encontrados en las casas.

Las especies de *O. tomentosa* corresponden a una sola variedad pero con tres nombres comunes diferentes, de la serie *Ficus-indicae* se identificó una especie: *O. ficus-indica* conocida como nopal verdulero. Las especies de la serie *Streptacanthae* se encuentran tanto en el cerro como en las casas, encontrándose en los primeros la especie *O. streptacantha* (nombre común hartón) y en las casas *O. Streptacantha* con diversas variedades (conocidos con nombre común como artón, amarillo, mancaño, sotoleño, agridulce, aguamielo, redondo y uno sin identificar, todos de características diferentes, de estos el más frecuente el nopal artón) *O. Joconostle* se encontró tanto en el cerro como en las casas con dos variedades sin identificar, *O. lasiacantha* con una y *O. megacantha*, con cuatro variedades sin identificar.

Cuadro 13. Medidas de las raquetas de los especímenes identificados por su nombre común

CLAVE DE LA MUESTRA	NOMBRE COMUN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	Grosor (cm)		
				PUNTA	BASE	P MEDIA
J1	XOCONOXLE	20	16	1.8	2.8	1.6
J2	PELUDITO	21.7	11.5	1.2	2.7	1.4
J3	HARTÓN	28	22.4	2.3	3.8	2.3
J4	NOPAL	20.4	13.2	0.7	2.2	1.3
J5	TAPONA	22	22.5	1.7	3.6	1.5
J6	HARTON	24.5	18.3	1.5	3.2	2.1
J7	BLANCO	32.9	19.7	1.8	3	1.8
J8	XOCONOXLE	16.3	13	1.3	2	1.8
J9	VERDULERO	32.2	15.3	2	3.4	2
J10	APASTILLADO	29.8	22	1.8	3.3	2.5
J11	AMARILLO	32	19.3	1.7	3.5	1.4
J12	NEGRITO	25.7	12.1	1.6	3.3	1.8
J13	CHAMACUERO	19.2	9.3	1.2	2.6	1.4
J14	XOCONOXLE	18	15	1.05	2	1.1
J15	TAPONA	25	19.8	3.5	5.1	3.3
J16	MECA	22	12	1.5	3.2	0.8
J17	MANCAÑO	18	14	1.7	3.2	1.3
J18	SOTOLEÑO	28.7	17	2.1	4.2	1.1
J19	BLANCO	26.5	16	1	4.2	1
J20	AGRIDULCE	25	23	1.3	3	1.3
J21	XOCONOSTLE AGRIO	19.5	6.4	0.8	2.5	0.8
J22	AGUAMIELO	32	16.5	1.4	3.5	1.4
J23	REDONDO	29	18.5	2	3.5	3
J24	HARTÓN	31.7	21	2.5	4	2.5
J25	BLANC CARDON CHICO	25.6	14	1	1.8	1

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo.

En general la diversidad de especies de nopal en la microcuenca corresponde en mayoría a especies arbóreas de frutos rojos.

Los caracteres descritos en campo corresponden a la descripción de las especies realizada por Bravo (1978), las diferencias que se encontraron se refieren a los

tamaños, que en el caso de las especies de la microcuenca, son ligeramente menores a los descritos por el autor.

Las mismas especies localizadas en el cerro, respecto a la altura de la planta presentaban tamaños menores que sus homólogos encontrados en las casas.

Las especies de *O. tomentosa* corresponden a una sola variedad pero con tres nombres comunes diferentes, de la serie Ficus-indicae se identificó una especie: *O. ficus-indica* conocida como nopal verdulero. Las especies de la serie Streptacanthae se encuentran tanto en el cerro como en las casas, encontrándose en los primeros la especie *O. streptacantha* (nombre común hartón) y en las casas *O. Streptacantha* con diversas variedades (conocidos con nombre común como artón, amarillo, mancaño, sotoleño, agridulce, aguamielo, redondo y uno sin identificar, todos de características diferentes, de estos el más frecuente el nopal artón) *O. Joconostle* se encontró tanto en el cerro como en las casas con dos variedades sin identificar, *O. lasiacantha* con una y *O. megacantha*, con cuatro variedades sin identificar.

La serie *Robustae* está presente principalmente de manera silvestre, pero también se encuentra presente en las casas con una sola especie (*O. robusta*).

Se concentro la información en una tabla cuyo contenido da cuenta de la ubicación de los especímenes, su nombre común y la serie y nombre científico entre otros (Anexo 8). Se entregó esta información Herbario QMEX, de La UAQ.

8.3 El balance hídrico de la microcuenca La Joya

Los datos obtenidos de temperatura (T) y precipitación (P) mensuales interpoladas para las estaciones seleccionadas se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Temperatura y precipitación interpoladas.

Nombre	clave	altitud	X	Y	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Tanual °C
La Joya	22041	2400	338644	2300905	10.1	10.8	12.4	14.5	15.9	15.4	13.9	13.8	13.2	12.7	11.7	10.8	12.9
Presa Jalpa	11122	2040	331667	2297283	6.5	7.5	10.2	13.2	15.6	16.4	15.6	15.3	14.6	12.3	9.6	7.5	12.0
Charape Iturbide	11144	2200	352621	2311847	10.1	11.4	14.0	15.7	17.0	16.8	15.6	15.7	15.4	13.8	12.3	10.4	14.0
Nombre	clave	altitud	X	Y	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Panual mm
La Joya	22041	2400	338644	2300905	16.0	10.5	8.2	17.1	43.4	118.7	136.4	102.9	72.3	38.6	10.1	13.8	588.1
Presa Jalpa	11122	2040	331667	2297283	16.8	7.1	6.0	15.6	38.1	111.4	149.5	110.5	99.2	48.2	11.8	6.3	620.5
Charape Iturbide	11144	2200	352621	2311847	11.1	9.8	3.2	16.8	29.5	62.7	80.3	63.7	61.8	27.1	10.0	3.8	379.8

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los valores de todos los factores involucrados en el balance hídrico, se concentraron en la siguiente tabla (Cuadro 15):

Cuadro 15. Balance hídrico de la microcuenca La Joya

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	Jul	ago	Sep	oct	nov	dic	anual
Temperatura °C	8.9	9.9	12.2	14.5	16.2	16.2	15.0	15.0	14.4	12.9	11.2	9.6	13.00
Precipitación mm	14.6	9.1	5.8	16.5	37.0	97.6	122.1	92.4	77.8	38.0	10.6	8.0	529.46
Evapotranspiración potencial mm	35.6	36.5	51.4	64.3	77.7	74.3	67.0	64.3	56.0	51.8	42.6	38.6	660.1
Evapotranspiración actual mm	27.9	24.9	29.2	36.5	55.2	74.3	67.0	64.3	56.0	50.1	34.4	30.1	549.9
Humedad en el suelo mm	157.3	142.7	121.5	102.0	89.8	221.3	221.3	221.3	221.3	210.2	186.0	169.2	172.0
Diferencia de humedad en el suelo mm	-11.9	-14.6	-21.2	-19.4	-12.2	131.5	0.0	0.0	0.0	-11.1	-24.2	-16.8	0.0
Déficit de humedad en el suelo mm	7.7	11.6	22.2	27.9	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	8.2	8.5	110.2
Infiltración mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5	34.8	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2
Escurrecimiento Mm	1.7	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	34.8	36.7	27.2	13.6	6.8	3.4	126.0

Fuente: Elaboración propia

Considerado que el primer mes posterior a la temporada de lluvias en que el valor promedio de ETP es superior al promedio de precipitación marca el inicio del año hidrológico para el balance, se obtuvo o se deduce que el mes de octubre es el mes con el cual inicia el ciclo hidrológico en la microcuenca La Joya.

De acuerdo a los datos del Balance hídrico de La microcuenca La Joya, esta presenta un déficit de humedad durante todo el ciclo hidrológico de 110.2 mm anuales. En el mapa de la Figura 15 se observan que en las zonas cercanas a los escurrimientos principales y en las de asentamiento humano (las dos Localidades) se presentan los valores más altos de este parámetro. El menor déficit de humedad ocurre en las partes altas de la microcuenca

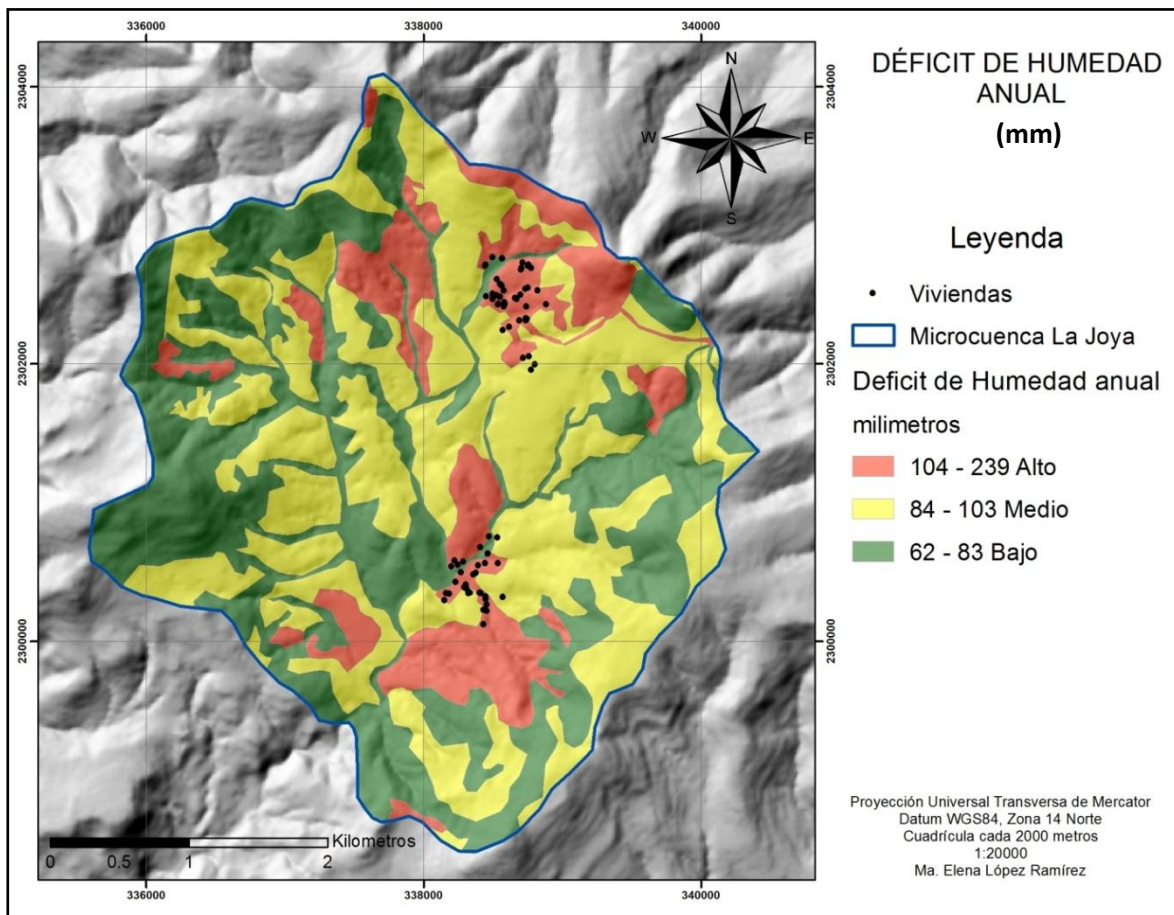


Figura 15. Mapa de déficit de humedad anual para la microcuenca La Joya.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la mayor superficie de la microcuenca presenta un déficit intermedio de acuerdo a la categoría de la clasificación en este mapa, sin embargo; este factor está presente en toda la microcuenca como un factor adverso.

El escurrimiento anual es de 126 mm. En el mapa de la figura 16 se pueden

apreciar las zonas de escurrimiento donde el valor es muy similar en todas las zonas de la microcuenca, aunque se aprecia un valor ligeramente mayor hacia la zona oeste hacia el sur debido probablemente a la pérdida de cobertura vegetal y a la pendiente, sin embargo; no hay mucha diferencia entre este valor y el valor menor de escurrimiento que se observa en la zona alta en la parte norte de la microcuenca. Este comportamiento es acorde con las características de la microcuenca y va de todas las parte altas hacia la zona de emisión donde disminuye su valor.

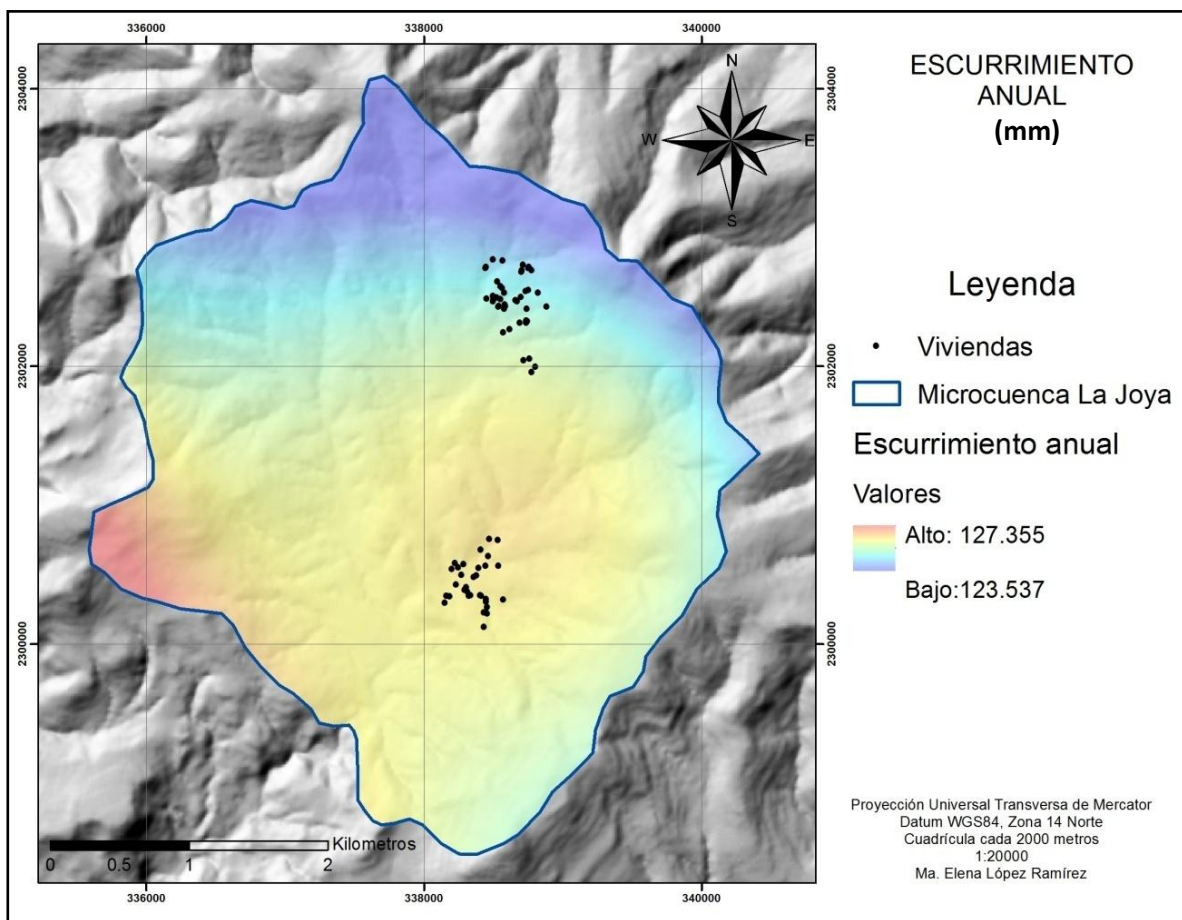


Figura 16. Mapa de Ecurrimiento anual en la Microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

La infiltración ocurre solo durante los meses de junio y julio a razón de 80.2 mm en total siendo el escurrimiento anual igual de 126 mm. Las zonas de mayor infiltración se presentan en el mapa de la figura 17. Aún cuando la diferencia entre los valores altos y bajos de infiltración no es significativa (solo hay una diferencia

de 6.4 mm) en la figura se puede observar que este fenómeno se presenta en mayor medida en las zonas bajas de la microcuenca debido probablemente al tiempo de permanencia del agua en el suelo que debe ser mayor al tiempo de permanencia del agua en las zonas altas donde además de la pendiente, la falta de cobertura vegetal es el factor limitante para la infiltración.

Los valores más altos se presentan en la zona de emisión, si se consideran las localidades ubicadas en la microcuenca, como se observa en el mapa, la mayor infiltración ocurre en el Charape de La Joya, antes de llegar al punto de salida.

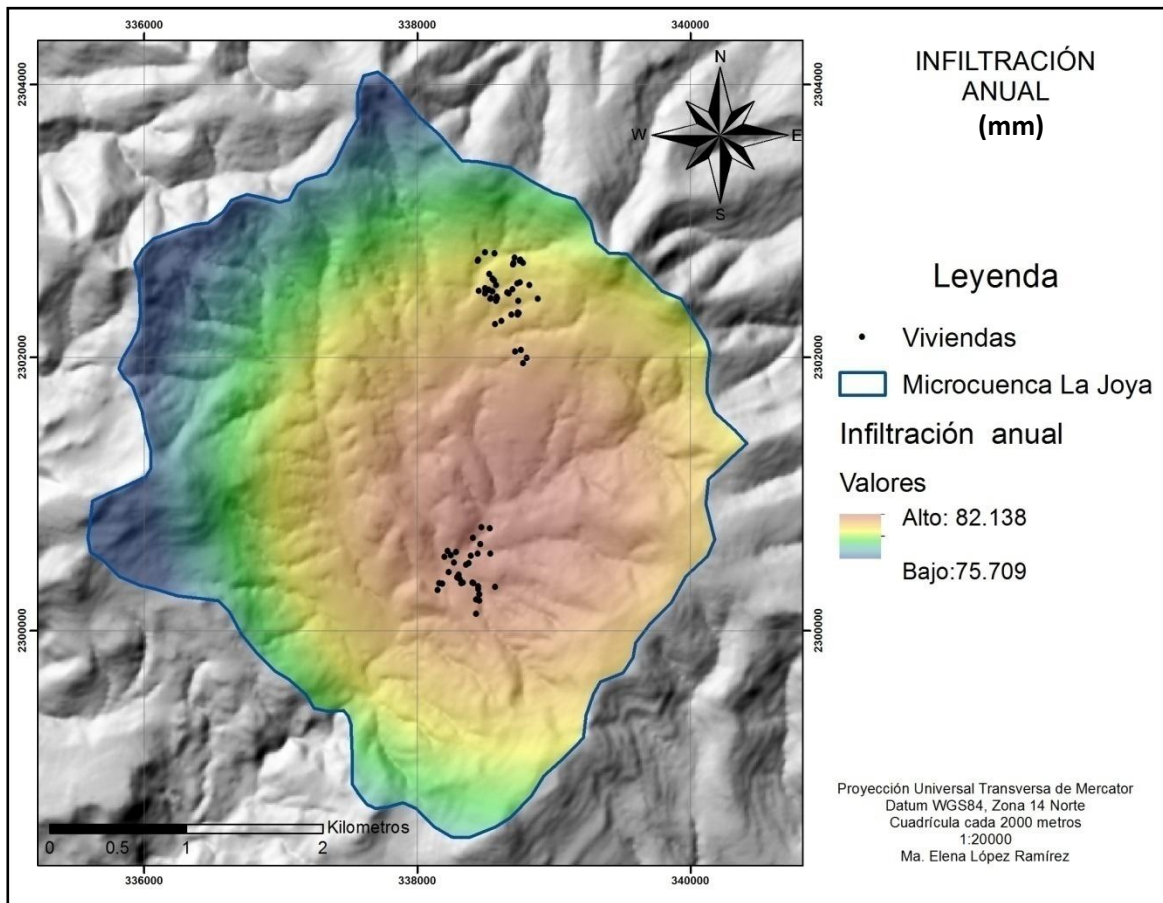


Figura 17. Mapa de Infiltración anual en la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

La evapotranspiración actual anual es de 549 mm, por lo cual corresponde a este factor la mayor cantidad de agua dentro del balance hídrico. La evapotranspiración es el principal mecanismo de pérdida de humedad del balance y se presenta de manera importante en toda la microcuenca, sin embargo; en las zonas de

asentamientos humanos este valor es más bajo, lo mismo ocurre en otros puntos influenciados por las corrientes. En la Figura 18 se puede observar que son pocas las áreas que muestran baja evapotranspiración, ocurriendo la pérdida de agua en mayor medida en las zonas altas de la microcuenca.

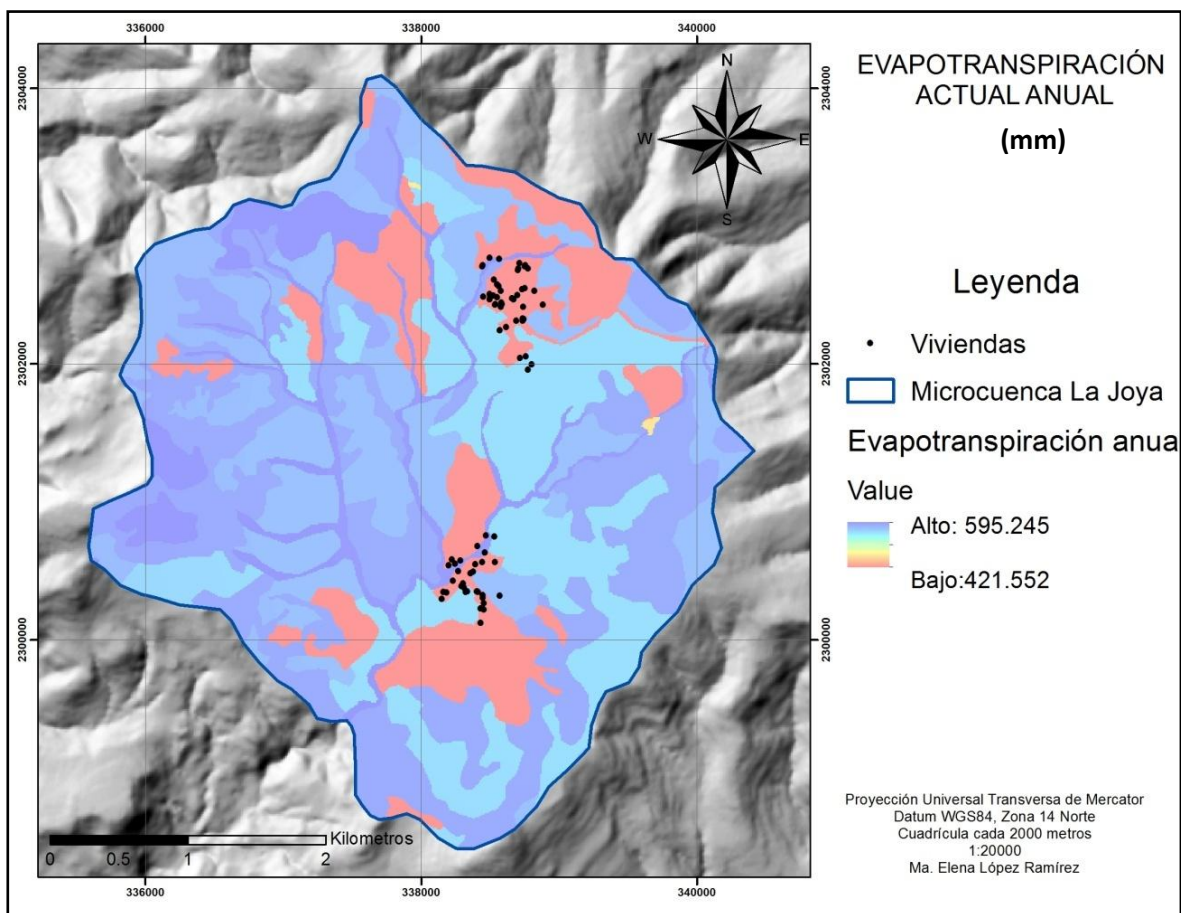


Figura 18. Mapa de evapotranspiración anual para la microcuenca La Joya.
Fuente: Elaboración propia

En general; de los mapas se observó que el comportamiento de los componentes del balance hídrico son similares en las zonas de la microcuenca, sin embargo se observan diferencias relacionadas principalmente con el uso de suelo por actividades humanas y se establecieron las áreas para saber donde exactamente ocurren los procesos significativos en el balance hídrico.

De los datos del balance contenidos en la tabla citada anteriormente se generaron los gráficos (Figura 19 y 20), donde se puede observar el comportamiento de los

componentes del balance hídrico: la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración potencial y actual.

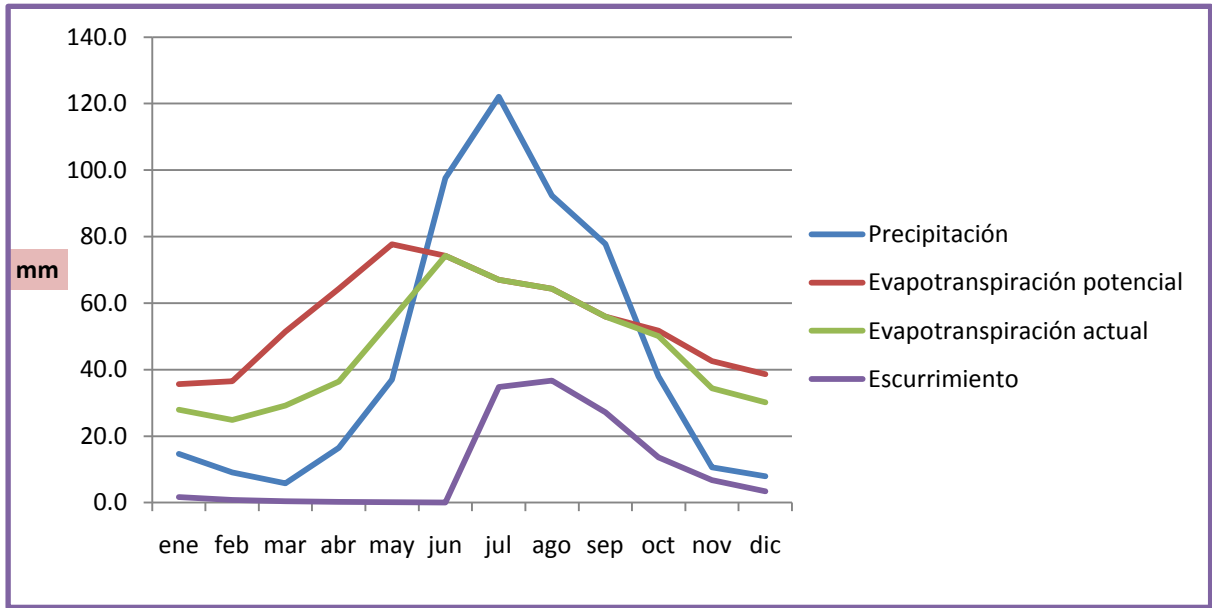


Figura 19. Comportamiento de los componentes del Balance Hídrico de la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración Propia

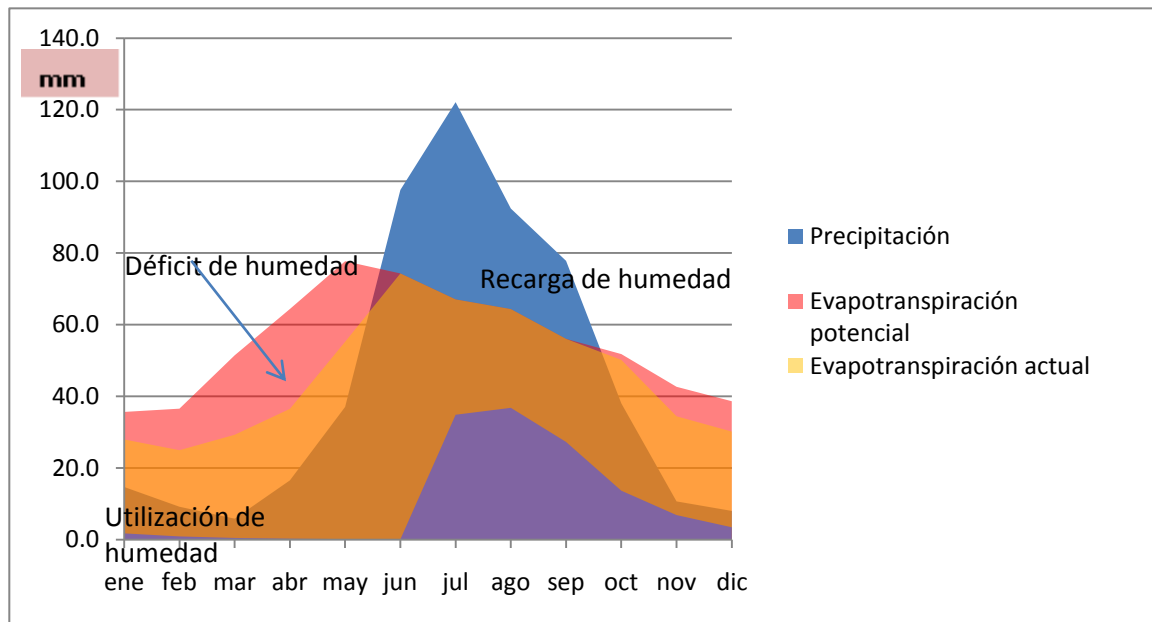


Figura 20. El Balance Hídrico de la Microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos del balance, la recarga de agua se presenta solamente

durante la temporada de lluvias que para la microcuenca La Joya va de Mayo a Octubre. Se puede observar que el escurrimiento ocurre de manera paralela a la temporada de lluvias quedando un área bajo la curva muy pequeña respecto a la recarga, muy pequeña, lo que indica poco almacenamiento y retención de agua en la microcuenca.

El ombrograma para la microcuenca (Figura 21) nos muestra que la temperatura durante la temporada de sequía que no alcanza a amortiguar el déficit de humedad la mayor parte del año, debido al corto periodo de lluvias, los efectos adversos derivados de las altas temperaturas como la evapotranspiración se superponen a los efectos benéficos de la lluvia.

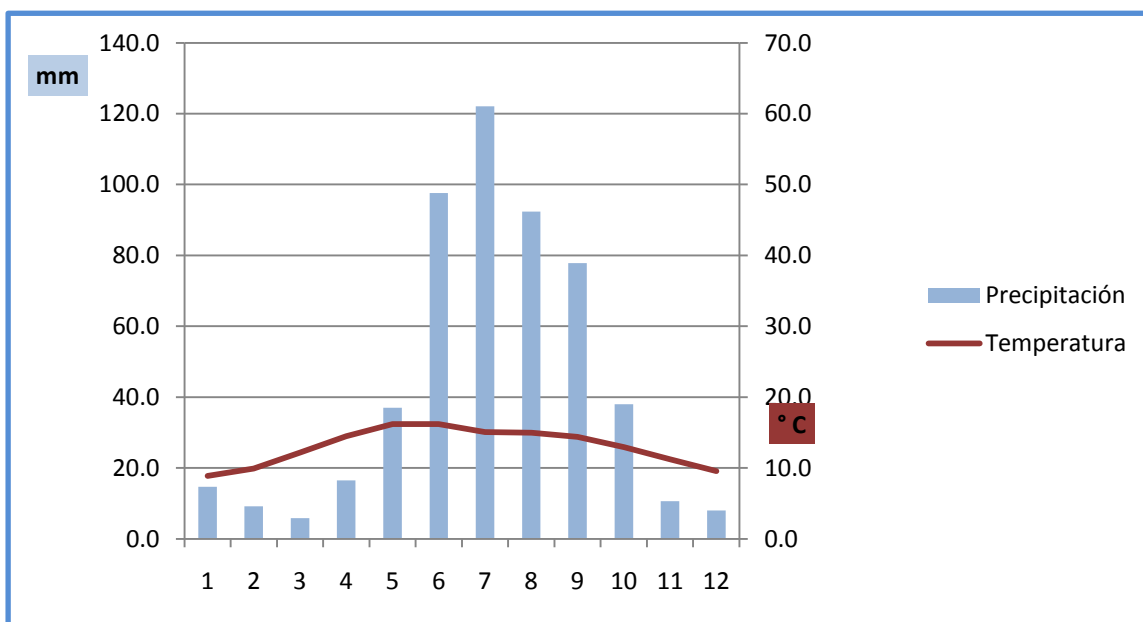


Figura 21. Ombrograma de la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

8.4 Estimación de la capacidad de almacenamiento de agua de los nopales en la microcuenca La Joya

Los resultados del contenido de humedad obtenidos para las muestras de nopal se observan en la siguiente tabla (Cuadro 16).

Cuadro 16. Porcentaje de humedad almacenada en *O. robusta* durante el período de sequía en el año 2010 en la microcuenca La Joya, Qro.

Número de Muestra	Porcentaje de Humedad (%)
3	81.93
14	82.41
9	78.19
5	84.34
19	80.10

Fuente: Elaboración propia

El promedio que resulta de los datos anteriores es de 81.4 % de humedad para *Opuntia robusta*.

El peso promedio obtenido en 20 pencas de *Opuntia robusta* se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Pesos de pencas de *Opuntia robusta* en la microcuenca La Joya, Qro.

No. de Penca	Peso en g	No. de Penca	Peso en g
1	415	11	800
2	1000	12	610
3	715	13	1575
4	1640	14	790
5	775	15	750
6	900	16	905
7	1100	17	1150
8	1030	18	1280
9	565	19	800
10	950	20	1320
		Promedio	953.5

Fuente: Elaboración Propia

Encontrando que las pencas de robusta pesan aproximadamente un kilogramo.

Conociendo el peso promedio de las pencas, el contenido de humedad, la densidad y el área en la microcuenca, se calculó la cantidad de agua almacenada en los nopales con base a una penca por nopal con la siguiente fórmula previamente establecida:

$$AA=(0.953 \text{ kg/penca}) \times (259 \text{ nop/ha}) \times (1592 \text{ ha}) \times (10 \text{ pencas}) \times (81.4/100) \times (1 \text{ m}^3/1000 \text{ kg})$$

Se obtuvieron **3, 198.6 m³** el equivalente aproximado a un recipiente con medidas aproximadas de 10mX50mX6m.

Por zona de cuenca los resultados son:

$$\text{Alta} = 200.4 \text{ m}^3, \text{ Media} = 1,276.4 \text{ m}^3, \text{ Baja} = 1,733 \text{ m}^3.$$

Calculado por zona de cuenca da un total de 3,209 m³ (implica una diferencia de 10.8 m³).

De lo anterior se deduce que la mayor retención de agua por efecto de los nopales ocurre en la parte baja de la microcuenca y la menor en la parte alta. Lo anterior está relacionado con las densidades, las cuales están en función directa con las zonas de cuenca.

8.5 Usos del nopal en la microcuenca La Joya

La aplicación de las herramientas sociales para obtener el diagnóstico y para que los habitantes de la microcuenca vertieran sus opiniones, así como para posicionar los temas referentes al proyecto de tesis, se basó en gran medida en las visitas domiciliarias. Las casa fueron visitadas ya sea para obtener un dato, entablar una charla, invitar a talleres, realizar algún trámite, observar algún aspecto de interés (algunas de las veces ajenas al proyecto), asistir a un evento, etc. Las casas visitadas se presentan en el siguiente mapa de la Figura 22.

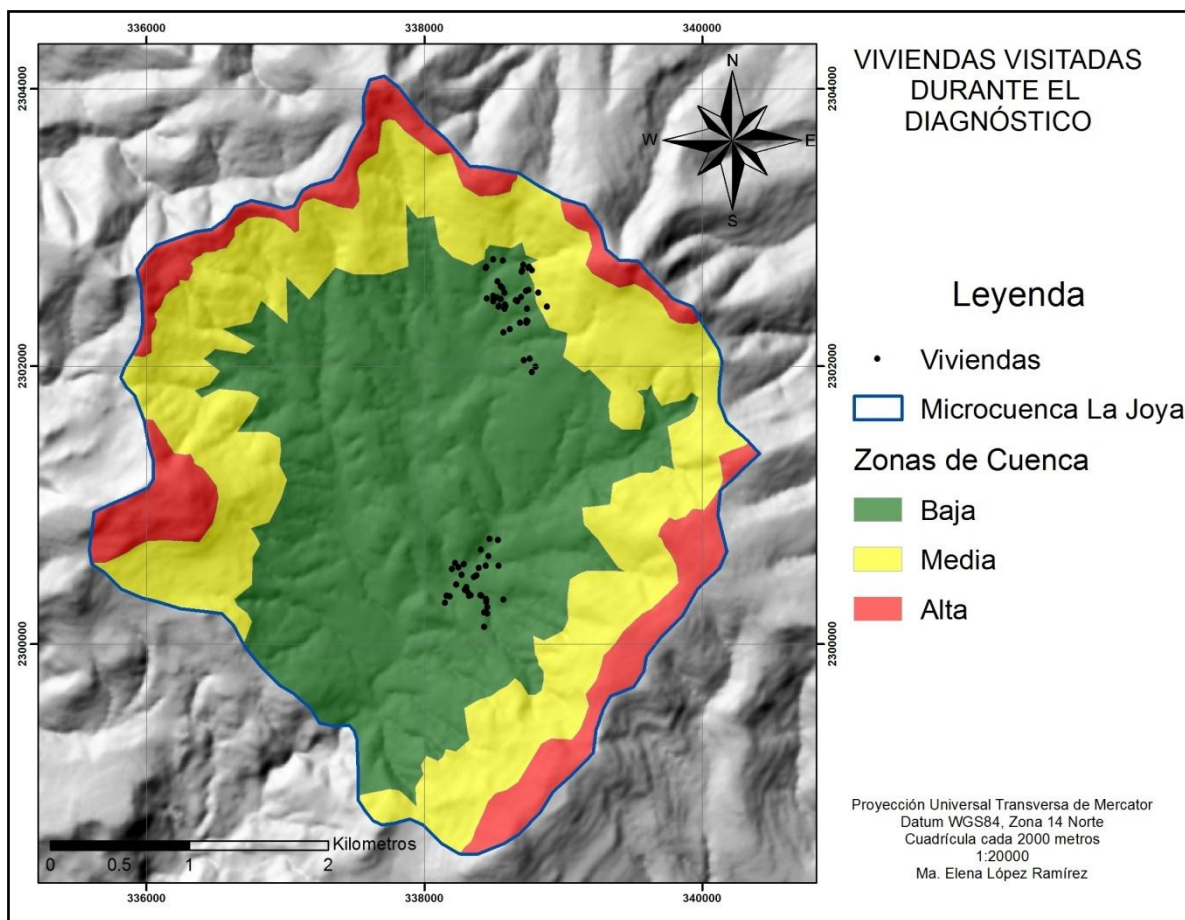


Figura 22. Viviendas visitadas en la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

En las viviendas observamos que la mayor parte de las unidades habitacionales cuentan con un área destinada como nopalera de traspatio.

Este dato fue cuantificado como parte de la entrevista general y se presenta en el gráfico correspondiente a la Figura 23.

En la unidad habitacional el nopal tiene diferente funcionalidad: sirve como cerca, para delimitar las casas sobre todo los corrales dentro de la misma, generalmente se encuentran nopales a la entrada (en la puerta) y se le puede ver en todas partes como en el huerto, por la cisterna, en la parte de atrás, etc.

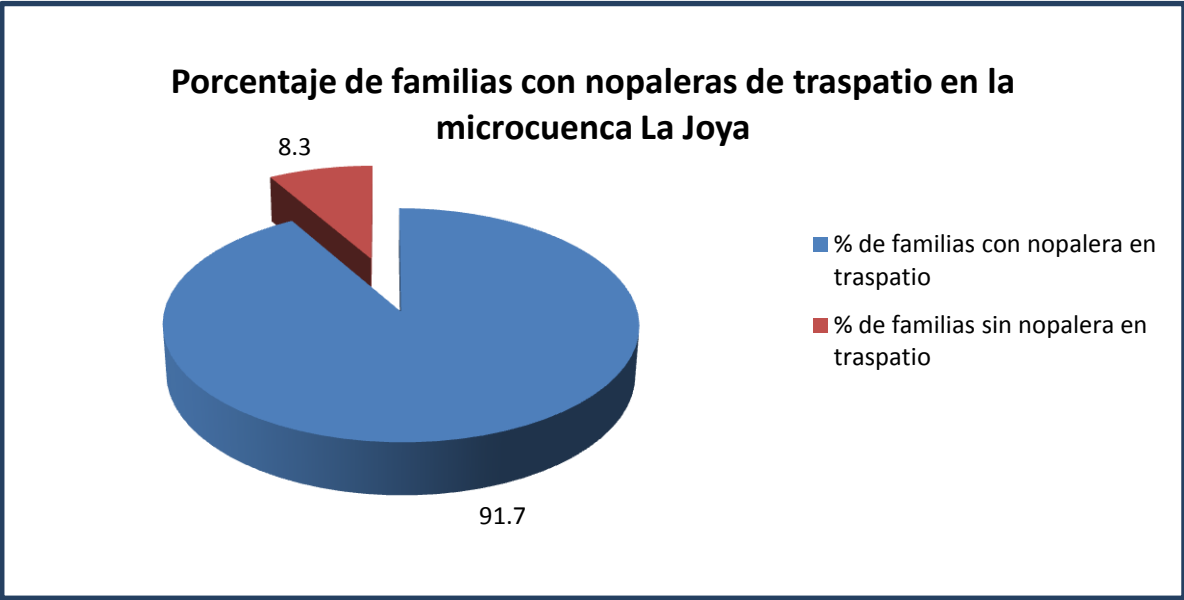


Figura 23. Porcentaje de familias con nopales de traspatio en la microcuenca La Joya.
Fuente: MAGIC, 2009

Las principales forma de uso de los nopales en la microcuenca La Joya son de acuerdo a la figura 24 de los siguientes:

Para consumo humano. El 100 % de la población lo utiliza en esta forma. La manera de preparar los nopales en general es del dominio público y depende de la disponibilidad de los ingredientes.

Los preparan de la siguiente manera:

- Cocidos
- Fritos con salsa de jitomate
- Fritos con salsa de chile guajillo
- Guisados con camarones
- Fritos con papas
- Fritos solos
- Fritos con huevo
- Asados y revolcados en el molcajete con salsa de chile guajillo
- Ocasionalmente y solo una persona lo mencionó: pencas rellenas de carne de bistek.
- A la mexicana: cocidos en ensalada con cebolla, jitomate chile y xilantro.
- El xoconoxtle lo hacen y se lo agregan a la salsa de chile guajillo
- El xoconostle picado con cebolla, chile y xilantro, o solo con cebolla para acompañar los frijoles y la sopa

Para consumo animal solo el 6.7 mencionó emplearlo como forraje para lo cual:

- Lo chamuscan para alimento de ganado en época de estiaje

Uso como cerca o parte de la cerca: El nopal constituye parte de las cercas o la cerca en su totalidad en el 83.3 % de las casas de población estudiada.

Como leña. La fibra del nopal seca que queda de los tallos lignificados por el tiempo la utilizan como leña para su fogón en el 3.3 % de la población. En general los usos que dan al nopal en la microcuenca La Joya están contenidos en la Figura 24.

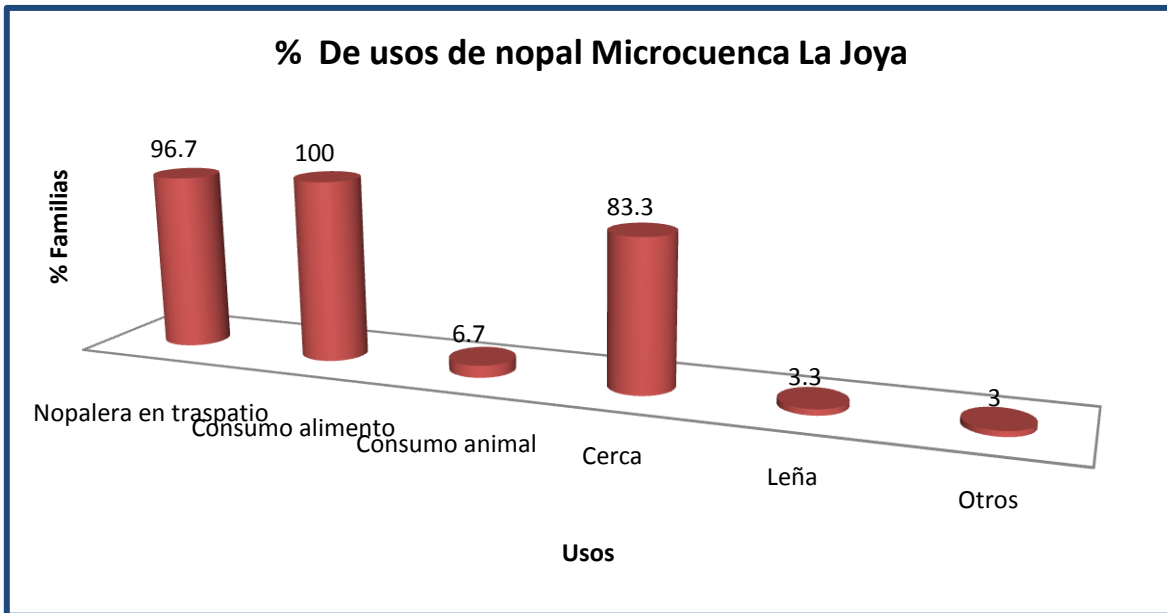


Figura 24. Porcentaje de usos de nopal en la microcuenca La Joya. Fuente: Elaboración propia

Sólo el 3.0% lo conserva en vinagre.

Uso de tunas para consumo animal. Esto no se cuantificó con los datos anteriores debido a que no lo mencionaron y a que las entrevistas se realizaron en mayo, cuando todavía no había tunas, sin embargo; durante los recorridos de diciembre nos pudimos percatar en 3 ocasiones con diferentes personas que las tunas sobre maduras son colectadas y al preguntar para qué las utilizan la respuesta fue la misma en todos los casos: para dárselas de comer a los cerdos.

8.6 Determinación de la disponibilidad de nopalitos y tunas

En las siguientes 2 gráficas (figura 25 y 26) se presenta la estacionalidad para los nopalitos y las tunas en la microcuenca.

Las tunas y los nopalitos tienen muy localizadas su estación, lo cual marca las fechas de consumo. Mientras que los nopalitos empiezan desde mediados de marzo y terminan la con la temporada de lluvia, las tunas, que empiezan en agosto y dependiendo de la variedad o especie, se pueden encontrar tunas a finales de de noviembre, o inclusive en diciembre (Alejo, Campos IC).

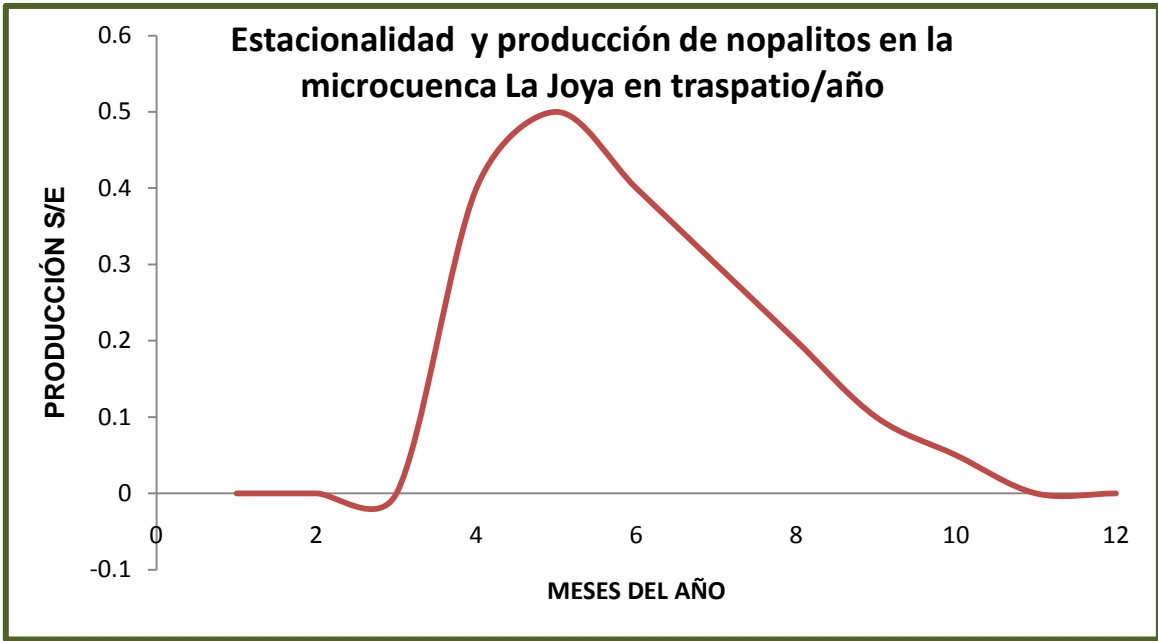


Figura 25. Estacionalidad de nopalitos en la microcuenca La Joya.
Fuente: Elaboración propia en colaboración con Don Alejo.

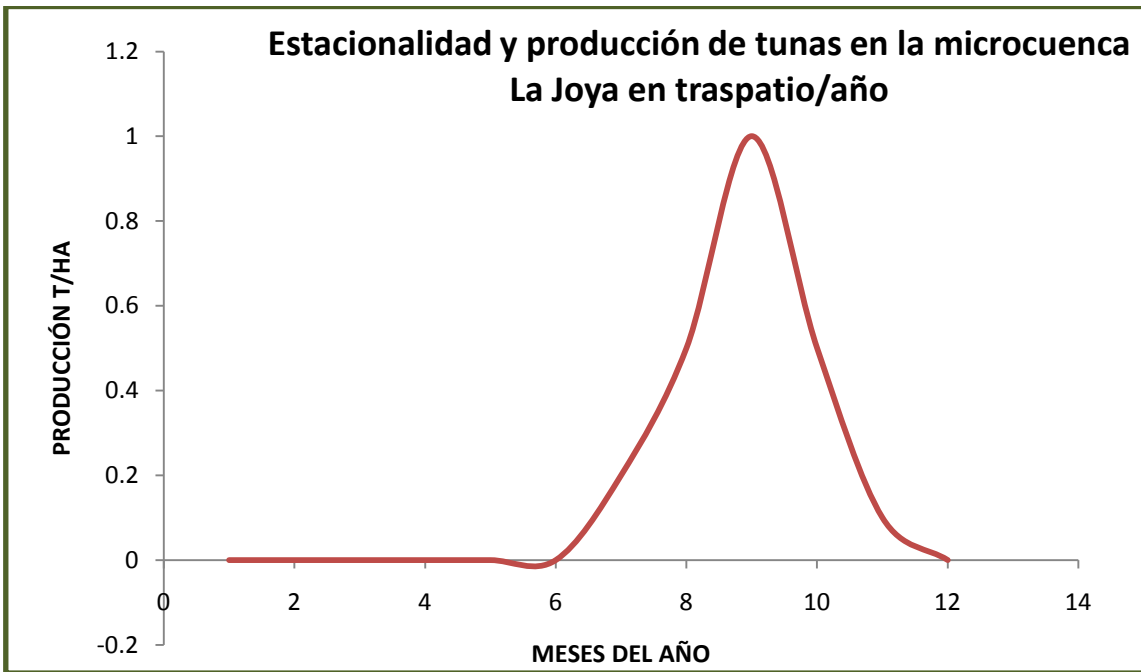


Figura 26. Estacionalidad de las tunas en la microcuenca La Joya.
Fuente: Elaboración propia en colaboración con Don Alejo.

De acuerdo Con Don Alejo Campos la secuencia de la disponibilidad de nopalitas y tunas es como sigue: Nopal Tapona, hartón, redonda, aguamielo y por último chamacuero.

8.7 Frecuencia de consumo de alimentos, uso del nopal en la alimentación y su aporte nutrimental

El consumo de alimentos en la microcuenca La Joya está limitado a la disponibilidad y a la poca variabilidad existente de los mismos.

La poca disponibilidad de alimentos es derivada de la poca productividad agrícola debido básicamente a las condiciones ambientales y del suelo, es decir; escasa precipitación pluvial y suelos pobres erosionados.

Se pudo observar la presencia de camionetas con alimentos, los cuales son ofertados en las localidades, sin embargo; esto muchas veces resulta innecesario para algunas de las familias debido a que carecen de dinero para comprarlos.

La base de la alimentación de los habitantes de la microcuenca La Joya consiste en el consumo diario de frijoles y tortillas los cuales acompañan con salsa o chile (Figura 27). Usan aceite para guisar y el consumo huevo, arroz o pasta es lo más frecuente y lo más variado. Ocasionalmente consumen carne, yogurt, soya, queso o pescado por lo cual el consumo de proteína es muy limitado. Las frutas que consumen casi de manera ocasional son naranjas y manzana, las verduras que más se emplean para guisar o para complementar el platillo son el jitomate, la cebolla y los chiles. El 49 % de la población consume xoconostle de 1 a 6 veces por semana, mientras que los nopales los consume el 14 % por lo menos una vez al mes fuera de la época de disponibilidad (Figuras 28-29).

En el anexo 6 se muestran los resultados obtenidos para la frecuencia de consumo de alimentos en las localidades de La Joya y El Charape de la Joya respectivamente y en las figuras se presenta la prevalencia de consumo de alimentos.

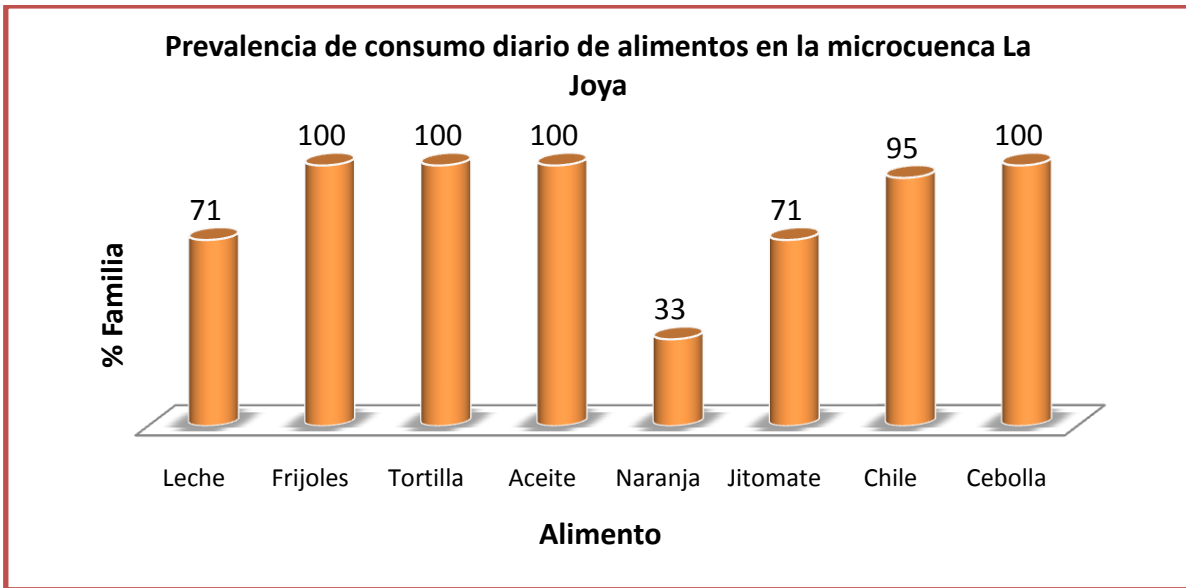


Figura 27. Prevalencia de consumo diario de alimentos en la microcuenca La Joya. Fuente:Elaboración propia

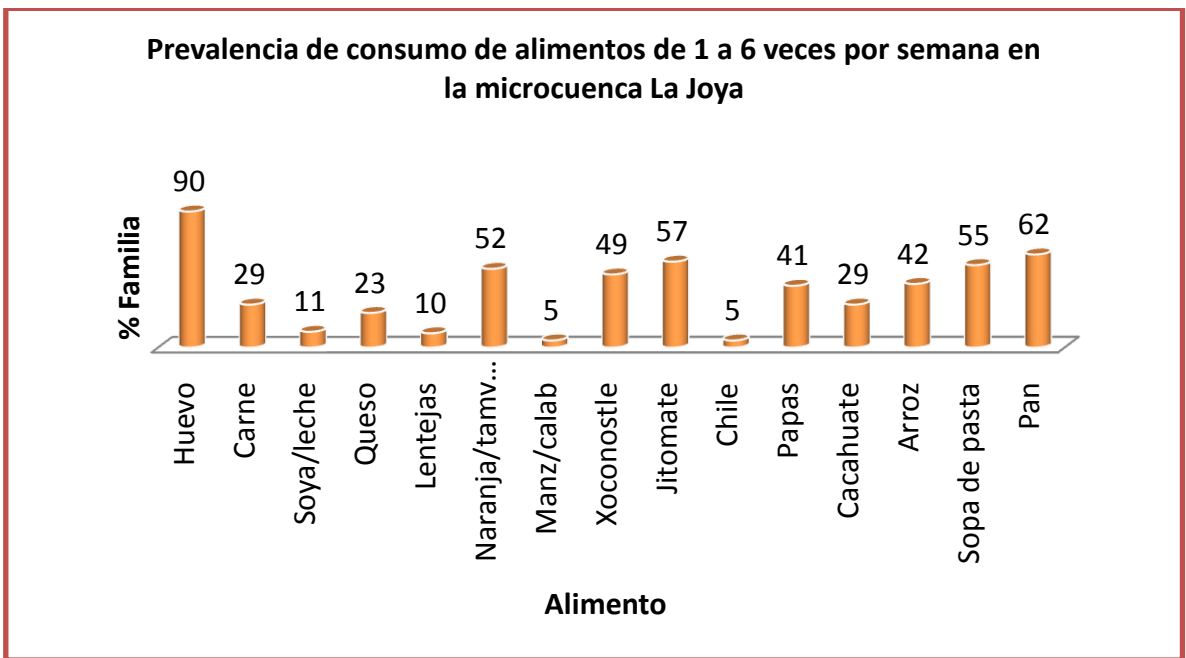


Figura 28. Prevalencia de consumo de alimentos de 1 a 6 veces por semana en la microcuenca La Joya. Fuente:Elaboración propia

Los productos que no consumen la mayoría de las personas son la sardina, los garbanzos el yogurt y el pescado, mientras que las tunas, el nopal, el aguamiel y la calabaza son los alimentos que la mayoría de las personas consumen solo en época de disponibilidad, es decir; los consumen ocasionalmente. La soya es otro alimento que solo consumen de manera ocasional (Figuras 30-31).

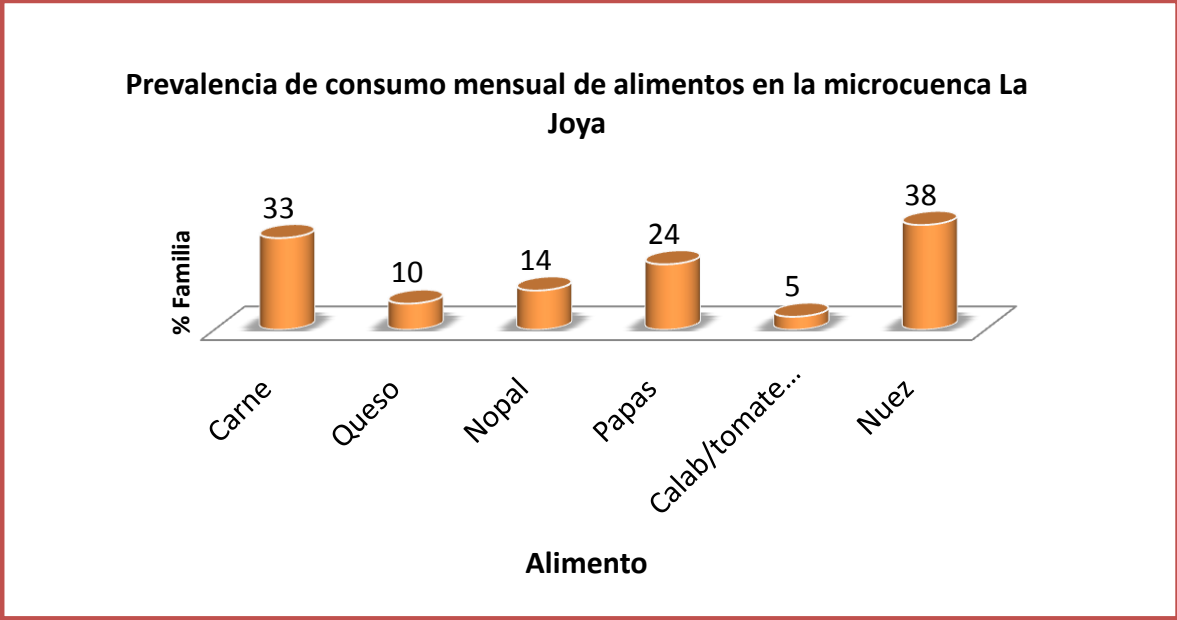
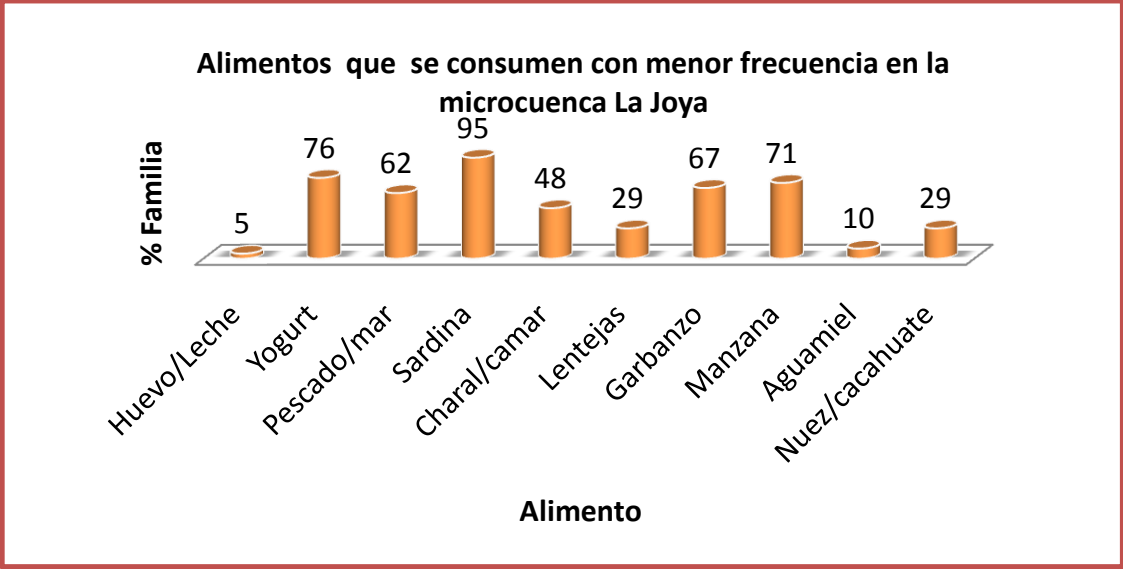


Figura 29 y 30. Prevalencia de consumo de alimentos mensual y los que no se consumen en la microcuenca La Joya. Fuente:Elaboración propia



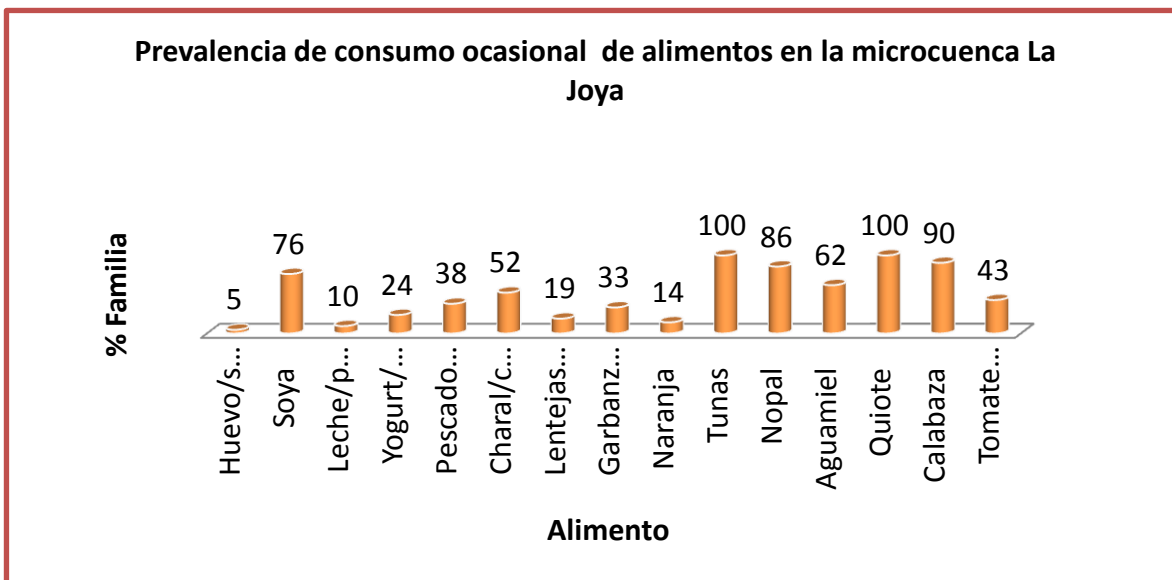


Figura 31. Prevalencia de consumo ocasional de alimentos en la microcuenca La Joya.
Fuente:Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se puede observar que tienen pocas fuentes de proteína, la energía la obtienen de carbohidratos y cuentan con poca variación de frutas y hortalizas.

La muestra gastronómica

Se realizó una muestra gastronómica contando con la participación de 19 personas (Cuadro 18) quienes presentaron Platos de nopal y complementos ante un grupo de aproximadamente 120 personas quienes además degustaron otras delicias locales.

Con gran entusiasmo participaron las señoras preparando sus platos y compartiéndolos con sus vecinos e invitados. Para la muestra gastronómica, la mayoría de las personas preparó una servilleta para ofrecer las tortillas o para colocar su plato para la foto. Así mismo, la mayoría eligió su mejor cazuela para la presentación. En el anexo 9 se presentan aspectos de esta actividad.

Cuadro 18. Personas participantes en la Muestra gastronómica de nopal y su platillo en la microcuenca La Joya.

No	Nombre	Guisado
1	Consuelo Suárez	Tortillas, nopales cocidos con chile verde
2	Ma. Elena Moreno	Tortillas, nopales cocidos con chile verde
3	Ma. Guadalupe Villanueva	Tortillas, nopales con papas y arroz
4	Ma. de la Luz Guerrero	Tortillas, nopales con soya
5	Verónica Rico	Tortillas, nopales en vinagre
6	Estela Campos	nopales en vinagre
7	Lilia y Estela	Gorditas de cazuela
8	Olivia Campos	Salsa roja y guacamole
9	Marisela Campos	Nopales con papas en salsa roja guisada
10	Remedios Pacheco	Tortillas, ensalada de Nopales y arroz
11	Inés Mendoza	Tortillas, nopales en penca
12	Ma. de la Luz Campos	Tortillas
13	Bertha Aguilar	Nopales con tortitas de camarones
14	Ma. Guadalupe Pacheco	Tortillas, nopales con verdura, papas y chile rojo
15	Sara Pacheco	Tortillas, Nopales con carne de pollo en salsa roja
16	Ma. de Jesús Rico	Nopales con huevo y frijoles, salsa y tortillas
17	Isabel Mendoza	Frijoles y ayudo hacer arroz
18	Rosa Campos	Tortilla, nopales con papas fritas
19	Ma. Guadalupe Sánchez	Arroz y nopales fritos

Fuente: Elaboración propia con información recopilada por Verónica Rico, habitante de la microcuenca La Joya.

La recetas

Se recopilaron las recetas de la muestra gastronómica por medio de visitas domiciliarias.

A las recetas se les determinó el aporte nutrimental por cada 100 g (Cuadro 19).

Las recetas presentan en general bajo contenido calórico, y buenos contenidos de fibra por cada 100 g. Como fuente de proteína animal están los platillos 5, 7 y 10: nopales con huevo, nopales con chicharrón y nopales con tortas de camarón. Los platillos que más energía aportan son los nopales con huevo y los nopales con tortas de camarón debido al huevo añadido y al empleo de aceite en su preparación. Otra fuente de proteína son los nopales con soya, aunque esta es de menor calidad que la animal, las recetas de mayor contenido energético son: nopales con huevo y nopales con tortitas de camarón.

Cuadro 19. Recetas recopiladas en la microcuenca La Joya y su información nutrimental por cada 100 g de alimento preparado.

1 Nopalitos en ensalada			4 Nopal guisado			7 Nopales con chicharrón		
INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL		
INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)		
Jitomates	200	Proteína (g) 1.5	Nopal	500	Proteína (g) 1.7	Nopales	1000	Proteína (g) 1.3
Nopal cocido	1000	lipidos (g) 0.2	Cebolla	50	lipidos (g) 0.9	Chicharrón	250	lipidos (g) 0.3
Cebolla	50	carbohidratos (g) 0.2	Ajo	5	carbohidratos (g) 0.9	Jitomate	200	carbohidrato 0.3
Cilantro	20	fibra (g) 2.4	sal	0	fibra (g) 5.0	Cebolla	50	fibra (g) 3.7
Chiles verdes	20	Energía (kcal) 21.5	Aceite	3	Energía (kcal) 32.2	Cilantro	25	Energía (kcal) 22.5
		Energía (kJ) 89.9			Energía (kJ) 134.7	Ajo	5	Energía (kJ) 94.0
2 Pico de xoconostle			5 Nopales con huevo			8 Nopales con soya		
INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL		
INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)		
Xoconostle	220	Proteína (g) 1.3	Nopal cocido	500	Proteína (g) 4.5	Soya	250	Proteína (g) 1.4
Cebolla	70	lipidos (g) 0.7	huevo	200	lipidos (g) 3.5	Nopal	1000	lipidos (g) 0.6
Chiles verdes	20	carbohidratos (g) 0.7	sal	0	carbohidratos (g) 3.5	Cebolla	50	carbohidrato 0.6
		fibra (g) 4.1	Aceite	4	fibra (g) 1.5	Jitomate	100	fibra (g) 4.0
		Energía (kcal) 45.3			Energía (kcal) 58.0	Ajo	5	Energía (kcal) 22.9
		Energía (kJ) 186.5			Energía (kJ) 243.3	Sal	0	Energía (kJ) 95.9
3 Revolcados o molacajetiaos			6 Nopales con papa guisada con chile rojo			9 Nopales con tomate		
INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL			INFORMACION NUTRIMENTAL		
INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)			INGREDIENTES (g)		
Nopal	1000	Proteína (g) 1.7	Nopal	1000	Proteína (g) 64.3	Camarón mo	100	Proteína (g) 5.9
Cebolla	75	lipidos (g) 0.4	Papa	500	lipidos (g) 0.6	Pan molido	2	lipidos (g) 15.2
Chiles cascabeles	5	carbohidratos (g) 0.4	Jitomate	100	carbohidratos (g) 0.6	Huevo	1000	carbohidrato 15.2
Tomate	80	fibra (g) 4.9	Cebolla	100	fibra (g) 3.3	Aceite	500	fibra (g) 3.7
Ajo	5	Energía (kcal) 28.5	sal	0	Energía (kcal) 21.5	Nopal	2000	Energía (kcal) 179.5
		Energía (kJ) 119.3	Aceite	7	Energía (kJ) 90.0	Cebolla	250	Energía (kJ) 752.1
			Chiles guajillos	5		Ajo	20	
						Chiles guajill	250	

En general los platillos son bajos en carbohidratos pero representan una buena fuente de fibra.

El consumo de nopalitos en la microcuenca es probable que se realice debido a cuestiones culturales y a la sensación de saciedad derivado del contenido de fibra.

Lo que importante enfatizar aquí es que los platillos que se presentaron en la muestra, no se preparan de ordinario, sino en ocasiones especiales o cuando alcanza el dinero, por lo que el aporte nutrimental aunque sea bueno en algunos platillos, esto no es recurrente.

La elaboración de los platillos con nopal es un proceso que abarca desde la selección del sitio donde cortarían los nopales, la organización familiar para ir por ellos y la elección de la manera en que han de elaborarse. Generalmente se cocinan en las estufas ahorradoras de leña, aunque algunas personas cuentan con estufa y ahí cocinan dejando la estufa ecológica para lo que requiera mayor tiempo o cantidad de calor. Se observó que una práctica común es el consumo de los nopales cocidos en su propios mucílago, sin retirar éste y los nopales asados en varias modalidades como los molcajeteados, los asados en penca, los asaditos en comal, para comer así, nada más asados con sal. Otra práctica común en la microcuenca es el consumo de pencas grandes tiernas (pero que estén gruesas como dice Lilia Campos) y si son de nopal negrito, mejor que es el más bueno y apropiado para sacarle el migajón (parte de en medio de la penca) cuando no hay nopalitos (Anexo 10). Para obtener el migajón el nopal se pela completamente, quitando toda la piel, a la parte que queda se llama migajón (probablemente porque se ve blanquecino como el migajón del pan), este se pica como los nopalitos normales ya sea en tiras o cuadritos quedando listo para ser guisado al gusto (o a la posibilidad), quedando un platillo con nopales gruesos y jugosos, que se acompañará con su buena dosis de frijoles de la olla y con tortillas recién hechas o calentadas en comal, pero sobre todo hechas a mano.

De acuerdo a los resultados de la prevalencia de consumo de alimentos y a que los contenidos de las recetas no cumplen los requerimientos nutrimentales para ser un platillo ideal aún cuando son ricos en contenido de fibra, las recetas son pobres en contenido proteico, se deberá formular el platillo basado en los requerimientos diarios de acuerdo al tipo de población.

8.8 Manejo del nopal en la microcuenca La Joya

En la microcuenca La Joya, solo el 5.5 % de la población de estudio, le da algún manejo a sus nopales con la finalidad de mejorar, ya sea las características del producto o para mantener sanas sus plantas. Este manejo consiste en riego ocasional y poda. El 100% realizan actividades de cosecha tanto de tunas como de nopalitos. Los cortes los realizan con un utensilio al que llaman rozadera. El 0% de la población aplica fertilizantes u otros tipos de agroquímicos. El control de plagas no está considerado como una posibilidad. Sin embargo, reconocen la presencia de plaga y la necesidad de manejar el nopal para hacerlo más productivo.

Plagas encontradas. Se detectaron diferentes tipos de plagas en los nopales, las principales son la Chinche roja, *Hesperolabops gelastops*, la chinche gris *Chelinidea tabulata* (Burm), y los trips *Neohydatothrips opuntiae*.

Los nopales, que carecen de manejo agronómico, aún cuando estos son apreciados por los nopalitos y tunas que brindan a los habitantes en época de estacionalidad, a pregunta expresa las personas mencionan que no le dan ningún manejo agronómico, porque no es necesario, sin embargo; se detectó que los nopales son plantas viejas con tallos completamente lignificados. Algunas plantas se han caído al no soportar el peso y se ha detectado la presencia de plagas en los cladodios. También se observan frutos muy pequeños en relación a la planta. La cosecha no representa una dificultades para las personas cuando requieren cortar tunas o nopalitos pues si es necesario cortan la penca completa o media penca sin considerar el efecto negativo que puede tener esta práctica en la fisiología y en la productividad si no se realiza de manera adecuada. Esta última

práctica (corte de media penca) es una práctica muy recurrente pues se observa en la mayoría de los nopales altos. El corte lo realizan con La rozadera, que es un utensilio que consiste en un palo largo, delgado al que le sujetan una navaja en forma de hoz pequeña.

Existe un exedente de tunas y nopalitos en época de estacionalidad que no es aprovechado debido a que desconocen las formas de hacerlo.

Los nopales del cerro que les llaman Tapones (*O. robusta*) tienen muchas espinas y por eso casi no los consumen, aunque mencionan que son de los más sabrosos que existen en la microcuenca.

Los nopales de los agostaderos son consumidos por los animales en épocas de estiaje, tal como se encuentran en el campo y otras veces son suministrados en los corrales sin que para ello exista un programa de control de podas.

8.9 Valoración del nopal en la microcuenca La Joya

El nopal tiene valor de uso en la microcuenca debido a que el más del 90 % de los entrevistados se identifican con lo siguiente: Les gusta consumir nopales como alimento, reconocen que el nopal tiene otras funciones, lo utilizan para 2 o más práctica, la presencia de espinas no es problema para consumirlo, uno de los valores que le dan es que tienen nopalitos y tunas para comer cuando no hay nada, además; han plantado nopal alguna vez (si no tienen lo traen de otro lado), lo reconocen como una planta muy resistente, han observado que donde hay nopales se retiene el suelo, les sirve para el ganado en época de secas (estiaje) y comprarían nopalitos cuando no hay si pudieran salir de la localidad

El nopal tiene un valor afectivo debido a que lo relacionan con su lugar de origen (Localidad), lo reconocen como parte del Escudo Nacional, muestran entusiasmo al hablar de sus nopales, participan en las diferentes etapas del proyecto y comparten los frutos del nopal con la gente del CRCC.

8.10 Elaboración de Tecnologías alimentarias con nopal y su transferencia

Se desarrollaron diferentes tecnologías alimentarias a base de nopal con estudiante de la carrera de Procesos Agroindustriales de la Universidad Tecnológica de del Suroeste de Guanajuato. Tesista y estudiante de UTSOE preparó material para transferir las tecnologías mediante un curso. (Anexo 11).

8.11 Diseño e integración de las propuestas

Dada la necesidad de retener agua en la microcuenca y a la presencia del nopal sobre todo en las zonas sin vegetación aparente y en la mancha urbana (ver mapa de uso de suelo y densidades), este puede ser utilizado para retener agua y mantenerla almacenada ya que existen especies de nopal en cantidad y variedad factibles, a través de su manejo y aprovechamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la importancia del nopal para los habitantes de la microcuenca y atendiendo a las demandas y opiniones vertidas durante la elaboración del diagnóstico, se realizó una propuesta para manejo y aprovechamiento del mismo la cual se describe a continuación.

Se propone que se sigan conservando las nopaleras silvestres, así como reforestar con nopal algunas zonas degradadas de la parte media y baja, siempre y cuando esto sea apropiado de acuerdo al uso de suelo y vegetación, y se consideren las especies nativas principalmente *O. robusta* y *O. streptacantha*, con el objetivo de favorecer la infiltración de agua al subsuelo y la retención de suelo en estas zonas.

Se plantea el establecimiento de un sendero interpretativo que incluya la ruta del nopal, desde la parte alta hasta la parte baja y la creación de un Banco de Germoplasma local para contar con material genético con capacidad de potencialización como recurso alimentario.

En las unidades habitacionales se sugiere manejo agronómico de rejuvenecimiento y establecer de parcelas de nopal en los traspatios y que estos sean regados con el agua proveniente del biofiltro.

Se propone diseñar un proyecto para establecer un sistema de producción y manejo para el aprovechamiento del nopal para consumo animal, así como la intensificación productiva del xoconostle.

Existen las condiciones para la incursión al sistema productivo del nopal por esta microcuenca. El cultivo del nopal se considera una línea estratégica de producción en el Municipio de Querétaro además, como parte del Plan Rector Sistema Producto Nacional Nopal, la SAGARPA está integrando a quienes se dediquen a alguna actividad relacionada con este producto, dentro del Sistema Producto nopal. El Consejo de Promoción de Nopal y Tuna (CPNT), tiene los mecanismos necesarios para comercializar productos derivados de nopal tanto a nivel nacional como internacional. Por su parte el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Posgraduados (CP) y la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) cuentan con paquetes tecnológicos para su manejo y cultivo disponibles para su transferencia.

Propuestas

1.- Se propone a los habitantes de la microcuenca La Joya apoyar los proyectos del CRCC entre ellos la propuesta de manejo del nopal.

Dirigida: a Los habitantes de la microcuenca La Joya

Objetivo: Elaboración de diagnóstico y propuesta con enfoque participativo.

Antecedentes: Se presentó proyecto de Tesis en la UAQ y al CRCC, se aprobó para su desarrollo en esta microcuenca.

Descripción de la Propuesta: Consistió invitar a los habitantes a participar en el proyecto de tesis con la alumna y el CRCC para realizar un diagnóstico acerca de las condiciones de los nopales en la microcuenca y de acuerdo a los resultados, realizar actividades y propuestas de proyectos que permitan a provechar el nopal dada su versatilidad para ser utilizado con múltiples propósitos como : consumo humano, retención de suelo y agua, alimentar al ganado y elaborar diferentes productos que pueden comercializar a nivel local.

Impacto: Se beneficiará a todos los habitantes de la microcuenca

Interés mostrado: Muy Bueno

Avance de la propuesta: 100%

Concurrencia: UAQ, CRCC, Tesista, SEDEA INIFAP - Querétaro

Elaborada por: Ma. Elena López Ramírez

Observaciones: Despertó mucho interés y participación durante la exposición de la propuesta. Fue aceptada y quedó en la lista de acuerdos de Reunión Ejidal.

2.- Sendero interpretativo de nopal

Dirigidas a: Maestría en Gestión Integrada de Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro. Propuesta para ser integrada al PRPC.

Objetivo: Incluir este proyecto en el PRPC, para que a su vez este de continuidad a la ejecución. Proyecto turístico ambiental.

Antecedentes: Con base en las observaciones realizadas durante los recorridos para la elaboración del Plan Rector y como parte del proyecto de tesis se realiza la propuesta basada en las condiciones de aridez y en la presencia del nopal en la microcuenca quedando asentado en el apartado 5.7 del PRPC, como sigue:

Sendero interpretativo del Nopal: El tipo de proyecto es didáctico-turístico-ambiental; el objetivo es establecer una ruta en la cual los habitantes conozcan los beneficios ambientales que ofrecen las diferentes especies de nopal presentes en su microcuenca y sean capaces de comunicar esos conocimientos a los visitantes.

El proyecto consiste en el establecimiento de la ruta del sendero y en el acondicionamiento de la misma, así como en la capacitación de las personas que habrán de participar en la transferencia del conocimiento.

En la microcuenca existen especies de nopal que cumplen funciones tanto ambientales como socioeconómicas. El conocimiento acerca de las mismas puede ser presentado a los visitantes en un sendero interpretativo donde se puedan apreciar tanto las especies de nopal como su función. Los senderos interpretativos contribuyen a tener mejor conocimiento del medio y su valoración. Son además; un atractivo turístico que contribuye a generar ingresos para los habitantes de la microcuenca.

El nopal es un elemento multipropósito presente en la microcuenca por lo cual el sendero se puede establecer en rutas naturales de distribución del mismo. El impacto se vería reflejado en los habitantes y en los visitantes al sendero que reconozcan la función que cumple el nopal.

Los responsables del proyecto serán el Centro Regional de Capacitación en Cuencas y la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro y el INIFAP Querétaro.

El tiempo de implementación está estimado para el año 2012 con un costo de \$ 100,000 sin considerar mano de obra la cual, se propone que aporte la población, para las fuentes de financiamiento se contaría con el apoyo del SECTUR, Gobierno del estado de Querétaro, Industriales de Querétaro. (MAGIC, 2011).

Descripción de la propuesta: Se pretende establecer una ruta o sendero como se planteó en el PRPC, pero que, además incluya una caminata por los senderos que permitan observar los nopales del cerro, así como una estación en la zona de reforestación, una estación en la vivienda sustentable donde en traspatio. El recorrido culminará en la estación gastronómica donde los visitantes puedan consumir alimentos elaborados con nopal, degustar una rica agua de tuna o xoconostle y adquirir algunos productos elaborados localmente , así como sostener una charla con los habitantes locales en relación con el cultivo..

Impacto: Económico en los habitantes de la microcuenca y visitantes. También en los ecosistemas al reducir las rutas de acceso a las partes media y alta de la microcuenca. Disminución de la pérdida de suelo, además favorece la infiltración.

Interés mostrado: Muy Bueno

Resultados y avance de la propuesta: Hasta el momento hay 2600 metros de senderos en las laderas de los cerros ubicados en las zonas del principal escurrimiento (B) como parte de la estrategia de inicial de intervención en la microcuenca La Joya por parte del CRCC. En este sitio es evidente la pérdida de suelo debido a la cercanía con los asentamientos humanos y es donde se presentan mayor déficit de humedad en la microcuenca.

Se hicieron tres rutas de sendero en las laderas de El Peñasco de La Colmena (La Colmena) siguiendo la ruta por Puerto del Aire atravesando el escurrimiento que sale del Cerro del mismo nombre para llegar al Cerro conocido como Puerto

Blanco. Los habitantes trabajaron apoyados por el CRCC y la entusiasta dirección del Sr. Miguel Maya campesino del municipio de Humilpan, Qro. A lo largo del sendero se establecieron nopales principalmente de tapona (*O. robusta*) a fin de estabilizarlos.

Concurrencia: CRCC, UAQ, FGRA, PET.

Elaborado por: Ma. Elena López Ramírez (UAQ) y Diana Elisa Bustos Contreras (INIFAP) y el CRCC.

Observaciones: El CRCC gestionó los recursos, la tesista capacitó, coordinó y promovió la participación, los habitantes realizaron el trabajo y aportaron las raquetas y la mano de obra.

3.- Conservación las nopaleras silvestres.

Dirigida a: CRCC y a los habitantes de la microcuenca.

Objetivo: La sustentabilidad de las nopaleras silvestres por medio de la concientización de los habitantes para el cuidado y la conservación de los recursos naturales.

Antecedentes: Se conoce que las nopaleras silvestres son fuente de recursos genéticos que pueden contribuir a la seguridad alimentaria y son nichos de insectos benéficos que contribuyen al control de plagas en las nopaleras establecidas. También son elementos importantes del ecosistema por la relación que tienen con otras especies del mismo.

Descripción de la propuesta: Para apoyar a promover esta cultura ambiental se deberán trabajar talleres y actividades participativas donde se exponga la importancia de su conservación. Se propone la distribución de un tríptico que contenga la información necesaria y que esta sea explicada tanto a los habitantes de la microcuenca como a los visitantes. Se propone al CRCC el diseño de un

tríptico para ser entregado a los habitantes y visitantes y que contenga la información que se integra en el Anexo 12.

Impacto: Habitantes y visitantes en general. Impacto ambiental.

Interés mostrado: Muy bueno

Resultados y avances de la propuesta: Se realizaron cuatro talleres en las escuelas y en el Centro de Atención Familiar (CAF) de las dos localidades dirigidos a la población estudiantil y a la población femenina adulta de la microcuenca (Anexo 13).

Concurrencia: Instructores comunitarios de CONAFE, Escuelas primaria y secundaria de las localidades de El Charape y La Joya, Tesista, CRCC.

Elaborada por: Ma. Elena López Ramírez

Observaciones: Muy buena participación principalmente de niños y señoras, quienes reconocen la importancia de mantener la cobertura vegetal en el suelo. Quedaron pendientes los talleres con los señores. Gran apoyo y participación de los Maestros (Instructores comunitarios del CONAFE) para esta actividad.

4.- Reforestación

Dirigida a: Dirigidas al CRCC y a la población de la microcuenca.

Antecedentes: El objetivo es contribuir a la retención de agua y suelo en la microcuenca por medio de la reforestación con nopal. Además de subsanar el compromiso adquirido con La CONAFOR y contribuir a la retención de suelo y agua en la microcuenca.

Descripción de la propuesta: Se propone atender a lo convenido con CONAFOR en el documento (Anexo 1) y plantar pencas de los nopales existentes tales como los Hartones y Tapones (*Opuntia streptacantha* y *O. tapona*) por ser estos los de

mayor prevalencia en las áreas destinadas a la reforestación y por lo tanto, tener mayores posibilidades de sobrevivencia.

Se sembrarán un total de 20.3 has. con pencas de nopal a una densidad de 1,100 plantas por ha., siguiendo las curvas de nivel, con una distancia de separación de nueve metros entre curva y curva. Los sitios de reforestación corresponden al Cerro Puerto del Aire y al Cerro del Mocho, pertenecientes a las Localidades La Joya y a El Charape en los escurrimientos B y C respectivamente. 17 has en La Joya y 3.5 has en El Charape.

Se propone que se constituyan grupos de trabajo incluyentes de acuerdo a su condición o rol que desempeñen a nivel familiar y comunitario requiriendo considerar las siguientes actividades: marcado de las curvas de nivel, colecta de las pencas, sombreado, subida de las mismas a los sitios de reforestación y la plantación.

Esta propuesta se apoyará con una capacitación previa a los trabajos a desarrollar y con la entrega de un folleto guía (Anexo 14).

Se debe realizar una evaluación posterior del impacto de la reforestación y la medición de la cantidad de suelo retenido y de agua infiltrada por los nopales debido a que existe mucha documentación acerca de las bondades del nopal en estos rubros, sin embargo es necesario hacer los estudios correspondientes a esta microcuenca dado que como parte de esta investigación no se encontraron datos contundentes con valores precisos.

Impacto: Social.- abate una problemática entre el Ejido La Joya y La CONAFOR y favorece el trabajo en equipo y la participación en trabajos comunitarios.

Ambiental.- Contribuye a disminuir la velocidad de escurrimientos y la pérdida de suelo, además favorece la infiltración y el almacenamiento de agua en la microcuenca.

Económico.- La realización de esta reforestación anula la condición de castigo económico (multa) que se tenía con La CONAFOR.

Interés mostrado: Muy bueno, pasando a lo funcional. Toman decisiones en la ejecución del proyecto.

Resultados y avances de la propuesta: 100%. Se capacitó a los habitantes en dos talleres, uno por Localidad, se entregó un folleto guía para la reforestación, se cumplió la meta tanto en número de plantas como de superficie. Los habitantes obtienen nuevamente la oportunidad para desarrollar proyectos con La CONAFOR.

Concurrencia: CRCC, CONAFOR, Tesista, Población en general.

Elaborado por: CRCC, Ma. Elena López y CONAFOR.

Observaciones: Muestran entusiasmo por participar. Se promovió la equidad de género.

5.- Establecimiento de un Banco de Germoplasma

Dirigida al: CRCC, posteriormente a la población juvenil de la microcuenca.

Objetivo: Preservar la diversidad genética de nopal de la microcuenca y contar con plantas nativas para futuras reforestaciones y/o con fines académicos o de investigación y de seguridad alimentaria.

Descripción de la propuesta: Propagar las especies de nopal identificadas en la microcuenca e iniciar la siembra de semillas de polinización abierta. Dado que la especie localizada en las zonas más degradadas del suelo, inclusive en las zonas sin vegetación aparente es el *Opuntia tapona* (nopal tapona) se tendrá que tomar en cuenta esta especie como una reserva importante y como sujeto de estudio dada su alta capacidad de resistencia y sobrevivencia. Además por la aceptación que tiene en la microcuenca. En lo que se refiere a las tunas, el nopal tapona presenta frutos con alto contenido de espinas y semillas, siendo estas últimas muy grandes, razón por la cual este fruto es menos apreciado en comparación con el de otras especies, sin embargo representa una potencialidad para la producción

de pigmento que es utilizado en la producción de sangría (Anónimo, 2011) y otros alimentos.

Derivado de conocer que en la Universidad Autónoma de Querétaro se está desarrollando investigación en torno a los efectos del nopal en la salud (en colaboración con la UNAM y otras Instituciones) y la problemática que resulta obtener los nopales con ciertos requisitos, la recolección y traslado de los mismos a decir de la Dra. Isela Rojas, Investigadora en el área de Nutrición de la UAQ, (obtenido en charla informal); este banco de Germoplasma podría ser un Centro de estudio y propagación, así como proveedor de material vegetativo manejado de manera controlada ya que actualmente tienen dificultades para el material vegetativo teniendo que desplazarse hacia Guanajuato en donde un productor les proporciona la planta siempre y cuando ellos la corten.

Impacto: Ambiental y de seguridad alimentaria.

Interés mostrado: No se ha planteado la propuesta a los habitantes de la microcuenca

Resultados y avances de la propuesta: En idea, no se ha planteado la propuesta a los habitantes de la microcuenca

Concurrencia: CRCC, CONABIO, CONACY, UAQ.

Elaborado por: Ma. Elena López

Observaciones: Se puede plantear este proyecto como proyecto de tesis de la Lic. En Biología o en Química Agrícola de La UAQ, y establecer nexos en colaboración con la Lic. en nutrición. El estudiante deberá cubrir como requisito la capacitación de los jóvenes involucrados en el proyecto.

6.- Muestra Gastronómica

Dirigida a: Mujeres de la microcuenca La Joya, habitantes en General y al CRCC.

Objetivo: Promover la identidad local por medio de la elaboración de alimentos con nopal propio de la microcuenca y promover la convivencia, la colaboración y el trabajo en equipo entre mujeres. Presentar los platillos elaborados ante la comunidad y los visitantes como una estrategia de reconocimiento para los habitantes de la microcuenca, principalmente las mujeres.

Antecedentes: En un taller de equidad y género se plantea la posibilidad de realizar un convivio para tener un rato de esparcimiento, lejos de las actividades diarias. En atención a la participación de los habitantes y a la motivación por participar en los proyectos que derivaran del manejo del nopal se propuso la realización de platillos con nopal para presentar y compartir en una Muestra Gastronómica con los visitantes de la microcuenca del Grupo Río Balsas quienes vendrían a conocer los trabajos que actualmente está realizando el CRCC en esta microcuenca. Este planteamiento generó mucho entusiasmo desde un inicio.

Descripción de la propuesta: Se propone a las señoras elaborar un platillo, el que ellas quieran preparar y anotarse en una lista. En una reunión se lee la lista de platillos que se han de preparar y se organizan para la realización del evento y distribución de los complementos como tortillas, salsas, arroz, frijoles, etc.

Impacto: Social.- Por medio de esta actividad se promueven diversos valores de tipo afectivo en los habitantes de la microcuenca.

Interés mostrado: Elevado.- Las personas desarrollan su propuesta sin incentivos y comparten con sus vecinos y visitantes.

Resultados y avances de la propuesta: Se cumplió al 100 %.

Concurrencia: CRCC, Tesista, habitantes de la microcuenca

Elaborada por: Ma. Elena López y CRCC

Observaciones: Rebasó las expectativas de participación.

7.- Establecimiento de una parcela de nopal en traspatio regada con agua de biofiltro.

Dirigida a: CRCC, habitantes de la microcuenca, INIFAP.

Objetivo: Establecer una parcela de nopal en traspatio regada con agua del biofiltro.

Antecedentes: Se planteo la propuesta para el PRPC de la Microcuenca, quedando asentada en el apartado 5.6 de dicho documento. Atendiendo a la inquietud de las personas de la microcuenca para que se plante nopal verdura se les presentó la posibilidad de establecer la parcela de acuerdo al PRPC. Debido a que los biofiltros no estaban funcionando al momento de hacer el planteamiento, la propuesta se pospuso hasta la adecuación de los mismos. La versión original fue modificada quedando como sigue.

Descripción de la propuesta

Justificación.- En la microcuenca existe demanda de nopalitos, debido a que lo consumen durante el año comprándolo cuando no está disponible. Por otra parte en la mayoría de las casas disponen de un área en traspatio, así como de un biofiltro para el tratamiento de las aguas residuales lo cual podría aprovecharse para la producción de nopalitos. El excedente puede venderse a nivel local y representar un ingreso familiar o servir para consumo animal. Debido a la carencia de oportunidades de empleo, el cultivo del nopal puede representar una fuente de empleo si se intensifica el sistema de producción atendiendo así la demanda de empleo y aprovechando el conocimiento y la experiencia de los pobladores respecto a este cultivo.

El nopal contribuye a la seguridad alimentaria de los habitantes, además es un cultivo adaptable a las características ambientales de la microcuenca, requiere

poca cantidad de agua la cual puede ser provista por el biofiltro con que cuentan las viviendas. El nopal es una especie propuesta para zonas áridas como es el caso de esta microcuenca.

Variedad de acuerdo a García (2009) la variedad adecuada para nopal verdura deberán ser de preferencia de triple propósito (para verdura, fruto y forraje) de pocas espinas y de sabor aceptable. Tanto en el Campo experimental del INIFAP en el norte de Guanajuato como en el Colegio de Posgraduados podrían dar una recomendación de la variedad más apropiada para la microcuenca. En este caso y solo para la producción de nopal verdura se recomienda la introducción de especies no presentes en la microcuenca debido a que este proyecto tendría un enfoque más productivo y no se encontraron especies nativas que carezcan de espinas, sin embargo; de acuerdo con los habitantes el nopal tapona es quizá el nopalito más sabroso que tienen, además de que es el más precoz y está adaptado a las condiciones ambientales locales y aunque tiene gran contenido de espinas esto no es una limitante para su consumo, el poco aprovechamiento de nopal tapona en La Joya se debe a que este se encuentra en el cerro, lo cual dificulta su recolección. Por lo anterior se debe considerar la posibilidad de establecer esta variedad.

El nopal tapona tiene gran demanda en los mercados en el norte del Estado de Guanajuato donde “las marchantas” como Juanita Mata han desarrollado la habilidad de pelarlos sin espinarse (Observación realizada durante recorrido a mercado Municipal en San Luis de la Paz, Gto., donde es común la comercialización de nopalitos de esta especie). El problema de las espinas se podría subsanar en un futuro con el empleo de una máquina desespinaadora que ya existen en el mercado.

Época de siembra. La más adecuada es poco antes de la temporada de lluvias. Para aprovechar la disponibilidad de esta agua. De acuerdo al balance hídrico de la microcuenca la temporada de lluvias comienza en el mes de mayo (sin embargo, durante el periodo de la realización del presente estudio las lluvias se presentaron muy tardías por lo que habría que estar atentos a las condiciones de

lluvia en el año en que se pretenda establecer el proyecto). Si se siembra a finales de mayo habrá nopalitos a partir de octubre o noviembre dependiendo de la fecha de inicio de la lluvia.

Preparación del terreno y fertilización. El terreno que se requiere para esta tecnología es de 10 m². La superficie efectiva para la plantación es de 4 m² y la restante será la zona de manejo. Toda el área deberá ser protegida contra depredadores.

El nopal es una planta que responde muy bien a la aplicación de abonos y fertilizantes (García, 2009).

Por lo menos un mes antes del tiempo estipulado para la plantación se deberá preparar la cama de siembra de cuatro metros cuadrados de la siguiente manera: aflojar los 25 cm superiores de suelo y mezclarlo muy bien con 20 - 40 kg de estiércol seco y mullido de vaca, borrego, cabra o caballo. Posteriormente, cada año se deberán aplicar 12 kilogramos de estiércol seco en la misma superficie.

El método de plantación. El método más económico y rápido para sembrar o plantar el nopal es a partir de la penca.

Las pencas se deben cortar unos quince o veinte días antes de realizar la plantación en el terreno, se procede a cortar las pencas. El corte se hace en el punto de unión entre penca y penca de un solo corte con un cuchillo bien filoso y desinfectado. El corte puede protegerse aplicándole un poco de pasta bordelesa en el mismo (cal, 1 kg; sulfato de cobre, 1 kg, y agua, 8-10 litros).

Las pencas se colocan a la sombra de un árbol o de un tejabán a fin de que cicatricen además se evitan pudriciones cuando ya estén en el terreno (García, 2009). De acuerdo con el Ingeniero Fidel Mejía, experto en cultivo de nopal orgánico del Comité Nacional del Sistema Producto Nacional Nopal y Tuna las pencas se deben de acomodar de canto, es decir; recargando un lado del borde del nopal en el suelo y colocando uno tras otro con lo cual se logra mejor ventilación y por lo tanto una cicatrización más rápida con menor incidencia de

microorganismos que favorezcan la pudrición comparado con pencas que se recuestan de lado completo y se empalman unas con otras.

Después de este periodo de cicatrización, se procede a hacer la plantación, abriendo un surco de 10 a 15 cm de profundidad en el cual se entierra el tercio inferior de la penca (con el corte hacia abajo).

Densidad de plantación y riego.

La distancia de separación entre planta y planta es de 33 cm alternando pencas en la parte del medio. Con este arreglo a esta superficie corresponden 38 pencas. La distribución de las pencas se hace de acuerdo al arreglo descrito en la figura.

El sistema de riego propuesto se basa en el uso del agua residual de las casas, tratada en el biofiltro al cual se conecta un sistema que distribuye el agua a las cintillas calibre 8000 de riego por goteo con los goteros cada 30 cm, mismas que se recomienda vayan enterradas. El tanque o depósito de agua debe estar elevado o en su caso integrar al sistema una pequeña bomba.

La otra opción es almacenar el agua del biofiltro y aplicar un riego ligero una vez por mes durante los meses de sequía.

La ventaja del primer método es que es más eficiente en el aprovechamiento del agua con un ahorro del 30 al 40 % comparada con el riego de agua rodada y no se tendría que almacenar el agua del biofiltro por mucho tiempo.

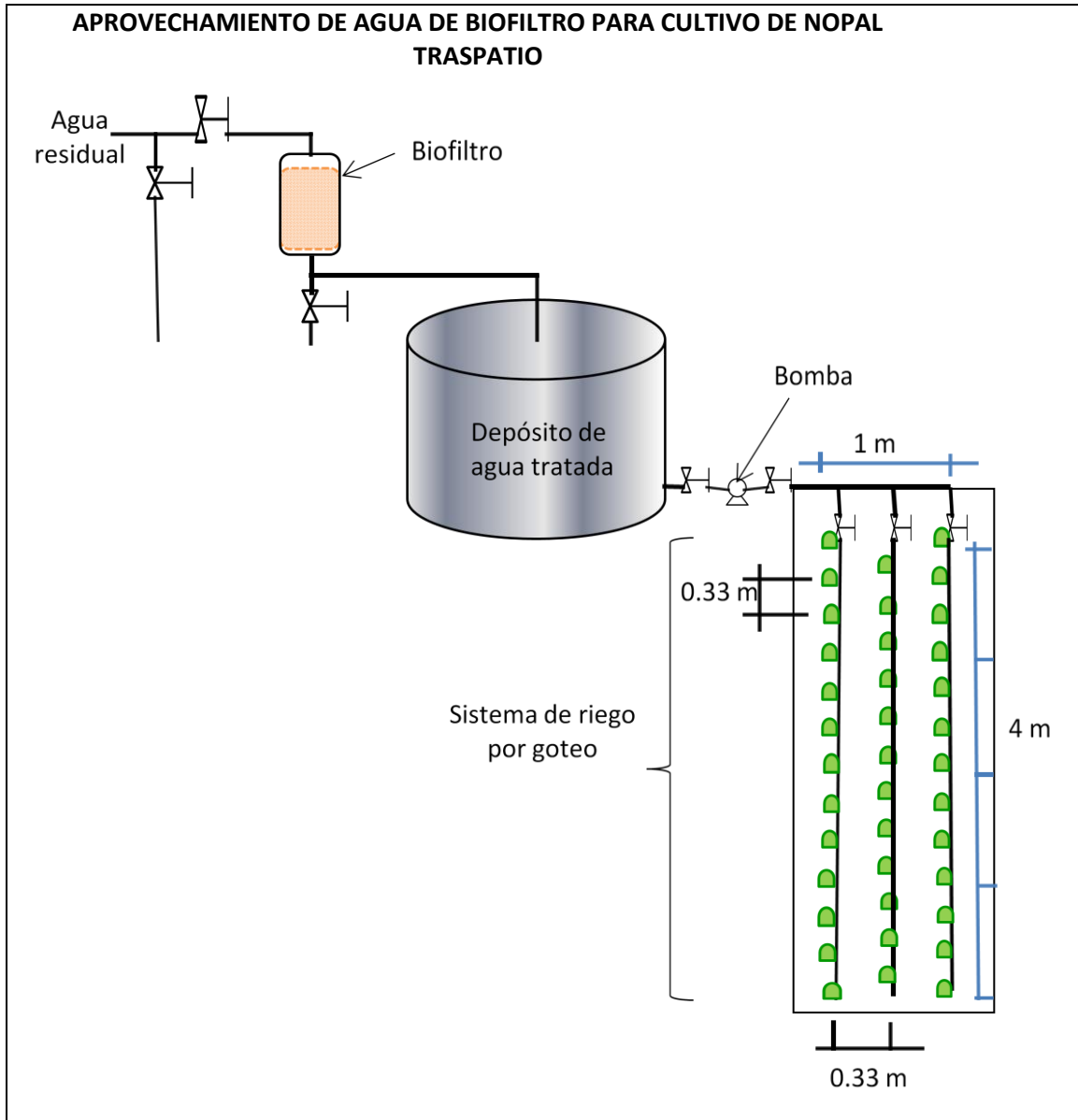
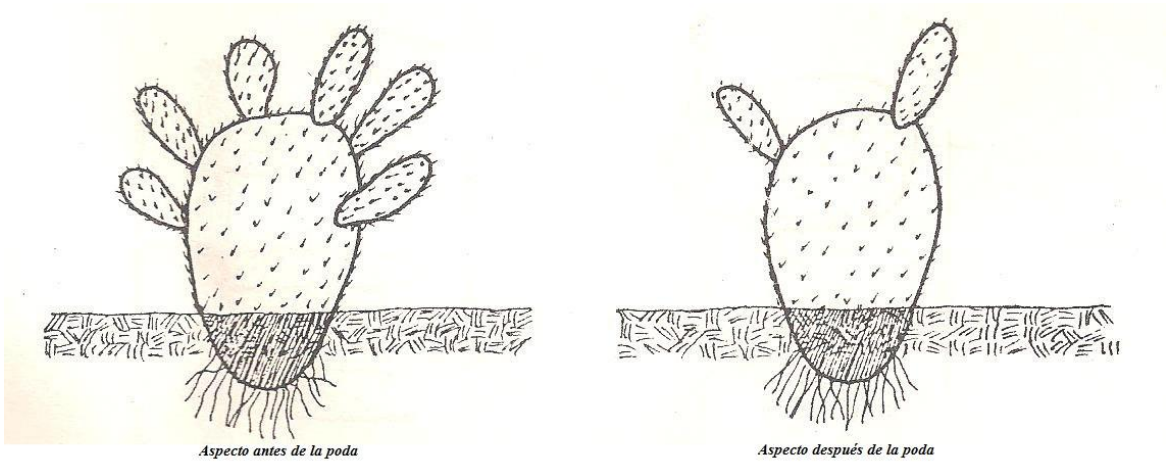


Figura 32: Esquema del sistema de riego por goteo para aprovechar el agua del biofiltro en parcela de nopal en traspatio. Fuente: Elaboración propia.

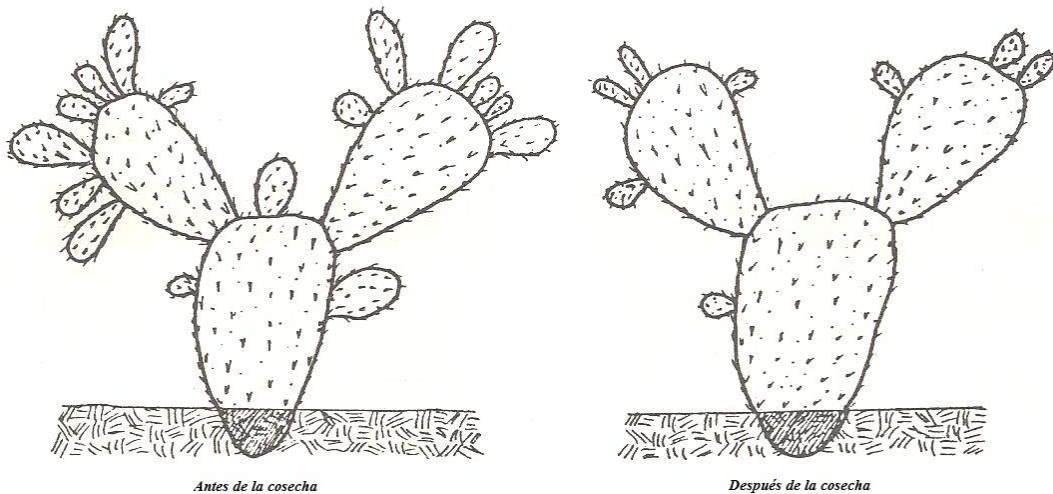
Es requisito que el biofiltro esté operando en buenas condiciones.

Labores culturales. Se recomienda la poda de formación. Una vez que la penca plantada ha desarrollado su sistema de raíces y entra en actividad, se inicia la brotación de nuevas yemas, que darán origen a las pencas superiores; sobre estas se desarrollarán los nopalitos que se cosecharán. Se deben seleccionar dos

brotos centrales superiores de la penca inicial ver figura, a fin de facilitar la cosecha y las limpieas. La plantación debe mantenerse limpia de malas hierbas.



Cosecha. Los nopalitos se cosecharán cuando alcancen el tamaño deseado el cual generalmente es de 10-15 cm. como se muestra, sin embargo; se propone que los corten un poco más grandes antes de la maduración de la penca debido a que el calcio del nopalitos con un estado de maduración más avanzado es más fácilmente absorbible que en nopalitos muy tiernos Rojas *et al*, (2010).



Semanalmente se cortarán al ras de la penca inferior sólo aquellos nopalitas que han alcanzado el tamaño adecuado.

El corte debe hacerse con cuchillo o bien retorciendo el brote para arrancarlo.

Recomendación: Dadas las características del clima en la microcuenca, resulta conveniente considerar un microtúnel de plástico agrícola para proteger los nopales y lograr producción en época de frío y evitar la pérdida de la planta madre. Atendiendo a esta recomendación de acuerdo con García (2009) se podrían lograr producciones de hasta 30 kg de nopalitas por metro cuadrado (300 ton/ha) cantidad muy por encima de los 0.65 kg que el mismo autor estima si no se cubre el nopal en época de frío. Si se opta por este sistema se requiere debe considerarse el gasto de la varilla y del plástico.

Antes de iniciar la puesta en marcha de las parcelas se deberá contar con el consentimiento y aprobación de los habitantes de la microcuenca procurando en todo momento el trabajo participativo y la equidad.

Impacto: en la alimentación de 64 familias, en la disminución del gasto (ahorro) derivado de la compra de nopalitas y en la generación de ingresos por venta si hay excedentes.

Interés mostrado: Muy bueno. Esta propuesta fue planteada por habitantes a tesista.

Avances de la propuesta: Se ha hecho un primer planteamiento. El CRCC propuso apoyar la adecuación de los biofiltros y el establecimiento de las parcelas. Los habitantes se han comprometido a cubrir el costo para proteger las parcelas con cercas de material accesible para ellos.

Concurrencia: Para la ejecución de este proyecto El INIFAP colaboraría en coordinación con la Fundación Querétaro Produce y El CRCC en el establecimiento de dos parcelas demostrativas y una vez demostrado su efectividad y validada la tecnología, presentarían la propuesta a Gobierno

Municipal o Estatal para la obtención de recursos para el establecimiento de la totalidad. Por su parte el CRCC ha aceptado destinar recursos económicos iniciales por \$10,000 pesos para este proyecto.

Se propone al CRCC involucrar alumnos de servicio social comunitario por medio de La Universidad Autónoma de Querétaro para la realización y seguimiento de este proyecto, en particular alumnos de la carrera de Química Agrícola o alguna afín, toda vez que La SEDESOL cuenta con un programa de Servicio Social Comunitario en el que se otorga beca a prestadores de servicio social que realicen estancia de seis meses.

Elaborada por: Ma. Elena López y Dr. Manuel Mora (INIFAP).

Observaciones: Debido a que no se tienen antecedentes de la calidad del agua que proviene de los biofiltros sería conveniente que se realice un análisis de esta y se determinen sus características y adecuar el biofiltro o bien el agua para las necesidades de riego.

8.- Consumo de nopal como alimento

Dirigida a: Los habitantes de la microcuenca

Objetivo.- Promover el consumo del nopal para un mejor aprovechamiento de sus nutrientes.

Descripción de la propuesta: Se sugiere el consumo de nopal de manera habitual, sin embargo; dado que los platillos resultaron bajos en contenido proteico es conveniente que sean acompañados con alimentos que las proporcionen como pueden ser los frijoles, carne, queso, o soya. Podrían fortificar las tortillas integrando harina de nopal durante su elaboración, de esta manera la tortilla resulta más rica en fibra, calcio y proteína. También se recomienda que el corte de los nopalitas sea es un estado no muy tierno, es decir; no cosecharlos demasiado pequeños, pues se ha encontrado que la asimilación de calcio presente en el nopal es mejor entre mayor sea el estado de madurez.

Impacto: En la nutrición de los habitantes de la microcuenca

Interés mostrado: No se ha planteado

Concurrencia: Escuelas locales, sector salud, DIF

Elaborada por: Ma. Elena López Ramírez

Observaciones: sin observaciones

9.- Manejo de las nopaleras existentes en las casas

Dirigida a: Habitantes de la microcuenca

Antecedentes: Algunos nopales de las casas tienen edades de hasta 25 años o más, se han caído por exceso de peso. Los nopales carecen de manejo.

Descripción de la propuesta:

Poda.- Se recomienda realizar podas de rejuvenecimiento debido a que en algunas casas las plantas están muy crecidas, lo cual además de dificultar la colecta tanto de los nopalitos como de las tunas, representa un peligro dado que se observó que algunos árboles están ladeados y a punto de desprenderse debido al peso aéreo que soportan por lo cual en estos últimos se recomienda la renovación total de la planta.

Control de plagas.- No se recomienda el uso de insecticidas para no afectar a los organismos benéficos propios de las nopaleras silvestres que pudieran estar presentes en las nopaleras de traspatio, de manera que la poda sigue representando una opción de control de plagas ya que éstas están presentes en lo general en las pencas viejas (o pencas muy maduras), además se recomienda aflojar un poco la tierra y adicionar estiércol seco.

Cosecha.- Los nopalitos y tunas se deben cortar con un cuchillo de preferencia limpio, desde el punto de unión. Si se ha de cortar la penca es conveniente

cortarla toda y no a la mitad como se acostumbra, ya que con esta última práctica no favorece la producción en el siguiente ciclo. Les favorece dejar una pequeña porción de la penca en el producto si se pretende almacenar.

Manejo poscosecha.- Una vez cortados los nopalitos y las tunas, guardarlos en un canasto en un lugar oscuro y seco. De acuerdo con Sabina Pacheco, escritora originaria de El Charape de La Joya, de esta manera las tunas se conservaban hasta enero en la casa de su Tía Conchita (Pacheco, 2006).

Impacto: Disminuyen el riesgo por caída de nopal. En la alimentación de los habitantes que tienen nopalera.

Interés mostrado: No se ha presentado la propuesta formal

Avance de la propuesta: Se ha presentado la propuesta de manera informal

Concurrencia: Tesista, habitantes de la microcuenca, SDA

Elaborada por: Ma. Elena López y Antonio Moreno habitante con nopalera de traspatio para producción de tuna en la Microcuenca.

Observaciones: sin observaciones.

10.- Capacitación

Dirigida a: CRCC, UTSOE, Habitantes de la microcuenca, Pronopalli

Objetivo: Establecer las bases para la transformación del nopal y tuna en productos de valor agregado.

Antecedentes: Al posicionar el tema del nopal durante la fase de diagnóstico, un grupo de señoras proponen se les enseñe a transformar el nopal en productos que permitan aprovecharlo.

Descripción de la propuesta

La propuesta es desarrollar las tecnologías alimentarias y transferirlas a los habitantes para que conozcan y las desarrollen con la finalidad de establecer las bases para el desarrollo de un proyecto productivo. Fundamentado esto en la existencia del Plan Rector Producto Nacional de Nopal y Tuna, y en la demanda de productos de este elemento de acuerdo Margarita Alba García del Bosque presidenta del Consejo de Promoción de Nopal y Tuna. También se consideró la existencia del nopal en la microcuenca y sobre todo en la inquietud de las personas, principalmente mujeres de la microcuenca para elaborar productos de nopal.

En primera instancia se comenzaría la producción con nopalitos comprados en la central de abastos más próxima (debido a que la producción de nopalito es estacional en la microcuenca) y posteriormente (de acuerdo a los avances de las parcela de traspatio) se integrarán nopalitos producidos en la microcuenca.

Dado que en la microcuenca hay un excedente de tunas, éstas deberán ser aprovechadas para obtener productos con valor agregado por lo cual se sugiere la elaboración de mermeladas, jaleas o algún otro producto derivado no perecedero como puede ser el queso de tuna o algún licor.

Impacto: Económico una vez establecido un proyecto productivo.

Interés mostrado: Muy bueno, se han organizado para solicitar capacitación al CRCC.

Resultados y avances de la propuesta: Los productos que se desarrollaron fueron los siguientes: deshidratados, harina, pulpa, tortillas y mermelada de nopal, mermelada y licor de xoconostle: La alumna UTSOE preparó material para impartir curso.

Concurrencia: Las instituciones que pueden apoyar esta iniciativa son: DIF municipal apoya la capacitación en diferentes rubros de trabajo artesanal. UAQ.

El DIF Estatal por medio de Casa DIF comercializa productos artesanales realizadas por personas de comunidades rurales y aunque no han entrado en el

rubro de productos alimentarios artesanales, no descartan la posibilidad de apoyar para su comercialización, ya sea en casa DIF, o en los mercados artesanales que el DIF estatal organiza. Por otra parte, en el Consejo de Promoción de Nopal y Tuna (CPNT) podrían promocionar los productos tanto a nivel nacional como internacional una vez que el grupo o empresa se registre ante el mismo por medio de un convenio donde este se compromete a distribuir los productos.

Elaborado por: Ma. Elena López Ramírez y Silvia Cortés TSU UTSOE

Observaciones: Se ha explorado el mercado de manera parcial obteniendo hasta el momento resultados muy favorables para los deshidratados y la pulpa de nopal.

11.-Establecimiento de plantaciones intensivas en pequeños espacios para la producción de xoconostle y nopal doble o triple propósito.

Dirigida a: El CRCC, Los habitantes de la microcuenca

Objetivo: Apoyar Promover el aprovechamiento

Antecedentes: El xoconostle es otra de las especies presentes en la microcuenca en la mayoría de las casas, además; existe la necesidad de complementar la alimentación del ganado.

El cultivo de xoconostle lo realizan sin riego y se ha observado que la producción de esta tuna es muy abundante (no se cuantificó) y no se aprovecha. Si se siembra xoconostle se podrá disponer de mayor cantidad de materia prima para elaboración de tecnologías alimentarias.

Descripción de la propuesta

Se propone integrar la propuesta técnica toda vez que los habitantes hayan decidido destinar un área de sus parcelas para este fin. Para esta propuesta será necesario la capacitación a los interesados.

Impacto: En la alimentación del ganado y en el desarrollo de la propuesta productiva.

Interés mostrado: No se ha planteado la propuesta

Resultados y avances de la propuesta: No se ha planteado la propuesta

Concurrencia: La SDA-SAGARPA en Querétaro apoya la producción de tuna bajo condiciones de temporal.

Elaborado por: Ma. Elena López Ramírez

Observaciones: El Señor Salvador Campos y Antonio Guerrero entre otros proponen este tipo de proyectos.

Se considera la pertinencia de la participación de alumnos de las diferentes carreras de las Instituciones educativas de nivel superior en el estado e inclusive de otros estados para la realización de servicio social a quienes se podría apoyar económicamente por medio del Programa “Servicio social comunitario” de La SEDESOL que apoya a instituciones de educación superior que desarrollen proyectos en comunidades y a jóvenes que comprometan una estancia en comunidades rurales desarrollando un proyecto.

Otra forma de apoyar las propuestas es por medio de la realización de proyectos de Tesis de Licenciatura o de Técnico Superior Universitario y que al igual que este proyecto de Maestría, tanto la Universidad (UAQ), el CRCC, El INIFAP y otras instituciones participantes apoyen para el desarrollo de las mismas.

8.12 El proceso participativo

En todas las actividades se incluyó a las personas locales. Los habitantes participaron de acuerdo a su condición, rol o edad en las diferentes actividades y/o mediciones o análisis. Se explicaron los objetivos del proyecto de tesis y se trabajó bajo un esquema participativo de la siguiente manera.

El Planteamiento de la investigación se realizó el día 8 de mayo de 2010, reunidos ejidatarios, vecindados, investigadores y alumnos de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, en el lugar conocido como La Loma. Ahí se presentó entre otros la propuesta del proyecto de tesis y se sometió a consideración para su apoyo en las diferentes etapas. Se expusieron los objetivos y se inició el proceso de auto reflexión y negociación en su primera fase consistió en la realización de un diagnóstico de las condiciones del nopal en la microcuenca.

La Recopilación de la información y trabajo de campo inició en mayo de 2010, en un marco adaptativo, se involucró a la población en diferentes temas, quienes aportaron conocimientos o saberes generales y específicos relativos al nopal. Para ello se emplearon herramientas sociales como encuestas, entrevistas semiestructuradas, visitas domiciliarias, observación participante, transectos, etc.

Se realizaron talleres y juntas diferentes personas, autoridades y personal de Centro Regional de Capacitación en Cuencas y responsables del proyecto del nopal para definir la pertinencia del proyecto.

Al inicio la invitación a los talleres se realizó acordando el día con el Comisariado Ejidal, posteriormente se acordaba en los talleres la fecha de la siguiente reunión. En los talleres se siguieron diferentes metodologías de acuerdo al objetivo del taller y al tipo de público. Se realizaron talleres informativos, organizativos, de presentación de avances de resultados, se apoyaron los talleres de equidad y género planeados por el CRCC.

Cómo elementos analizadores se introdujo la problemática detectada, principalmente la pérdida de suelo y la baja productividad agrícola. También se

enfaticó en la importancia cultural del nopal, y en las bondades que tiene como elemento multipropósito. Se presentaron las observaciones de la asistencia a un Congreso de nopal en 2010, la asistencia a un curso de nopal orgánico en enero de 2011 y la visita a Valtierra (zona productora de nopal en Salamanca, Guanajuato) (marzo de 2011), además se les presentaron algunos productos elaborados con nopal.

El trabajo de campo fue una actividad desde la presentación de la idea de proyecto hasta la organización para la ejecución de la propuesta de reforestación por medio de reuniones y la transferencia de tecnologías alimentarias con nopal. Una vez realizado el trabajo de campo se procesó la información generada en las entrevistas individuales y grupales, las observaciones y notas de campo, etc.

Con los datos sistematizados se presentó un primer informe de los resultados del diagnóstico el cual incluyó las especies y los usos del nopal en la Microcuenca.

El segundo informe se entregará a los habitantes de la microcuenca. El informe final tendrá como producto el documento de tesis. Se presentara a los habitantes de la microcuenca.

El seguimiento de los proyectos emanados de la propuesta de manejo del nopal se llevará a cabo por el Centro Regional de Capacitación en Cuencas, quienes darán continuidad a las propuestas aplicadas y medirán el impacto de esta intervención.

Narrativa del desarrollo del proceso participativo

El proceso participativo que involucra la propuesta de manejo del nopal en la microcuenca La Joya ha tenido varias vertientes a partir de la presentación de los proyectos del CRCC y del Plan Rector de Producción y Conservación en septiembre de 2009. En la reunión inicial hubo muy buena concurrencia a petición del promotor de La Agencia de la Sierra Gorda, Don Manuel Pérez Cascajares, quien ya tenía tiempo trabajando ecotecias en La Joya. Asistieron hombres y mujeres adultos. Ahí, los habitantes aceptaron de palabra participar tanto en la

elaboración del Plan Rector como en el proyecto del centro. Una observación general arrojó dos cosas: 1.- Los que opinaron fueron los hombres y 2.- Los líderes se hicieron notar tanto con opinión como con la postura de estar siempre, un poco más delante de los demás o, de los demás al estar y ubicarse siempre, un poco más atrás de los líderes como protegiéndose con ellos y dejándoles la palabra y respaldando lo que dicen.

Al inicio de los talleres participativos, los pobladores asistían y escuchaban, pocos opinaban, mostrando poco interés, sin embargo conforme se fue consolidando la presencia del Centro y de los investigadores que harían el PRPC junto con los habitantes, esta falta de interés fue evolucionando a escalas mayor participación. Los transectos donde los señores expusieron su problemática por zona de cuenca en el ámbito ambiental, social y económico, sin duda, marcaron la pauta para los trabajos posteriores. En estos transectos conforme se les fue presentando de manera más puntual los beneficios de los trabajos a realizar con el centro y los de contar con un plan rector, esta participación avanzó de la pasividad al suministro de información. El papel que jugaron los habitantes durante la realización del PRPC, se limitó a dar información por medio de entrevistas, diálogos semiestructurados, encuestas, e informantes clave a nivel individual; en lo colectivo la información se obtuvo en los talleres donde se sometió a su consideración algunos proyectos probables de ejecutarse y otros donde expusieron su problemática, sin que en ambos dieran más que información o externaran su opinión o sus propuestas y menos aún sus inquietudes.

Posteriormente se plantearon propuestas técnicas para el PRPC y para el CRCC, entre ellas, primero el diagnóstico y luego la propuesta de manejo del nopal, así como las obras de conservación de suelo y otros proyectos de la UAQ. En La Loma se reunieron en torno a estas propuestas, en Asamblea Ejidal (la asamblea de mayor jerarquía a nivel ejidal y comunitario), ahí se dio espacio al CRCC y a la UAQ, ahí se reunieron hombres y mujeres de las dos localidades, no todos eran ejidatarios, pero hubo espacio para que opinaran todos.

A partir de que aceptaron por escrito a nivel ejidal su participación en los proyectos del CRCC y de Tesis, todas las actividades realizadas en la microcuenca estuvieron acompañadas, propuestas y/o ejecutadas por y con los habitantes.

Se realizaron transectos y recorridos para caracterizar la microcuenca y ubicar el nopal, manantiales, áreas de agostadero, bordos, etc., se hicieron talleres para hacer el mapa comunitario, para identificar la problemática, para presentar el concepto de cuenca, para organizar los trabajos de conservación de suelo, para capacitar para marcar las curvas de nivel y plantar el nopal entre otros. Participaron hombres, adultos, jóvenes y niños en los recorridos. Debido a que se había ofrecido pago por empleo temporal (PET) para las obras de conservación de suelo, hubo y hay hasta la fecha grupos que participan por los incentivos que se les proporcionan, sin embargo estas personas empiezan a tener incidencia en las propuestas hacia otros trabajos con beneficios ambientales y los conceptos de cuenca, conservación e infiltración empezaron a ser parte de su lenguaje y la importancia de retener el agua en la cuenca, la retención de agua en los nopales y cómo la cobertura vegetal y los nopales retienen suelo son temas que exponen y defienden muy bien, además de que son ellos los que más están promoviendo la participación de sus familias en las distintas actividades, de manera que hay un grupo de jóvenes en ambas localidades, autorizados por sus padres para que marquen los puntos de las curvas de nivel donde se reforestará con nopal.

Para el establecimiento de senderos interpretativos se siguió con la mecánica del PET, a la par que se les hace la propuesta de reforestar con nopal 20 has. que tenían comprometidas con La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a lo cual ellos acceden, esto sin duda porque ya se había posicionado el tema del nopal de manera que el CRCC apoyó la gestión para la ejecución del proyecto y logró un fondo que en un principio se pensó utilizar para motivar a las personas al trabajo pagando un peso por penca aportada y un peso por penca plantada. Sin duda este evento marcó un parteaguas en la participación, las personas no asistieron a la siguiente reunión de organización porque consideraron que no estaba bien planeado el trabajo y que se debería cercar el área de reforestación, además; ellos

no estaban dispuestos a trabajar en algo que posiblemente no iba a funcionar si no se protegía. Estas opiniones fueron recogidas de manera informal, sin embargo fueron tomadas en cuenta tanto por el CRCC y como por el proyecto del nopal para hacer nuevos planteamientos y convocar a una reunión con la finalidad de definir el rumbo de la reforestación, en ésta las personas dijeron que reconocen la importancia de reforestar por el compromiso adquirido, pero también por la necesidad de disminuir la pérdida de suelo y manifiestan que reforestarán sin que se les dé un pago y solicitan al centro que el dinero que habría de ser para pagos, se destine para comprar material para la cerca y con esto evitar el paso del ganado. Esto sin duda tiene mucha relevancia, pues están tomando decisiones conjuntas en torno al cierre de un agostadero que es parte del territorio común y que al igual que muchas áreas de la microcuenca a lo largo de su historia ha sufrido más la falta de organización, la presión del ganado y la extracción de los recursos.

Por otra parte, en las escuelas se presentaron los conceptos de cuenca, la fisiología del nopal y la importancia cultural del nopal para nuestro país, los niños participaron con lluvia de ideas acerca de las bondades de conservar la vegetación existente, el mecanismo de erosión y como el nopal representa una opción para su microcuenca y realizaron además, una representación de la dinámica del agua superficial en su microcuenca, para lo cual diseñaron en papel a su microcuenca tratando de simular la forma y los relieves. Los niños también han sido acompañantes en transectos y en otras actividades donde el proceso de enseñanza aprendizaje ha fluido en todos sentidos.

El 100 % de las casas fueron visitadas, ya sea para obtener un punto geográfico, para hacer una invitación, para aplicar entrevistas y establecer diálogos en torno al CRCC y al nopal o bien para arreglar algún asunto, de manera que la población conoció y aportó al diagnóstico, sin embargo; esto ha ido cambiando de solo responder las preguntas al pasar diálogo interactivo, aunque no en todos los casos. Estas entrevistas y diálogos que habían sido diseñadas para obtener información de la condición del nopal en la unidad habitacional, además; han

puesto de manifiesto las inquietudes que en lo colectivo no se animan a exponer, pero que sufren todos como por ejemplo: el sentir por los que migran y el temor porque las drogas o el narcotráfico lleguen a su territorio.

Las entrevistas domiciliarias dieron paso a la participación de las señoras en talleres como el de identificación de la problemática, además, el CRCC realizaron tres talleres de equidad y género, y para efectos del proyecto del nopal, en uno de ellos se les hace la invitación a participar en un evento denominado “muestra gastronómica de platillos con nopal”. En este evento, con gran entusiasmo, las señoras presentaron ante la comunidad y personas invitadas por el CRCC, los platillos que saben preparar. El involucramiento de las personas en los proyectos del CRCC y del nopal en este sentido, alcanzan niveles de participación interactiva, las señoras decidieron participar preparando platillos y apoyando en el trabajo, sin incentivo, mientras que los señores participaron en la organización del recorrido con los visitantes y en la presentación de las obras de conservación de suelos y los senderos, respondiendo de esta manera a los objetivos del proyecto del CRCC. Las palabras de Janet de la localidad de la Joya “En la Joya las mujeres no estábamos acostumbradas a opinar en las reuniones, hasta que vinieron ustedes, no sé, pero como que ustedes (refiriéndose a las personas del CRCC y del proyecto nopal) nos dan más confianza” hablan de los avances en los niveles de participación y vislumbran los logros que se van obteniendo en los proyectos tanto del CRCC, como el del nopal.

Otras actividades que han apoyado la participación y el desenvolvimiento de las personas de La Joya, son las visitas de acercamiento, donde se ha procurado el encuentro con otros campesinos en lugares donde se trabaja con esquemas parecidos a los que se trabajan actualmente en la microcuenca la Joya, visitas a La Carbonera en Querétaro, y a la Casa Sustentable de Don Miguel Maya en Huimilpan, Qro, y a La microcuenca Mesa de Escalante en el Estado de Guanajuato, sin duda son actividades que contribuirán a que se generen visiones distintas a las que se tenían los habitantes antes de las propuestas de los proyectos.

DISCUSION

Se identificaron siete especies de nopal cuyos caracteres de serie y especie coinciden con los descritos por Bravo en 1978. Entre ellas sobresalen *Opuntia robusta* y *Opuntia streptacantha* que se encuentran de manera natural en la microcuenca principalmente en las partes alta y media y por lo tanto son las especies más recomendadas para realizar obras de rehabilitación en áreas degradadas de esas zonas atendiendo así la recomendación de Vázquez Alvarado (2010) quien menciona que los trabajos de reforestación se deben hacer con especies afines a las zonas ecológicas específicas y además menciona que el nopal se ha introducido como estrategia para reducir la erosión hídrica en algunas áreas de escasa precipitación pluvial. Flores (2002) por su parte propone el uso del nopal para frenar la desertificación y pérdida de suelo de las zonas áridas en nuestro País.

Las otras cinco especies se localizan en la parte baja, al interior de las casas donde también se encuentra *Opuntia streptacantha*. Estas han sido introducidas por los habitantes por tener frutas de características agradables para ellos como mayor tamaño, o por tener menos espinas. Las especies de las nopaleras de las casas representan una fortaleza por la diversidad de especies que albergan, siendo entonces, un reservorio genético para la microcuenca como lo cita (García – Herrera, 2010) quien menciona que las parcelas de nopal tunero son muy pequeñas en algunas comunidades con características similares a las de las de la microcuenca La Joya. (García – Herrera, 2010)

A mayor altitud existe mayor presencia de *O. Robusta* y a menor altitud hay más diversidad de especies. Lo anterior concuerda con lo aseverado por López-González (2010) al mencionar que arriba de los 1500 se localizan especies como *O. robusta* y *O. Streptacantha*. La presencia del nopal tapona en la parte alta, da cuenta de la adaptación que ha tenido a las condiciones de la microcuenca, al encontrarse en las zonas más frías y carentes de vegetación donde las condiciones de suelo parecieran ser muy poco favorables para cualquier otro tipo

de vegetación. Lo cual coincide con FAO (2006), quien menciona que en nuestro país existe una gran diversidad de especies que sobreviven en condiciones de clima muy extremo como *O. robusta* que sobrevive en partes altas donde el suelo ha sido muy afectado por la intervención humana.

En lo que se refiere a la densidad de acuerdo a la zona de cuenca la mayor se ubica en la parte baja y se debe al interés de las personas por brindar mayores cuidados para conservar algunas especies, coincidiendo entonces con (García-Herrera y col. 2010) al mencionar que de esta forma es en la que se explota el nopal tunero (García-Herrera y col. 2010) de manera controlada en nuestro país, aunque no se le ha dado la importancia socioeconómica y agroecológica que representa. La menor densidad se ubica en la parte alta en donde los nopales están expuestos al libre pastoreo y a las inclemencias del clima y solo algunas como *O. robusta* soportan temperaturas hasta de -10 °C (Guevara, 2010).

De acuerdo al uso de suelo y vegetación, la mayor densidad de nopales se encuentra en la mancha urbana y en las zonas sin vegetación aparente lo cual se debe al metabolismo del ácido crasuláceo que presentan los nopales y a las adaptaciones anatómicas que le permiten almacenar agua y disminuir la pérdida de la misma por evapotranspiración tal como lo menciona Flores en 2002. Por otra parte, se encontró sitios con plantas de nopal dispersas de manera individual en las diferentes zonas de cuenca, sin embargo; se localizaron relictos de nopaleras en los que se encuentran en grupos y muy próximos entre sí lo cual probablemente se deba al grado de perturbación ocasionado por el libre pastoreo, ya que los nopales presentaban asociaciones en los sitios restringidos para el ganado. No se encontraron nopaleras establecidas en las zonas de microcuenca fuera de las unidades habitacionales.

Según los resultados del balance hídrico atendiendo a la metodología propuesta en el manual de Rivas (2011) la microcuenca presenta un déficit de humedad, el cual es más pronunciado en las zonas de asentamientos humanos y del escurrimiento principal por lo que el enfoque de la intervención habrá de dirigirse hacia estas zonas de la microcuenca por el efecto directo que tienen en la

población. El déficit de humedad comienza con el ciclo hidrológico y termina hasta la nueva temporada de lluvias. La sequía constituye la mayor causa de mortalidad de la planta de las zonas reforestadas (Vázquez Alvarado (2010) por lo que la selección de la fecha de siembra, si se considera reforestar debe coincidir con la presencia de lluvias en la microcuenca.

La mayor infiltración de agua ocurre en la parte baja, mientras que la mayor evapotranspiración se presenta en la parte alta de la microcuenca de acuerdo al Balance hídrico y la recarga de agua solo se presenta en la temporada de lluvias por lo cual resulta muy pertinente realizar obras que permitan retener mayor cantidad de agua en la microcuenca como puede ser la reforestación que contribuya a disminuir la velocidad de escurrimiento en la parte media y alta de la microcuenca y favorecer así la captación de agua, otras acciones habrán de hacerse como la realización de contornos de piedra acomodada siguiendo las curvas de nivel para disminuir la pérdida de suelo, sin embargo para brindarles mayor soporte se hacer en paralelo un cerco vivo nativo como pueden ser los nopales.

El contenido de humedad en *O. Robusta* de la microcuenca La Joya en época de sequía es del 81.4 % en su peso total lo que representa casi el 20% de masa seca, un valor casi al doble de otras especies reportadas por Torres-Sales en 2010, cuya composición promedio en este parámetro es del 10%. Los datos anteriores nos indican que el nopal puede atender los requerimientos de agua de los animales en época de sequía y al tener menor contenido de la misma su aporte de fibra aumenta, haciéndolo entonces un alimento más completo en términos de Masa seca. De acuerdo a los resultados obtenidos con la fórmula desarrollada en el presente estudio en la microcuenca se encuentran almacenados 3, 198 m³ de agua en los nopales. Esta agua está disponible y es aprovechada por el ganado.

El nopal puede favorecer la infiltración y mantener el agua almacenada en sus pencas, en sitios que presentan un mayor déficit de humedad dado que la microcuenca cuenta con mínimo siete especies las cuales podrían ser

potencialmente aprovechables en términos ambientales y económicos incluyendo el punto de vista ganadero.

El almacenamiento de agua por nopales en la microcuenca, es mayor en la parte baja y menor la parte media lo cual probablemente se deba a que los tiempos de retención de agua en la microcuenca son menores en la parte alta debido a las pendientes que esta tiene por lo cual el hecho de que los nopales estén en la zona de infiltración le da una oportunidad en tiempo al nopal en la parte baja comparado con el de la parte alta, para que almacene agua y a la vez garantizarle la sobrevivencia.

Al igual que en muchas localidades rurales de las zonas áridas de nuestro País, la mayoría de las casas tienen nopalera de traspatio, (FAO, 2006) en el caso de La Joya el 96 % de los habitantes tienen nopales en sus casas en las que no hacen ningún manejo.

Los principales usos del nopal son para consumo humano como verdura y lo que depende de la época de disponibilidad y como cerca. El único manejo que se da es en traspatio y lo hacen sólo el 5.5% de los encuestados y consiste en la poda anual. La disponibilidad de nopalitos y tunas es amplia y va de marzo a diciembre. En los meses de abril a agosto se cosechan nopalitos y de agosto a diciembre tunas lo cual representa una importante fuente de fibra y vitaminas para la población, aunque ellos le dan un alto valor por ser un alimento disponible también para el ganado y porque no tiene costo. Existe un exedente de tunas y nopalitos en época de estacionalidad que no es aprovechado de manera eficiente debido a que se desconocen las formas de hacerlo.

Lo anterior es un patrón común en cuanto al uso, el manejo y la disponibilidad de los nopales en la Región por compartir características culturales y climáticas y es a la vez una fortaleza para formular propuestas que permitan su manejo y aprovechamiento en áreas de mejorar, su alimentación y en general su calidad de vida.

En cuanto al consumo humano, en la microcuenca se preparan más de 15 platillos diferentes de nopal. Los platillos de nopal que se preparan son bajos en contenido de proteínas y representan una buena fuente de fibra por lo que habrá de ponerse atención a la dieta en general.

El nopal es muy apreciado por los habitantes de la microcuenca por los múltiples usos que se le dan y por que reconocen algunos de los servicios ambientales que ofrece, estas fortalezas habrán de canalizarse por que pueden contribuir a la autogestión.

Las personas han participado y están dispuestas a participar en otros proyectos de nopal. Sin embargo; no todo ha sido positivo en La Joya, los avances tanto en la gestión como en la ejecución de las diferentes etapas de los proyectos han requerido más que buena voluntad del CRCC. Por un lado el flujo de los recursos para la movilidad de los externos, en momentos ha sido lento y a veces escaso por lo cual parecería que la participación local está superando a las respuestas del CRCC, en algunas ocasiones.

Por otro lado, aún cuando se ha considerado la dinámica social de las localidades de manera que los trabajos de los proyectos han sido planeados y ejecutados por los actores actuales acorde a sus tiempos locales y procurando respetar el quehacer de los habitantes para sobrevivir, algunas veces parecería que están enfadados por la intervención de tanta gente que participamos en el CRCC, sobre todo porque han visto alterada su vida diaria y en alguna ocasión han tenido que ajustar su dinámica familiar para participar en el proyecto. De igual manera, falta convencer a algunos habitantes de la microcuenca, quienes no se han involucrado con los proyectos del nopal y/o los proyectos del CRCC.

Sin embargo; se ha procurado el flujo de la comunicación en ambos sentidos, se les presentan las problemáticas y se les involucra en el planteamiento de soluciones o de nuevas alternativas.

Los habitantes de la microcuenca están superando las expectativas de participación y de organización, de manera que se tienen consolidados diferentes equipos de trabajos para las diferentes actividades y se han movilizad personas para acompañar a la gestión con el objetivo de que en un futuro cercano lleguen a la autogestión.

Para la propuesta de manejo del nopal en la microcuenca La Joya las personas han manifestado sus concepciones, sus inquietudes y han hecho aportaciones y planteamientos contundentes sobre lo que quieren y como lo quieren hacer, han puesto de manifiesto el conocimiento que tienen de su entorno y sus elementos y los ciclos, de manera que la propuesta implica los saberes locales, el conocimiento técnico y la participación de todos los actores: locales y externos.

La respuesta con acciones a la reforestación con nopal, la asistencia a los talleres, el acompañamiento en los transectos y recorridos, la muestra gastronómica y a aceptación de recibir visitantes y asistir a conocer nuevas experiencias, entre otras actividades; hacen que el compromiso de los investigadores, autoridades y todos los actores responsables del desarrollo de la microcuenca, aumente y que la propuesta vislumbre un buen panorama para contribuir con ellos.

El mérito de los avances en la participación recae sin duda, en las interacciones entre los actores. El hecho de compartir experiencias de vida, las estancias en la microcuenca, el trabajo incluyente-participativo y el trabajo previo realizado por promotores anteriores y actuales, el saber de los técnicos y sobre todo la disponibilidad de la gente son y han sido los factores que de manera integrada, articulada y continua están poniendo las bases para el empoderamiento local en aras de que los habitantes de la microcuenca tomen el control de su vida y su entorno para lograr así la autonomía que acompaña al desarrollo con el consecuente bienestar y mejora de la calidad de vida para las personas que viven ahí.

El reto reside en que este inicial logro participativo tenga la continuidad, el acompañamiento y apoyo de los gestores, de manera que se cumpla con las

expectativas creadas. Se deberá seguir trabajando en la concientización y en el desarrollo de actividades con o sin estímulos económicos. Si se quiere tener un verdadero impacto es necesario el seguimiento con cada una de las actividades, atendiendo las necesidades de los diferentes grupos o sectores dentro de la microcuenca y no generarles falsas expectativas. Se deberá además establecer indicadores del impacto tanto de las propuestas como de la intervención.

CONCLUSIONES

Se identificaron siete especies, y 15 variedades de nopal en la microcuenca. Las especies de nopal presentes en las zonas de cabecera y de transición son *Opuntia robusta* y *Opuntia streptacantha*, mientras que las especies presentes en la zona de emisión son: *Opuntiatomentosa*, *O. ficus indica*, *Opuntia Streptacantha*, *Opuntia joconostle*, *Opuntia lasiacantha* y *Opuntia megacanta*.

Los sitios de mayor densidad y diversidad de especies de nopal en la microcuenca se ubican en los traspacios de las casas. El uso que se da al nopal es para consumo humano como verdura y para cercar las casas, el excedente de tunas lo recolectan para alimentación de los cerdos, el ganado (vacas y cabras) consume el nopal en los agostaderos en libre pastoreo.

El nopal carece de manejo en la microcuenca. Las prácticas culturales que se realizan son la poda de los brotes y la cosecha (con fines de consumo), sin embargo tiene valor de uso y valor afectivo entre los habitantes de la microcuenca.

El nopal constituye parte importante de la dieta de los habitantes principalmente en la época en la cual es más marcada de sequía y es una fuente de calcio y fibra para los habitantes de la microcuenca mientras que las tunas son una fuente de vitaminas durante el periodo que va de agosto hasta diciembre.

Los habitantes están interesados en conocer y poner en práctica los distintos usos que se le pueden dar al nopal. El nivel de participación en los proyectos en esta microcuenca está avanzando hacia una participación funcional.

La necesidad de retener agua en la microcuenca y la diversidad de especies de nopal encontradas en las diferentes zonas de la misma así como la importancia del uso y la aportación que tiene este elemento en la alimentación de los habitantes de la microcuenca La Joya, permiten concluir que las propuestas para el manejo y aprovechamiento del nopal son pertinentes para contribuir en la rehabilitación de las funciones de la microcuenca en el corto y largo plazo dado los avances en el proceso participativo y el involucramiento de las habitantes tanto en

diagnóstico como en la ejecución de las mismas y en las fortalezas institucionales disponibles para su sostenibilidad por lo tanto la hipótesis se acepta.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, G. R., García, L. M., Paredes, M.R. 2009 Manejo agronómico de una microcuenca en el Norte de Guanajuato. Reflexiones y propuestas. Folleto técnico del INIFAP. San Luis de la Paz, Gto. México.

Barrientos, P.F. y Flores de Cortázar, V. 1969. Observaciones en un clon de nopal forrajero (*Opuntia ficus indica* Mill) variedad Copena F1. Colegio de Postgraduados.

Barros, C., Buenrostro, M. 1998, El maravilloso nopal: sus propiedades alimenticias y curativas. Edit. Grijalbo, S.A. de C.V. México, D.F. 243 p.

Borrego-Escalante, E., Burgos-Vázquez, N. 1986. El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 202 p.

Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. 2ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. Vol. 1. 743 p.

Boterf, G. 1986. La Investigación Participativa: una aproximación para el desarrollo local. Educación de Adultos. Madrid.

CONAZA. 1992. Nopal cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Edit. Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de la Reforma Agraria. Saltillo, Coahuila, México. 50 p.

CONAZA. 2002. Manual de organización de la Comisión Nacional de Zonas áridas. 71 p. encontrado en: http://www.conaza.gob.mx/unidad_enlace/manual_org.pdf

Corrales-García, J. Perspectivas Agroindustriales de la postcosecha de nopalito y tuna. En Memorias del IX Simposio Nacional y II Taller Internacional. Campus de

Ciecias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300 p.

Cottler, H. y Pineda, R. 2009. Apuntes inéditos del Módulo 1 de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Año 2009. Qro., México.

CPNT. 2010. Propiedades del Nopal. En Cocina Práctica Revista mensual, edición especial No. 97. Radar Editores. México.

CRCC. 2010. Proyecto de creación del Centro Regional de Capacitación en Cuencas. Boletín informativo Año 2010.

Cruz, H.P, García, S. 1977. Nopal tunero para el área semidesértica del Valle del Mezquital, Puebla, México. SARH-INEA. No-91. México. 30 p.

De la Rosa-Hernández, J.P., Santana-Amaro, D. 1998. El Nopal, usos, manejo agronómico y costos de producción en México. CONAZA-UACH-CIESTAAM. México. 182 p.

Domínguez, M.A. 2006. Conceptos básicos de hidrología de cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Qro., México.

Estrada, A. 2009. Falta de apoyos rompe cadena productiva del nopal. En Agro 2000. Revista Industrial del Campo. Año 10. P58-61

FAO. 1992. Manual de campo para el ordenamiento de cuencas hidrográficas. Guía FAO Conservación 13/6.

FAO.1999. Agroecología, cultivo y usos del nopal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO. Producción y protección vegetal No. 132. 222 p.

FAO. 2006. El nopal como estrategia para zonas áridas. Encontrado en: [Http:77www.data.fao.org/waicent/FAOnff/AGRICULT/AGP/AGPC/DOC/publical/cactusnt/cactus/.html](http://77www.data.fao.org/waicent/FAOnff/AGRICULT/AGP/AGPC/DOC/publical/cactusnt/cactus/.html). Encontrada 17 de enero de 2011.

Farrington. 2002. Enfoques participativos en la gestión de cuencas. Apuntes inéditos del Módulo socioeconómico de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. UAQ. México.

FIRCO. 2005. Guía Técnica Para La Elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación.

Firco. 2010. Introducción al Proyecto Institucional para la Concurrencia Territorial Microcuencas. Última modificación. Encontrado el 29 de marzo de 2011 en: http://www.firco.gob.mx/proyectos/microcuencas/Paginas/micro_01.aspx

Flores-Hernández, A. 1992. El nopal (*Opuntia* spp.). Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México. Folleto de Divulgación. 16 p.

Flores-Hernández, A. 2002. Manejo del agua en el cultivo del nopal. p. 14-20.

Flores, V. C, y col. 1995. Mercado mundial del nopalito. México.

Flores, V.G. 2002. Respuesta de producción de nopalitos y de pH de cuatro genotipos de nopal (*Opuntia* spp.) tolerantes a heladas a tres densidades en invierno. Tesis de ingeniero agrónomo fitotecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 55 p.

Flores, V.C., 2003. Nopalitos y tunas, producción, comercialización, poscosecha e industrialización, México.

García, V. A., Grajeda, G.J.E. 2009. Cultive nopal para verdura. Colegio de Postgraduados México. D.F.

Gavino, G. 1992. Referencias Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. México, D.F. México. 251 P.

Griffith, M. P. y J. M. Porter. 2009. Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae). *International Journal of Plant Sciences*. 170: 107-116.

Guerrero, G. F. 2007. *Cocina y Cultura en Querétaro. Recetario*. Instituto Gastronómico de Estudios Superiores AC-UAQ. México. 383 p.

INN, 2000. *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes*. Instituto Nacional de Nutrición. México. 84 p.

López, G. J. J. y Elizondo, E. J. 1990, *El nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola. El Conocimiento y Aprovechamiento*. México.

MAGIC. 2009. *Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca La Joya. Versión inédita de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro*. UAQ. Qro. México

MAGIC. 2011. *Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca La Joya. Versión actualizada, entregada y aprobada año 2011*. UAQ. Qro. México.

Michelsen, T. 2002. *Participación popular en la planificación de la ordenación de cuencas hidrográficas*.

Pacheco, S. 2006. *El Charape. Pueblo Migrante. Tradición oral*. Editorial Viterbo. México. 116p

Pineda, L. R. 2009. *Proyecto de creación de Centro Regional de Capacitación en Cuencas en la microcuenca La Joya*. Qro., México.

Randell Badillo, j. *Modelo de restauración ecológica en la microcuenca "El Porvenir", Santiago de Anaya, Hidalgo, México*. [En línea]. Cuba. 2005. ISBN 959-250-156-4. *Disponible en: www.dama.gov.co*.

Rivas, C. N. 2011. *Metodología para determinar el balance hídrico mensual siguiendo el método de Thorntwaite*. Guía sin publicar. Qro., México

Rodríguez, I. 2010. *Nopal Agroindustria que reverdece*. En *Agro 2000. Revista industrial del campo*. Año 11. P 12-17.

SAGARPA. 2004. Plan Rector Sistema Producto Nacional Nopal. http://www.inforural.com.mx/IMG/pdf/prn_nopal.pdf- PLAN RECTOR.

SAGARPA, 2009. Guía de inocuidad, Manejo orgánico y de plagas de los cultivos del nopal y tuna. 169 p.

SAGARPA-ITM-INCA. 2009. Plan Rector Sistema Producto Nacional Nopal. México, D. F., 62 p

Song, S. L. 1995. Participatory Research and Community Organizing. Documento de trabajo presentado a la Conferencia Nuevo Movimiento Social y organización Comunal. Universidad de Wasshington Seattle, WA. Encontrado en: <http://www.interwebech.com/nsmnet/docs/schng.htm> el 29 de enero de 2011.

Vazquez, M. y Ventura, E. 2006. Efecto de cuatro especies características de zonas áridas de México en la erosión hídrica. Universidad Autónoma de Querétaro. Qro., México.

Vázquez –Alvarado, R.E.; F. Blanco–Macías; M.C. Ojeda-Zacarías; J.R. Martínez-López; R.D. Valdez-Cepeda; A. Santos-HALISCAK Y L.A. Háuad-Marroquín. 2010. Reforestación a base de nopal y maguey para la conservación del suelo y agua. En Memorias del IX Simposio Nacional y II Taller Internacional. Campus de Ciecias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300 p.

ANEXOS

Anexo 1

Situación con CONAFOR

Santiago de Querétaro a 14 de marzo del 2011.


**COMITÉ TÉCNICO ESTATAL DE COMPENSACION AMBIENTAL
POR CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
COMISION NACIONAL FORESTAL
QUERETARO**

PRESENTE

En atención al oficio CNF/GEQ/2010/199 con fecha de 17 de diciembre del 2010, el cual se recibió el 4 de marzo del 2011, los habitantes del ejido Charape y La Joya queremos señalar lo siguiente:

1. Considerando que el proyecto aprobado el día 16 de noviembre del 2006 para la rehabilitación de ecosistemas degradados, fue cumplido tal como se acordó con el técnico asesor Gustavo Pinacho, y que en los problema que este técnico tenga con CONAFOR no debe ser pagados por el ejido.
2. El técnico Pinacho además de incumplir los acuerdos con el ejido, realizo una serie de acciones que nos comprometen y nos hacen quedar mal ante su institución, por eso hacemos de su conocimiento lo siguiente:

- En la primera visita del Sr. Marcos Dublan al ver que el ejido no quería aceptar el programa de reforestación, ofreció plantas frutales para reforestar y así nos convenció y al no recibirlas, los habitantes de la comunidad se decepcionaron.
- La superficie seleccionada para la reforestación por la comunidad, fue aceptada por el Ing. Pinacho y aun cuando se le sugirió que se midiera, el técnico no lo hizo y posteriormente se nos culpa al ejido, porque no son las 100 has comprometidas.
- El primer viaje de planta que se nos vendió para reforestar llego en agosto y eran pinos gregy y michoacano, y para la resiembra se nos vendió leucaenas, cuando estuvimos preguntando por que se morían tantas, se nos dijo que no eran especies de estas regiones por lo que difícilmente se adaptarían.
- Sin solicitarlo, a finales del mes de octubre llego un camión lleno de planta, el cual fue vaciado sin ningún cuidado a un lado del camino, posteriormente supimos que el Ing. Pinacho la mando a El Charape porque no se las recibieron en otra comunidad, nosotros rescatamos la que pudimos para sembrarla y la estuvimos regando con agua del bordo, pero mucha planta murió.
- Posteriormente llego el Ing. Alfredo Cornelio Chavero quien dijo que estábamos trabajando bien, pero que debíamos reducir la distancia entre las terrazas individuales para que nos cupieran las plantas comprometidas hasta quedar a un metro, cuando vinieron a supervisar las obras, el Ing.



Chavero para colmo de nuestro enojo, negó habernos dado esa instrucción y no solo eso, sino que nos culpo de no estar interesados, siendo que nosotros solo hicimos lo que él nos dijo.

- En este proceso vinieron muchas personas a supervisar los trabajos en el ejido y vieron que el recurso se estaba usando correctamente, entre otros, dijeron ser de la contraloría de Guadalajara, razón por la que creemos que hay testigos de que el ejido en su momento trabajo tal como se lo pidieron los técnicos.

Por las razones antes señaladas, nos parece sumamente injusto que la CONAFOR no asuma la responsabilidad del trabajo de los técnicos, y se limite a culpar al ejido por los malos resultados, ya que, en el ejido no había experiencia para hacer estos trabajos y nosotros actuamos de buena fe y consideramos que fuimos engañados y ahora nos exigen cosas que no debemos.

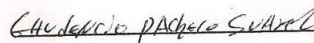
En vista de que no tenemos dinero para devolver el total del proyecto tal como se nos exige y de que en esta última visita realizada por el Ing. Andres Zurita Zafra y por el Ing. Abraham Moran Guzmán, se nos reconoce que la superficie cercada cumple las metas y se nos ofrecen alternativas más acordes a nuestras posibilidades, bajo protesta aceptamos lo siguiente

1. Reforestaremos 20 hectáreas con nopal y maguey en curvas a nivel, 1,100 plantas por ha, 3.4 hectáreas en El Charape y 17 hectáreas en La Joya.
2. No se solicitara la ultima misnistración y el dinero que queda en la cuenta será usado como apoyo para el pago de mano de obra de los que decidan participar.
3. El grupo operativo del Centro Regional de Capacitación en Cuencas representado por Raúl Pineda López, Diana Elisa Bustos Contreras, Susana Hernández Sánchez, Verónica Mendivil Hernandez, Manuel Pérez Cascajares y Miguel Maya, apoyaran la realización de estas tareas y el cumplimiento de las metas.

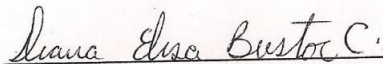
Esperamos con esto cumplir con sus demandas a fin terminar con este problema.



Marcelo Guerrero Moreno
Presidente
Comisariado Ejidal



Gaudencio Pacheco Suárez
Ex presidente
del Comisariado Ejidal

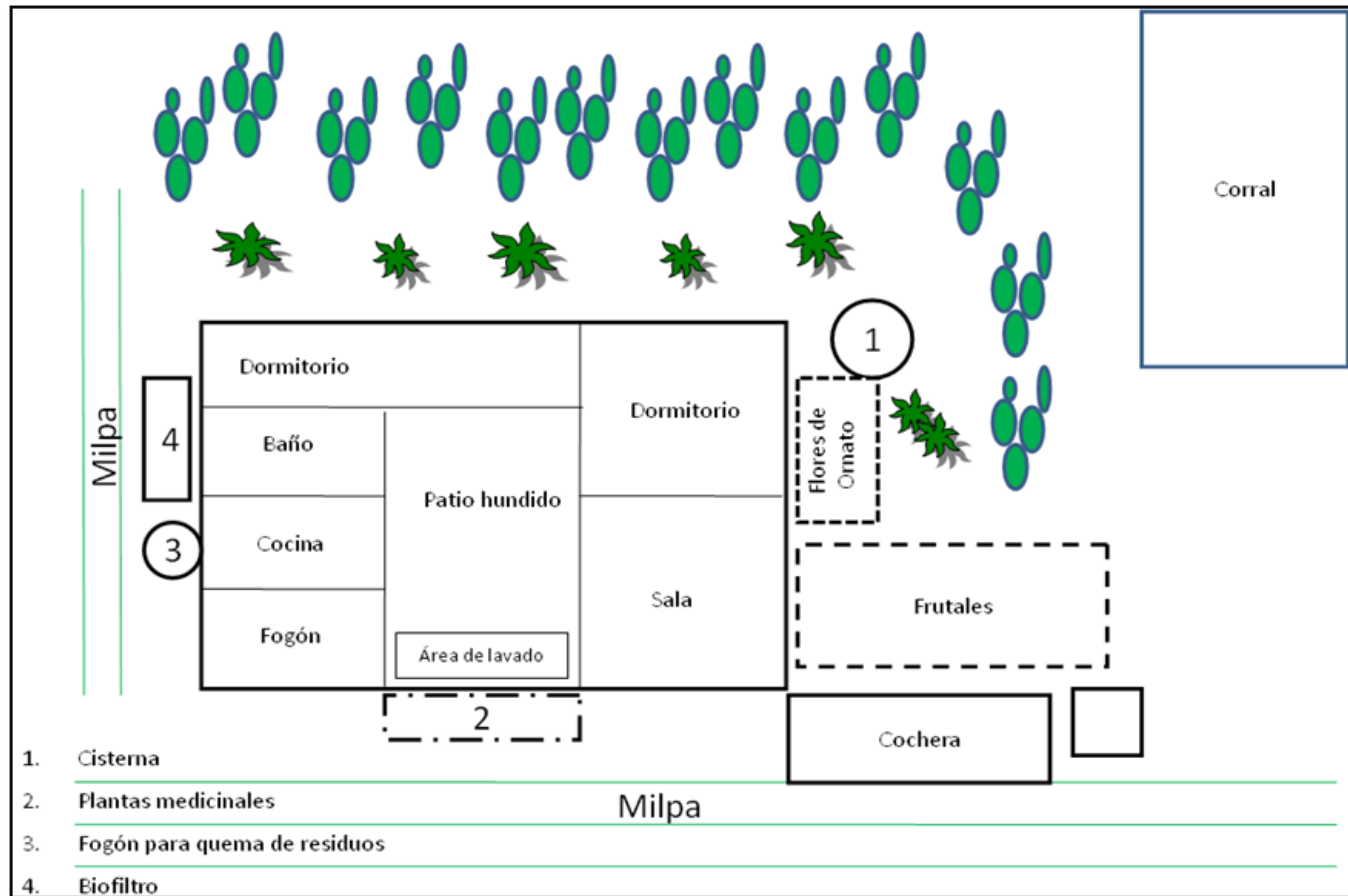


Centro Regional de Capacitación en Cuencas
Directora Operativa
Diana Elisa Bustos Contreras
Investigadora del INIFAP Querétaro



OF. DEL CENTRO, QRO
C.C. - 014 - 1 - 002

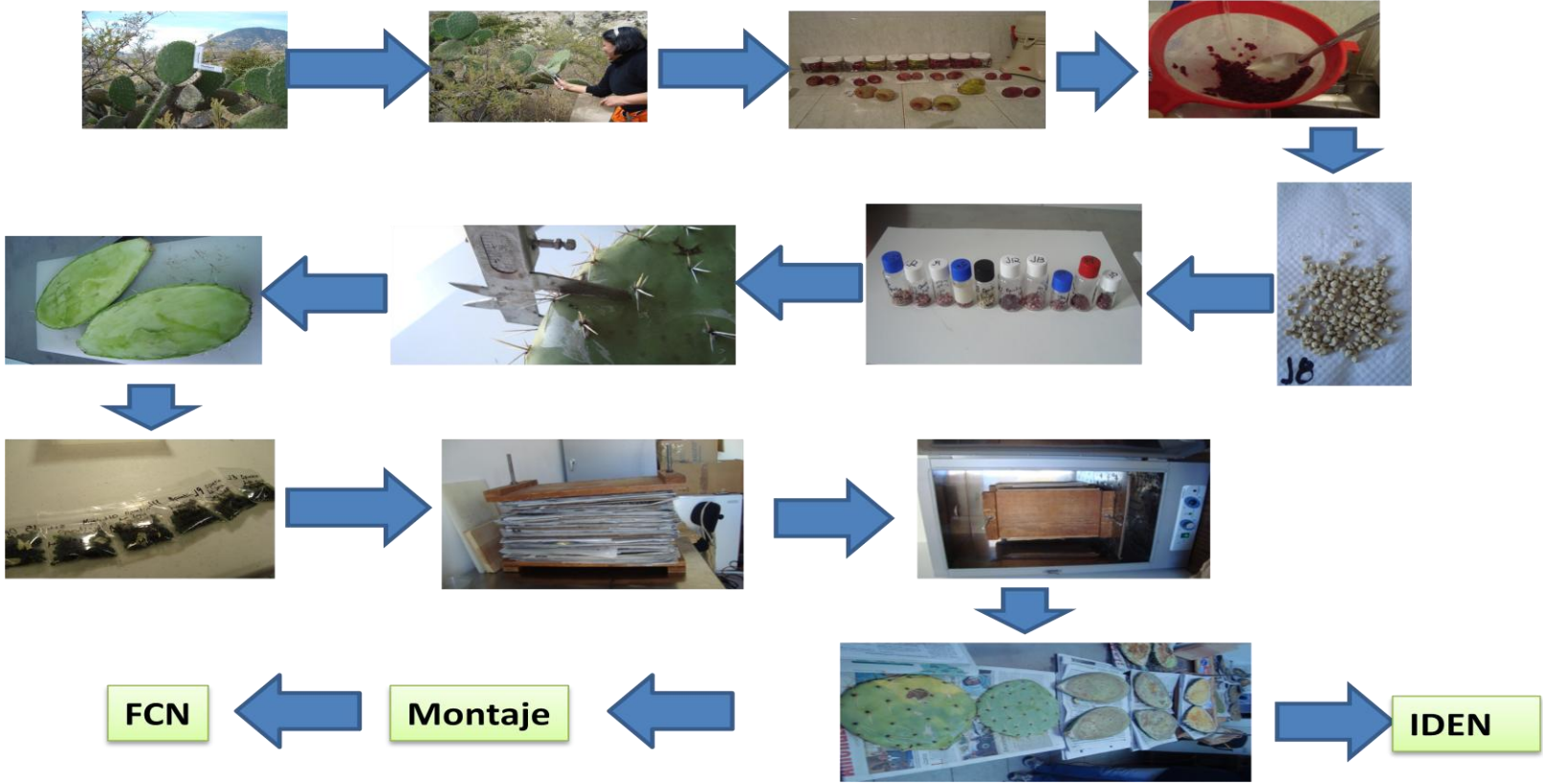
Unidades habitacionales donde se observa el espacio que ocupa el nopal en las casas de la microcuenca La Joya.



Anexo 2

RESULTADOS

Identificación de las especies de nopal en la microcuenca



Anexoxo 3

Anexo 4

Metodología para determinar el balance hídrico mensual siguiendo el método de Thornthwaite.

Biol. Nydia Margarita Rivas Casas

El método directo, presentado por Dunne y Leopold en 1978 para el cálculo del balance hídrico en una microcuenca se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$P = I + ETA + Q + SM + GWS + GWR$$

Donde

P= Precipitación

I= Infiltración

Q= Escurrimiento

SM= Cambio en la humedad del suelo

GWS= Cambio en el almacenamiento de agua subterránea

GWR= Escurrimiento del agua subterránea

Capas necesarias para el desarrollo de la metodología:

- Precipitación mensual interpolada por el método que más convenga (IDW, Kriging, etc)
- Temperatura mensual interpolada por el método que más convenga (IDW, Kriging, etc)
- Uso de suelo y vegetación
- Edafología que contenga clases texturales
- **Los datos de precipitación y temperatura pueden ser obtenidos de ERIC III, CLICOM; considerando las estaciones más cercanas al área de estudio y extrayendo los datos crudos de cada mes.**

Recomendación

Realizar un balance hídrico mensual en Excel para poder determinar la temporada de lluvias y el inicio del ciclo hidrológico; se necesita la precipitación y temperatura mensual como datos base (ver Excel Balance_ TM).

1. Obtención de las capas de precipitación y temperatura mensuales interpoladas

Precipitación (p)

La precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre y sus mediciones forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua. Tras haber extraído la información correspondiente de cada estación, se debe generar una tabla como la siguiente:

Clave	Nombre	Long	Lat	Altitud	P1	P2	P3	P4	P5	P6
11060	Salvatierra	- 100.850	20.217	1782	14.1	5.6	6.1	10.2	34.1	130.7
11078	Tarimoro	- 100.767	20.300	1772	17.0	10.0	11.5	13.3	42.1	127.1
11116	San Lucas	- 100.550	20.283	2027	12.3	3.8	5.7	7.5	30.6	109.5
11149	Paracuaro	- 100.750	20.150	1920	5.7	8.8	4.3	7.7	28.5	99.1

Clave	Nombre	Long	Lat	Altitud	P8	P9	P10	P11	P12	Panual
11060	Salvatierra	- 100.850	20.217	1782	159.3	125.3	46	12.3	8	713
11078	Tarimoro	- 100.767	20.300	1772	171.2	130.3	54	24.8	17.8	790.3
11116	San Lucas	- 100.550	20.283	2027	123.5	99.3	45	8.5	5.1	609
11149	Paracuaro	- 100.750	20.150	1920	149.7	118	61	9.5	3.6	650.9

Temperatura (t)

La temperatura es uno de los factores más importantes en el desarrollo de esta metodología; igualmente que con la precipitación se requiere extraer la información mensual generando una tabla como la siguiente:

Clave	Nombre	Long	Lat	Altitud	T1	T2	T3	T4	T5	T6
11060	Salvatierra	-100.850	20.217	1782	14.7	16.1	18.0	20.0	21.5	21.3
11078	Tarimoro	-100.767	20.300	1772	15.4	16.5	18.9	21.3	22.7	22.0
11116	San Lucas	-100.550	20.283	2027	12.9	14.1	16.5	18.7	20.1	19.4
11149	Paracuaro	-100.750	20.150	1920	16.1	16.7	18.9	20.5	21.6	20.5

Clave	Nombre	Long	Lat	Altitud	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Tanual
11060	Salvatierra	- 100.850	20.217	1782	20.2	20.0	19.7	18.5	16.6	15.2	18.5
11078	Tarimoro	- 100.767	20.300	1772	20.9	20.7	20.5	19.4	17.4	15.9	19.3
11116	San Lucas	- 100.550	20.283	2027	17.8	17.6	17.1	15.7	14.4	13.3	16.4
11149	Paracuaro	- 100.750	20.150	1920	19.7	19.3	19.3	19.2	17.2	15.9	18.7

Ambas tablas de precipitación y temperatura deben estar juntas y con la información de longitud y latitud se debe crear el shape correspondiente; el cual se proyectará al sistema de coordenadas que se esté utilizando.

Tras haber generado el shape que contiene la precipitación y la temperatura mensual; se realizó la interpolación para cada mes de temperatura y de precipitación. Utilizando el módulo Surface/interpolate en arcview.

Se debe considerar el tamaño de celda, para este caso es de 10 metros y el extent; si ya se tiene definida una área determinada, esta se puede agregar en el campo de Output Grid extent; si no, se puede dejar como la capa de estaciones y posteriormente cortar el grid al área de estudio.

El resultado es un archivo temporal el cual debe ser convertido a Grid para conservarlo theme/convert to grid; de esta manera se deben generar archivos grid de T01 a T12 y de P01 a P12

2. Evapotranspiración mensual sin corrección

El siguiente paso es calcular la evapotranspiración mensual conforme al método de Thornthwaite y Mather 1957. Para esto se necesitan todos los grids interpolados de temperatura.

$$i = \left[\frac{t}{5} \right]^{1.514}$$

Se calcula el *índice de calor mensual (i)* a partir de los valores interpolados de temperatura media mensual (t). Se generan los grids de i01 a i012 correspondiente a los 12 meses.

los cálculos se realizan en Arcview en el modulo Analysis/Map calculator utilizando la siguiente formula:

$$I = \sum i$$

Luego se calcula el índice de calor anual I_anual sumando los 12 gris de calor mensual:

Al obtener el índice de calor anual, se puede obtener la ETP mediante la siguiente fórmula:

$$Etp \text{ sin corregir} = 16 * \left[\frac{10 * t}{I} \right]^a$$

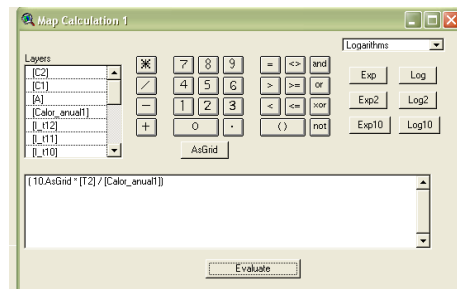
Donde:

t = temperatura mensual (t01_t12)

I = índice de calor anual (I_anual)

$a = 675 * 10^{-9} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 1792 * 10^{-5} * I + 0.49239$

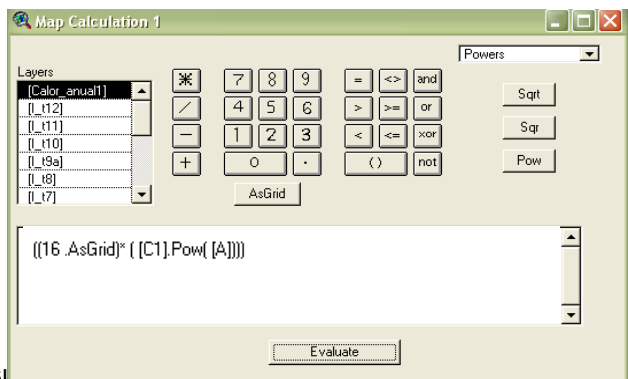
Esta fórmula se hace en dos pasos, primero se obtiene "c" que corresponde a $10 * t / I_{\text{anual}}$ de la formula original; esto se hizo igualmente con Analysis/Map calculator para todos los meses de manera que se tiene c1-c12



El cálculo de “a” se obtiene mediante la siguiente formula:

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0.49239$$

Para este paso ya se cuenta con los dos elementos (C_x y a) para poder calcular la Evapotranspiración sin corregir denominándolo Sc1 – Sc12 para cada mes, igualmente con Analysis/Map calculator se realiza la siguiente fórmula:



3. Evapotranspiración mensual

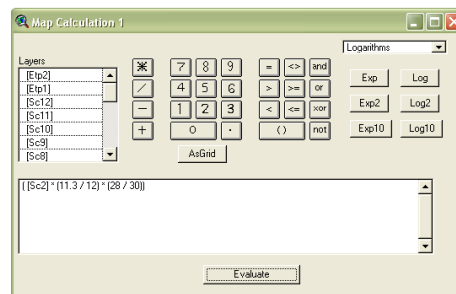
Finalmente se obtiene la ETP corregida mediante la formula de:

$$ETP = ETP \text{ sin corregir} \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{d}{30}$$

Donde:

N = Número de horas sol dependiendo del mes y latitud

d = Número de días del mes

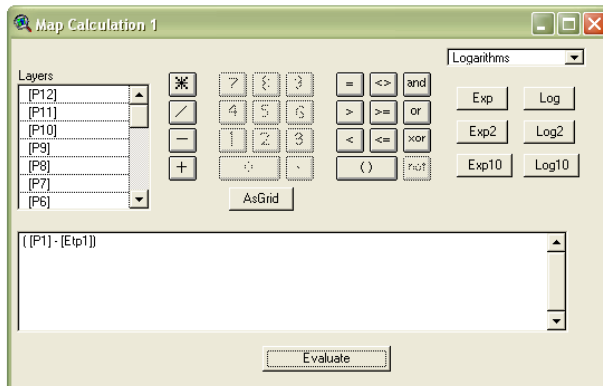


Los datos para la formula se obtuvieron de la tabla de corrección de Thornthwaite:

Northern Hemisphere												Lat. deg.	Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.0	6.6	11.0	15.6	21.3	24.0	24.0	17.6	12.8	8.3	2.3	0.0	70	24.0	17.4	13.0	8.4	2.7	0.0	0.0	6.4	11.2	15.7	21.7	24.0
2.1	7.3	11.1	15.3	19.7	24.0	22.3	17.0	12.7	8.7	4.1	0.0	68	21.9	16.7	12.9	8.7	4.3	0.0	1.7	7.0	11.3	15.3	19.9	24.0
3.9	7.8	11.2	14.9	18.7	22.0	20.3	16.4	12.7	9.0	5.2	1.9	66	20.1	16.2	12.8	9.1	5.3	2.0	3.7	7.6	11.3	15.0	18.8	22.1
5.0	8.2	11.2	14.7	17.9	20.3	19.2	16.0	12.6	9.3	6.0	3.7	64	19.0	15.8	12.8	9.3	6.1	3.7	4.8	8.0	11.4	14.7	18.0	20.3
5.7	8.5	11.3	14.4	17.3	19.2	18.4	15.7	12.6	9.5	6.6	4.8	62	18.3	15.5	12.7	9.6	6.7	4.8	5.6	8.3	11.4	14.5	17.4	19.2
6.4	8.8	11.4	14.2	16.8	18.4	17.7	15.3	12.5	9.7	7.1	5.6	60	17.6	15.2	12.6	9.8	7.2	5.6	6.3	8.7	11.5	14.3	16.9	18.4
6.9	9.1	11.4	14.1	16.4	17.8	17.2	15.1	12.5	9.9	7.5	6.2	58	17.1	14.9	12.6	9.9	7.6	6.2	6.8	8.9	11.5	14.1	16.9	18.4
7.3	9.3	11.5	13.9	16.0	17.3	16.8	14.8	12.4	10.1	7.9	6.7	56	16.7	14.7	12.5	10.1	8.0	6.7	7.2	9.2	11.6	13.9	16.1	17.3
7.7	9.5	11.5	13.8	15.7	16.8	16.4	14.6	12.4	10.2	8.2	7.1	54	16.3	14.5	12.5	10.2	8.3	7.2	7.6	9.4	11.6	13.8	15.8	16.9
8.0	9.7	11.5	13.6	15.4	16.5	16.0	14.4	12.4	10.3	8.5	7.5	52	16.0	14.3	12.5	10.4	8.6	7.5	8.0	9.6	11.6	13.7	15.5	16.5
8.3	9.8	11.6	13.5	15.2	16.1	15.7	14.3	12.3	10.4	8.7	7.9	50	15.7	14.2	12.4	10.5	8.8	7.9	8.3	9.7	11.7	13.6	15.3	16.1
8.6	10.0	11.6	13.4	15.0	15.8	15.5	14.1	12.3	10.6	9.0	8.2	48	15.4	14.0	12.4	10.6	9.0	8.2	8.5	9.9	11.7	13.4	15.0	15.8
8.8	10.1	11.6	13.3	14.8	15.5	15.2	14.0	12.3	10.7	9.2	8.5	46	15.2	13.9	12.4	10.7	9.2	8.5	8.8	10.0	11.7	13.3	14.8	15.5
9.1	10.3	11.6	13.2	14.6	15.3	15.0	13.8	12.3	10.7	9.4	8.7	44	14.9	13.7	12.4	10.8	9.4	8.7	9.0	10.2	11.7	13.3	14.6	15.3
9.3	10.4	11.7	13.2	14.4	15.0	14.8	13.7	12.3	10.8	9.6	9.0	42	14.7	13.6	12.3	10.8	9.6	9.0	9.2	10.3	11.7	13.2	14.4	15.0
9.5	10.5	11.7	13.1	14.2	14.8	14.6	13.6	12.2	10.9	9.7	9.2	40	14.5	13.5	12.3	10.9	9.8	9.2	9.4	10.4	11.8	13.1	14.3	14.8
9.6	10.6	11.7	13.0	14.1	14.6	14.4	13.5	12.2	11.0	9.9	9.4	38	14.4	13.4	12.3	11.0	9.9	9.4	9.6	10.5	11.8	13.0	14.1	14.6
9.8	10.7	11.7	12.9	13.9	14.4	14.2	13.4	12.2	11.1	10.1	9.6	36	14.2	13.3	12.3	11.1	10.1	9.6	9.8	10.6	11.8	12.9	13.9	14.4
10.0	10.8	11.8	12.9	13.8	14.3	14.1	13.3	12.2	11.1	10.2	9.7	34	14.0	13.2	12.2	11.1	10.2	9.7	9.9	10.7	11.8	12.9	13.8	14.3
10.1	10.9	11.8	12.8	13.6	14.1	13.9	13.2	12.2	11.2	10.3	9.9	32	13.9	13.1	12.2	11.2	10.4	9.9	10.1	10.8	11.8	12.8	13.7	14.1
10.3	11.0	11.8	12.7	13.5	13.9	13.8	13.1	12.2	11.3	10.5	10.1	30	13.7	13.0	12.2	11.3	10.5	10.1	10.2	10.9	11.8	12.7	13.5	13.9
10.4	11.0	11.8	12.7	13.4	13.8	13.6	13.0	12.2	11.3	10.6	10.2	28	13.6	13.0	12.2	11.3	10.6	10.2	10.4	11.1	11.8	12.7	13.4	13.8
10.5	11.1	11.8	12.6	13.3	13.6	13.5	12.9	12.1	11.4	10.7	10.4	26	13.5	12.9	12.2	11.4	10.7	10.4	10.5	11.0	11.8	12.6	13.3	13.6
10.7	11.2	11.8	12.6	13.2	13.5	13.3	12.8	12.1	11.4	10.8	10.5	24	13.3	12.8	12.2	11.4	10.8	10.5	10.7	11.2	11.9	12.6	13.2	13.5
10.8	11.3	11.9	12.5	13.1	13.3	13.2	12.8	12.1	11.5	10.9	10.7	22	13.2	12.7	12.1	11.5	10.9	10.7	10.8	11.2	11.9	12.5	13.1	13.3
10.9	11.3	11.9	12.5	12.9	13.2	13.1	12.7	12.1	11.5	11.0	10.8	20	13.1	12.7	12.1	11.5	11.1	10.8	10.9	11.3	11.9	12.5	13.0	13.2
11.0	11.4	11.9	12.4	12.8	13.1	13.0	12.6	12.1	11.6	11.1	10.9	18	13.0	12.6	12.1	11.6	11.2	10.9	11.0	11.4	11.9	12.4	12.9	13.1
11.1	11.5	11.9	12.4	12.7	12.9	12.9	12.5	12.1	11.6	11.2	11.1	16	12.9	12.5	12.1	11.6	11.3	11.1	11.1	11.5	11.9	12.4	12.8	12.9
11.3	11.6	11.9	12.3	12.6	12.8	12.8	12.5	12.1	11.7	11.3	11.2	14	12.7	12.4	12.1	11.7	11.4	11.2	11.2	11.5	11.9	12.3	12.7	12.8
11.4	11.6	11.9	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.7	11.4	11.3	12	12.6	12.4	12.1	11.7	11.4	11.3	11.4	11.6	11.9	12.3	12.6	12.7
11.5	11.7	11.9	12.2	12.5	12.6	12.5	12.3	12.1	11.8	11.5	11.4	10	12.5	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4	11.5	11.7	11.9	12.2	12.5	12.6
11.6	11.7	11.9	12.2	12.4	12.5	12.4	12.3	12.0	11.8	11.6	11.5	8	12.4	12.3	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.5
11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3	12.3	12.2	12.0	11.9	11.7	11.7	6	12.3	12.2	12.0	11.9	11.7	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8	11.8	4	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8	11.8	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2
11.9	11.9	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.0	12.0	11.9	11.9	2	12.1	12.1	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

4. Diferencia de la precipitación y la ETP

El siguiente paso es obtener la diferencia de la precipitación y la evapotranspiración potencial mensual; la precipitación que se requiere es la obtenida por la interpolación. La resta o diferencia algebraica de los grids Px - ETPx genera la serie correspondiente mensual correspondiente denotada como PETx (PET01, PET02, etc.). El primer mes posterior a la temporada de lluvias en que el valor promedio del grid de ETP es superior al promedio del grid de precipitación marca el inicio del año hidrológico para el balance; el inicio del ciclo es importante porque posteriormente se requieren conocer el mes de inicio.



5. Capacidad de retención de humedad del suelo (SW)

Es uno de los supuestos más debatidos del método; empíricamente Thornthwaite y Mather proponen una relación entre la textura del suelo y su cobertura vegetal.

La capacidad de retención máxima de humedad (SW) es determinada por la capacidad de retención máxima de agua de cada tipo de suelo en la zona de actividad de las raíces (Thornthwaite y Mather, 1957). Para la obtención de este parámetro se reclasificó la capa de vegetación y la capa de edafología (clases texturales) utilizando los siguientes valores:

Primeramente se debe agregar un campo a la tabla de la capa de uso de suelo y vegetación con el grupo correspondiente de acuerdo a la tabla presentada a continuación; posteriormente se debe realizar un “Spatial join” de la capa de uso de suelo con el campo recién generado y de la edafología (que contenga la textura); con el fin de detectar fácilmente las áreas que correspondan a determinado grupo y determinada clase textural; para de esta manera asignar la capacidad de retención de humedad que le corresponda. Con el campo de la retención de humedad se genera un grid general y se le asigna el nombre de SW (soil water)

Capacidad de retención de agua en el suelo de acuerdo a la cobertura y la textura			
Grupo	Uso de suelo y vegetación	Clase textural	Capacidad de retención de humedad (mm)
0	Incluye asentamientos humanos, infraestructura vial, sitios de extracción de materiales, zonas sin vegetación aparente	Media (35% arcilla y menos 65% de arena)	5 (no hay suelo y solo se retiene en depresiones)

			Fina (más del 35% de arcilla)	5 (no hay suelo y solo se retiene en depresiones)
1	Cultivos de riego. Incluye inundables.		Fina (más del 35% de arcilla)	100
			Media	125
			No especificado	50 (corresponde a embalse)
2	Cultivos de temporal		Media (35% arcilla y menos 65% de arena)	200
			Fina (más del 35% de arcilla)	150
			No especificado	60 (corresponde a embalse)
3	Pastizales y matorrales (secundarios)		Media (35% arcilla y menos 65% de arena)	250
			Fina (más del 35% de arcilla)	200
			No especificado	75
4	Vegetación natural perturbada (matorral xerófilo crassicaule, selva baja caducifolia, bosque de encino y vegetación riparia).		Media (35% arcilla y menos 65% de arena)	300
			Fina (más del 35% de arcilla)	250
5	Vegetación natural conservada (selva baja caducifolia, matorral xerófilo crassicaule, bosque de encino y vegetación mixta). Incluye cauces		Media (35% arcilla y menos 65% de arena)	350
			Fina (más del 35% de arcilla)	300
6	Cuerpo de agua		No especificado	60

Tomado de: Ortiz, V.B. & Ortiz, C.A. (1990). Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento De Suelos. Séptima Edición. Chapingo, México.

6. Potencial acumulado de pérdida de humedad (APWL)

El potencial acumulado de pérdida de humedad mensual (Accumulated potential water loss, APWL); es calculado mediante los valores de $P_x - ETP_x$ denominados anteriormente PET_x ; sin embargo se deben considerar las siguientes premisas:

En los meses de lluviosos: $PET > 0$ por lo tanto $APWL = 0$

El primer mes después de la temporada de lluvias: $APWL (mes\ en\ curso) = PET (mes\ en\ curso)$

Del segundo mes después de la temporada de lluvias en adelante:

$$APWL (mes\ en\ curso) = APWL(mes\ anterior) + PET (mes\ en\ curso)$$

Es necesario conocer el inicio del ciclo hidrológico para hacer el cálculo de APWL del primer mes después de la temporada de lluvias; de manera que como se menciono anteriormente el mes de inicio corresponde al primer mes cuando el valor promedio del grid de ETP es superior al promedio del grid de Precipitación. Los grids generados se les debe asignar el nombre de APWL_x; cabe mencionar que no se generan los APWL de los meses lluviosos, cuando $PET > 0$.

6. Humedad del suelo (SM)

Este cálculo se refiere a la humedad que permanece en el suelo cada mes; de esta manera esta relacionado con el Potencial acumulado de pérdida de humedad y también con la capacidad de retención de humedad del suelo (proveniente de uso de suelo y vegetación y textura).

El cálculo del almacenamiento real de humedad del suelo se obtiene de la siguiente ecuación a partir del segundo mes de lluvias:

$$SM = SW * e^{\frac{APWL}{SW}}$$

Donde:

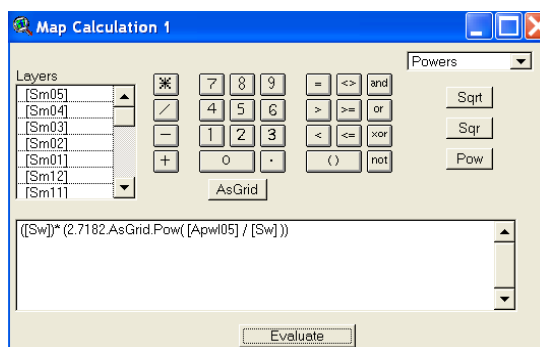
SM= Humedad del suelo (mensual)

e= 2.7182

APWL= Potencial acumulado de pérdida de humedad (mensual)

SW= Capacidad de retención máxima de humedad del suelo

Los grids generados se les asigna el nombre de SMx



7. Diferencia de humedad en el suelo (DSM)

Representa la “sed potencial” del suelo, es la diferencia de la humedad del suelo del mes inicial del ciclo hidrológico respecto al mes anterior. Durante los meses lluviosos se encuentra saturada la capacidad de retención de humedad del suelo por lo que la substracción corresponde a cero.

$$DSM (mes\ en\ curso) = SM (mes\ en\ curso) - SM (mes\ anterior)$$

Igualmente no se generan los meses lluviosos.

8. Evapotranspiración actual (ETA)

Representa la evapotranspiración real que ocurre en un sitio conforme a lo que llueve y lo que demanda de humedad el suelo. Los meses lluviosos de junio a octubre la evapotranspiración actual es igual a la evapotranspiración potencial; El resto de los meses se obtiene de la diferencia entre la precipitación menos la diferencia de humedad del suelo. De manera que el cálculo se realiza considerando lo siguiente:

En los meses de lluviosos: $ETA = ETP$

Después del primer mes del ciclo hidrológico: $ETA_x = P_x - DSM_x$

9. Déficit de humedad en el suelo (SMD)

La abreviatura proviene de soil moisture deficit; es la cantidad por la cual la evapotranspiración actual y potencial difieren mes con mes; el déficit de humedad se reduce al iniciar la temporada de lluvias; el cálculo es una resta algebraica entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración actual.

$$SMD_x = ETP_x - ETA_x$$

Se genera los grids de SMD de enero a diciembre.

10. Exceso de humedad (S)

La abreviatura proviene de moisture surplus; este parámetro considera los meses lluviosos solamente; se deben tener las siguientes consideraciones para su cálculo:

El primer mes lluvioso: $S = P_x - (DSM_x + ETA_x)$

Después del primer mes lluvioso: $S (\text{mes en curso}) = (PET (\text{mes en curso}) + SM (\text{mes anterior})) - SW$

11. Lámina total disponible para escurrimiento (TA)

Total available for runoff; este cálculo se realiza solamente en los meses lluviosos cuando algunas partes de las microcuencas ya existe exceso de humedad; se debe considerar lo siguiente:

El segundo mes lluvioso: $TA_x = S_x$

Del tercer mes lluvioso a antes del primer mes de ciclo hidrológico:

$$TA_x = S (\text{mes en curso}) + (TA (\text{mes anterior}) / 2)$$

Del primer mes del ciclo hidrológico en adelante:

$$TA (\text{mes en curso}) = TA (\text{mes anterior}) / 2$$

Debido a que en el primer mes de lluvias; no existe un exceso de humedad; si no que se el ciclo viene de una temporada de estiaje; y por lo tanto el mes que ya tiene un exceso de humedad considerable es el segundo iniciada la temporada de lluvias.

12. Escurrimiento (RO)

El escurrimiento se obtiene al dividir la lámina total disponible para el escurrimiento (TA) entre dos.

13. Infiltración (I)

Para el cálculo de la infiltración se retoma la fórmula del balance hídrico propuesta por Dunne y Leopold, despejando la infiltración:

$$I = [(P - Q - ETA) + SM] - SW$$

Donde

I= Infiltración

P= Precipitación

Q= Escurrimiento

ETA= Evapotranspiración actual

SM= Humedad en el suelo

SW= Capacidad de retención máxima de humedad del suelo

Se considera el parámetro de SM (Humedad en el suelo) porque se refiere a la humedad que permanece en el suelo cada mes de manera que resulta en un valor positivo para la infiltración; sin embargo la humedad que queda en las raíces de las plantas SW (Capacidad de retención máxima de humedad del suelo) se resta para el cálculo porque es un agua que permanece solo en las raíces y no permite su transporte capas abajo para que se pueda generar infiltración.

Finalmente se tienen todos los factores para la realización del balance hídrico, convendrá según los fines de cada uno hacer las comparaciones correspondientes de cada factor de su interés.

Referencias

Dunne T. and Leopold L., 1978. Water in environmental planning. Freeman 86. San Francisco, USA. 819 pp

Ortiz, V.B. & Ortiz. C.A. (1990). Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento De Suelos. Séptima Edición. Chapingo, México.

Singh R.K.; V. Hari Prasad and C. M. Bhatt. 2004. Remote sensing and GIS approach for assessment of the water balance of a Watershed. Hydrological Sciences Journal. 49 (1) 131 -141

Anexo 5

ENTREVISTA POR FAMILIA EN LAS LOCALIDADES LA JOYA Y CHARAPE LA JOYA

Diseñada por: Ma. Elena López Ramírez

Querétaro, Qro. Septiembre de 2010

Se realiza con diferentes integrantes de la familia de acuerdo al papel que desempeñan

A.- Saludo y presentación

B.- Recapitulación del proyecto del nopal en la microcuenca

C.-USOS, NUTRICIÓN, VALORACIÓN, MANEJO Y VARIEDADES (Y/O ESPECIES) EN TRASPATIO

1.- Utilizan el nopal o parte del nopal en su familia? Sí _____ No _____

2.- Para qué lo utilizan? a) Consumo humano _____ b) otro especifique _____

4.- Que parte del nopal utiliza? Nopalito _____ Tuna _____ Xoconoxtle _____
Flor _____ Raíz _____ Otra: cual? _____

5.- De qué otra manera diferente al consumo humano utiliza el nopal o los nopales? _____

6.- Cuáles variedades de nopal consumen?

7.- Cuáles variedades de nopal utilizan para otros usos?

8.- Me puede platicar como prepara los nopales para su consumo? _____

9.- Los prepara de alguna otra manera?

10.- Prepara conservas o nopales en vinagre?

11.- Ha elaborado algún producto con nopal, tuna, o xoconoxtle que le permita consumir nopal fuera de la temporada? Sí _____ No _____

12.- Cada cuando consumen nopalitos? _____ y tunas _____,
otro _____

13.- De donde obtiene los nopalitos y las tunas que consumen?

14.- Siempre las obtiene de ahí? Sí _____ No _____

15.- De donde los obtiene?

16. Compra nopalitos, tunas o xoconoxtles para complementar su alimentación: Sí

_____ No _____ Dónde los compra?

_____ Presentación y precio? _____

17.- Quienes de su familia consumen nopal o partes de nopal?

18.- Frecuencia de consumo modalidad preparación nopalito 1: Cuántas veces al

día _____, a la semana _____ al mes _____ en

temporada _____ que cantidad consume cada quien (de acuerdo a la edad): integrante

1 (padre) _____ integrante 2 (la madre) integrante 3 _____, integrante

4 _____ integrante 5 _____, etc.

Frecuencia de consumo modalidad preparación nopalito 2: Cuántas veces al

día _____, a la semana _____ al mes _____ en

temporada _____ que cantidad consume cada quien (de acuerdo a la edad): integrante

1 (padre) _____ integrante 2 (la madre) integrante 3 _____, integrante

4 _____ integrante 5 _____, etc.

Frecuencia de consumo modalidad xoconoxtle: Cuántas veces al día _____, a la

semana _____ al mes _____ en temporada _____ que cantidad

consume cada quien (de acuerdo a la edad): integrante 1 (padre) _____ integrante 2 (la

madre) integrante 3 _____, integrante 4 _____ integrante 5 _____, etc.

Frecuencia de consumo modalidad tunas: Cuántas veces al día _____, a la

semana _____ al mes _____ en temporada _____ que cantidad

consume cada quien (de acuerdo a la edad): integrante 1 (padre) _____ integrante 2 (la

madre) integrante 3 _____, integrante 4 _____ integrante 5 _____, etc.

19.- Sabe del valor nutritivo del nopal o sus partes? Sí _____ No _____

explique _____

—

20.- Considera al nopal como una planta importante para su alimentación? Sí _____

No _____ Por qué? _____

21.- Considera importante el uso y la presencia del nopal en su localidad y en la microcuenca?

22.- Sabe para qué sirve el nopal en las laderas y en el cerro? Explique

23.- Sabe de algún animalito que viva en cerros y laderas que dependa del nopal?

Cuál? _____

24.- Conoce cuáles plantas crecen cerca de los nopales? _____

25.- Conoce alguna forma de aprovechar el nopal que le pueda representar una utilidad? Cuál?

26.- Tendrá alguna relación el nopal con los mexicanos? Explique _____

27.- Al mencionar la palabra nopal lo relaciona con: Elija 1

a) México b) La microcuenca La Joya c) Su localidad d) Su Casa d) Su alimento e) Dinero f) Qro.

28.- Tiene nopales en su casa? (se omite si ya se mencionó)?

29.- De cuáles variedades tiene? _____

Las puede describir?: Color de flor, color de fruto, sabor, fecha de producción, de donde la trajo? (por qué la tiene ó de donde la obtuvo (es decir, cómo llegó ahí?))

Parte comestible	Color flor	Color fruto	Sabor	Fecha producción	Procedencia
------------------	------------	-------------	-------	------------------	-------------

Variedad a)

Variedad b)

Variedad c)

Variedad d)

Etc.

30.- Las conoce con otro nombre? Cuáles?

31.- Cuál variedades son sus favoritas y por qué?

32.- Que manejo da a su nopalera? Describa

Preparación de la tierra: _____

Método de Siembra:

Distancia entre plantas _____ distancia entre surcos _____

Riegos:

Fertilización- abonado: _____

Manejo de plagas y enfermedades: _____

Podas:

Cosecha:

Utiliza alguna herramienta o utensilio? Sí _____ No _____ Cuál _____ en cuál práctica cultural _____

Utiliza algún agroquímico? Sí _____ No _____ Cuál? _____

33.- Han recibido alguna asesoría, capacitación o entrenamiento para manejar su nopalera?

Sí _____ No _____ Explique: Dependencia

Año _____, tema tratado

34.- Le interesaría participar en un proyectos relacionados con el uso y aprovechamiento del nopal? Sí _____ No _____ Por qué? _____

34.- Estaría interesado en que se le asesore para el manejo de su nopalera?

35.- Nos permite contar sus nopales y medir y tomar fotos?

D.- NUTRICIÓN ANIMAL

36.- Aprovechan el nopal para el ganado? Sí _____ No

37.- Cuáles animales (del ganado) consumen nopal?: _____, _____ otro

38.- De qué manera lo consumen? Libre en el potrero _____ se los proporcionan _____

39.- Si se los proporcionan: el nopal sufre algún proceso? Describ

RECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS EN LA “MICROCUENCA LA JOYA” LOCALIDAD: _____ FECHA: _____

Formato elaborado por: Q. A. Ma. Elena López Ramírez. Universidad Autónoma de Querétaro. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Por favor coloque el número de personas que consumen el alimento de acuerdo a la frecuencia.

ALIMENTO	Diario	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces	5 veces	6 veces	7 veces	Quincenal	Mes	Nunca	Ocasional	Código
Huevo													
Carne													
Soya													
Leche													
Queso													
Yogurt													
Pescado/mar													
Sardina													
Charal/camar													
Lentejas													
Frijoles													
Garbanzo													
Lentejas													
Tortilla													
Aceite/mant													
Naranja													
Manzana													
Tunas													
Nopal													
Xoconostle													
Aguamiel													
Quiote													
Jitomate													
Chile													
Cebolla													
Papas													
Calabaza													
Nuez													
Cacahuate													

Anexo 6

Anexo 7 Especies de la microcuenca: *O. robusta*, *joconostle* y *estreptacantha* (Taponas, xoconostle y Hartón). Don José Alfredo en un recorrido por nopalera de taponas en Charape.





Datos para herbario

Lugar de muestreo: Microcuenca La Joya, Delegación Santa Rosa Jauregui, Municipio de Qro., Qro. México.									
Al noreste del municipio, colinda con La Localidad La Barreta, adelante del Parque ecológico municipal en La Barreta.									
Plantas colectadas: Nopales			O = <i>Opuntia</i>						
Clave	Nombre común	Serie	Nombre científico	Caract. De suelo	Altitud msnm	Latitud ° N	Longitud ° O	Uso de suelo y veg	Colector
J1	XOCONOXLE	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. joconostle</i> (Weber in Diguët)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J2	PELUDITO	XII Tomentosae (Britton et Rose)	<i>O. tomentosa</i> (Salm-Dyck)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J3	HARTÓN	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J4	NOPAL	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J5	TAPONA	XVII Robustae (Britton et Rose)	<i>O. robusta</i> (Wendland in Pfeiffer)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J6	HARTÓN	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso, con piedras	2424.00	20.81799922	100.54831409	Matorral xerófilo crass	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J7	BLANCO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. megacantha</i> (Salm-Dick)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J8	XOCONOXLE	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. joconostle</i> (Weber in Diguët)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J9	VERDULERO	XV Ficus indicae (Britton et Rose)	<i>O. ficus indica</i> (Britton et Rose)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J10	APASTILLADO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. megacantha</i> (Salm-Dick)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J11	AMARILLO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J12	NEGRITO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. lasiacantha</i> (Pfeiffer)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J13	CHAMACUERO	XII Tomentosae (Britton et Rose)	<i>O. tomentosa</i> (Salm-Dyck)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J14	XOCONOXLE	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. joconostle</i> (Weber in Diguët)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J15	TAPONA	XVII Robustae (Britton et Rose)	<i>O. robusta</i> (Wendland in Pfeiffer)	Arenoso	2376.00	20.81145236	100.54934381	Mancha urbana	Mónica Figuera-Ma. Elena López
J16	MECA	XII Tomentosae (Britton et Rose)	<i>O. tomentosa</i> (Salm-Dyck)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J17	MANCAÑO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J18	SOTOLEÑO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J19	BLANCO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. megacantha</i> (Salm-Dick)	Arenoso	2387.00	20.81615738	100.55141523	Mancha urbana	Ma. Elena López
J20	AGRIDULCE	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J21	XOCONOSTLE AGRIO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. joconostle</i> (Weber in Diguët)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J22	AGUAMIELO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2407.00	20.81711375	100.54995501	Mancha urbana	Ma. Elena López
J23	REDONDO	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2405.00	20.81756654	100.54986281	Mancha urbana	Ma. Elena López
J24	HARTÓN	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. estrepacantha</i> (Lemaire)	Arenoso	2407.00	20.81711375	100.54995501	Mancha urbana	Ma. Elena López
J25	BLANC CARDON CHIC	XVI Streptacantae (Britton et Rose)	<i>O. megacantha</i> (Salm-Dick)	Arenoso	2387.00	20.81615738	100.55141523	Mancha urbana	Ma. Elena López
Material entregado: J1 a J15 Cladodio y material adicional (semillas, tejido de tallo), de J16 A 25 semillas, tejido de tallo y fruto.									
Clasificación basada en Bravo-Hollis (1978).									
Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. UNAM, México									

Anexo 8

Muestra Gastrónica con Platos de nopal



Todos disfrutamos después del recorrido al sendero en La Joya, Después del Taller en El Charape.

Anexo 9



**Manos que trabajan,
manos que proveen.
Foto tomada a Lilia
extrayendo el
migajón del nopal
negrito**

Anexo 10

Anexo 11

Desarrollo de tecnologías alimentarias de nopal



Empezamos Silvia y yo, se unieron Ma. Elena y Martha, todas ellas de la UTSOE

ANEXO 12

MÉXICO Y EL NOPAL

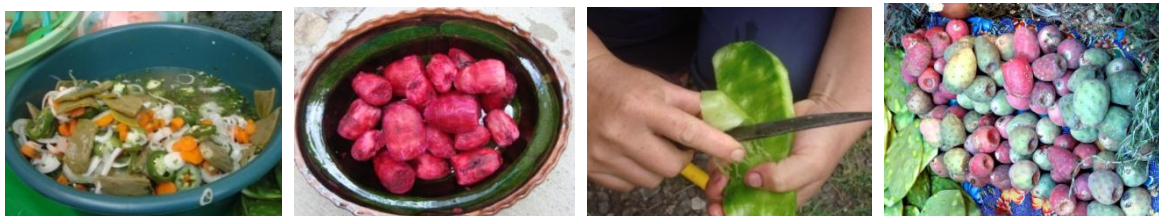
En el paisaje mexicano destaca la presencia del nopal, elemento y símbolo de identidad y de pertenencia de nuestro pueblo y que los aztecas los llamaban “Nopalli”.

Según la mitología mexicana Huitzilopochtli ordenó a su pueblo que fundaran su reino donde estuviera un águila parada sobre un nopal devorando una serpiente. Los nopallis salvaron al pueblo de morir de hambre y de sed durante su peregrinar hasta encontrar el sitio señalado al cual llamaron Tenochtitlán que quiere decir “Sitio del nopal que crece sobre la piedra” (Ponce-Havana, 2010).

El nopal es propio de las zonas áridas y semiáridas y en nuestro País el uso del nopal desde épocas prehispánicas hasta nuestros días ha jugado un papel importante en la economía nacional y es una de las plantas cultivadas más antiguas de Méxi

USOS DEL NOPAL

El consumo de nopalitos guisados o preparados en diversidad de platillos, así como el aprovechamiento de las tunas es sin duda el mayor uso que se le ha dado al nopal.



El nopal también se puede utilizar como forraje para el ganado.

Además se puede procesar y así obtener mermeladas, dulces, conservas, tortillas, jugos, bebidas **alcohólicas**, suplementos alimenticios, fibra, medicamentos, cosméticos, pigmentos, artesanías y cementantes entre otros productos.

El nopal se ha utilizado para clarificar el agua, como adherente para pinturas y encalado, como cercas y como leña.



El nopal ha sido empleado para evitar la erosión por el agua y por el viento, y para detener la desertificación.



CARACTERÍSTICAS DEL NOPAL

El nopal es una especie con adaptaciones anatómicas y fisiológicas que le permiten soportar las condiciones que predominan en el medio árido.

El nopal ha adaptado sus raíces para que absorban agua con rapidez en época de lluvia, mientras que su tallo presenta una piel gruesa cubierta de cera y pocos estomas (orificios naturales que le sirven para captar bióxido de carbono, expulsar oxígeno y perder humedad) que abren solo por la noche. También tiene un tejido llamado parenquimatoso el cual le permite almacenar grandes cantidades de agua. Las espinas protegen al nopal de depredadores, sombrean la penca y atenúan el efecto secante del viento



El nopal es un almacén de agua

IMPORTANCIA ECOLÓGICA

El nopal es una especie recomendada para rehabilitar las funciones ecosistémicas e hidrológicas en zonas áridas debido a su relación con otras especies y a su capacidad de retención de suelo y agua. La gran diversidad que especies de nopal existentes en nuestro país constituyen un patrimonio ecológico y genético clave para la sobrevivencia de varias poblaciones.



UNA BUENA PRACTICA PARA LAS MICROCUENCAS DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS ES CONSERVAR LAS NOPALERAS SILVESTRES YA QUE:

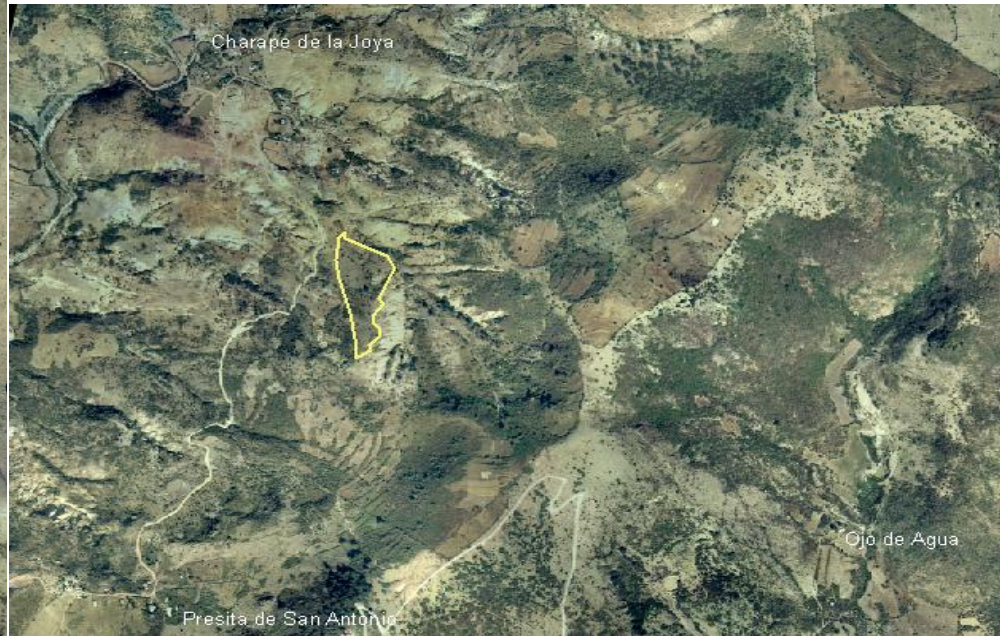
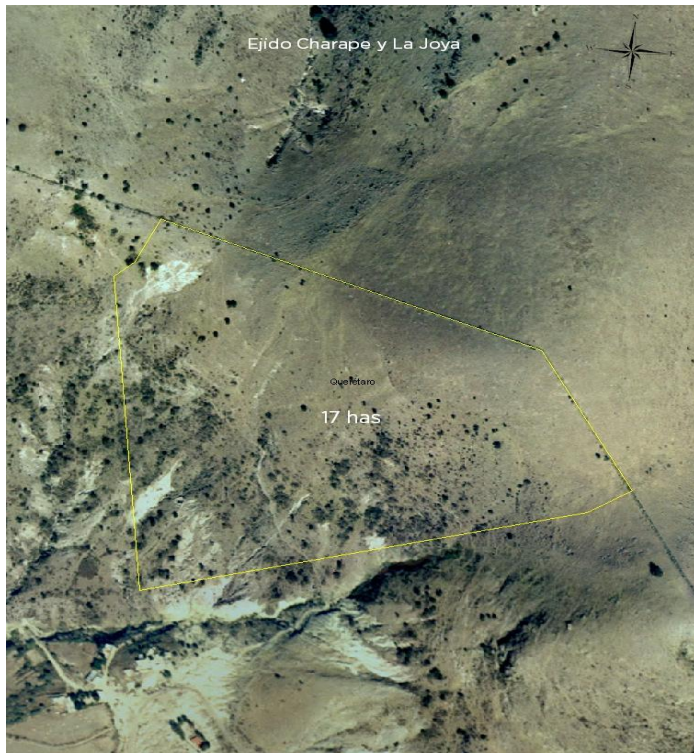
Las nopaleras silvestres albergan insectos plaga benéficos que pueden invadir las huertas de nopal establecidas. Además; son una fuente valiosa de genes de resistencia contra las plagas y enfermedades del nopal.



Las nopaleras silvestres producen frutos que sirven de alimento a las comunidades rurales, y a parte de la fauna que habita los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas.



Las nopaleras silvestres son mecanismos naturales de conservación del suelo y de almacenamiento de agua.



Áreas de reforestación: L Joya y Charape de la Joya en la microcuenca La Joya

Anexo 13

Promoviendo la conservación de los recursos naturales, entre ellos el nopal

SISTEMA MUNICIPAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA
 VERETABO DIF

MINUTA DE ASISTENCIA Y PONENTES

POONENTE: Ma. Elena López R C.A.F. No. la Jota

TEMA: Avances Nopal

NOMBRE	FECHA	FIRMA
Yaneli Rico P	16/03/11	Yaneli Rico P
Veronica Rico		Veronica Rico
Sara Pacheco		Sara Pacheco
Mircea Villanueva		MICRA V
Lucia Guerrero		Lucia
Pucblita Villanueva		Pucblita
Madelita Pacheco		Madelita Pacheco
Ines Mendoza		Ines Mendoza P
Ma de la Luz Sanchez		Ma de la Luz S
Verita Aguilar		Verita
Ramona Pacheco		RAMON
Rosa Campos		Rosa CP
María Guadalupe Pacheco H		María Guadalupe P H
Cristina Campos		Cristina Campos E
Hannela Campos		
Catalina Guerrero		Catalina GG
Ma Concepción Guerrero		Ma Concepción G
Made la Luz G		Rosa Escobedo

NOMBRE Y FIRMA:
 OLIVERA CAMPOS
 ADMINISTRADORA

Ma Elena López R

18 Marzo 2011

Relación de Alumnos Secundaria
 Chetopa La Joya
 Escuela: "Sueños de Juventud y estudio"
 Asistentes a la Presentación/Taller: Proyecto
 Nopal; Avances de Resultados e Importan
 cia del nopal para su Microcuenca.

Yaneli Moreno Pacheco
 Juana Anaeli Mendoza Escobedo
 Mauricio Mendoza Moreno
 Fermín Mendoza Moreno
 Jose Jurel Moreno Moreno
 JOSE DAHIEL MORENO PACHECO
 Chali Moreno Mendoza
 Patricia Marina Pacheco Moreno

Alumnos Primaria
 Chetopa La Joya
 Escuela "Profesor Rafael Ramirez"

Mariano Moreno Escobedo
 Ana Dalia Moreno Pacheco
 Everardo Escobedo Pacheco
 Luis Fernando Pacheco Moreno
 Angelica Moreno Moreno
 Homero Escobedo Moreno
 Esperanza Mendoza Moreno
 Juan Mendoza Moreno
 I. C. Martín Valencia Jiménez

Anexo 14



12 Marzo 2011

Relación de Alumnos Secundaria
La Siya
Asistentes a Presentación/Taller: Proyecto
Nopal; Avances de Resultados e
Importancia de Nopal p/la Microunidad

- José Antonio Murrelo Morales *JAM*

- Marcos Pacheco Mubela	Maria Eugenia Tz'U
- Maria Eugenia Tz'U Gubidón	Katya C.E
- Katya Ceros Ceballos	Juan Daniel C.E
- Jose Daniel Cortes Escobedo	Maria Yolanda B.G.
- Maria Yolanda Becerra Guerrero	Jose Manuel C.G.
- RACH EUCERZO CAMPOS	Jose Manuel C.G.
- José María Cortés Guerrero	

Si queremos impacto, ellos son una oportunidad

ANEXO 15

MÉXICO Y EL NOPAL

En el paisaje mexicano destaca la presencia del nopal, elemento y símbolo de identidad y de pertenencia de nuestro pueblo.



Los aztecas los llamaban “Nopalli”. El nopal es un elemento de nuestro Escudo Nacional

CARACTERÍSTICAS DEL NOPAL

El nopal es una especie que puede soportar las condiciones que predominan en el medio árido, almacena gran cantidad de agua y retiene el suelo evitando la erosión. Además se utiliza para consumo humano y consumo animal, así como para obtener diversos productos.

CONSIDERACIONES PARA REFORESTAR CON NOPAL EN LA MICROCUENCA LA JOYA

- 1.- Edad de la planta: de 6 meses a 2 años de edad. Tamaño promedio de 30 cm.
Hay que considerar que si están muy tiernas corren el riesgo de pudrición y si son muy viejas, los renuevos tardarán más en salir. Recordemos que si reforestamos, estamos buscando el éxito de la planta que se establece.
- 2.- Corte de la penca: Se realiza en la base de unión con la penca inferior. Ni un pedazo arriba, ni un pedazo abajo.
- 3.-Oreado: Colocar las pencas en forma de canto, una tras otra, a la sombra, si no hay sombra se deben colocar ramas encima para que no se quemem mucho.
- 4.- Sanidad: Las pencas deben de estar sanas, completas.
- 5.- Apariencia: Las pencas no deben tener malformaciones (que estén acorazonadas o elongadas) ni tener daños por plagas o por herramientas de campo.
- 6.- Transporte: se deberán transportar en estibas no muy pesadas. Podrán utilizar las cajas del forraje.

NOTAS IMPORTANTES

- 1.- Cortar solo el número de pencas que se van a plantar
- 2.- Las que corten las van a subir y a plantar.
- 3.- Pueden utilizar las cajas del forraje
- 4.- Procurar la diversidad de especies
- 5.- Considerar el Xoconostle
- 6.- Es una actividad abierta a la participación de todos
- 7.- Conservemos las nopaleras silvestres.

Anexo 16

Galería fotográfica y listas de asistencia y acuerdos. Proceso participativo



Luis Enrique de MAGIC con Don Conche hombre sabio amante de los nopales y de la naturaleza



Luz y Maricela, entrándole a la tecnología en la presentación de avances



A la hora del trabajo, una muestra



Poniendo atención



Y el nivel, ni para atrás ni para adelante



Un rato en la sombrita



Ricardo, Javier de Química Agrícola y Miguel cuando fuimos por muestras para determinar humedad



Con serenidad siempre, pero con mucho entusiasmo.



Gente Sabia en la Joya. Don Miguel Maya exponiendo a los visitantes de La Cuenca del Río Balsas



Atentos a la presentación de los proyectos del CRCC



Así se toma los acuerdos



Y así se cumplen



Curso rápido de GPS



SATISFECHOS

Algunas evidencias

24 Febrero 2011

Personas El Charape de la Loya Interesadas en Parcela del Nopal.

1. Ma. Concepcion Moreno Garcia
2. Ma. Guadalupe Barrios Pacheco
3. Ma. Pacheco Hernandez
4. Ma. Regina Ruiz Pacheco
5. Araceli Liza Suarez
6. Evangelina Escobedo Suarez
7. Humildad Mandara Barrios
8. Rocío Moreno Garcia
9. Profina Pacheco Suarez

Localidad La Loya

Relación de Personas #/ Parcela Nopal Verdura
24 Febrero 2011

1. Ma. de Jesús Rico Andrade
2. Ma. Remedios Pacheco Villanueva
3. Britta Aguilar Saldaña
4. María Estela de la Luz
5. M. Luz Gloria Campos Pacheco
6. Sara Pacheco Suárez
7. Diana Campos Suárez # No tiene babillo
8. José Luis Guerrero Guerrero
9. María de la Luz Carrero Moreno
10. María Rosa Campos Pacheco
11. María Guadalupe Pacheco Hernández
12. Cristina Campos Escobedo
13. Janet Rico Pacheco # Tiene Bro espacio
14. Lilia Campos Suárez
15. Sara Eva Guerrero Gómez # No tiene babillo
16. Verónica Rico Hernández
17. Maricela Campos Escobedo
18. Ma Rosa Escobedo Moreno

16 Marzo 2011

Mariela campos	nopales en vinagre
Verónica Rico	nopales en vinagre
Remedios	nopales con chicharrón
Salalina	nopales con camaron
Verónica Aguilar	nopales con frijoles
Concha Guerrero	nopales en marcalote en caldo
Consuelo Suarez	nopales dorados
Rubén Villanueva	nopales en salsa
Ines Mendoza	nopales con carne en salsa verde
Sara Pacheco	nopales rebajados en salsa verde
Rosa Escobedo	nopales con salsa
Luz Guerrero	nopales asados
Rosa campos	

Relación de Personas y guisados para la muestra Gastronómica Localidad La Loya

Aunté M. Luz

18 Marzo 2011

Lista de Guisados para muestra Gastronómica Charape

- 1.- Ma. de Rocío Moreno Garcia
Nopalitos en ensalada
- 2.- María Pacheco Hernandez
Nopalitos con papas guisadas con Chile rojo.
- 3.- Juanuelino Escobedo Suarez y Juadelle
Nopalitos en vinagre.
- 4.- María Regina Pacheco Nopales con huevo
- 5.- Teresa Moreno Garcia Nopales con chicharrón
- 6.- Ma. Concepcion Moreno Garcia
Nopalito Molcajetinas

Reunión en El Chavape para
Organizar Trabajo de Nopal 19 de marzo del 2011

1. Mercedes Mendoza Moreno HMM
2. Francisco Pacheco Escobedo
3. Gaudencio Pacheco Suárez
4. Jose Alfredo Moreno García
5. Irma Moreno Rubio SMR
6. Artemio Mendoza Barcenos AMB
7. Aragón Mendoza Barcenos AMB
8. Juana Rufina Pacheco Suárez RFP
9. Maria Pacheco Hernández
10. Humildad Mendoza Barcenos HMB
11. Ma. Concepción Arreola García MCG
12. Raymonda Mendoza Pacheco RMP
13. Luz Moreno Guerrero

23 de marzo del 2011

A quien corresponda

Recibo de Don Gaudencio Pacheco la cantidad de \$12,400.00 (doce mil cuatrocientos pesos 00/100) para pago de pencas de nopal para actividades de reforestación en la ladera del mocho

Recibo

Liana Elina Bustos

Entrega Gaudencio Pacheco

Testigos

B. Verónica Mendivil Holz. Ma. Elena López R.

[Signatures]

Muestra Gastronómica La Joya
6 Mayo 2011

- | | Frijoles | Salsa | Tortillas |
|--------------------------------------|----------|-------|-----------|
| 1. Ma. de Jesús Rico Andrade | N | T | |
| 2. Consuelo Suárez Moreno | N | T | |
| 3. Ma. Concepción Pacheco Villanueva | N | T | |
| 4. Ma. Leticia Fca. Mendoza | N | T | |
| 5. Ma. de la Luz Guerrero M | N | T | |
| 6. Sara Pacheco Suárez | N | F | |
| 7. Rosa Escobedo Moreno | N | T | |
| 8. Marcela Campos Escobedo | N | T | |
| 9. Yaret Rico Pacheco | N | T | |
| 10. Ma. Concepción Guerrero G. | | | |
| 11. Micaela Villanueva | F | T | Agua |
| 12. Isabel Mendoza | | | |
| 13. Rosa Campos | T | | Arroz |
| 14. Poebilita Villanueva G | Ninguno | T | |
| 15. Verónica Rico Hdez | T | | Arroz |
| 16. Lilia Campos Suárez | S | | |
| 17. Olima Campos Suárez | T | | |
| 18. Ma. Luz Gloria Campos P. | N | | |
| 19. Beatriz Aguilar Baldeón | | | |
| 20. Guadalupe Sánchez | | | Arroz |

N = Ninguno
F = Frijoles
S = Salsa
T = Tortilla



Los de la 8va generación de la MAGIC



Gracias por todo

GLOSARIO DE SIGLAS

CAM	Metabolismo del ácido Crasuláceo
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Áridas
CPNT	Consejo de Promoción del Nopal y Tuna
CRCC	Centro Regional de Capacitación en Cuencas
DB	Descripción Helia Bravo
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
ETP	Evapotranspiración
EUA	Eficiencia de Uso de Agua
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
GRA-IAP	Gonzalo Río Arronte - Institución de Asistencia privada
IC	Informante Clave
INCA RURAL	Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C.
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales , Agrícolas y Pecuarias
INN	Instituto Nacional de Nutrición
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
MAGIC	Maestría en Gestión Integrada de Cuencas
O	Opuntia
OC	Observación de campo
ONG	Organización No Gubernamental
PEA	Población Económicamente Activa
PEI	Población Económicamente Inactiva
PET	Programa de Empleo Temporal
PRPC	Plan Rector de Producción y Conservación
QMEX	Herbario Jerzy Rbedowski Universidad Autónoma de Querétaro, México
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SECTUR	Secretaría de Turismo
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UTM	Universal Transverse Mercator
UTSOE	Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato