

**IPICYT**

**Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.**

**División de Ciencias Ambientales**

**Posgrado en Ciencias Aplicadas**

**En la opción de Ciencias Ambientales**

**APLICACIÓN DEL PARADIGMA DE DESARROLLO DE LAS  
ZONAS SECAS (DDP), EXAMINANDO EL USO DEL AGUA EN UN  
SISTEMA HUMANO-AMBIENTAL: ESTUDIO DE CASO EN LA  
AMAPOLA, MÉXICO**

**Tesis que presenta:**

**Biol. Javier E. García de Alba V.**

**Co directora de tesis: Dra. Elisabeth Huber- Sannwald**

**Co director de tesis: Dr. José Tulio Arredondo Moreno**

**Asesor: Dr. José Alfredo Ramos Leal**

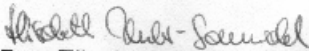
**Asesor: Dr. Miguel Aguilar Robledo**


**San Luis Potosí, S.L.P. a 11 de Enero de 2008**

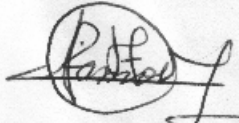


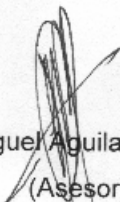
### Constancia de aprobación de la tesis

La tesis “**Aplicación del Paradigma de Desarrollo de las zonas Secas (DDP), examinando el uso del agua en un sistema humano-ambiental: estudio de caso en La Amapola, México**” presentada para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales fue elaborada por **Javier Eugenio García de Alba Verduzco** y aprobada el **11 de enero de 2008** por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

  
Dra. Elisabeth Huber- Sannwald  
(Co directora de tesis)

  
Dr. José Tulio Arredondo Moreno  
(Co director de tesis)

  
Dr. José Alfredo Ramos Leal  
(Asesor)

  
Dr. Miguel Aguilar Robledo  
(Asesor)

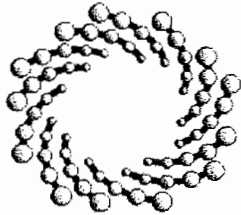


### **Créditos Institucionales**

Esta tesis fue elaborada en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., bajo la dirección de la Dra. Elisabeth Huber-Sannwald y el Dr. José Tulio Arredondo Moreno.

Durante la realización del presente trabajo el autor recibió la beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (202429) y Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Este trabajo pudo concretarse gracias al financiamiento de los proyectos otorgados por: SEMARNAT 410 y 357.



**IPICYT**

# Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

## Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 019 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 11 días del mes de enero del año 2008, se reunió a las 17:30 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

<b>Dr. Miguel Aguilar Robledo</b>	<b>Presidente</b>	<b>UASLP</b>
<b>Dr. José Alfredo Ramos Leal</b>	<b>Secretario</b>	<b>IPICYT</b>
<b>Dra. Elisabeth Huber- Sannwald</b>	<b>Sinodal</b>	<b>IPICYT</b>
<b>Dr. José Tulio Arredondo Moreno</b>	<b>Sinodal</b>	<b>IPICYT</b>

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS APLICADAS  
EN LA OPCIÓN DE CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó el C.

**Javier Eugenio García de Alba Verduzco**

sobre la Tesis intitulada:

*Aplicación del Paradigma de Desarrollo de las zonas Secas (DDP), examinando el uso del agua en un sistema humano-ambiental: estudio de caso en La Amapola, México*

que se desarrolló bajo la dirección de

**Dra. Elisabeth Huber- Sannwald**  
**Dr. José Tulio Arredondo Moreno**

El Jurado, después de deliberar, determinó

**APROBARLO**

Dándose por terminado el acto a las 20:00 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fé el Secretario Académico del Instituto.

A petición del interesado y para los fines que al mismo convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 11 días del mes de enero de 2008.

**L.C.C. Ivonne Lizette Cuevas Velez**  
Jefa del Departamento de Asuntos Escolares

**Dr. Marcial Bonilla Marín**  
Secretario Académico



## **Dedicatorias**

*Compartir el conocimiento es el primer paso para comprender la complejidad.*

*JGV.*

Esta tesis esta dedicada a todos mis maestros que me han compartido su conocimiento dentro y fuera de las aulas.

En especial a mi padre, por su gran ejemplo y sus sabios consejos.

A Cristina por que alimento siempre mi espíritu con su amor.

A mi familia por todo su apoyo cuando lo necesite.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi gratitud por la asistencia que he recibido de muchas personas a lo largo de la elaboración de la presente tesis:

Un agradecimiento muy especial a mis tutores Elisabeth y Tulio por su guía, su impulso y empeño depositado en mí, pues sin ellos no hubiera llegado ser lo que es esta tesis.

Quiero darle las gracias a mis asesores Miguel y José Alfredo, por su respaldo incondicional y consejo en todo momento.

Quiero agradecer a todos mis compañeros, por compartir pacientemente sus conocimientos, en especial a Felipe y Karina.

Así mismo mi sincero agradecimiento a todos los habitantes de La Amapola por brindarme su tiempo y muy sincero apoyo durante mi trabajo de campo.

También quisiera agradecer al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, y a todo el personal adscrito a el, ya que gracias a su trabajo, logre una formación integral y pude concluir satisfactoriamente esta investigación para el servicio de mi pueblo.

## **Contenido**

Constancia de aprobación de tesis	ii
Créditos institucionales	iii
Acta de Examen	iv
Dedicatorias	v
Agradecimientos	vi
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	xi
Lista de Imágenes	xiv
Lista de Anexos	xv
Resumen	xvii
Abstract	xix
1 Introducción	1
Objetivos	8
Hipótesis	8
2 Material y métodos	10
2.1 Descripción del área de estudio	10
2.2 Aspectos socio-económicos	14
2.3 Diseño observacional y tipos de muestreo	15
2.3.1 Medición de los componentes socio-económicos	17
2.3.2 Medición de los componentes hidrológicos	21
2.3.3 Medición de los componentes edafológicos	23
2.3.4 Medición de los componentes de vegetación	26
2.4 Análisis estadístico	27
3 Resultados	29
3.1 Resultados socio-económicos	29
3.1.1 Antecedentes históricos sobre el origen y desarrollo de la comunidad La Amapola	29

3.1.2 Demografía y escolaridad	33
3.1.3 Actividades económicas	33
3.1.4 Subsidios a la población	35
3.1.5 Infraestructura hidráulica	36
3.1.6 Migración	37
3.1.7 Nutrición y salud	37
3.1.8 Calidad de agua	40
3.1.9 Uso de suelo	41
3.1.10 Consenso cultural	42
3.1.11 Manejo de ganado	50
3.2 Resultados biofísicos	50
3.2.1 Propiedades estructurales del suelo	50
3.2.2 Materia orgánica del suelo	51
3.2.3 Densidad aparente del suelo	52
3.2.4 Análisis de estabilidad del suelo	53
3.2.5 Características estructurales de los tipos de Vegetación	54
3.2.6 Cobertura del suelo	55
3.2.7 Escurrimiento superficial	56
3.2.8 Escurrimiento del dosel	57
3.2.9 Escurrimiento en el fuste	58
3.2.10 Tasa de infiltración	58
4 Discusión	60
5 Conclusiones	73
6 Literatura citada	75
7 Anexos	88



## Lista de Tablas

Tabla 1. Textura de suelos en diferentes profundidades, en los diferentes tipos de vegetación/uso en La Amapola; San Luis Potosí, México.	13
Tabla 2. Distribución y dinámica poblacional de La Amapola (modificado INEGI, 2000).	15
Tabla 3. Destino de familiares que han emigrado de La Amapola.	15
Tabla 4. Propietarios de la zona de la Amapola (modificada de Bazant, 1975).	31
Tabla 5. Índice de Masa Corporal (IMC) según género (H=hombres, M=mujeres), grupos de edad en los habitantes de La Amapola para el año 2006/2007.	37
Tabla 6: Preguntas sobre el consumo de refresco y leche en menores de 18 años en La Amapola 2007.	38
Tabla 7 Preguntas sobre incidencia, causas e implicaciones odontalgía en menores de 18 años en La Amapola 2007.	39
Tabla 8. Parámetros microbiológicos de las fuentes de agua para consumo humano donde la población de La Amapola tiene acceso.	41
Tabla 9. Cambio en el uso de suelo entre 1969 y el 2004 en la zona de la comunidad de La Amapola.	42
Tabla 10. Estructura del acuerdo cultural sobre las cárcavas en la población adulta de La Amapola. La gente entrevistada pudo dar más que una respuesta. La pregunta era abierta.	42
Tabla 11. Niveles de consenso sobre el modelo cultural sobre las cárcavas en la población adulta de La Amapola.	43
Tabla 12. Estructura del consenso cultural sobre las cárcavas en la población menor de 18 años de La Amapola.	45
Tabla 13. Niveles de consenso sobre el modelo cultural sobre las cárcavas en la población menor a 18 años de La Amapola.	46
Tabla 14 Estructura del acuerdo cultural sobre los usos diarios del agua	

en la población adulta de La Amapola.	48
Tabla 15. Niveles de consenso sobre el modelo sobre los usos diarios del agua en la población adulta de La Amapola.	49

## Lista de Figuras

Figura 1. Clasificación de climas del estado de San Luis Potosí (modificado de INIEGI, 2000).	10
Figura 2 Paisaje de La Amapola y sus tipos de cubierta vegetal y de uso (modificado de Huber-Sannwald <i>et al.</i> , 2006).	11
Figura 3. Sección geológica de la zona La Amapola, mostrando la distribución de las diversas formaciones geológicas en el subsuelo.	13
Figura 4. Modelo conceptual del “Agua compartida entre la naturaleza y el hombre” (Huber-Sannwald <i>et al.</i> , 2006).	17
Figura 5. Distribución de a) tipos de cultivos (porcentaje) y b) tipos de animales (numero total) en La Amapola en el año 2007.	34
Figura 6. Proporción de familias que reciben apoyos institucionales y su distribución entre los programas de apoyo.	35
Figura 7. Numero de presas de tierra construidas en La Amapola en los últimos 46 años.	40
Figura 8. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de las cárcavas en la población adulta de La Amapola. (L) sirven para lavar, (MV) pueden ser peligrosas, (ERO) cada vez son más grandes y se comen la tierra de los cultivos, (JUN) juntan agua, (B) son buenas, (ANI) sirven para que tome agua el ganado, (ENC) encausan el agua a las presas, (P) pueden crecer y afectar las casas),	44
Figura 9. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de los usos diarios del agua en la población menor de 18 años en La Amapola. (B) son buenas, (ENC) encausas el agua a las presas, (LLU) las hace la lluvia cuando cae, (JUN) juntan agua, (ANI) sirven para darle agua a los animales, (LAV) sirven para lavar, (M) son malas acaban el suelo.	47
Figura 10. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de los usos diarios del agua en la población adulta de La Amapola. (LA) lavar, (BA) bañarse, (JA) para jardines y hortalizas, (AN) para que tomen agua los animales, (CO) cocinar, (LI) limpiar, (BE) beber, (MO) para moler la masa.	49
Figura 11. Diferencia (a) en los promedios del peso (kilogramos) en	

los animales de los hatos y (b) muertes de cabezas de ganado de los hatos entre Febrero 2006 y Julio 2007.	50
Figura 12. Promedio (LS means) y error estándar de las profundidades (cm) en los diferentes tipos de uso ( $P < 0.0001$ ), las letras diferentes indican diferencias significativas.	51
Figura 13. Promedio (LS means) y error estándar del contenido de materia orgánica ( $\text{g cm}^{-3}$ ) en dos profundidades (0-15 cm, 15-30 cm) anidado en el tipo de vegetación/uso (como factor principal; $P < 0.001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas.	52
Figura 14. Promedio (LS means) y error estándar de la densidad aparente del suelo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) en las diferentes profundidades anidado en los tipos de vegetación como factor principal ( $P = 0.1056$ ).	53
Figura 15. Promedia (LS means) y error estándar de la estabilidad del suelo a 0 y 3 cm de profundidad de suelo anidado en los diferentes tipos de vegetación/uso como factor principal ( $P < 0.001$ ). Niveles de estabilidad del suelo; estable = 7, 6, 5, semi-estable = 4, 3, inestable = 1, 2; las letras diferentes indican diferencias significativas.	54
Figura 16. Promedios (LSmeans) y error estándar de la frecuencia de cuatro categorías de ínterspacios (0.2-0.5m, 0.5-1.0m, 1.0-2.0m, > 2.0m) en el bosque de pino-encino y pastizal (interacción categorías de ínterspacios por vegetación; $P < 0.001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.	55
Figura 17. Promedios y error estándar de los frecuencias de tipos de cobertura (macollo, mantillo, costra biológica, roca, arena, suelo desnudo) en el bosque de pino-encino y pastizal ( $P < 0.0001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre promedios.	56
Figura 18. Promedios (LSmeans) y error estándar de los volúmenes de escurrimiento ( $\text{L m}^{-2}$ ) en los diferentes tipos de uso de suelo, en el periodo del 2006-2007 ( $P < 0.001$ ). Las líneas indican el inicio de siembra y de la cosecha de los cultivos.	57
Figura 19. Promedios (LSmeans) y error estándar del paso de lluvia	

por el dosel (mm) en el periodo de agosto del 2006 hasta julio del 2007 bajo individuos de pino y encino ( $P=0.0003$ ).	58
Figura 20. Promedios y error estándar del escurrimiento pluvial en el fuste (litros) durante Agosto 2006 y Julio 2007 en ejemplares de pino y encino ( $P<0.0001$ ). Asteriscos indican diferencias significativas entre los promedios.	58
Figura 21. Promedios (LSmeans) y error estándar de la tasa de infiltración (mm/hr) en los diferentes tipos de uso de suelo ( $P<0.0001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.	59

## Lista de Imágenes

Imagen 1. Captura de escurrimiento fustal, captura de precipitación bajo dosel y captura de escurrimiento superficial bajo encino.	23
Imagen 2. Infiltrómetro de anillo simple.	23
Imagen 3. Equipo para análisis de estabilidad de suelos (Herrick <i>et al.</i> , 2005).	26
Imagen 4 Localización de La Amapola y hacienda de Bledos Bajos 1596 (modificado de Salazar, 2000).	30
Imagen 5. <i>Oenothera pubescens Willd</i> comúnmente llamada Amapola o Amapolitas.	32
Imagen 6. Quebrantamiento de una presa de tierra provocando inundaciones a los cultivos en La Amapola en 2006.	37
Imagen 7. Fuentes de agua para consumo humano donde la población de La Amapola tiene acceso.	40
Imagen 8. Mapas de la distribución de los diferentes usos de suelo en 1969 y 2004.	41

## Lista de Anexos

Entrevista 1 aplicada a la población mayor de 18 años	88
Entrevista 2 aplicada a la población mayor de 18 años	100
Entrevista aplicada a la población menor de 18 años	101
Tabla 1. Descripción de las variables estudiadas.	104
Tabla 2. ANOVA del porcentaje de espacios abiertos, examinando el efecto dirección del transecto (vertical y horizontal) y tratamiento (pastoreo y no pastoreo)	105
Tabla 3. Análisis de varianza para contenido de materia orgánica (g cm <sup>3</sup> ) en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades.	105
Tabla 4. Análisis de varianza para densidad aparente del suelo (g cm <sup>3</sup> ) en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades.	105
Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de estabilidad del suelo en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades.	105
Tabla 6. Análisis de varianza para porcentaje de interespacios basales en cuatro escenarios de uso de suelo, dos estaciones del año y cuatro categorías de interespacios.	106
Tabla 7. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura basal en dos tipos de uso de suelo para seis clases de cubierta del suelo.	106
Tabla 8. Análisis de varianza en arreglo de medidas repetidas de los efectos fijos del escurrimiento superficial en cuatro usos de suelo.	107
Tabla 9. Análisis de varianza de los efectos fijos en arreglo de medidas repetidas del escurrimiento foliar en dos tipos de dosel.	107
Tabla 10. Análisis de varianza de los efectos fijos en arreglo de medidas repetidas del escurrimiento fustal en interacción con la fecha de muestreo.	107
Tabla 11 Análisis de varianza de la tasa de infiltración para cinco usos de suelo.	107
Figura 1. Modelo conceptual del sistema Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola en 1929-1960.	108

Figura 2. Modelo conceptual del sistema Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola en 1969.	108
Figura 3. Modelo conceptual del sistema Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola del 2007.	109
Figura 4. Modelo conceptual del sistema hidrológico Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola del 2007.	109
Figura 5. Modelo conceptual del la influencia nacional sobre el sistema local Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola del 2007.	110
Figura 6. Modelo conceptual del la influencia estatal sobre el sistema local Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola del 2007.	110
Figura 7. Modelo conceptual del la influencia local sobre el sistema global Hombre-Ambiente de la comunidad de La Amapola del 2007.	111



## RESUMEN

### **Aplicación del Paradigma de Desarrollo de las zonas Secas (DDP), examinando el uso del agua en un sistema humano-ambiental: estudio de caso en La Amapola, México.**

La desertificación es el problema ambiental mundial más importante en zonas secas. El 50 % del territorio Mexicano consiste en zonas áridas y donde viven el 60 % de la población. En las comunidades rurales de las zonas áridas, la variabilidad en la precipitación, el cambio de uso de suelo, y la degradación de la tierra, ocurren con alta frecuencia. En ellas, la intensificación agropecuaria ha causado grave deterioro en; la cobertura vegetal, la estructura del suelo y su capacidad de almacenar agua, provocando disfuncionalidad hidrológica en el sistema humano-ambiental. Nuestro objetivo fue aplicar un nuevo marco conceptual para el estudio de la desertificación conocido como paradigma de desarrollo de las zonas secas (DDP), que permite identificar los factores biofísicos y socioeconómicos claves, que contribuyen a diferentes escalas temporales y espaciales a los procesos de la alteración en la hidrología del paisaje y favorecen el avance de la desertificación en una comunidad rural en México (La Amapola). Esta comunidad está caracterizada por vegetación de bosque de pino-encino, pastizal secundario, agricultura de temporal y abandonada. Para tal efecto se analizó la dinámica del agua en los mosaicos de vegetación arriba mencionados, así como la adaptación comunitaria a los cambios de la hidrología. Al mismo tiempo se monitoreó la precipitación, el escurrimiento y la infiltración en cada mosaico vegetal, se determinó la proporción de cobertura vegetal en diferentes tipos de vegetación y se exploró la percepción de la comunidad sobre las causas de la desertificación local. Los resultados arrojan que debido al cambio de uso de suelo obtenido de las fotografías aéreas de 1969 al 2004, se infiltran aproximadamente 7,000 millones menos de litros de lluvia al subsuelo, existiendo al mismo tiempo 15 millones de litros más de escurrimiento en la actualidad comparado a lo que posiblemente se observaba hace 39 años. Dentro de los factores biofísicos tomando como referente al bosque se registró que la profundidad del suelo disminuyó en pastizal y en agricultura abandonada en un 34

y 43% respectivamente, el escurrimiento superficial por su parte fue mayor en pastizal y en la agricultura activa en un 300 y 30% respectivamente. Con relación a las variables socioeconómicas, se constató que la comunidad no discierne las causas de degradación de la tierra y las implicaciones de sustentabilidad hidrológica. Los resultados de este estudio confirman que el DDP es una herramienta importante en un análisis holística sobre la degradación de la tierra y que para manejar zonas áridas degradadas, se debe considerar la complejidad del sistema humano-ambiental y aumentar su capacidad adaptativa.

Palabras Claves: Desertificación, DDP, degradación de la tierra, indicadores hidrológicos para la desertificación.

## ABSTRACT

### **Applying the Drylands Development Paradigm (DDP) to assess water use in a coupled human-environmental system: A case study in La Amapola, Mexico**

Key Words: Desertification, DDP, Land degradation, hydrological indicators of desertification.

Desertification is one of the most significant environmental problems world-wide in drylands. Fifty percent of the Mexican territory are drylands, where 60% of its population lives. In the rural communities of drylands variability in precipitation, land use change, and land degradation occur frequently. In particular, increase in livestock productivity has caused severe deterioration in the plant cover, soil structure, and capacity in water retention of soils leading to hydrological dysfunctionality of human-environmental systems. The objective of this study was to apply a new conceptual framework for the integrative study of desertification, the Dryland Development Paradigm (DDP), which allows identify the key biophysical and socioeconomic factors, that contribute at different temporal and spatial scales to the processes of modification in the hydrology of the landscape and that favor the increase of desertification in a rural community in Mexico (La Amapola). The vegetation is characterized by pine-oak forest, secondary grassland, rain-fed and abandoned agriculture. Hence, we examined the following processes: the temporal and spatial dynamics in the hydrology in patches of different land-use types, and how humans have adapted to these changes over time. We monitored annual precipitation, run-off and infiltration and determined the proportion of plant and soil cover at each site; we also explored community perception of potential drivers of local desertification. For the biophysical factors and using the forest sites as reference sites, our results indicated that change in land-use has lead to a soil loss and hence severe reduction of water recharge capacity of approximately 7,000 millions of liters and an increase in run-off of about 15 million liters as compared to quantities 35 years ago. With respect to soil cover, in comparison to forests we observed a 34 % and 43 % reduction in grasslands and fallow agriculture,, respectively. With respect to surface run-off, we observed an increase of 300% in grassland, and 30% in active agriculture sites. Considering socioeconomic factors,

we conclude that the community is not aware of the causes of land degradation and its implication on the hydrological sustainability of the landscape. The results of this study confirm that the DDP is an important tool for a holistic analysis on land degradation and for the management of drylands one must consider the complexity of human-environmental systems and increase their adaptive capacity.

## 1 Introducción.

La “desertificación” involucra una de las formas más graves de degradación de los sistemas ecológicos terrestres (Evaluación de los Ecosistema del Milenio, 2005). Las Naciones Unidas (ONU) declararon la desertificación como un “problema mundial”, y “uno de los aspectos del cambio ambiental global más importantes a los que se enfrenta la humanidad” (UNCCD, 1994). Este problema está asentado en los más de 100 países ubicados en las zonas de clima árido, semiárido y subhúmedo, conocidas también genéricamente como zonas secas, región que alberga a 2 mil millones de habitantes, equivalente a un tercio de la población mundial en el año 2000 (World Atlas of Desertification, 1997, Reynolds *et al.*, 2005; Evaluación de los Ecosistema del Milenio, 2005). Debido a la importancia de la desertificación y de sus secuelas se promovió la creación de una convención internacional permanente apoyada por la ONU, la Convención para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD). Entre los aportes de la UNCCD (1994) se encuentra el haber consensado la definición de desertificación, la cual consiste en “La degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas resultante de varios factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas”.

En las últimas décadas se ha realizado un esfuerzo intensivo en diferentes regiones áridas y semiáridas del mundo para la lucha contra la desertificación. A partir de 1994, México cuenta ya con un diagnóstico global así como con un Plan de Acción de Combate a la Desertificación (PACD-México) (CNZA-SEDESOL, 1994). En ese mismo año México firma su adhesión a la UNCCD, entrando en vigencia en septiembre de 1996 (PNUMA, 2000). Cabe señalar que hasta 1994 la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) fue la institución encargada de promover la lucha contra la desertificación en el país. A partir de este año, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) asume este papel y en el 2005 se designa a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (UNCCD, 2000; Secretaria de Desarrollo Social, 1994; SEMARNAT,

2006) las funciones de órgano nacional de coordinación sobre la lucha contra la desertificación. México, por su ubicación geográfica es una de las regiones mas altamente afectadas por la desertificación, en principio porque los climas; árido, semiárido y subhúmedo abarcan casi el 50 % del territorio Nacional, donde se asienta más de la mitad de la población mexicana (Rezedowski, 1984; INEGI, 2004). Por otro lado, las estimaciones de las zonas degradadas las cuales rondaban alrededor de 790,000 km<sup>2</sup>, para el año de 1968, han aumentado notoriamente, observándose un avance anual de la desertificación estimado en 1,000 km<sup>2</sup> (INE-SEMARNAT, 2005).

Un elemento histórico importante en el manejo y la degradación de los recursos naturales en México es la tenencia comunal de la tierra (Larson y Sarukhán, 2007). A lo largo de nuestra historia, las formas relevantes de organización comunitaria para la explotación de la tierra, incluyen a; el calpulli de la etapa prehispánica, las tierras comunales indígenas de la etapa colonial y del México independiente del siglo XIX, y el sistema ejidal como una institución surgida posteriormente a la revolución de 1910 (Beals; 1932, Endfield y O'Hara, 1999). Actualmente, el 53.5 % del territorio Nacional pertenece a sistemas de manejo basados en la organización ejidal (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006). Cada una de estas formas de organización comunitarias, en su momento, han presentado niveles de sustentabilidad y degradación importantes, en función de la congruencia entre estos sistemas de organización comunal y el modo de producción imperante.

Con el advenimiento del ejido y el cambio en el tipo de uso de suelo tal como; la introducción de ganado doméstico, la conversión de ecosistemas naturales a terrenos agrícolas, la alteración de los ciclos naturales de fuego (eliminación o incremento de la frecuencia), etc., sobrevino una alteración drástica de los recursos naturales y de procesos ecológicos que comprenden por ejemplo, la compactación del suelo, la disminución de la materia orgánica y pérdida de la fertilidad del suelo (Gifford y Hawkins; 1978, Serna *et al.*, 2007), además de

cambios significativos de la hidrología dados por la alteración del escurrimiento y la infiltración en el suelo (Chapin *et al.*, 2002a), la alteración de la diversidad biológica, y la aceleración de los procesos de erosión (Chapin *et al.*, 2002b, García-Fayosm, 2004).

Lo antes señalado, aunado a la amplia variabilidad de la precipitación en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas de México en las últimas décadas ha incrementado el efecto de degradación de los ecosistemas y el riesgo de desertificación (Huber-Sannwald *et al.*, 2006). Estos y otros efectos relacionados a la degradación de los recursos naturales y en específico del agua han sido exacerbándose por la pobreza de las comunidades ejidales en las zonas áridas. En particular, la relación del ciclo hidrológico en la desertificación es uno de los procesos más destacados en la degradación de la tierra (SEMARNAT, 2005). En este contexto, las causas de degradación y declive de los servicios del ecosistema, e.j., el control natural de la cantidad y calidad de agua, se derivan de la interacción tanto de factores biofísicos como socioeconómicos. Dentro del mismo contexto, cualquier factor ya sea biofísico o socioeconómico, que atente contra la integridad de los suelos, contribuirá a los procesos de la degradación de la tierra y así de la desertificación. Al modificarse las características físicas y químicas del suelo (textura, estructura, materia orgánica), se va a mermar la capacidad de almacenamiento de humedad en suelo, y por lo tanto de su disponibilidad para los procesos bióticos y abióticos claves en ecosistemas, que repercutirá en baja productividad primaria, reducción de la materia orgánica, incrementos de los escurrimientos, erosión del suelo etc. (Gifford y Hawkins, 1978; Rodríguez, 2000). Es por ello, que la inserción del ciclo hidrológico es estratégico para la evaluación y predicción de los procesos de degradación que ocurren en los sistemas humano-ambientales (en adelante H-A) y así prevenir y controlar los procesos de desertificación.

Dentro de los esfuerzos que se han realizado para entender los procesos complejos de la desertificación destaca la 88<sup>ava</sup> reunión de Dahlem celebrada en el

año del 2001, en donde se reunieron expertos sobre; evaluación integral ecológica, dimensiones humanas y meteorológicas de la desertificación (Reynolds, 2006). Este grupo generó y propuso un marco conceptual unificador y sintético para abordar el estudio integral para el combate de la desertificación lo cual formó la base del Paradigma de Desarrollo de las Zonas Secas (DDP; Dryland Development Paradigm por sus siglas en inglés) (Reynolds et al., 2007). El DDP consiste en los siguientes cinco principios:

**Principio 1.-** *Los sistemas Humano-Ambientales (H-A) en zonas secas son dinámicos, acoplados entre si de tal forma que su estructura, función e interrelaciones cambian con el tiempo.*

**Principio 2.-** *Un grupo limitado de variables “lentas” son los determinantes críticos de la dinámica del sistema H-A.*

**Principio. 3.-** *Los umbrales de las variables lentas definen los diferentes estados de los sistemas H-A con diferentes procesos de control. Estos umbrales pueden cambiar con el tiempo.*

**Principio. 4.-** *Los sistemas H-A son jerárquicos, anidados y entrelazados a través de múltiples escalas.*

**Principio. 5.-** *El mantenimiento actualizado del conocimiento local ambiental es clave para asegurar la co- adaptación de los sistemas H-A.*

Este paradigma obliga a considerar simultáneamente los procesos y determinantes internos y externos de los componentes inherentes socioeconómicos y biofísicos en un sistema H-A en las escalas espaciales y temporales pertinentes y con una perspectiva holística (Principio 1) (Stafford Smith y Reynolds, 2002). Los principios antes señalados nos conducen a considerar como tópico central en su más amplia acepción el término resiliencia, el cual consiste en “La capacidad de un ecosistema de absorber perturbaciones y reorganizarse mientras está experimentando o tras experimentar cambios, de forma tal que pueda mantener básicamente la misma estructura, funcionamiento y mecanismos de auto-regulación” (Walker, 2004). Estudiar la complejidad de la



desertificación implica que ciertas variables pueden cambiar su calidad espacial y temporal de manera no lineal y que la influencia sobre estas variables puede cambiar de un nivel jerárquico a otro (local, regional, nacional, mundial) (Principio 4). Por lo tanto, es importante elucidar atributos sobre la lentitud o la rapidez (Principio 2) con que varía o cambia una variable en los diferentes contextos espacio-temporales y esto solo puede alcanzarse mediante un esfuerzo de investigación multidisciplinaria (Stafford Smith y Reynolds, 2002). Así, para la identificación de los componentes biofísicos y socioeconómicos que podrían explicar la desertificación se deben utilizar variables “lentas” como determinantes críticos de los sistemas H-A en contraste con las variables rápidas que tienen efectos a corto plazo (Carpenter y Turner, 2000; Holling, 2002). Los conceptos de variables lentas y rápidas deben ser considerados en diferentes escalas de los sistemas H-A. Por ejemplo, la humedad de suelo puede variar rápidamente en el transcurso del día especialmente en zonas áridas y semiáridas donde la evaporación es alta. Por lo tanto la información sobre los cambios en la humedad de suelo por sí sola no es indicativo de las características edafológicas que controlan la humedad y la capacidad del suelo para almacenar agua. Son las características físicas y químicas del suelo como: la textura (proporción de arena, arcilla y limo) y la estructura (contenido de la materia orgánica, la proporción de los agregados micro y macro del suelo) que explican la capacidad del suelo en almacenar agua. Estas características no cambian con los ciclos diurnos o anuales. Pero por ejemplo, el impacto continuo del sobrepastoreo puede provocar la compactación del suelo, la reducción de la cobertura vegetal y así inducir la erosión del suelo, la pérdida de sedimentos finos y de materia orgánica. La tasa y magnitud de la alteración del suelo cambian de forma no lineal, en escalas temporales de años o décadas y pueden provocar una pérdida irreversible en la capacidad del suelo de almacenar agua (Gifford y Hawkins, 1978; Kovacs *et al.*, 1982). Este mismo suelo deteriorado, puede variar en su contenido de humedad diurna similar a un suelo poco deteriorado. Esto sugiere que la humedad del suelo no es indicador absoluto de las características fundamentales del suelo.

Así mismo, los subsidios (tipo, cantidad) que otorga el gobierno para un ejidatario son apoyos temporales (años) para mejorar el bienestar de la gente. Por falta de capacitación y/o educación (variables lentas) de los ejidatarios para alcanzar un uso razonable y sustentable con el apoyo económico, se observan frecuentemente consecuencias con efectos negativos al sistema H-A, tal como, el uso del apoyo para la compra de más ganado y el consecuente sobrepastoreo. (Huber-Sannwald *et al.*, 2006). Es por ello que cualquier cambio o manejo dentro de los ecosistemas basado en variables rápidas (construcción de presas, crecimiento de hatos) lleva el riesgo de desencadenar cambios en variables lentas, que a su vez, repercutirán a largo plazo en alteraciones y la sustentabilidad del sistema H-A (Reynolds, 2004). Así mismo, el DDP trata identificar los umbrales de las variables lentas claves, porque una vez una variable lenta cruza de un estado a otro, posiblemente puede provocar un cambio irreversible en el sistema H-A (principio 3) (Reynolds, et al., 2007). Así, a medida que se incrementa la degradación, se incrementa el riesgo de cruzar algún umbral de una variable lenta (Fernández et al., 2002).

El contexto del presente estudio es la comunidad de La Amapola, San Luis Potosí, México, la cual presenta síntomas de degradación (Herrick, 2005; Huber-Sannwald *et al.*, 2006) tales como: erosión laminar, perfiles de suelo desnudo, surcos, cárcavas, pérdida de cobertura vegetal, arbustos y pastos en pedestal, como también materiales edáficos re-depositados, los cuales sugieren que la erosión hídrica es el proceso degradativo más importante en el paisaje y sugieren también que las funciones hidrológicas del sitio están seriamente degradadas o se encuentran en un estado hidrológico de “disfuncionalidad” (Thurow, 1991) comprometiendo la sustentabilidad y productividad futura del sistema H-A (Huber-Sannwald *et al.*, 2006). Las condiciones de degradación observadas en la Amapola, están relacionadas con el impacto de las actividades actuales e históricas tanto en la comunidad y sus alrededores, y que incluyen; deforestación, sobrepastoreo, agricultura de temporal. Estas actividades han favorecido la conformación de distintos parches de cobertura en el paisaje montañoso de la

Amapola, los cuales se asocian a la compleja combinación de las características del suelo, topografía, vegetación, y uso y por esto difieren en su grado de respuesta para absorber presiones o para recuperarse al disturbio (Huber-Sannwald *et al.*, 2006). La comunidad de La Amapola representa un típico ejemplo de problemas de desertificación en climas semiáridos. En esta comunidad se realizó el primer estudio de la Red de investigación sobre desertificación (por sus siglas en inglés ARIDnet), llevándose a cabo un taller interdisciplinario con las metas de identificar y entender las causas biofísicas y socioeconómicas que conducen a la degradación de la zona. De este taller surgió un modelo conceptual que enfatiza la idea “Agua compartida entre la naturaleza y el hombre” propuesto por Falkenmark (2003). El modelo conceptual enfatiza que la problemática de la desertificación gira entorno a la interacción de los factores socioeconómicos y biofísicos y sus impactos en la hidrología de La Amapola, donde se concluye que existe disfuncionalidad hidrológica.

Si bien en nuestro país, existen muchas regiones que muestran problemas de desertificación, desde el punto de vista de la factibilidad, son pocos los lugares que ofrecen ciertos requisitos indispensables para llevar cabalmente un estudio académico y continuo sobre este problema, como lo son; la accesibilidad al sitio, información histórica previa, tenencia de la tierra ejidal, un número de habitantes limitado, ausencia de conflictos armados, disponibilidad por parte de la población, entre otros. Todas estas características hacen de La Amapola un sitio apropiado para investigaciones científicas a corto, mediano y largo plazo bajo el marco metodológico del DDP.

En el modelo del Agua compartida entre la naturaleza y el hombre de La Amapola (Huber-Sannwald *et al.*, 2006), se propone a la precipitación como una variable detonadora, la cual cataliza tanto variables rápidas como lentas. Así, el escurrimiento que surge de un evento de precipitación (variable rápida) puede tomar cualquiera de dos rutas principales, las cuales dependen de la cobertura vegetal (variable lenta). En una ruta, si la cobertura vegetal es pobre o nula, el flujo

se concentra provocando erosión, y formando cárcavas, y los escurrimientos masivos que se observan se pierden para la comunidad, aunque una pequeña parte se concentra en presas de tierra (variable rápida). La otra ruta ocurre cuando se tiene una cubierta vegetal apropiada, lo cual favorece la infiltración del agua y la recarga de acuíferos (variable lenta), favoreciendo también el mantenimiento de la calidad y cantidad de agua en suministros (pozos y norias, variable lenta). Ambas rutas y la capacidad de almacenamiento y uso del agua establecen tipos de usos e interacciones en la comunidad, favoreciendo o afectando otras variables lentas y rápidas (Huber-Sannwald *et al.*, 2006).

Así y con base en los procesos biofísicos y socioeconómicos que ocurren cotidianamente en el sistema H-A de la Amapola y de acuerdo al marco conceptual estipulado por el DDP, surge la pregunta central de este estudio; ¿Cuáles son los factores y procesos tanto biofísicos como socioeconómicos claves que alteran la hidrología del paisaje, y favorecen el avance de la desertificación en la Amapola?

El objetivo general de este trabajo es mediante la aplicación del Paradigma para el Desarrollo de las zonas Secas, determinar los factores y procesos clave de degradación que alteran la hidrología del paisaje y favorecen el avance de la desertificación en la Amapola.

Los objetivos específicos a lograr serán los siguientes:

- Identificar y examinar las variables y determinantes conductoras socioeconómicas y biofísicas, que contribuyen en la alteración de la hidrología del paisaje y de las actividades de la comunidad provocando el avance de la desertificación de La Amapola.
- Aplicar el DDP para un análisis sistemático, integral y multiescalar del sistema H-A de La Amapola.

La Hipótesis establece que las actividades de pastoreo y agricultura de temporal, han reducido la capacidad de los sistemas productivos para

retener/almacenar el agua y así alteran los procesos hidrológicos del sistema humano ambiental en la Amapola.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad rural de “La Amapola” (latitud 21° 56' 60N; longitud 101° 10' 0W, altitud 2370 msnm) la cual pertenece al ejido de Escalerillas, del Municipio de San Luis Potosí, México. La comunidad de la Amapola se encuentra enclavada en una cuenca de la Sierra de San Miguelito al SW de la Ciudad de SLP. El clima de la zona de estudio se encuentra dentro de la clasificación de clima seco o árido (BS) (Figura 1), con precipitación total anual de entre 300 a 500mm, con régimen de lluvias de verano, que ocurre entre los meses de Junio a Septiembre, y con la temperatura promedio anual de 14 °C, con rangos de entre 8 a 32 °C (García, 1988).

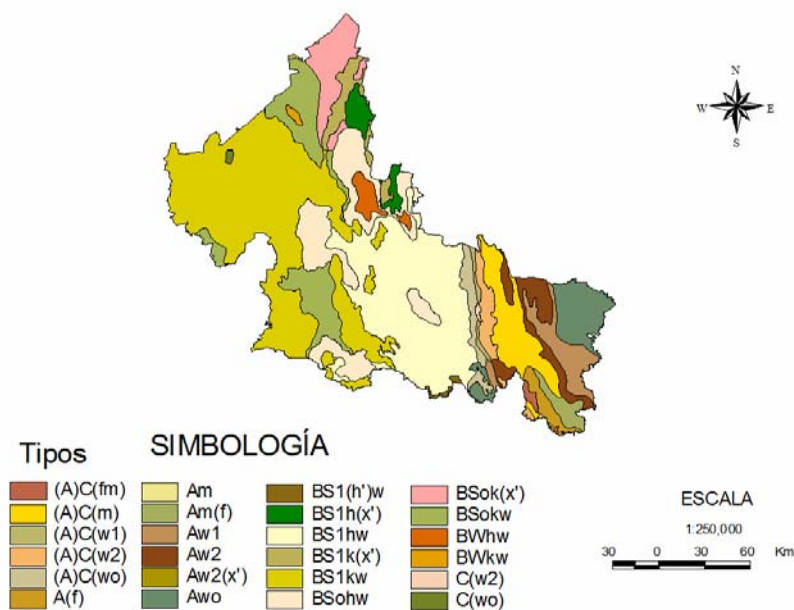


Figura 1. Clasificación de climas del estado de San Luis Potosí (modificado de INEGI, 2000).

La vegetación esta caracterizada por el bosque de pino-encino (*Pinus cembroides*, *Pinus discolor* y *Quercus potosina*), que se localiza en la parte alta de la cuenca. Otro tipo de vegetación importante es el pastizal secundario

(Rzedowski, 1978; Romero-Manzanares y García-Moya, 2002) que ha resultado de la deforestación ocurrida hace al menos 78 años. En este caso las especies más comunes la constituyen las gramíneas perennes nativas tales como; *Bouteloua scorpioides*, *B. hirsuta*, *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia spp.*, *Aristida spp.*, así como también las semi-arbustivas, *Isocoma veneta*, *Brickelia veronicifolia*. Esta vegetación ocupa el abanico aluvial de la cuenca entre el bosque y campos de cultivo en el valle. Finalmente, en esta zona se encuentra un área de usos mixtos que incluye casas rodeadas de huertos y jardines, así como presas construidas con tierra. En esta zona también se localizan terrenos de cultivo abandonados, ocupados por especies semi-arbustivas *Isocoma veneta*, *Brickelia veronicifolia*, así como el área de agricultura de temporal donde se cultiva principalmente maíz, avena y frijol (Fig.2 y Tabla 1).

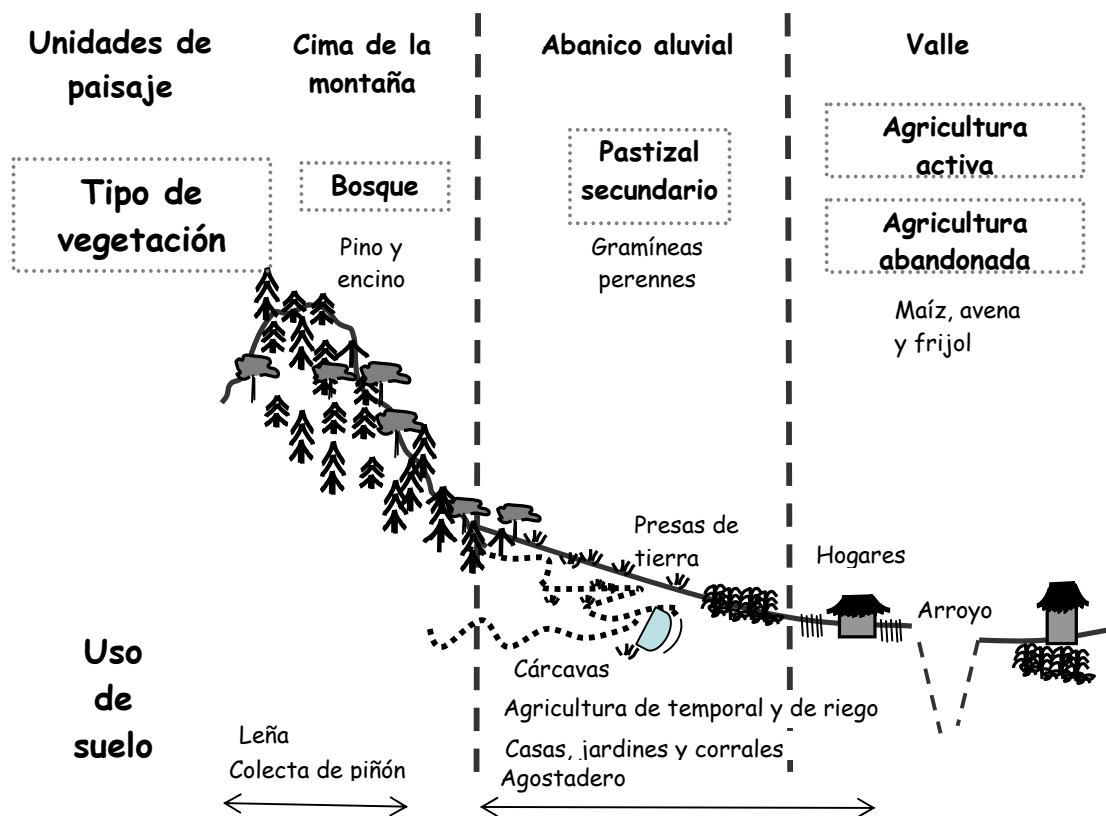


Figura 2 Paisaje de La Amapola y sus tipos de cubierta vegetal y de uso (modificado de Huber-Sannwald *et al.*, 2006)

En cuanto a la geología del sitio, la roca más antigua, la cual se distribuye en la base del valle, corresponde a la Riolita San Miguelito (Labarthe *et al.*, 1982), constituida por una roca compacta de color blanquecino con apariencia bandeada. En el valle, también se encuentran remanentes de depósitos sedimentarios que rellenaron el valle (Fig. 3), estos depósitos están constituidos por arenas, limos y arcillas con materia orgánica. Hacia las partes altas se encuentra coronando la sierra un paquete importante de basaltos, conocido como Basalto Cabras (Labarthe *et al.*, 1982).

El suelo en la zona boscosa (Fig. 2), está cubierto por abundante materia orgánica, y además mantiene uniforme en el área sus componentes de textura (Tabla 1) con 57% de arena, 28% de arcilla y 15% de limo de 0-15 cm de profundidad, y 60% de arena, 25% de arcilla y 15% de limo de 15-30 cm. En contraste, la textura del suelo localizado en la zona de pastizal contiene 48% de arena, 36% de arcilla y 16% de limo, la cual es homogénea a dos profundidades 0-15 y 15-30 cm (Tabla 1). En la zona de cultivo en la sección del valle, la textura del suelo incluye un 52% de arena, un 33% de arcilla y un 15% de limo la cual es uniforme a dos profundidades 0-15 y 15-30 cm (Tabla 1).

El suelo en la zona boscosa, está cubierto por abundante materia orgánica, y además, mantiene uniforme en el área sus componentes de textura con 57% de arena, 28% de arcilla y 15% de limo de 0-15 cm de profundidad y 60% de arena, 25% de arcilla y 15% de limo de 15-30 cm (Tabla 1). En contraste, la textura del suelo localizado en la zona de pastizal contiene en las 2, 48% de arena, 36% de arcilla y 16% de limo, la cual es homogénea en las dos profundidades 0-15 y 15-30 cm (Tabla 1). En la zona de cultivo en la sección del valle, la textura del suelo incluye un 52% de arena, un 33% de arcilla y un 15% de limo en las dos profundidades 0-15 y 15-30 cm (Tabla 1).

Con respecto a la topografía, las pendientes más pronunciadas alcanzan pendientes mayores al 40%, localizándose hacia el sureste de la cuenca con



exposición Norte donde se encuentra la zona del bosque. El cambio de pendiente entre esta zona y la zona de pastizal es abrupto, ya que el pastizal tiene una pendiente de entre 12 y 28%. En esta zona sin embargo, son comunes las cárcavas, las cuales dejan al descubierto las tobas y caliches impermeables. La formación de cárcavas, es un fenómeno bastante común en la cuenca, el cual ha sido promovido por actividades del hombre como deforestación, sobrepastoreo y reconversión agrícola. Finalmente, la zona agrícola se localiza en el valle, con pendientes suaves de entre 5% y 18%, la cual es atravesada por el Arroyo Ávila.

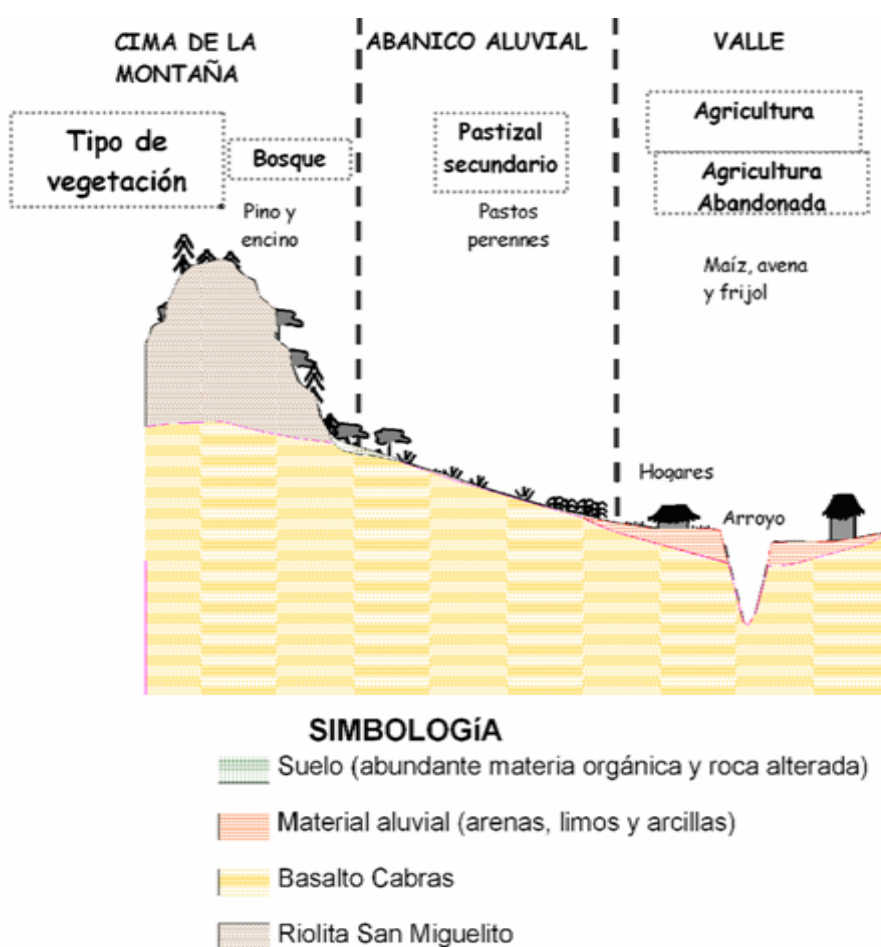


Figura 3. Sección geológica de la zona La Amapola, mostrando la distribución de las diversas formaciones geológicas en el subsuelo.

Tabla 1. Textura de suelos en diferentes profundidades, en los diferentes tipos de vegetación/uso en La Amapola; San Luis Potosí, México.

Tipo de vegetación	Profundidad del suelo	Arena %	Arcilla %	Limos %
Bosque	0 – 15 cm	57	28	15
	15 – 30 cm	60	25	15
Pastizal	0 – 15 cm	48	36	16
	15 – 30 cm	48	36	16
Agricultura	0 – 15 cm	52	33	15
	15 – 30 cm	52	33	15

## 2.2 Aspectos socio-económicos

La comunidad de La Amapola se fundó en 1929 y según las estadísticas de población (INEGI, 2000), para 1930 contaba ya con 35 habitantes, su pico poblacional lo obtuvo en los años sesentas con 274 habitantes (Tabla 2). Actualmente la comunidad de la Amapola cuenta con 40 habitantes con una distribución de edades que incluye un 43% de menores de 17 años, y 57% de adultos. La escolaridad promedio es primaria no terminada en adultos mayores de 20 años (INEGI, 2000), aunque se cuenta con una escuela primaria multigrado y en 2007, se estableció una escuela secundaria. La comunidad cuenta a partir de 2007 con servicio de energía eléctrica, la cual era obtenido anteriormente con celdas solares (Pulso, 2006). Sin embargo, la comunidad no cuenta con servicio de agua potable y drenaje canalizado. Su fuente de abastecimiento de agua depende de siete norias distribuidas en la comunidad y un tanque de agua de 10,000 L que el municipio recarga cada 3 a 4 meses.

Las principales actividades económicas de la comunidad comprenden, ganadería de cabras y en menor grado ovejas y vacas, agricultura de temporal (maíz, avena y frijol), y ocasionalmente colecta y venta de leña y piñón. La migración hacia la ciudad de San Luis Potosí, la comunidad de Escalerillas y los Estados Unidos es una tendencia importante que afecta el tamaño de la comunidad y que se origina por la búsqueda de oportunidades de trabajo (Huber-Sannwald *et al.*, 2006) (Tabla 3).

Tabla 2. Distribución y dinámica poblacional de La Amapola (modificado INEGI, 2000)

<b>Evento Censal</b>	<b>Fuente</b>	<b>Total de Habitantes</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
1930	CENSO	35	22	13
1940	CENSO	189	91	98
1950	CENSO	226	111	115
1960	CENSO	274	143	131
1970	CENSO	209	-	-
1980	CENSO	200	108	92
1990	CENSO	97	42	55
1995	CONTEO	88	42	46
2000	CENSO	48	24	24
2007	CONTEO	40	20	20

Tabla 3. Destino de familiares que han emigrado de La Amapola

<b>Destino</b>	<b>Personas</b>
Ciudad de San Luis Potosí	32
Poblados Cercanos (San Francisco, San Antonio, Escalerillas, Insurgentes, La Garita )	19
Estados Unidos	15

### 2.3 Diseño observacional y tipos de muestreo

El presente estudio de tipo analítico y observacional, tiene el propósito de identificar las causas de la desertificación a través de la alteración en la dinámica de los procesos hidrológicos de los sistemas humano-ambientales (H-A) en la zona de La Amapola. Para tal efecto se utilizó el modelo modificado (Figura 4) de “Agua compartida entre la naturaleza y el hombre” (Huber-Sannwald et al 2006, Falkenmark, 2003). Este modelo conceptual se tomó como punto de partida para el presente estudio. Así mismo, el estudio incorpora los cinco principios del

paradigma para el Desarrollo de las Zonas Secas. Para implementar el principio uno, se realizó una visita de campo a fin de conocer las estructuras y funciones de las principales variables y procesos determinantes en los componentes socioeconómicos y biofísicos de la disfuncionalidad hidrológica en La Amapola, mismas que fueron especificadas en revisión bibliográfica previa y con entrevistas a la comunidad. Para el principio dos se tomaron como base las variables expuestas en el modelo conceptual para la Amapola (Huber-Sannwald et al 2006). Se seleccionaron una serie limitada de variables lentas biofísicas y socioeconómicas (Anexos Tabla 1). Para el principio tres, se trató de determinar umbrales potenciales de las variables lentas a lo largo del tiempo. Para tal efecto se planeó comparar durante un año las variables, tales como: escurrimiento en el suelo, fustal (pino y encino), el paso del agua a través del dosel (pino y encino), tipo de cobertura vegetal, interespaciós básales entre la vegetación, en los diferentes usos del paisaje (bosque, pastizal, agricultura activa, agricultura abandonada). Así mismo, se evaluó la salud, el nivel de educación y el conocimiento ambiental en la población de La Amapola (por sexo y generación) (Anexos Tabla 1). Para el principio cuatro se procuró aplicar la escala apropiada que reflejaran la problemática intrínseca de la zona de estudio y que evidenciaran las conexiones que operan en las escalas utilizadas, que en este caso, se determinó que fueron; la comunidad y el paisaje. Al efecto se reconocieron los usos principales que se tienen en la zona de La Amapola, para posteriormente en cada una de las unidades detectadas del paisaje (bosque, pastizal, agricultura activa y agricultura abandonada) poder establecer el monitoreo de las entradas y salidas de las fracciones del agua al sistema, para proceder a determinar los factores y procesos clave de degradación que alteran la hidrología del paisaje. Para el quinto principio se efectuaron entrevistas estructuradas y semi-estructuradas a la totalidad de los habitantes de la comunidad.

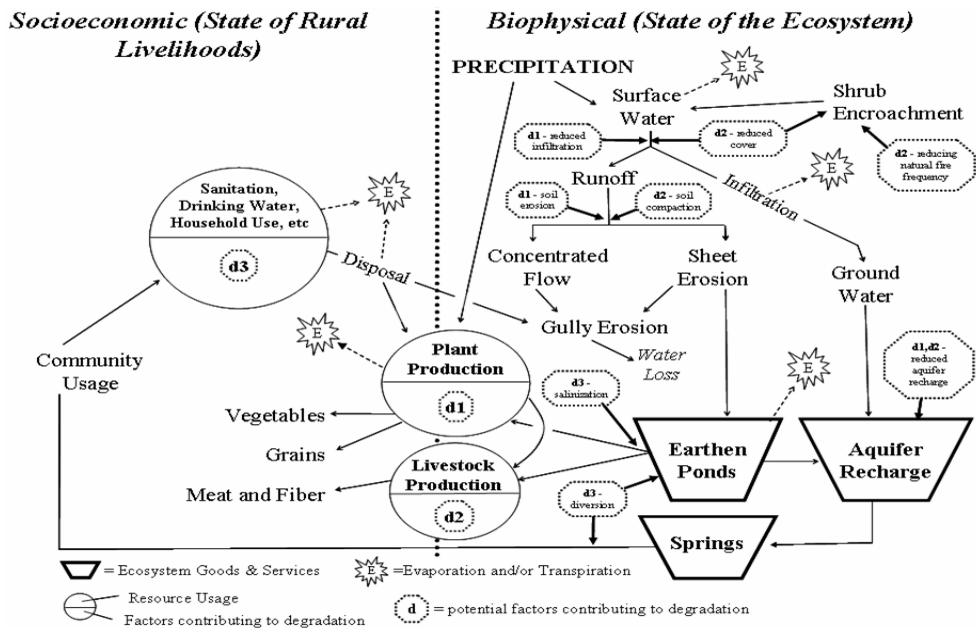


Figura 4. Modelo conceptual del “Agua compartida entre la naturaleza y el hombre” (Huber-Sannwald *et al.*, 2006).

### 2.3.1 Medición de los componentes socioeconómicos

#### Entrevista

En agosto del 2006, se aplicó una entrevista preliminar a dos familias de la comunidad para caracterizar los aspectos socioeconómicos. Con base a los resultados y a las observaciones realizadas en campo, se realizaron las modificaciones pertinentes a la encuesta final. Las entrevistas a los adultos se aplicaron desde noviembre a enero 2006-2007 y posteriormente en septiembre del 2007 se completaron, con toda la población menor de 18 años. Las entrevistas aplicadas a la población adulta, se realizaron de forma individual y separada a 23 habitantes los cuales conforman la población adulta total. Debido a que los datos demográficos y agropecuarios están agregados a nivel de municipio, fue necesaria una entrevista con 141 preguntas de las cuales 85 eran cerradas y 56 abiertas y que incluían temas tales como: hidrología, estructura sociodemográfica, estructura política, alimentación, actividades económicas, actividades agropecuarias, migración, conocimiento ambiental, reseña histórica de la localidad, subsidios institucionales, servicios y número de presas construidas (Anexo 1). Con el

propósito de completar los resultados obtenidos, se efectuó una segunda entrevista a los adultos respecto al tema de las presas de tierra y que están distribuidas en todo el paisaje de la Amapola (Anexo 2). El entrevistador por su posición de ser quien formula las preguntas, ejerce cierto control sobre el entrevistado (Sánchez-Molina, 2001), esta asimetría fue disminuida mediante el uso de entrevistas en profundidad, permitiendo así establecer empatía, mediante una relación más cercana y confiable entre el entrevistado y el entrevistador. Esta técnica facilita que la persona entrevistada narre sin acotarlo otras vivencias que considera importantes. La entrevista aplicada a la población mayor de 6 años y menor de 18 años se realizó de forma individual a 15 habitantes y fue realizada dentro de las instalaciones de la escuela primaria-secundaria. El instrumento contenía 16 preguntas; 7 eran cerradas y 6 abiertas (Anexo 3) y los temas abordados incluyeron; actividades realizadas diariamente, alimentación, salud, basura, conocimiento ambiental y degradación de la tierra.

La información obtenida de las encuestas, se clasificó respecto a; familia sexo y edad. Debido a que las personas han incorporado un conocimiento sobre su entorno específico y toman un conjunto de decisiones en función a la percepción que tienen (Dietz et al., 2005). Las respuestas obtenidas sobre los temas: causas de la degradación de la tierra, conocimiento ambiental local, usos del agua, cárcavas y presas fueron analizadas con el modelo de “consenso cultural” definido como; “el acuerdo grupal sobre el significado de ciertos conocimientos” (Handwerker y Bogargatti, 1998). Así, para conocer el dominio cultural de ciertos conceptos en una población, se emplearon técnicas de antropología cognitiva en este caso con apoyo del programa: Anthropac®, (Borgatti SP. 1992. Columbia, SC, Analytic Technologies) el cual busca discernir uno o varios modelos de consenso, tomando como base la estructura semántica de las respuestas. Utilizando la similitud de las mismas, se estableció la significancia del modelo así como su expresión gráfica. Para determinar la predominancia de un solo modelo cultural en la población, el programa Anthropac® obtiene varios arreglos de modelos semánticos que se registran como

factores, cuantificando su variabilidad, considerando la predominancia de un solo modelo si su valor es tres o más veces mayor que la variabilidad de los demás factores obtenidos. El programa obtiene además el promedio de conocimiento cultural que el grupo tiene, cuantificándolo a manera de porcentaje.

### *Salud*

Como indicador del estado de la salud, se tomaron los datos de masa corporal, considerando estatura, edad, y sexo en el periodo de Noviembre a Enero 2006-2007 de toda la población (báscula Taylor 2004-4014). Posteriormente los datos obtenidos fueron relacionados con el tipo de dieta y actividades realizadas diariamente. Los datos de peso y estatura se usaron para obtener el Índice de Masa Corporal (IMC) aplicando la siguiente formula:

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{cuadrado de la altura (m)}$$

Los resultados se analizaron por sexo y edad, clasificándolos de acuerdo al siguiente índice (IMSS, 2007); peso bajo < 20, peso normal 20-25, sobrepeso 25.1-29.9, obesidad  $\geq$  30.

Como indicador indirecto de la salud de la comunidad, se estudió la calidad de agua de todas las fuentes para consumo humano donde la población tiene acceso. Para el análisis de calidad de agua, se tomaron en el mes de septiembre del 2007, muestras de 7 pozos o norias y del tanque de agua comunitario. Los parámetros que se analizaron fueron: 1) microbiológicos; organismos coliformes fecales, organismos coliformes totales, 2) metales pesados; plomo, cadmio, cobre, comparando los valores obtenidos con los límites que establece la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994.

### *Nutrición*

Como indicador de la calidad nutricia de los habitantes de La Amapola, se realizó observaciones directas sobre los hábitos alimenticios en cada una de las

familias. Debido a que se encontró una alta incidencia (100%) de caries dental dentro de la población menor de 18 años, también se aplicó una encuesta específica, dirigida a detectar hábitos alimenticios nocivos y el padecimiento de algún dolor de dientes (odontalgia) o huesos.

### *Contexto histórico*

Se realizó una búsqueda bibliográfica de trabajos que describen los principales acontecimientos y actividades históricos en la zona de La Amapola respecto a los temas de; minería, haciendas de beneficio, deforestación, producción de carbón, ganadería, así como mapas y derecho de propiedad que abarcaran la región de La Amapola. Las fuentes consultadas fueron: Archivo Histórico de San Luis Potosí, Centro de Información en Ciencia, Tecnología y Diseño de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Centro de Información en Humanidades, Bibliotecología y Psicología de la UASLP, Biblioteca de la Facultad del Hábitat de la UASLP, Biblioteca Benson, colección de Latinoamérica de la Universidad de Austin, Texas.

Dado el impacto que tienen las actividades humanas en los servicios ecosistémicos, éstas pueden operar a distintas escalas dentro de un ecosistema especialmente heterogéneo (Stafford Smith y Reynolds, 2002). La comprensión del grado de influencia de estas distintas fuentes de variación sobre un proceso en particular, es esencial para predecir tendencias de cambio y para generar recomendaciones de manejo de los ecosistemas. Por ello se realizó un estudio comparativo a fin de evaluar el tipo de uso del suelo y que incluyó; agricultura activa, agricultura abandonada, pastizal y bosque. Para este análisis se utilizó el procesamiento de fotografías aéreas de los años 1969 y 2004 (INEGI, 1969-2004) mediante el programa IDRISI 3.2. Posteriormente se cuantificaron las hectáreas transformadas de los diferentes usos, relacionando esta superficie con valores de infiltración obtenidos en campo durante el año del 2007 y así poder estimar el impacto de cambio de uso de suelo en la recarga del acuífero.



### *Manejo del pastoreo*

Para determinar, el efecto del tiempo de pastoreo en la demanda energética en ganado, se determinó el peso de ganado ovino mantenido bajo dos tipos diferentes de manejo del hato, el cual difería en el tiempo de pastoreo en campo. Un régimen de pastoreo, involucraba de 8 a 9 hrs de pastoreo (pertenece a Don Juan Rivera Bravo), y el otro de 4 a 5 hrs (pertenece a Doña Dominga Moreno Bravo). La evaluación consistió en cuantificar el peso de cada oveja, estableciendo su ganancia o pérdida en cada tipo de manejo y esto se llevó a cabo del mes de Noviembre de 2006 a Julio del 2007.

### **2.3.2 Medición de los componentes hidrológicos**

En cada una de las unidades del paisaje que se identificaron; bosque, pastizal, agricultura activa y agricultura abandonada, se procedió al monitoreo de las fracciones de las entradas y salidas de agua al sistema. Se establecieron 2 pluviómetros en el bosque y 3 pluviómetros en la zona de agricultura activa, abandona y pastizal, para medir la precipitación de cada evento. También se cuantificó la lluvia no interceptada por el dosel mediante la colocación de pluviómetros bajo 5 árboles de pino y encino, a una distancia de 1.5 m con respecto al fuste y con orientación hacia el sur (Imagen 1). Para la medición del escurrimiento fustal se utilizaron canaletas de plástico corrugado de 2.5 cm de diámetro colocadas a la altura del pecho y alrededor de su circunferencia en 5 árboles de pino y encino (Imagen 1). Para la inserción de la canaleta, se removió la corteza, se clavó y se selló los espacios entre canaleta y tronco con silicón. El escurrimiento fustal se colectó en un contenedor de dos litros ubicados en 5 árboles de pino y encino. Igualmente se midió el escurrimiento superficial de suelo bajo 5 árboles de pino y encino, en 5 zonas del pastizal y 5 zonas de la agricultura activa, para lo cual se instalaron parcelas rectangulares de lamina galvanizada de 1.6 m de largo (paralelo al pendiente) por 0.5 m de ancho y 0.35 m de altura. Las parcelas estaban conectadas a bidones de 50 L por medio de mangueras (Imagen 1). La colecta de datos de lluvia y escurrimiento se efectuó después de cada evento durante el periodo de Agosto del 2006 a Agosto del 2007.

Finalmente, para el cálculo de la tasa de infiltración de la superficie del suelo, se realizaron cinco transectos por tipo de cobertura de vegetación y en cada transecto de 100 m de longitud se realizaron cinco submuestras. Para determinar la infiltración se empleó el Infiltrómetro de anillo simple que consiste en un anillo de acero galvanizado de 12.5 cm de diámetro y 15 cm de altura y una botella de 1 L, la cual se encontraba sellada y con un orificio en la tapa de 12 mm de diámetro. Dentro de la botella se colocó una pipeta para regular el flujo de salida del líquido (Herrick *et al.*, 2005) (Imagen 2). Se incrustó en el suelo el anillo a 3 cm de profundidad, después se colocó lentamente agua en el anillo para mantener un nivel estático del agua, posteriormente se introdujo agua por medio de la botella de 1 L. Para tomar el nivel inicial y el tiempo inicial, se esperaba a que las burbujas aparecieran dentro de la botella, con una regla graduada (0.1 cm), a los 5 cm aproximadamente. Se tomaba la lectura del nivel del agua en la botella así como el tiempo que había transcurrido. Con estos datos se aplicó las siguientes formulas para determinar la tasa de infiltración del suelo:

Estimación de la tasa de infiltración del suelo (TI)  $\text{mm/hr} = \text{TIB} \times \text{FC}$

Estimación de la infiltración de la botella (TIB).

Factor de corrección para determinar tiempo de infiltración (FC).

La estimación de la infiltración de la botella (TIB) =  $D / \text{Tiempo Estimado}$

Distancia del nivel del agua en la botella (D) = distancia del nivel inicial del agua – distancia del nivel final del agua x 60 min/hr

Factor de corrección (FC) para determinar tiempo de infiltración =  $\text{área de la botella} / \text{área del anillo}$ .

La evaluación de infiltración se efectuó durante el mes de agosto del 2007.



Imagen 1. Captura de escurrimiento fustal, captura de precipitación bajo dosel y captura de escurrimiento superficial bajo encino.



Imagen 2. Infiltrómetro de anillo simple.

### 2.3.3 Medición de los componentes edafológicos

En cada una de las unidades del paisaje se determinó la densidad aparente de suelo y el contenido de materia orgánica. Para esto, se realizaron cinco transectos de 100 m de longitud en forma paralela a la pendiente. De cada transecto se extrajeron cinco muestras de forma aleatoria utilizando un nucleador de 4 cm de diámetro. Se colectaron núcleos de suelo a profundidades de 0-15 cm y 15-30 cm, los cuales se colocaron en bolsas de plástico herméticas para su

transporte y almacenamiento. En el laboratorio se extrajeron las raíces manualmente utilizando cernidores y pincillas, las cuales posteriormente se pesaron y se secaron en estufa (Binder modelo FED400-UL) a 70° C por 72 hrs, para determinar el peso seco (Sartorius modelo TE3135). Posteriormente se determino la densidad aparente de acuerdo a las siguientes formulas:

Densidad aparente de suelo (D) = peso seco de la muestra compuesta (gr) / VT (cm).

Volumen total (V) de muestras compuestas por transecto (T) (VT)

Volumen total de muestras compuestas por transecto (VT) = V x numero de muestras por transecto.

Volumen del nucleador (V) = (pi x r<sup>2</sup> x profundidad)

Para determinar el contenido de materia orgánica del suelo, se tomó una alícuota de cada muestra de suelo, la cual se pulverizó con un molino Retsch (modelo MM200). Las muestras se secaron a 105 °C por 48 hrs y de éstas se tomaron alícuotas de 10 g, las cuales se colocaron en crisoles que previamente se habían tarado (Sartorius modelo BPZ11D). Las muestras se incineraron en mufla (Precisión modelo Ecotherm) a 500° por 2 hrs. Una vez retirados de la mufla se colocaron en desecadores, para su estabilización de temperatura, y se registró de nuevo su peso (Sartorius modelo BPZ11D). El porcentaje de materia orgánica (MO) se obtuvo por diferencia de peso de los 10 g de suelo, aplicando la siguiente formula:

% MO = ((peso de muestra de suelo - peso de muestra calcinada) / peso de muestra de suelo)) x 100

Para determinar la estabilidad del suelo, se siguió la metodología del Manual de monitoreo para pastizales, matorrales y ecosistemas de sabana (Herrick *et al.*, 2005). Se examinó la estabilidad a dos profundidades de suelo (0 y 3 cm). En cada uno de los diferentes tipos de vegetación, se realizaron 5 transectos de 50 m de longitud de forma paralela a la pendiente. En cada uno de los transectos se extrajeron 18 micronúcleos de 8 mm de diámetro y de 1 a 2 mm

de profundidad por nivel. Posteriormente se sumergieron las muestras en la caja de prueba de estabilidad de suelos (Imagen 3). La inmersión se realizó en agua desionizada a temperatura ambiente, permaneciendo la muestra 5 minutos sumergida en total. Posteriormente se registró el nivel de estabilidad de las muestras siguiendo los siguientes criterios de clasificación:

Nivel #1 (inestable) - El 50% de la integridad estructural se pierde en menos de 5 seg. de inmersión en el agua ó el suelo es muy inestable para muestrear

Nivel #2 (inestable) - El 50% de la integridad estructural se pierde entre 5-30 seg. después de inmersión.

Nivel #3 (semiestable) - 50% de la integridad estructural se pierden entre los 30-300 seg. después de inmersión ó <10 % del suelo permanece en el microcernidor después de cinco ciclos de inmersión.

Nivel #4 (semiestable) - 10-25% del suelo permanece en el microcernidor después de cinco ciclos de inmersión.

Nivel #5 (estable) - 25-75% del suelo permanece en el microcernidor después de cinco ciclos de inmersión.

Nivel #6 (estable) - 75-100% del suelo permanece en el microcernidor después de cinco ciclos de inmersión o si la muestra es hidrofóbicas.

A su vez se colocaba la muestra en una botella llena con agua desionizada, y ésta se observaba por 30 seg. después cuidadosamente se agitaba por 5 seg. y se clasificaba según las siguientes categorías: Inestable. Se desmorona en los primeros 30 segundos (sin agitar). Semiestable. Se desintegra cuando se agita pero no se desmorona. Estable. Aun después de agitar permanece igual la muestra. Posteriormente se sumaron todos los valores por muestra (n=18) y se dividió por el numero de muestras incluidas en este grupo, encontrando así el valor promedio de estabilidad.



Imagen 3. Equipo para análisis de estabilidad de suelos (Herrick *et al.*, 2005)

También se examinó la profundidad del suelo a lo largo de 50 cárcavas, y para esto se registró el espesor del suelo en cada uno de los puntos a lo largo de las cárcavas, así como el tipo de vegetación correspondiente. Con estos datos se tomó el rango de espesor de suelo y el promedio para cada una de las unidades del paisaje.

#### **2.3.4 Medición de los componentes de vegetación**

En cada unidad del paisaje se examinaron interespacios, composición y cobertura vegetal, aplicando la metodología descrita en el Manual de monitoreo para pastizales, matorrales y ecosistemas de sabana (Herrick *et al.*, 2005). Se realizaron cinco transectos de 50 m de longitud en cada una de las unidades del paisaje de forma paralela a la pendiente. Posteriormente a lo largo de los transectos, se determinó el porcentaje de interespacios midiendo la longitud de espacios basales entre cada macollo o fuste de la vegetación presente en el trayecto lineal, debido a que la frecuencia observada mínima de espacio basal fue 0.20 m y máxima fue 2 m, estos se tomaron como límites para la clasificación de interespacios basales. Así dichos límites se introdujeron en la siguiente clasificación de espacios; 0.20-0.50 m, 0.50-1.0 m, 1-2 m y >2m. En los mismos transectos, se aplicó el método de intercepción en línea de puntos (Herrick *et al.*, 2005) para determinar composición y cobertura vegetal así como cobertura del suelo. Para esto se utilizó una varilla la cual se dejaba en caída libre en cada marca de un metro, en donde se registró, tipo de cobertura de suelo, las plantas y partes de las plantas interceptadas.

#### **2.4 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se basó en un arreglo de anidado cuando se introdujo profundidad (profundidad anidado en uso de suelo) y en un análisis de medidas repetidas cuando se introdujeron observaciones temporales (uso de suelo y fecha). El factor uso de suelo lo conformaron los siguientes condiciones; bosque

de pino, bosque de encino, pastizal, agricultura activa, agricultura abandonada. Se consideraron las siguientes variables de respuestas; tasa de infiltración en suelo, escurrimiento, porcentaje de humedad en suelo, precipitación bajo dosel, escurrimiento fustal, materia orgánica del suelo, densidad del suelo y tamaño de ínterespacios, las cuales se examinaron mediante ANOVA utilizando el programa SAS v8.02. Para examinar el supuesto de normalidad de las observaciones, se aplicó la prueba de “Cramer-von Mises” y “Shapiro-Wilk” de forma anticipada al análisis de varianza. El análisis estadístico de los componentes socioeconómicos se realizó con el software Antropac (V4.9, 1992). En primer lugar se obtuvo la moda (porcentual y jerarquizada sobre el dominio analizado) de las respuestas para cada pregunta formulada. Para validar la estructura de las respuestas como único modelo de consenso cultural del grupo, se realizó un análisis factorial de los coeficientes de similitud entre los conceptos de respuesta por individuo, aplicando el coeficiente de correlación “Driver G”, el cual maneja mediante tablas de contingencia la similitud en forma binaria, asignando 1 a la presencia de respuestas similares acordes al modelo general y 0 para las respuestas disimilares, para la construcción de factores o componentes principales.

Por cada factor se infiere la existencia de una o más formas de entender la realidad investigada (modelos cognitivos) (Handwerker y Borgatti, 1998). Para cada factor, el programa obtiene la varianza y la suma de las varianzas de todos ellos, esta última se utiliza como denominador para calcular el porcentaje de la varianza explicada para cada factor. En caso de obtener una razón  $\geq$  a tres para un factor, se considera que existe un consenso estadísticamente significativo para dicho factor y por lo tanto la evidencia de un solo modelo explicativo del dominio explorado (Borgatti, 1992). Posteriormente se efectuó un análisis de conglomerados mediante la técnica de “Johnson hierarchical cluster analysis”, de las variables que conforman el modelo de consenso. El procedimiento incluye la construcción de dendogramas agrupando pares de similitud y estos pares por grupos de similitud y así sucesivamente, hasta completar la totalidad de respuestas a la pregunta formulada (Borgatti, 1992). Para finalizar se transforman las matrices de similitud de los componentes del modelo de consenso, mediante

un análisis de correspondencia en un mapa o escala multidimensional en base a sus coeficientes de similitud. Siendo la escala de dos dimensiones la más adecuada para mejor interpretar este caso. Cabe señalar que el programa para determinar no métricamente las distancias entre cada ítem realiza un ajuste. La interpretación del mapa se hace en base a la centralidad o dispersión de los conjuntos integrados por los ítems obtenidos (Weller y Romney, 1990).

Finalmente, para la determinación de algunos umbrales de las variables lentas biofísicas, se contrastaron en los diferentes tipos de vegetación del paisaje; las medidas obtenidas por monitoreo durante un año, sobre los componentes estructurales del suelo, precipitación-escorrentía, y la cobertura de vegetal. Se utilizó el bosque como referencia (vegetación sin perturbación) y se comparó el efecto de los usos (pastoreo intenso y agricultura temporal) con este sitio de referencia para cuantificar el grado de cambio de las variables claves lentas. Aunque no es posible de hablar de umbrales *per se*, se discutirá este tema con estas aproximaciones.



### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Resultados socioeconómicos**

##### **3.1.1 Antecedentes históricos sobre el origen y desarrollo de la comunidad La Amapola**

La investigación en archivos y literatura sobre los antecedentes históricos sobre la región en la que actualmente se asienta la comunidad de La Amapola, tiene como antecedentes a La Hacienda de Bledos la cual abarcaba en 1596, 35,722 hectáreas (Bazant, 1975) propiedad del español Francisco Cárdenas. La Hacienda de Bledos tenía como actividad principal el beneficio de metales preciosos principalmente la plata. Se situó dentro de la Sierra de San Miguelito, “debido a la abundancia de agua y alta densidad de bosque de pino y encino” (Argüelles y Montoya, 1991). Las actividades realizadas en la Sierra de San Miguelito se pueden intuir de reportes elaborados en 1606 por la Alcaldía Mayor de SLP: “*Las zonas proveedoras de leña y carbón son las sierras en los entornos de Santa María del Río, Armadillo, San Miguelito y Bernal*” (AHESLP 1606). Para el año de 1596, el área dentro de la zona de La Hacienda de Bledos donde actualmente se ubica La Amapola, figuraba como un límite de la hacienda, sin nombre y sin población alguna (Imagen 4).

Con el paso de los años Francisco Cárdenas hipotecó parte de su propiedad a Don Rutiega Mester, sin embargo, Cárdenas no pudo sanear sus deudas y tuvo que ceder parte de la hacienda a Rutiega (Bledos Bajos) en 1609, en la cual se fundaría más tarde la comunidad de La Amapola. Posteriormente vendería la parte restante a Juan Sandoval quedando la hacienda fraccionada en dos partes, Bledos Bajos y Bledos Altos. La división de la Hacienda de Bledos transformaría también las actividades de las secciones, ya que la sección Bledos Bajos llamada hoy en día Carranco se especializaría en actividades de metalurgia y producción de carbón y Bledos Altos, llamada hoy en día San Francisco, desarrollaría actividades agropecuarias (Bazant, 1975). En el periodo de 1606 a 1913, la hacienda de Bledos Bajos desarrolló como principales actividades; la extracción de leña para la producción de carbón, el beneficio de la plata y

agricultura de auto consumo (Bazant, 1975), aunque en ese lapso tendría ocho diferentes propietarios (Tabla 4).

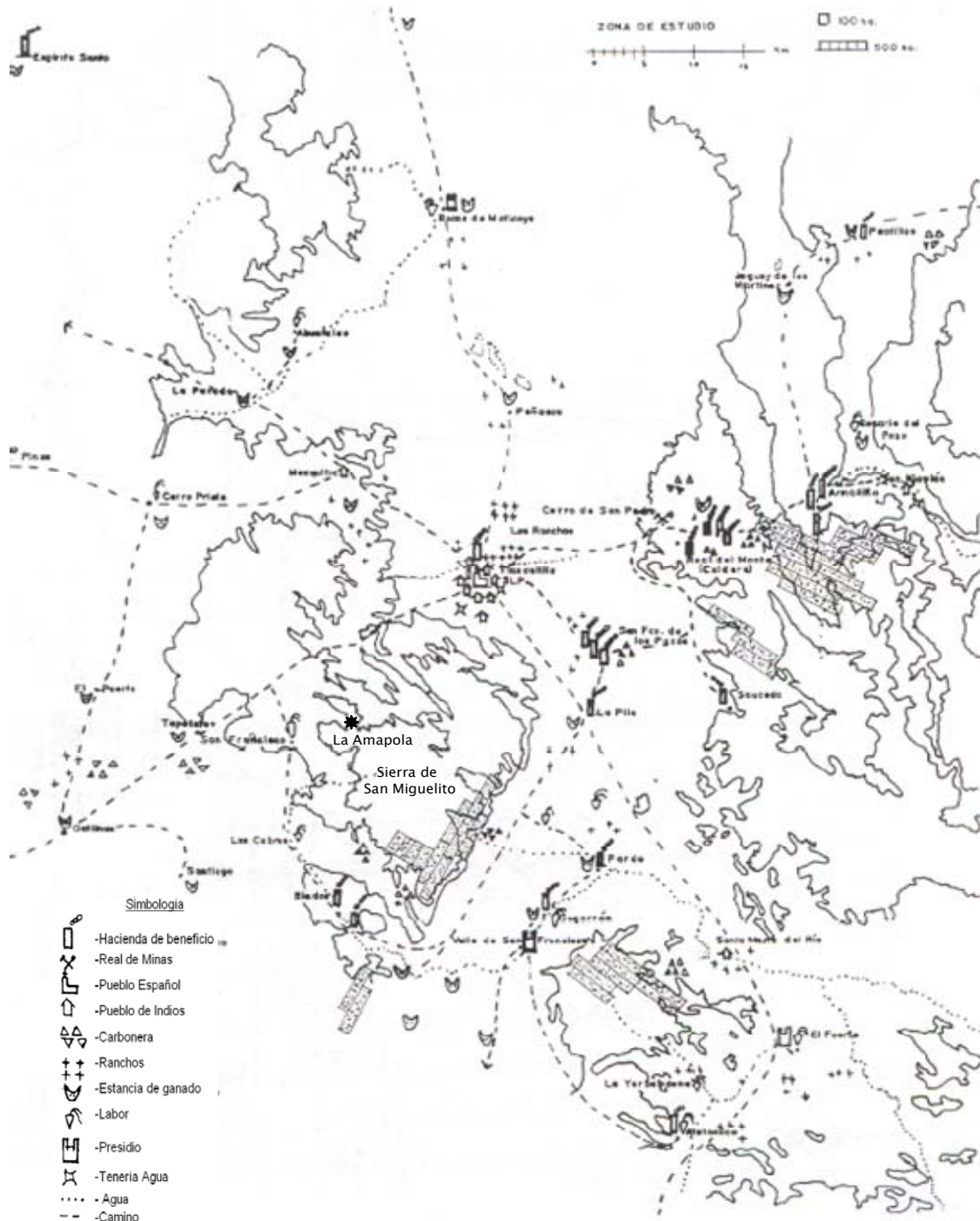


Imagen 4. Localización de La Amapola y hacienda de Bledo Bajos 1596 (modificado de Salazar, 2000).

Tabla 4. Propietarios de la zona de la Amapola (modificada de Bazant, 1975).

Año	Propietario	Actividades principales
1596	F. Cárdenas	Beneficio de plata y ganadería
1606	F. Rutiaga	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1624	Diez de Campo	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1676	F. Guerrero	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1733	F. Villanueva	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1759	M de la Sierra	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1825	General Armijo	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1834	M. Martínez	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1883-1913	José E. Ipiña	Beneficio de plata carboneras y agricultura
1929	Ejido Escalerillas	Carboneras, minería agricultura y ganadería
1960	Ejido Escalerillas	Agricultura y ganadería
1995-2007	Ejido Escalerillas y Propiedad privada	Agricultura y ganadería

|

A principios del siglo XX los eventos revolucionarios de 1917 establecen la repartición de las tierras que se encontraban en latifundios (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo °27, 1917), por esta ley se fraccionan en territorios comunitarios la Hacienda de Bledos Bajos. En 1929 un grupo de 35

colonos (INEGI, 2000) se establecen en un valle solitario, el cual había pertenecido a la Hacienda de Bledos Bajos, enclavado en la sierra de San Miguelito. Y según relatan sus viejos pobladores, La Amapola se funda en este valle por poseer bosques de encino-pino y norias de agua limpia. Dicho nombre viene a colación por la planta *Oenothera pubescens* Willd., que pululaba en el valle, especialmente en la temporada de lluvias y en las zonas húmedas (Imagen 5).



Imagen 5. *Oenothera pubescens* Willd comúnmente llamada Amapola o Amapolitas.

A partir de las encuestas que se realizaron para este estudio, se encontró que en este valle las principales actividades eran; ganadería, agricultura, extracción de estaño y producción de carbón vegetal principalmente de encino, cuyos productos se vendían en la ciudad de San Luis Potosí.

Los primeros pobladores de La Amapola, participaban de estas actividades productivas, iniciando el proceso de cambio en las características del paisaje que es observado hoy, al deforestar el terreno para construir viviendas y explotar el bosque para la obtención de leña. Así mismo, se inicia el cultivo de maíz y frijol y la crianza de ganado vacuno, caprino y ovino. En 1934, esta comunidad se incorpora al sistema de tierras ejidales, perteneciendo desde entonces al Ejido Escalerillas (INEGI, 2000). Formalizando la tenencia de la tierra y reglamentando el desarrollo agropecuario de La Amapola, mediante la asignación de parcelas de uso individual para los cultivos y áreas de pastoreo para el uso comunitario. A partir de 1960 cesa la producción comercial de carbón vegetal en La Amapola ya

que en la ciudad de San Luis Potosí se sustituye el uso de carbón vegetal como fuente energética por la corriente eléctrica y gas Líquido Propano (LP) (Argüelles y Montoya, 1991). Así mismo, el declive del precio del estaño en los años 70's finiquitó esta actividad minera dentro de la comunidad. A consecuencia de la reforma del artículo 27 de la Constitución Mexicana en 1991, donde se aprueba la enajenación de las tierras ejidales, se han vendido 7 de las 41 parcelas de La Amapola, originando un nuevo tipo de tenencia de la tierra en forma de pequeñas propiedades privadas.

### **3.1.2 Demografía y escolaridad**

La población de La Amapola creció con un promedio anual de 7% entre 1930 cuando contaba con 35 habitantes (22 hombres y 13 mujeres) hasta 1960 donde tuvo su máximo crecimiento poblacional con 274 habitantes (143 hombres y 131 mujeres), posteriormente ha tenido un descenso anual de - 4 % entre 1960 y 2007, por lo que actualmente la comunidad alberga a 40 habitantes, de los cuales 12 son hombres con más de 18 años y 10 con menos de 18 años, mientras que existen 12 mujeres con más de 18 años y 6 con menos de 18 años. Respecto a la escolaridad, se encontró que el 62% de las mujeres y 70% de hombres adultos, no cuentan con la primaria terminada.

### **3.1.3 Actividades económicas**

Los resultados de las entrevistas indican que actualmente las actividades principales de La Amapola son agricultura y ganadería. La superficie agrícola se divide en dos; terrenos de cultivo abandonados de los cuales se contabilizan hasta 165 ha y terrenos agrícolas en activo, de los cuales existen 66 ha. De estos, corresponde el 33% al cultivo del maíz, 25% al cultivo mixto de maíz y frijol, 39% al cultivo de la avena, 1% a huertas con durazno, 1% a huertas de agave y 1% a papita de monte. El destino final de los cultivos se divide en; 85% para forraje de ganado y 15% para consumo humano. Respecto a la actividad ganadera en la actualidad tiene un carácter de subsistencia. Esta ganadería se caracteriza por ser extensiva, de baja productividad y alta mortalidad, y es primordialmente dedicada

a la producción de cabras y ovejas. La población reportada total de animales son actualmente de 475 cabezas divididas en; 206 cabras, 118 borregos, 24 burros, 40 vacas, 11 cerdos, 8 caballos, 6 patos, 4 guajolotes, 48 gallinas, 10 conejos (Figura 5). Dentro de la actividad ganadera familiar, en la mayoría de las veces, son menores de 18 años, quienes tienen que realizar el pastoreo, el cual dura de 8 a 9 hrs diarias. Otra actividad importante es la colecta de leña de encino y pino, para consumo energético propio y en temporada de festividades se vende ocasionalmente a poblados vecinos. También existe la colecta de piñón para su venta en San Luis Potosí lo que ocurre a intervalos de 3 o 4 años. Coyunturalmente se aprovechan oportunidades de trabajo como la albañilería, en la industria de la construcción y como trabajadoras domesticas en el sector de servicios.

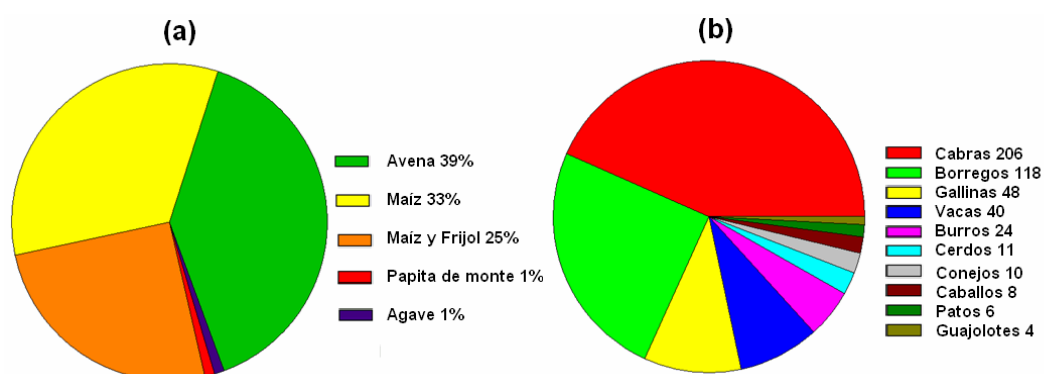


Figura 5. Distribución de a) tipos de cultivos (porcentaje) y b) tipos de animales (numero total) en La Amapola en el año 2007

La distribución de las actividades que realizan los habitantes de la Amapola ocurre de la siguiente manera: Para los hombres de más de 18 años sus actividades incluyen la agricultura, el corte y la colecta de leña, el pastoreo de los hatos y la construcción. En el caso de las mujeres de más de 18 años sus actividades incluyen; la colecta de agua en las norias, la limpieza de la casa, el lavado de ropa en el arroyo, el procesamiento del maíz en el molino comunitario, el cuidado de los hijos, la preparación de comida, el cuidado de los animales de corral, y la cosecha de cultivos. En contraste, las actividades de los varones de

menos de 18 años abarcan el pastoreo de los hatos, la colecta de agua en las norias, la colecta de leña, ayuda en las faenas agrícolas, asistencia a la escuela comunitaria (primaria y secundaria) y el juego (fútbol y bicicleta). Para las mujeres de menos de 18 años sus actividades incluyen; la colecta de agua, ayuda en la limpieza, preparación de alimentos, limpieza de la ropa, ayuda en los cultivos, el estudio en la escuela comunitaria, y el juego (muñecas y pelota).

### 3.1.4 Subsidios a la población

Dentro de los apoyos de gobierno que reciben las familias de La Amapola, se encuentran los programas de “Procampo”; el cual brinda apoyo a las actividades agropecuarias, otorgando \$1,600 pesos/año por hectárea cultivada pero solo a aquellos registrados como ejidatarios. El programa de “Oportunidades”, suministra \$360 pesos cada dos meses a adultos mayores con alto grado de pobreza. Dichos apoyos deben ser recogidos en la ciudad de San Luis Potosí (el costo del traslado puede alcanzar hasta \$200 pesos). Los apoyos que reciben las 13 familias de La Amapola se reparten de la siguiente forma; 5 familias no reciben ningún apoyo, 2 familias solo reciben asistencia de Oportunidades y 2 familias solo de Procampo, 4 familias reciben apoyos de programas Oportunidades y Procampo (Figura 6).



Figura 6. Proporción de familias que reciben apoyos institucionales y su distribución entre los programas de apoyo.

### 3.1.5 Infraestructura hidráulica

En la zona de La Amapola se han construido en un lapso de 6 años hasta 15 presas de tierra, edificadas por el ayuntamiento de San Luis Potosí (Figura 7), dichas presas tienen como meta proveer agua para la ganadería y en segundo término para riego de algunos cultivos. Sin embargo, la falta de planeación y cimentación adecuada han provocado que la cortina, de algunas presas, se quebrante, provocando inundaciones a los cultivos y la pérdida de estos (Imagen 6). Así mismo, el desasolve proyectado para estas presas es con una frecuencia de 2 a 3 años, en donde la tierra extraída se dispone como barrera para la misma presa. Se encontró en la entrevista, que el agua que contiene la presa puede durar entre 3 y 8 meses.

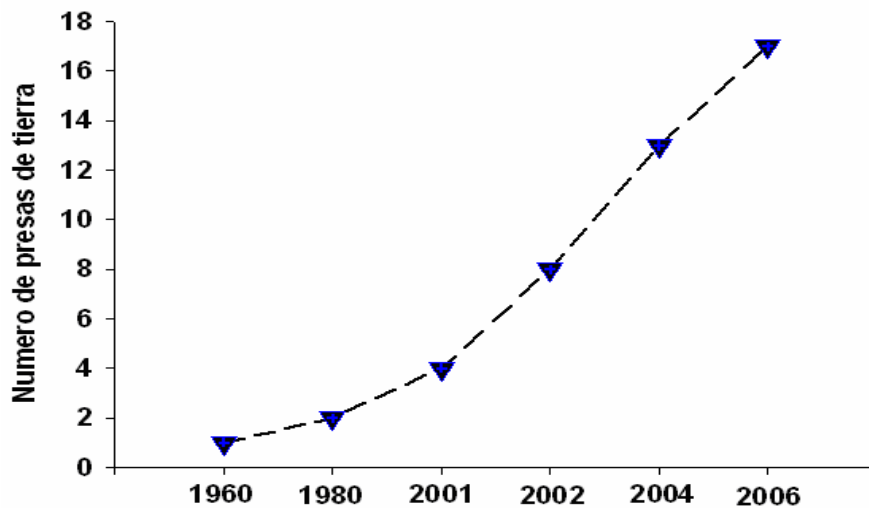


Figura 7. Numero de presas de tierra construidas en La Amapola en los últimos 46 años.





Imagen 6. Quebrantamiento de una presa de tierra provocando inundaciones a los cultivos en La Amapola en 2006.

### 3.1.6 Migración

De acuerdo a la entrevista, los principales sitios de emigración de familiares de los actuales habitantes de La Amapola, mayores de 18 años son; la ciudad de San Luis Potosí (32 migrantes), poblados cercanos a la comunidad tales como San Francisco, San Antonio, Escalerillas, Insurgentes, La Garita de Escalerillas (19 migrantes) y los Estados Unidos (15 migrantes). De los cuales 66% fueron varones. Esta migración se origina por la búsqueda de oportunidades de trabajo (actividades de la construcción en varones y actividades domésticas para mujeres).

### 3.1.7 Nutrición y salud

Los resultados obtenidos para el Índice de Masa Corporal (IMC) reflejaron un promedio de sobrepeso (IMC > 26.6), para hombres adultos mayores de 18 años, donde solo 3 individuos obtuvieron un IMC normal. Las mujeres > de 18 años manifestaron un promedio de IMC normal. En cambio la población de hombres y mujeres menores a 18 años muestran valores de IMC bajo ( $\leq 20$ ) compatibles con desnutrición (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de Masa Corporal (IMC) según genero (H=hombres, M=mujeres), grupos de edad en los habitantes de La Amapola para el año 2006/2007.

Sexo	Categoría	IMC $\bar{x}$	Rango	Personas
H	$\geq 18$ años	26.6	21.2-31.9	12
M	$\geq 18$ años	21.7	20.6-26.6	12
H	$\leq 18$ años	18.1	16.8-19.2	10
M	$\leq 18$ años	17.5	14.2-19.3	6

Dentro de los hábitos alimenticios nocivos encontrados, en la entrevista aplicada a menores de 18 años, se obtuvo que todos los menores consumían refresco de cola, con una frecuencia de 1 a 4 veces por día, y de 3 a 7 días de la semana. El argumento para este consumo tenía que ver con el hecho de que es “dulce, rica” y por que les brinda “fuerza”. En contraste, solo el 53% consume leche diariamente y 20% no consume leche nunca (Tabla 6).

Tabla 6: Preguntas sobre el consumo de refresco y leche en menores de 18 años en La Amapola 2007.

Pregunta	Frecuencia	Porcentaje
¿Tomas refresco?	15	100
¿Cuántas veces al día?		
- 1 vez al día	6	40
- 2 veces al día	3	20
- 3 veces al día	3	20
- 4 veces al día	4	27
¿Cuántas veces a la semana?		
- 3 veces a la semana	4	27
- 4 veces a la semana	4	27
- 7 veces a la semana	7	47
¿Por qué te gusta?		
- Dulce y rica	12	67
- Tiene o da fuerza	3	20
¿Tomas Leche?		
- De la vaca	7	47
- De la cabra	3	20
- Envasada (polvo o cartón)	1	7
- No toma leche	5	33

¿Cuántas veces a la semana?

- 1 veces a la semana	2	13
- 3 veces a la semana	2	13
- 7 veces a la semana	8	53
- 0 veces a la semana	3	20

Así mismo, en la entrevista aplicada a menores de 18 años, se encontró, que el 73 % contestó afirmativamente sobre el dolor de dientes. Cuando se cuestionó *¿Por qué creen que tienen dolor de dientes?* el 47% respondió que no sabía cual era la causa, solo el 4% dijo que por comer dulces y 7% por tomar “coca”. En función a la situación anterior también se encontró que el 87% consume tortilla hecha por su familia, y el 27% consume tortilla comprada, señalando que esta última por tener consistencia más suave molesta menos los dientes (Tabla 7).

Tabla 7 Preguntas sobre incidencia, causas e implicaciones odontalgia en menores de 18 años en La Amapola 2007.

Pregunta	Frecuencia	Porcentaje
¿Tienes algún dolor de dientes?		
- si	11	73
- no	4	27
¿Por qué crees?		
- Comer dulces	4	27
- No se	7	47
- Tomar coca	1	7
- Por que se me van a caer los dientes	1	7
¿Qué tortillas comes?		
- Las hechas por mi Mamá	13	87
- Las compramos	4	27

Les gustan las tortillas de Mamá porque:

- Tienen más maíz y son más buenas	12	80
- Es a mano	1	7
- Están más limpias	1	7

Les gustan las tortillas de la camioneta por:

- Son mas suaves	4	27
- Hechas del maíz que cultivamos	1	7

### 3.1.8 Calidad de agua

En todas las muestras tomadas de las norias y el tanque municipal para consumo humano, donde la población de La Amapola se abastece (Imagen 7), se observó que los valores de metales pesados como; plomo, cadmio, cobre estuvieron por debajo de los límites que establece la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 (plomo <0.025 mg/l, cadmio <0.005 mg/l, cobre <2.00 mg/l), sin embargo para los parámetros microbiológicos (Tabla 8) 4 muestras resultaron con valores por encima de la norma NOM-127-SSA1-1994 en coliformes fecales y 5 muestras en coliformes totales, esto es que 5 de 7 fuentes están contaminadas con coliformes.

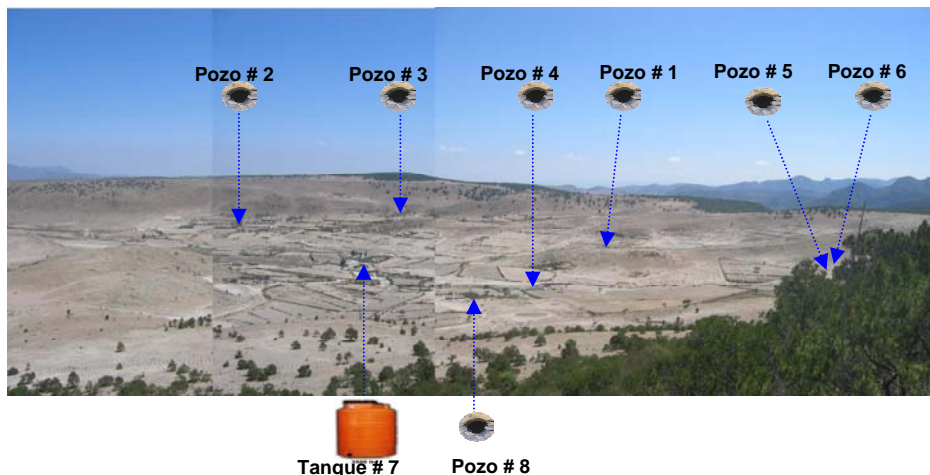


Imagen 7. Fuentes de agua para consumo humano donde la población de La Amapola tiene acceso.

Tabla 8. Parámetros microbiológicos de las fuentes de agua para consumo humano donde la población de La Amapola tiene acceso.

Fuente	Coliformes fecales	NOM-127-1994	Coliformes totales	NOM-127-1994
Pozo 1	Ausencia	0 UFC/100 mL	1 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Pozo 2	Ausencia	0 UFC/100 mL	34 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Pozo 3	Ausencia	0 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Pozo 4	2 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	5 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Pozo 5	27 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	51 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Pozo 6	3 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	17 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
Tanque 7	Ausencia	0 UFC/100 mL	Ausencia	2 UFC/100 mL
Pozo 8	12 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	56 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL

### 3.1.9 Uso de suelo

En el análisis de cambio de uso de suelo entre 1969 y 2004 (Imagen 8) de la Amapola cuya área cubre 3,299 ha, se observó (Tabla 9) una transformación del 6 % de la superficie total de vegetación de bosque a pastizal (131.9 ha), y cambio un 71 % de la superficie total de agricultura activa a abandonada (164.9 ha). La transformación de uso de suelo es restringida por los límites municipales, como se puede apreciar en la línea que separa el municipio de San Luis Potosí con el de San Francisco (Imagen 8).

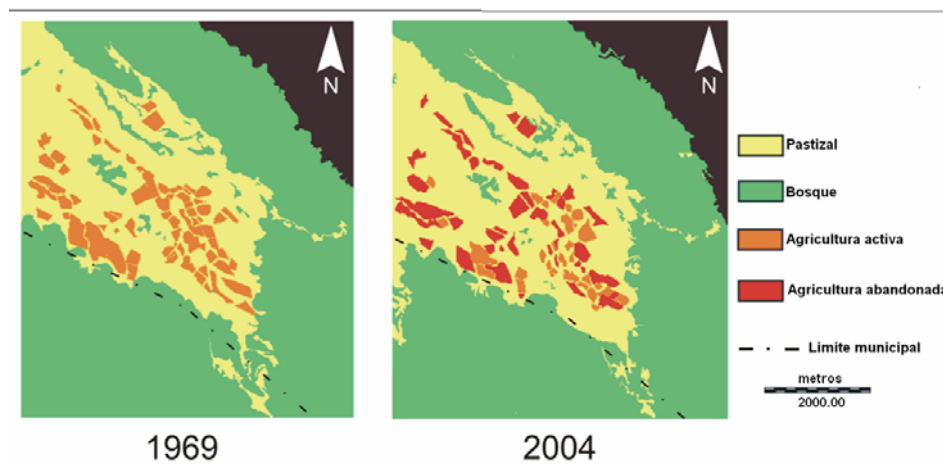


Imagen 8. Mapas de la distribución de los diferentes usos de suelo en 1969 y 2004.

Tabla 9. Cambio en el uso de suelo entre 1969 y el 2004 en la zona de la comunidad de La Amapola.

Uso de suelo	1969	2004	Cambio %en el tipo cobertura
Pastizal	956.5 ha	1088.5 ha	14 %
Bosque	2111.1 ha	1979.1 ha	-6 %
Agricultura activa	230.9 ha	65.9 ha	-71 %
Agricultura abandonada	0	164.9 ha	100 %

### 3.1.10 Consenso cultural

El consenso cultural sobre aspectos relacionados a la hidrología del valle se examinó en mayores de 18 años. En la pregunta sobre que opinaban de las cárcavas; *¿Esos “arroyitos o zanjas” es bueno o malo tenerlos, y por qué?* el análisis arrojó que en el 96% de las respuestas obtenidas los habitantes mencionaron que las cárcavas son “buenas”, el 65% mencionaron que tienen la función de “encausar a las presas el agua”, y el 57% argumentó que “sirven para que tomen agua los animales” (Tabla 10).

Tabla 10. Estructura del acuerdo cultural sobre las cárcavas en la población adulta de La Amapola. La gente entrevistada pudo dar más que una respuesta. La pregunta era abierta. Se entrevistaron un total de 38 personas.

Respuestas	Clave	Frecuencia	Porcentaje
Son buenas	B	22	96
Encausan el agua a las presas	ENC	15	65
Sirven para que tome agua el ganado	ANI	13	57

Juntan agua dentro de ellas	JUN	6	26
Sirven para lavar ropa	L	2	9
Pueden ser peligrosas, si llueve mucho rompen las presas y dañan la cosechas	MV	2	9
Cada vez son mas grandes y se comen la tierra de los cultivos	ERO	2	9
Pueden crecer y afectar las casas	P	1	4

El análisis de consenso cultural sobre las cárcavas, estableció la preponderancia de; un solo modelo cultural, ya que su valor como primer factor de variabilidad fue de 15.488, es decir, 7.051 veces mayor que el segundo factor de variabilidad con valor de 2.198. En este mismo análisis, el modelo arrojado, coincidió en un 80% en promedio con las respuestas obtenidas de los habitantes.

El valor de la varianza del factor 1 sobre el 2 presenta una razón mayor a tres, (Tabla 11) por lo que se considera que existe un consenso estadísticamente significativo para el factor 1 que evidencia un solo modelo explicativo del dominio explorado (Borgatti, 1992).

Tabla 11. Niveles de consenso sobre el modelo cultural de las cárcavas en la población adulta de La Amapola. Cada factor representa un modelo semántico detectado. El valor se refiere a la varianza explicada por cada factor (modelo). El porcentaje alude a la proporción que representa la varianza de cada factor en relación a la suma total de las mismas y la razón es el producto de la división de varianzas de los factores 1 sobre 2 y 2 sobre 3.

Factor	Valor	Porcentaje	Razón
1	15.488	80.4	7.051
2	2.198	11.4	1.381

Por otra parte, el diagrama de escala multidimensional (Figura 8) muestra 3 elementos centrales con respecto a la percepción de las cárcavas incluyendo; “son buenas” (B), “encausan el agua a las presas” (ENC) “sirven para que tome agua el ganado” (ANI), las cuales tienen relevancia en la vida cotidiana. Lateralmente se ubican 3 conjuntos (1, 2, 3) de elementos con alto nivel de similitud, como son: el conjunto (1) “pueden ser peligrosas, si llueve mucho rompen las presas y dañan las cosechas” (MV) y “sirven para lavar ropa” (L), (2) “cada vez son más grandes y se comen la tierra de los cultivos” (ERO), (3) “Juntan agua dentro de ellas” (JUN), así mismo; se encuentra como elemento periférico y de baja similitud (4) “pueden crecer y afectar las casas” (P).

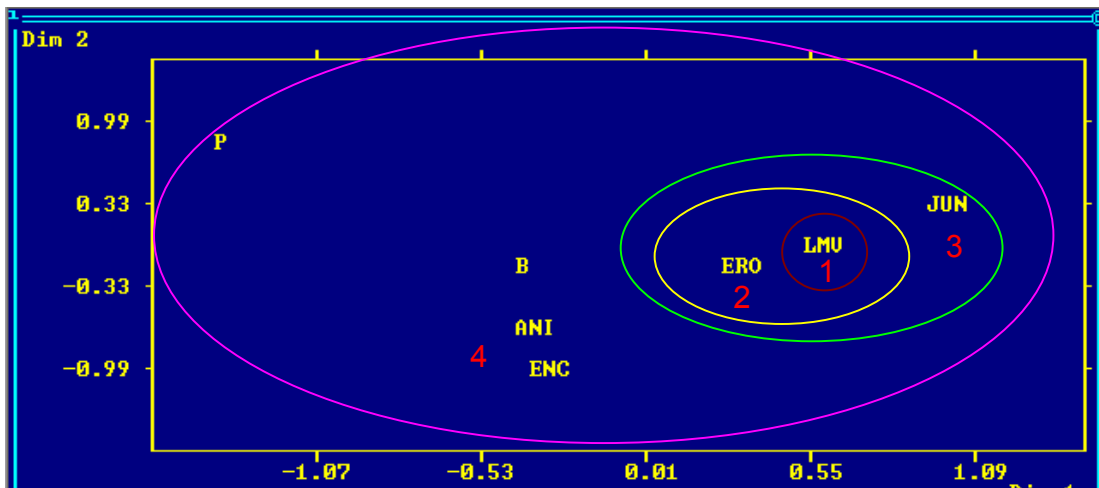


Figura 8. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de las cárcavas en la población adulta de La Amapola. (L) sirven para lavar, (MV) pueden ser peligrosas, (ERO) cada vez son más grandes y se comen la tierra de los cultivos, (JUN) juntan agua, (B) son buenas, (ANI) sirven para que tome agua el ganado, (ENC) encausan el agua a las presas, (P) pueden crecer y afectar las casas). Las cifras 1, 2, 3 y 4 corresponden a la numeración en orden descendente del nivel de similitud de los conjuntos circulados.



En el caso de las entrevistas aplicadas a los menores de 18 años, se aplicó el análisis de “consenso cultural” a la misma pregunta de su percepción sobre las cárcavas. El análisis mostró; que el 93 % de las respuestas obtenidas mencionó que las cárcavas “son buenas”, el 71 % aludió a la función de “encausar el agua a las presas”, 57 % menciona que se forman por la lluvia y solo el 7 % manifestó que “son malas se acaban el suelo” (Tabla 12).

Tabla 12. Estructura del consenso cultural sobre las cárcavas en la población menor de 18 años de La Amapola. La entrevista se aplicó a 15 personas.

<b>Respuestas</b>	<b>Clave</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Son buenas	B	13	93
Encausan el agua a las presas	ENC	10	71
Las hace la lluvia cuando cae	LLU	8	57
Juntan agua dentro de ellas	JUN	3	21
Sirven para dar agua a los animales	ANI	3	21
Sirven para lavar	LAV	2	14
Son malas se acaban el suelo	M	1	7

Para este caso, el consenso cultural sobre las cárcavas manifestó consenso en base a un solo modelo cultural, ya que el valor del primer factor de variabilidad fue 9.367 es decir 5.379 veces mayor que el segundo factor de variabilidad (1.742). En este mismo análisis, el modelo arrojado, coincidió en un 75% en promedio con las respuestas obtenidas de la población.

Obsérvese que en la tabla 13, el valor de la varianza del factor 1 sobre el 2 presenta una razón mayor a tres por lo que se considera que existe un consenso estadísticamente significativo para el factor 1 que evidencia un solo modelo explicativo del dominio explorado (Borgatti, 1992).

Tabla 13 Niveles de consenso sobre el modelo cultural sobre las cárcavas en la población menor a 18 años de La Amapola. Cada factor representa un modelo semántico detectado. El valor se refiere a la varianza explicada por cada factor (modelo). El porcentaje alude a la proporción que representa la varianza de cada factor en relación a la suma total de las mismas y la razón es el producto de la división de varianzas de los factores 1 sobre 2 y 2 sobre 3.

Factor	Valor	Porcentaje	Razón
1	9.367	75.6	5.379
2	1.742	14.6	2.143
3	0.813	6.8	-

El diagrama multidimensional (Figura 9) no muestra elementos centrales, y se observan 4 conjuntos con mayor nivel de similitud, que conforman dos subconjuntos opuestos de diferentes similitudes. El conjunto a la derecha (1a) incluye “encausan el agua a las presas” (ENC), “juntan agua dentro de ellas” (JUN), con un nivel de mayor similitud y agregación, mientras que el enunciado (2) “sirven para dar agua a los animales” está en un menor nivel de similitud. El agrupamiento izquierdo presenta dos conjuntos de similitud mas alta, uno que engloba “los forma la lluvia cuando cae”, “sirven para lavar” (1b) y en el otro “son buenas”, “son malas se acaban el suelo” (1c), uniéndose después estos en un menor nivel de similitud (3).

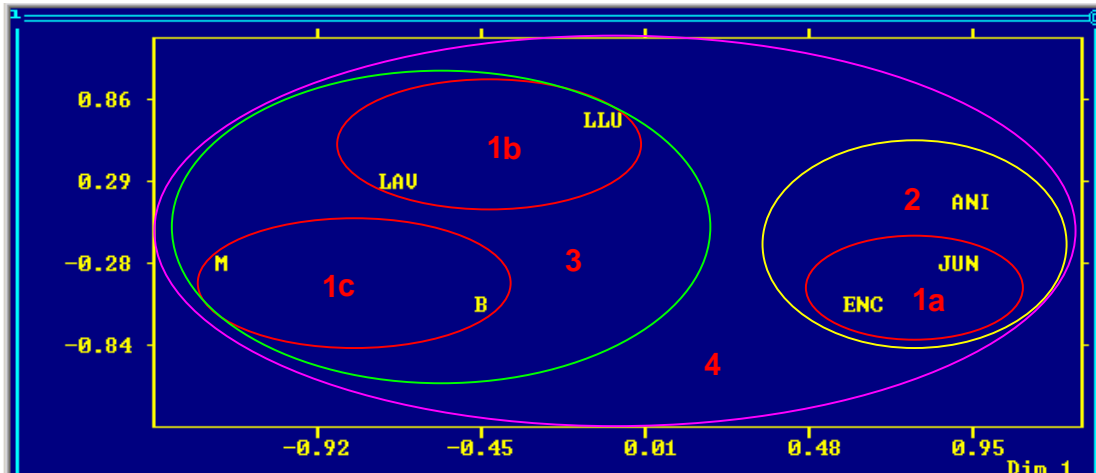


Figura 9. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de los usos diarios del agua en la población menor de 18 años en La Amapola. (B) son buenas, (ENC) encausas el agua a las presas, (LLU) las hace la lluvia cuando cae, (JUN) juntan agua, (ANI) sirven para darle agua a los animales, (LAV) sirven para lavar, (M) son malas acaban el suelo. Las cifras 1, 2, 3 y 4 corresponden a la numeración en orden descendente del nivel de similitud de los conjuntos circulados. Cabe señalar que se encontró 3 diferentes conjuntos (1a, 1b, 1c) con el mismo nivel de similitud.

Nótese que los modelos de consenso cultural sobre las cárcavas, en las poblaciones de más y menos de 18 años son diferentes (figuras 8 y 9).

Así mismo se pregunto a la población mayor de 18 años; *¿Para qué utilizas el agua a diario?* El análisis encontró que en el 100% el uso diario del agua es para “que beban las personas”, el 91% menciono la función de “lavar y bañarse”, 83% dijo que era “para limpiar” y el 57% aludió “para que tomen los animales” (Tabla 14). Cabe mencionar que las mujeres en promedio aportaron mayores respuestas sobre los usos del agua.

Tabla 14 Estructura del acuerdo cultural sobre los usos diarios del agua en la población adulta de La Amapola. Se entrevistaron un total de 23 personas.

<b>Respuestas</b>	<b>Clave</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Beber	BE	23	100
Lavar	LA	21	91
Bañarse	BA	21	91
Limpiar	LI	19	83
Cocinar	CO	15	65
Para que tomen agua los animales	AN	13	57
Para los jardines y las hortalizas	JA	2	9
Para moler la masa	MO	1	4

El consenso cultural sobre el uso diario del agua detectó también consenso sobre un solo modelo cultural ya que el valor del primer factor de variabilidad 14.580 fue 4.531 veces mayor que el segundo factor de variabilidad (3.218). En este mismo análisis, el modelo arrojado, coincidió en un 76% en promedio con las respuestas obtenidas de la población.

Obsérvese que en la tabla 15, el valor de la varianza del factor 1 sobre el 2 presenta una razón mayor a tres por lo que se considera que existe un consenso estadísticamente significativo para el factor 1 que evidencia un solo modelo explicativo del dominio explorado (Borgatti, 1992).

Tabla 15. Niveles de consenso sobre el modelo de los usos diarios del agua en la población adulta de La Amapola. Cada factor representa un modelo semántico detectado. El valor se refiere a la varianza explicada por cada factor (modelo). El porcentaje alude a la proporción que representa la varianza de cada factor en relación a la suma total de las mismas y la razón es el producto de la división de varianzas de los factores 1 sobre 2 y 2 sobre 3.

Factor	Valor	Porcentaje	Razón
1	14.580	76.7	4.531
2	3.218	93.6	2.658
3	1.211	100	-

En cuanto al diagrama de escala multidimensional (Figura 10) no se encontraron elementos en el centro del mismo, solo en forma lateral donde a la derecha se ubican; un conjunto de dos elementos (2) con mayor similitud “lavar” (LA) y “bañarse” (BA), los cuales presentan cercanía con los elementos de baja similitud; “beber” (BE), “limpiar” (LI), “cocinar” (CO), “para que tomen los animales” (AN), “para los jardines de las hortalizas” (JA), opuestos al elemento periférico de baja similitud “para moler la masa”(MO) del lado izquierdo (1).

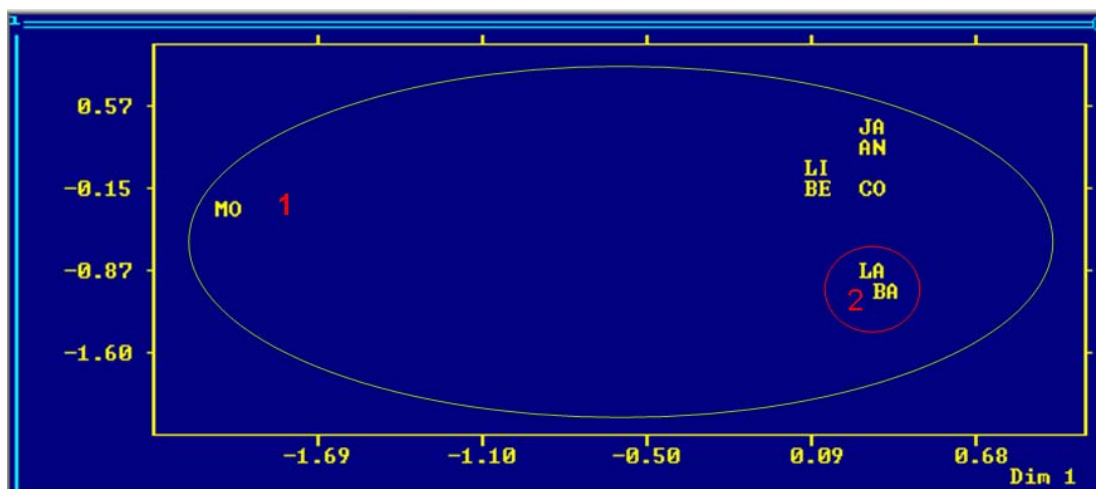


Figura 10. Escala multidimensional sobre el modelo cultural de los usos diarios del agua en la población adulta de La Amapola. (LA) lavar, (BA) bañarse, (JA) para jardines y hortalizas, (AN) para que tomen agua los animales, (CO) cocinar, (LI) limpiar, (BE) beber, (MO) para moler la masa. Las cifras 1, 2, 3 y 4 corresponden a la numeración en orden descendente del nivel de similitud de los conjuntos circulados.

### 3.1.11 Manejo de ganado

Los resultados obtenidos en dos hatos de manejo distinto (corto 4-5 y largo 7-9 hrs), tuvieron ambos un decremento de peso vivo promedio durante el periodo de noviembre 2006 a mayo 2007. Posteriormente los dos hatos incrementaron su peso en el mes de julio 2007. En las tres mediciones efectuadas (feb., may., jul.), el hato con pastoreo largo mostró mayores pérdidas en el peso corporal promedio de los animales del rebaño que el hato con pastoreo corto, observándose en; febrero una diferencia de -200 g, en Mayo de -1.3 kg, y en Julio de -1.5 kg (Figura 11a). Asimismo, la mortalidad fue más alta en el hato de pastoreo largo, teniendo una diferencia con el hato de pastoreo corto de 5 muertes más en febrero, 2 más en mayo, y 4 más en julio (Figura 11b). Cabe mencionar que las muertes según los propietarios fueron causados por enfermedad de gripa y cansancio del ganado.

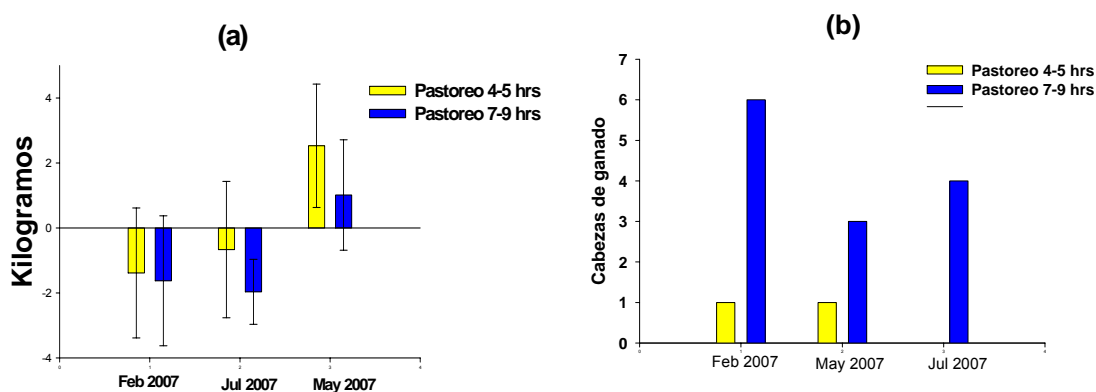


Figura 11. Diferencia (a) en los promedios del peso (kilogramos) en los animales de los hatos y (b) muertes de cabezas de ganado de los hatos entre Febrero 2006 y Julio 2007.

## 3.2 Resultados biofísicos

### 3.2.1 Propiedades estructurales del suelo

El ANOVA para las profundidades del suelo, mostró diferencias significativas entre los tipos de uso del suelo ( $F_3=22.96$ ,  $P<0.0001$  ver tabla 2 en anexo; Figura 12). Los suelos más profundos se encontraron en los sitios de la zona agrícola activa, los valores intermedios fueron para el bosque y los más someros en los sitios de pastizal y de agricultura abandonada.

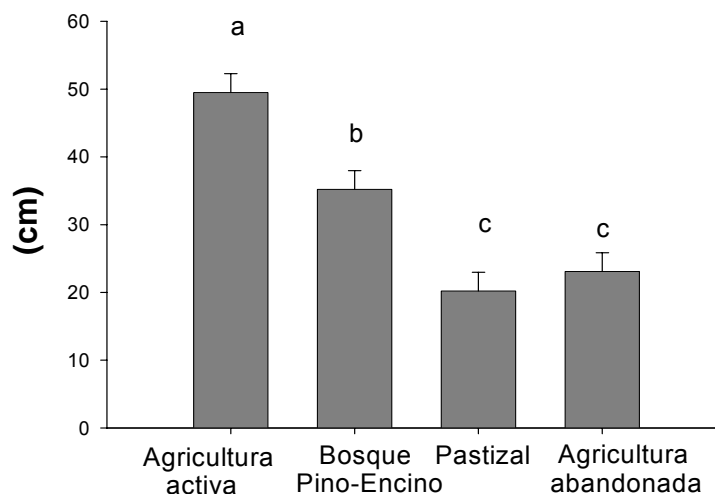


Figura 12. Promedios (LS means) y un error estándar de las profundidades del suelo (cm) en los diferentes tipos de cobertura y uso de suelo ( $P < 0.0001$ ), las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.2 Materia orgánica del suelo

El análisis de varianza para la materia orgánica del suelo (en adelante MO) identificó diferencias significativas para las profundidades anidadas en los diferentes tipos de uso de suelo ( $F_4=7.40$ ,  $P < 0.001$  ver tabla 3 en anexo). La MO (Figura 13) presentó los valores más altos en el bosque de encino en los primeros 0-15 cm. El bosque de pino mostró valores intermedios y de la mayor acumulación en los primeros 0-15 cm. Los suelos agrícolas y de pastizal manifestaron los menores contenidos de MO, aunque similares entre si. En estos usos de suelo no existió diferencia en la MO observada en los primeros 15 cm, en comparación a la observada en la profundidad de entre 15-30 cm, pero en esta profundidad la MO fue más alto en agricultura que en el pastizal.

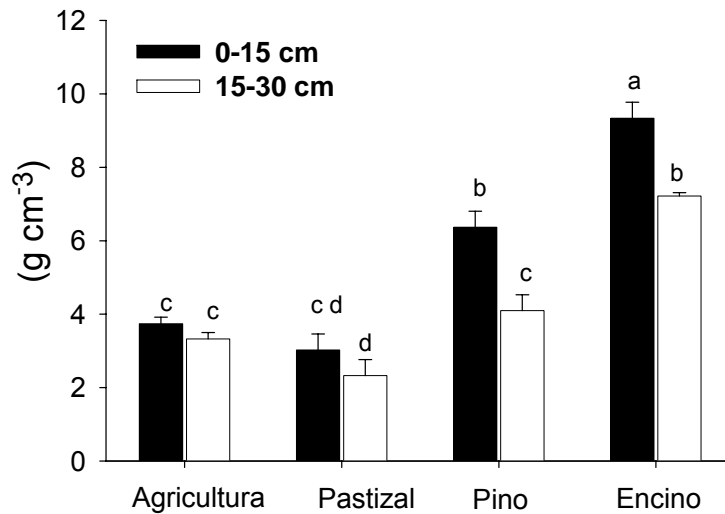


Figura 13. Promedios (LS means) y un error estándar del contenido de materia orgánica ( $\text{g cm}^{-3}$ ) en dos profundidades (0-15 cm, 15-30 cm) anidado en el tipo de vegetación/uso de suelo (como factor principal;  $P < 0.001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.3 Densidad aparente del suelo

En la densidad aparente del suelo solamente se observaron diferencias significativas para el factor de uso de suelo ( $F_3=8.55$ ,  $P=0.03$  ver Tabla 4 en anexo), pero no para la profundidad anidada en uso de suelo ( $F_4=1.98$ ,  $P=0.1056$  ver Tabla 5 en anexo). La densidad aparente fue la más alta en el pastizal (Figura 14) mientras que en pino y encino fue similar y la más baja. La agricultura activa abandonada por otro lado, mostró en las dos profundidades valores intermedios.



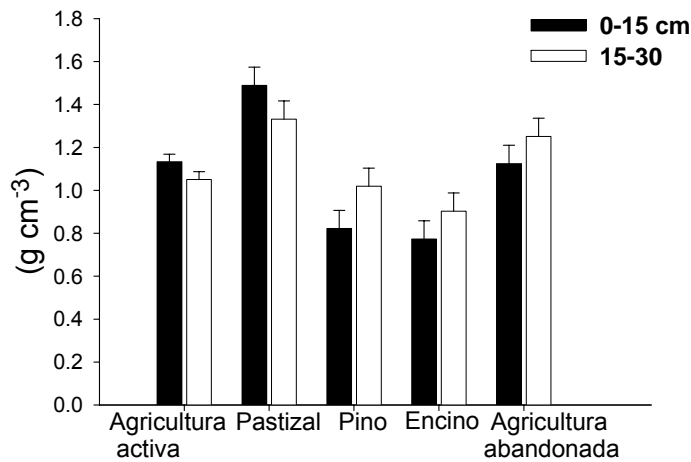


Figura 14. Promedios (LS means) y un error estándar de la densidad aparente del suelo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) en las diferentes profundidades anidado en los tipos de vegetación como factor principal ( $P=0.1056$ ).

### 3.2.4 Análisis de estabilidad del suelo

El análisis de la estabilidad del suelo en la superficie (nivel 0) mostró diferencias significativas entre los diferentes usos del suelo (profundidad del suelo anidado en tipo de uso de suelo;  $F_4=81.32$ ;  $P=0.0085$  ver Tabla 6 en anexo). La menor estabilidad se encontró en los terrenos agrícolas activos, la mayor estabilidad se encontró en bosque, y fue similar entre el pastizal y la agricultura abandonada (Figura 15). A 3 cm de profundidad, la estabilidad del suelo disminuyó en agricultura activa, abandonada, y pastizal, a diferencia del bosque que mantuvo su mismo nivel. El terreno agrícola activo continuó siendo estadísticamente menor a los otros tres tipos de uso de suelo, mientras que el pastizal y la agricultura abandonada fue similar su estabilidad, sin embargo, el bosque obtuvo la estabilidad mayor que en los otros tres usos.

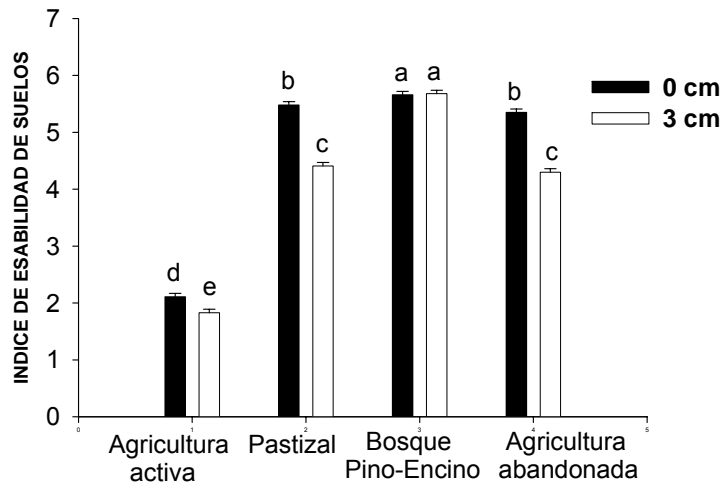


Figura 15. Promedios (LS means) y un error estándar de la estabilidad del suelo a 0 y 3 cm de profundidad de suelo anidado en los diferentes tipos de vegetación/uso como factor principal ( $P < 0.001$ ). Niveles de estabilidad del suelo; estable = 7, 6, 5, semi-estable = 4, 3, inestable = 1, 2; las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.5 Características estructurales de los tipos de vegetación

El ANOVA detectó diferencias significativas en la frecuencia de los diferentes categorías de interespacios basales (espacio de suelo localizado entre la parte basal de plantas) (Figura 16) y uso del suelo (porcentaje de interespacios basales por uso de suelo  $F_3=2.98$ ,  $P=0.0379$  ver Tabla 7 en anexo). La mayor frecuencia de interespacios de las categorías de; 20-50 y 50-100 cm fue observado en el pastizal. Para el bosque, la mayor frecuencia de los interespacios fue observada de las mismas categorías aunque con valores significativamente menores. Las categorías con menos frecuencias fueron aquellas de entre 1-2 m o más de 2 m en ambos tipos de cubierta vegetal. Sin embargo en bosque la frecuencia de los interespacios mas largos (1-2m) fue significativamente menor y no se detectaron interespacios de más de 2 m.

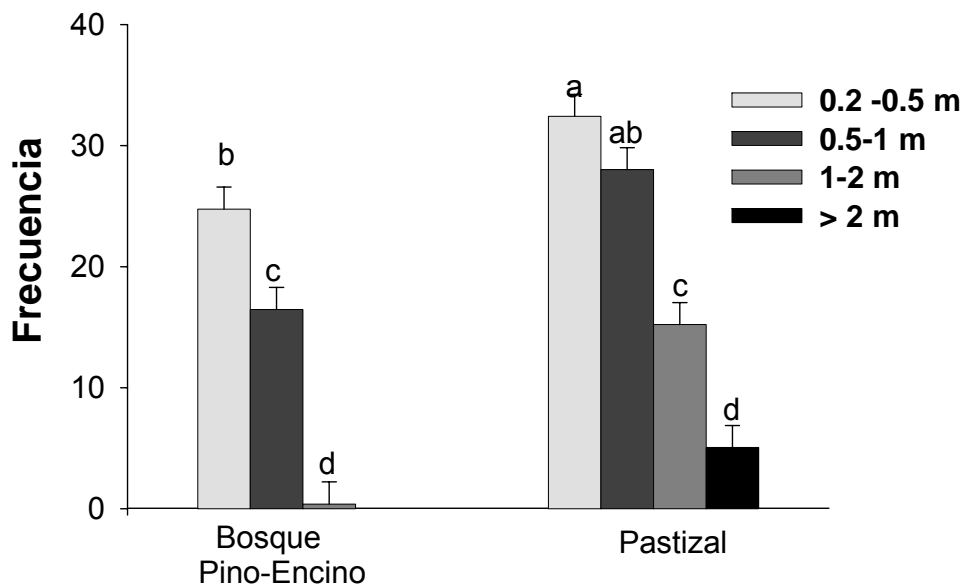


Figura 16. Promedios (LSmeans) y un error estándar de la frecuencia de cuatro categorías de ínterspacios (0.2-0.5m, 0.5-1.0m, 1.0-2.0m, > 2.0m) en el bosque de pino-encino y pastizal (interacción categorías de ínterspacios por vegetación;  $P < 0.001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.6 Cobertura del suelo

El ANOVA del porcentaje de cobertura basal mostró diferencias significativas entre la vegetación (bosque y el pastizal) y los diferentes tipos de cobertura (macollo, mantillo, costra biológica, roca, arena, suelo desnudo) interacción de uso de suelo por tipo de cobertura (interacción uso por tipo de cobertura;  $F_4=84.99$ ,  $P < 0.0001$  ver tabla 8 en anexo; Figura 17). Se observó mayor cobertura del suelo en la zona de pastizal que en la de bosque, en donde la costra biológica estuvo ausente. También se observó una frecuencia significativa y mayor de la cubierta de mantillo, en el bosque comparado con el pastizal. Sin embargo esta tendencia fue opuesta con la frecuencia del suelo desnudo.

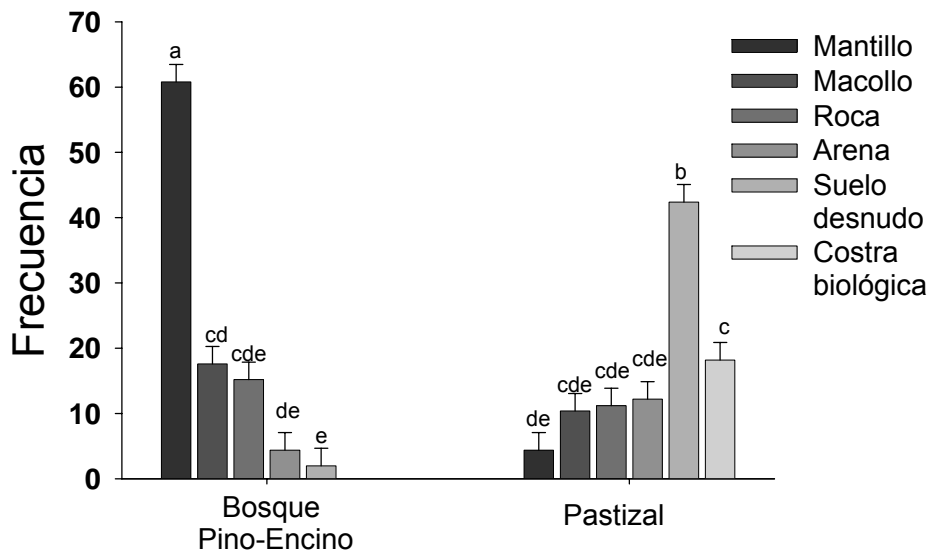


Figura 17. Promedios (LSmeans) y un error estándar de los frecuencias de tipos de cobertura de suelo (macollo, mantillo, costra biológica, roca, arena, suelo desnudo) en el bosque de pino-encino y pastizal ( $P < 0.0001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre promedios.

### 3.2.7 Escurrimiento superficial

El ANOVA para los volúmenes de escurrimiento superficial registró diferencias significativas entre tipo de uso de suelo y fecha de muestreo ( $P < 0.0001$  ver Tabla 9 en anexo; Figura 18). Se midieron los volúmenes de escurrimiento más elevados en los sitios de pastizal, seguidos por los sitios de agricultura y bosque (encino y pino). Donde el registro de volúmenes de escurrimiento fue menor, particularmente en eventos de precipitación elevados. Se detectó también que el umbral de escurrimiento superficial en bosque de pino-encino y agricultura se presenta con lluvias mayores de 7.3 mm. Mientras en pastizal, el umbral de escurrimiento superficial ocurre con niveles mayores a 4.2 mm precipitación. En el caso de la agricultura, se observan patrones de escurrimiento distinto relacionado a la presencia de cultivos en los sitios. El escurrimiento superficial es menor y/o similar a los observados en el bosque, cuando el terreno se encuentra cubierto por el cultivo (Junio-Agosto, 2007).

Mientras los volúmenes de escurrimiento son mayores a los del bosque, después de la cosecha del cultivo (Septiembre-Diciembre, 2006).

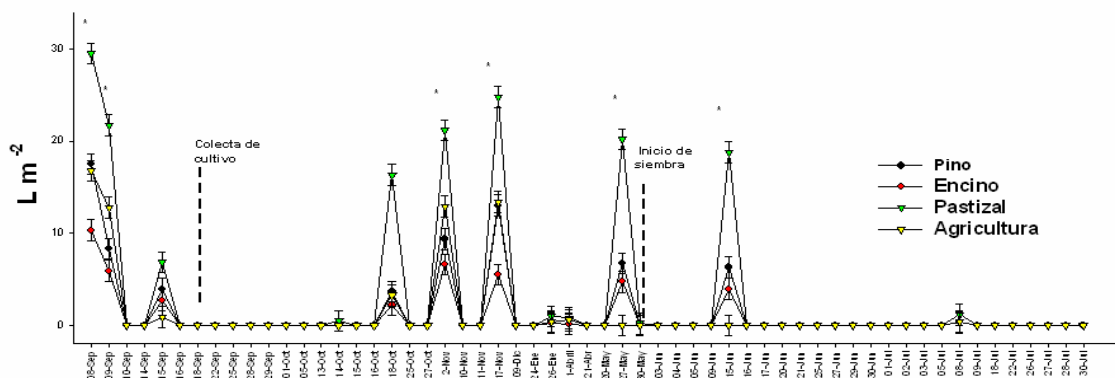


Figura 18. Promedios (LSmeans) y un error estándar de los volúmenes de escurrimiento ( $L m^{-2}$ ) en los diferentes tipos de uso de suelo, en el periodo del 2006-2007 ( $P < 0.001$ ). Las líneas indican el inicio de siembra y de la cosecha de los cultivos y los asteriscos indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.8 Escurrimiento del dosel

La comparación entre pino y encino mostró diferencias significativas en la interceptación de lluvia en el dosel por fecha de muestreo cuando ocurrieron precipitaciones ( $P < 0.0001$  ver Tabla 10 en anexo). Cabe señalar que en dos estaciones de lluvias, pino mostró menores volúmenes de interceptación de la precipitación que el encino (Figura 19).

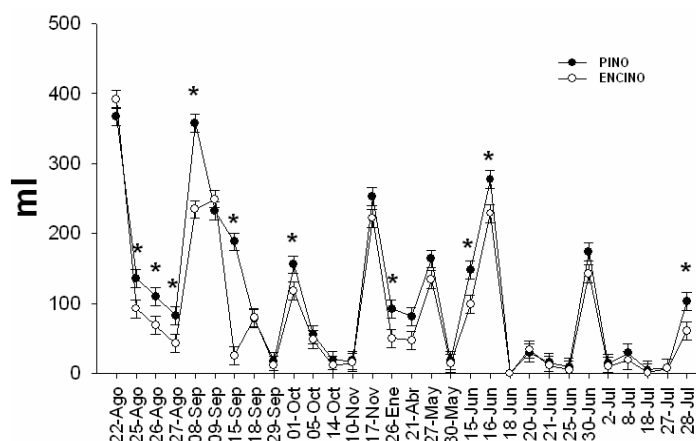


Figura 19. Promedios (LSmeans) y un error estándar del paso de lluvia por el dosel (mm) en el periodo de agosto del 2006 hasta julio del 2007 bajo individuos de pino y encino ( $P=0.0003$ ). Asteriscos indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.9 Escurrimiento en el fuste

La comparación del escurrimiento fustal mostró diferencias significativas entre pino y encino por fecha de precipitación ( $P<0.0001$  ver tabla 11 en anexo). En los troncos de pino se encontraron mayor flujo fustal que en los troncos de encino (Figura 20), aunque los volúmenes máximos acumulados fueron similares en ambas especies.

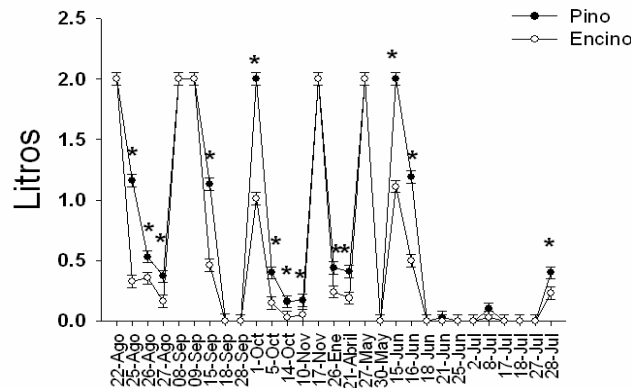


Figura 20. Promedios y error estándar del escurrimiento pluvial en el fuste (litros) durante Agosto 2006 y Julio 2007 en ejemplares de pino y encino ( $P<0.0001$ ). Asteriscos indican diferencias significativas entre los promedios.

### 3.2.10 Tasa de infiltración

El ANOVA para la tasa de infiltración en suelo, mostró diferencias significativas entre los tipos de uso del suelo ( $P<0.0001$  ver Tabla 12 en anexo; Figura 21). En los sitios de agricultura activa la tasa de infiltración fue de 675 mm/hr, la más alta observada, con valores intermedios para el bosque y las menores en el caso del pastizal y las áreas agrícolas abandonadas.

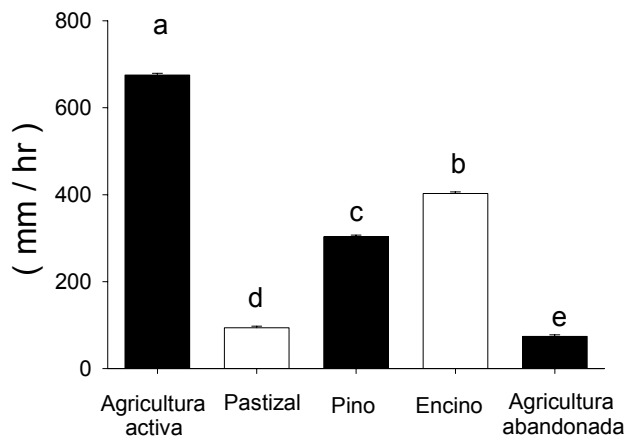


Figura 21. Promedios (LSmeans) y un error estándar de la tasa de infiltración (mm/hr) en los diferentes tipos de uso de suelo ( $P < 0.0001$ ); las letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios.

## 4 DISCUSIÓN

El comportamiento observado en algunas variables estudiadas, apoyan la hipótesis de estudio “las actividades de pastoreo y la agricultura de temporal han reducido la capacidad de los sistemas productivos para retener /almacenar el agua y así han alterado los procesos hidrológicos del sistema humano-ambiental en La Amapola”. En general, los resultados muestran que los diferentes usos del suelo, donde se realizan actividades forestal, pecuaria y agrícola, han alterado la funcionalidad hidrológica dependiendo del grado de deterioro que cada uso de suelo impone al paisaje.

El proceso de deterioro tiene como antecedente el modelo de desarrollo en México, donde los cambios socioeconómicos en los siglos XX y XXI, han llevado a una progresiva intensificación de la producción agraria que, entre otras cosas, se ve reflejado en la erosión de suelos, pérdida de cobertura vegetal y severa perturbación en la funcionalidad hidrológica, lo cual ha creado un proceso gradual de la pérdida de la productividad de la tierra y así el abandono de las zonas de baja subsistencia, situación que genera aumento en la presión sobre los recursos naturales (Gómez, 1997, Larson y Sarukhán, 2007). En las últimas décadas, la comunidad ejidal de La Amapola, ha llevado a cabo importantes cambios en los usos de suelo. Por ejemplo, amplias zonas de bosque han sido deforestadas y convertidas en zonas agrícolas y áreas de pastoreo (Huber-Sannwald *et al.*, 2006). En vista de que la mayor parte de estas actividades productivas de la comunidad se realizan dentro de un área limitada, la sobre-explotación de los recursos es intensa provocando una alta presión en y el deterioro de los servicios ambientales de apoyo y de regulación de los ecosistemas naturales y antropogénicas. Las causas y consecuencias de este deterioro en el servicio ambiental de apoyo (cantidad de agua) y de regulación (calidad de agua) clave del sistema humano ambiental de la zona Amapola se examinó considerando los cinco principios del Paradigma de Desarrollo de las zonas Secas.



#### **4.1 Principio 1 del Paradigma del Desarrollo de las zonas Secas**

Como menciona el principio 1, "*Los sistemas Humano-Ambientales (H-A) en zonas secas son dinámicos, acoplados entre si de tal forma que su estructura, función e interrelaciones cambian con el tiempo*" (Reynolds, 2007). En este sentido cabe advertir que uno de los principales factores que han contribuido a la dinámica de los cambios asociados a la desertificación en la zona de La Amapola, son los determinantes de los modelos de desarrollo. Por ejemplo, se encontró que entre 1596 y 1910, cuando La Amapola solo figuraba como un mero límite del territorio de la Hacienda de Bledos (Salazar 2000), la zona no mostraba cambio de uso de suelo, predominando el bosque de encino-pino. Posteriormente en 1929 cuando se asientan los primeros pobladores, se inicia todo un proceso de cambios en la relación H-A en el uso del suelo (ver anexo Figura 1), que se disparan con el desmonte y construcción de viviendas para el poblado, la obtención de leña para la producción de carbón vegetal, la cual fue en función de la demanda energética de la vecina ciudad de San Luis Potosí (SLP), tal como lo hacían muchas comunidades del área (Argüelles y Montoya, 1991). El aumento de la densidad demográfica en la zona, cuyo clímax se dio en la década de 1960 (INEGI, 2000), agudizó la intensidad del uso de suelo y agua promoviendo la deforestación de las laderas, de las zonas montañosas contiguas, seguida de una actividad minera del estaño y la cosecha periódica del piñón, productos que también se comercializaban en la capital del Estado, SLP. Paralelamente y para satisfacer la demanda de una población humana creciente, la comunidad de La Amapola incrementó la actividad agrícola, con la siembra de maíz y frijol en las zonas planas y posteriormente en las laderas, estimándose para 1969 la apertura de 231 ha de agricultura de temporal. Este proceso de cambio incluyó la intensificación del pastoreo mediante un manejo comunal del agostadero, lo cual ha propiciado pérdidas de cubierta vegetal y materia orgánica del suelo, tasas de evaporación mayores y la incapacidad para la regeneración natural de la vegetación (IICA, 1998, Melville 1999) cambios que gradualmente han afectado el paisaje y sus funciones hidrológicas.

Debido al principio 1 del DDP, cuando la comunidad de La Amapola alcanzó su auge económico, paradójicamente en la ciudad de San Luis Potosí, se sustituye el uso de carbón vegetal como fuente energética por la energía eléctrica y el gas LP, ocasionando el cese de la producción de carbón vegetal y la principal actividad económica de la Amapola (Argüelles y Montoya, 1991). Así mismo, el declive del precio del estaño en los años 70's finiquitó también la minería en la comunidad. Esta problemática influyo en varios aspectos que incluyeron; la gradual emigración de la población, favoreciendo también el incremento de terrenos de agricultura abandonada, que equivale al 70 % del territorio de la agricultura activa de 1969. Contrariamente a lo que pudiera creerse, el abandono de las tierras no siempre beneficia la restauración del paisaje (Puigdefabregas, 1992). Aspecto constatado por García-Ruíz *et al.* (1994) quien pone de manifiesto que los procesos erosivos tras el abandono agrícola, pueden tener una dinámica progresiva hacia la desertificación. Ya que el abandono de las tierras y por ende de las prácticas de conservación y mantenimiento que requieren las parcelas, puede desencadenar fuertes erosiones. Lo evidencia también los estudios de Van Andel *et al.* (1986) y Naveh y Dan (1973), los cuales señalan empobrecimiento en nutrientes y espesor del suelo, tras largos periodos de cultivo, lo que dificulta la colonización vegetal incrementando la erosión en las zonas con pendientes acentuadas y provocando pérdidas de la infiltración y mayores flujos de escorrentía, y consecuentemente induciendo procesos de la desertificación. Este proceso ha sido observado en las últimos 4 décadas en la Amapola (ver anexo Figura 2).

#### **4.2 Principio 2 del Paradigma del Desarrollo de las zonas Áridas.**

Como anteriormente se señaló, aunque la degradación de la tierra es un proceso físico, en el subyacen causas que están enraizadas en el sistema socioeconómico, político y cultural (Reynolds JF, y Stafford 2002), en el cual se desenvuelven los habitantes de La Amapola. La complejidad de interacciones y retroalimentación entre factores biofísicos y socioeconómicos es un elemento crítico que controla la dinámica del sistema H-A. En este sentido, se distinguen

entre diferentes tipos de interacciones sobre los procesos hídricos (ver anexo Figura 4). El tipo de uso de suelo interactúa fuertemente con la precipitación (variable rápida), en el sentido que afecta el cómo y cuánto del agua entra al (infiltración – variable lenta) y sale (escurrimiento – variable rápida) del sistema.

De acuerdo al principio 2 del DDP "las *variables lentas son los determinantes críticos de la dinámica del sistema H-A*" (Reynolds et al., 2007).. En este estudio, las variables lentas arriba mencionadas; infiltración y estabilidad del suelo (característica física), definen estrechamente el comportamiento de otras variables claves del sistema. Por ejemplo, la baja infiltración observada en la zona de pastizal y de agricultura abandonada (Figura 21) indica por una parte, que el suelo en estas áreas sufre degradación, resultante de la eliminación de la cubierta vegetal, tanto por actividades de pastoreo, periodos prolongadas de sequía, y conversión y abandono de agricultura. Las actividades agropecuarias provocan la exposición de la superficie del suelo a los agentes erosivos e interrumpen el aporte de materia orgánica al suelo (Gifford y Hawkins, 1978, Rubio y Calvo, 1996). Por otra parte, el efecto de los agentes erosivos sobre la resistencia del suelo, es decir, la estabilidad física del suelo, es menor en las zonas de pastoreo, agricultura activa y abandonada y se decrementa incluso con la profundidad, lo cual contrasta con la estabilidad observada en el bosque (Figura 15). Esto se explica a la mayor proporción de agregados de suelo que se observan en suelos cubiertos de vegetación, aunado, a una menor destrucción de costras físicas y biológicas por el pisoteo del ganado (Rubio y Calvo, 1996., Suárez, 2001).

Otro ejemplo, se deriva del monitoreo de la materia orgánica del suelo (MO, variable lenta). En este estudio, los procesos de degradación promueven las pérdidas del contenido de materia orgánica (MO), tal como lo indican los bajos contenidos de MO encontrado en el pastizal, y la agricultura activa, en comparación a los contenidos de MO del bosque de pino y encino (Figura 13). La reducción de la MO afecta a más de la tercera parte del área estudiada (Imagen 7) y dispara deterioros de la fertilidad, estructura y capacidad de almacenamiento del

agua en suelo (McConnell, 1983., Cammeraat, 2004). Las pérdidas de MO correlacionan con incrementos del escurrimiento superficial (variable rápida), de hasta 300 % más en el pastizal y 30% más en agricultura, en relación con el bosque. Al realizar un ejercicio de extrapolación, conjuntando tasas de infiltración con la superficie transformada de los diferentes usos para el 2007 (Figura 20) se obtuvo que se infiltran 7,000 millones menos de litros al subsuelo y escurren 15 millones de litros más actualmente que hace 39 años (considerando una precipitación anual de 400 mm). Esto lógicamente ha tenido una gran contribución para los incrementos de la erosión hídrica, pérdida de nutrientes, el deterioro de la estructura, y la reducción de la profundidad del suelo (Figura 12).

En este mismo sentido se encuentra la profundidad del suelo (variable lenta), la cual manifiesta reducciones en pastizal y agricultura abandonada de 34 y 43% en relación al bosque (Figura 12). La reducción de la profundidad del suelo (pastizal y agricultura abandonada) tiene un impacto en la capacidad de retención de agua y nutrientes, situación que disminuye el crecimiento y vigor de la vegetación (Rodríguez, 2000). A nivel de paisaje, se generan mayores interespacios basales dentro de la vegetación, tal y como ocurrió en el pastizal el cual observó la mayor frecuencia de interespacios de mayor diámetro. Los anteriores ejemplos demuestran el efecto paulatino del deterioro de algunas variables claves (lentas) que contribuyen fundamentalmente a la sustentabilidad de los sistemas productivos en esta zona.

#### **4.3 Principio 3 del Paradigma del Desarrollo de las zonas Secas**

En relación con el principio 3 del DDP "*Los umbrales de las variables lentas definen los diferentes estados de los sistemas H-A con diferentes procesos de control*" (Reynolds *et al.*, 2007), se identificó como un "umbral" importante en la región el "umbral hidrológico" que se relaciona a la interacción de la cobertura vegetal, profundidad y estructura de suelo que en conjunto influyen a los procesos de infiltración y de escurrimiento que difieren en los diferentes usos de suelo provocados por la explotación humana dentro del paisaje.

En las zonas áridas, la cobertura vegetal, las características físicas del suelo (contenido de humedad, compactación, pendiente) y la intensidad de la precipitación, entre otros (Cammeraat, 2004), juegan un papel importante en el proceso de infiltración/escorrimento y así determinan los umbrales para las variables funcionales. En el área de estudio, un umbral que se registró y contrastó fue la cantidad de lluvia para iniciar el escurrimiento superficial, según el tipo de uso de suelo. En el pastizal, la esorrentía ocurrió a partir de los 4.2 mm de lluvia lo cual fue 42% menor a los niveles de lluvia que iniciaron el escurrimiento superficial en bosque y agricultura activa. Este patrón es debido a que la esorrentía guarda una relación inversa con la profundidad del suelo (Kovacs *et al.* 1982, Rodríguez, 2000). Así mismo existe una tendencia directamente proporcional entre la relación densidad aparente y esorrentía, encontrada en el bosque y el pastizal. Esta no es tan clara en la agricultura activa posiblemente debido a la gran variabilidad que se deriva de la labranza y la época de muestreo (poscosecha), y también, a que las parcelas de agricultura se encuentran en la zona del valle que es menos inclinado y donde se acumula también el suelo de las laderas.

Otros factores que identificamos como controladores de la dinámica del proceso infiltración/escorrimento es la frecuencia y tamaño de los interespacios basales en la vegetación (Figura 16). Cabe mencionar que en este caso, el tiempo de duración del evento de lluvia, es fundamental, debido a que en las zonas con cubierta vegetal, existe la capacidad de almacenamiento reduciendo el escurrimiento del agua, dando oportunidad a que esta se infiltre o evapore (Wilcox, Breshears, y D., Craig, 2003). En contraste a sitios donde dominan los grandes interespacios y suelo desnudo. Así, la frecuencia de grandes interespacios pueden indicar un umbral entre infiltración y escurrimiento, aunque para este estudio, los rangos de interespacios que se examinaron son demasiado gruesos. Algunos factores críticos del proceso infiltración/escorrimento son, por una parte el sistema de laboreo en la agricultura activa, la eliminación de la vegetación en la etapa de

la cosecha, y por otro lado, el ramoneo, pisoteo del ganado que ocurre de forma continua en el pastizal, donde la subsistencia del ganado en esta zona es propiciada por la presencia de presas de tierra. Dichos factores favorecidos por la acción humana, incrementan los efectos de la degradación de la tierra en la Amapola. Situación que apoya a nuestra hipótesis: la incidencia de las actividades de pastoreo y la agricultura de temporal, han reducido la capacidad de los sistemas productivos para retener /almacenar el agua.

#### **4.4 Principio 4 del Paradigma del Desarrollo de las zonas Áridas.**

De acuerdo al principio 4 *"Los sistemas H-A son jerárquicos, anidados y entrelazados a través de múltiples escalas"* (Reynolds et al., 2007), así los procesos y factores que influyen en la hidrología de La Amapola, y que contribuyen de manera directa o indirecta a la desertificación, guardan una jerarquía y nexos a las diferentes escalas.

En el presente, la comunidad de La Amapola, al igual que otras comunidades, toma sus decisiones con base al comportamiento de variables rápidas, como lo son el número de cabezas de ganado que pueden incrementar o disminuir como consecuencia de la precipitación y la cantidad de agua que se almacena en las presas, o el incremento en la producción de cultivos. En este último caso, en vista de los subsidios que se otorgan para el desarrollo de la agricultura (Procampo) o el combate a la pobreza (Oportunidades), las comunidades se insertan en actividades impuestos por una dinámica regional, que responde a patrones que ocurren a mayores escalas, los cuales a su vez responden a movimientos globales de mercados, producción y de consumo (Downing y Lüdeke, 2002). Indirectamente, estos subsidios y/o fuerzas externas (ej. construcción de presas, envío de remesas) han favorecido las actividades ganaderas y en consecuencia el sobrepastoreo del paisaje (IICA ,1998), provocando alteraciones constantes sobre las variables lentas tal como; pérdida neta del suelo, y su capacidad de infiltración, y el decremento de la cobertura vegetal. Tanto los modelos de desarrollo históricos como los modelos actuales han

participado en la reducción de la capacidad de los sistemas ecológicos para retener/almacenar el agua alterando los flujos hidrológicos del paisaje (ver anexo Figura 3).

En vista de estas jerarquías y las conexiones espaciales y temporales entre variables, la problemática de desertificación en la localidad de la Amapola ha surgido de factores insospechados. En este sentido, el presente estudio mostró varios de estas conexiones. Una conexión de un proceso dado a escala nacional con un efecto local, se ejemplifica con el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012 el cual señala en su capítulo Sector Rural, en el objetivo 9 y estrategia 9.10 “: Continuar el PROCAMPO hasta el fin de la presente Administración”. Sin embargo, estas políticas y programas nacionales de fomento agropecuario, en el medio rural, se encaminan a favorecer la producción de alimento para ganado (mediante los subsidios de Procampo), haciendo así “tabula rasa” a todo el país, sin concebir las condiciones que guardan las distintas regiones climatológicas del país, condición de marginalidad socioeconómica de la población y la fragilidad ecosistémica de muchas áreas en las que se pretende fomentar la ganadería (ver anexo Figura 5), políticas que como han señalado otros estudios, han propiciado el deterioro de algunas zonas rurales en Latinoamérica (Proaño et al. 2001).

En el mismo sentido, los mecanismos que suceden a nivel estatal y que tienen implicaciones locales en la Amapola son las políticas de agua para las zonas rurales del estado, que se circunscriben básicamente a la construcción de presas de tierra y suministro de agua potable mediante pipas. Estas alternativas no plantean una solución integral y de largo plazo para la problemática de la desertificación en la zona de la Amapola y otras similares. Las acciones que realiza el Estado están reguladas por legislación, tal como se asienta en La Ley de Ganadería del Estado de San Luis Potosí, en su artículo 13, Sección VI, la cual menciona; “Coordinarse con las autoridades municipales y las distintas agrupaciones que ejerzan actividades pecuarias para proyectar y ejecutar obras de bordos, canales, tajos, abrevaderos y jagüeyes”. A su vez el artículo 69,

propone “Impulsar el desarrollo del sector ganadero en el Estado a través de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, la cual a partir del 2004 “impulsó la infraestructura en el campo con inversión millonaria para construcción de 2 mil 400 bordos para abrevaderos de ganado que colocan a San Luis Potosí en primeros planos... de tal forma que se compita a nivel nacional en la comercialización de ganado caprino” y así “elevar los ingresos de los productores potosinos” (Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2006). Dicha acción es reiterada a nivel municipal, ya que en el 2007 a través de la Comisión Municipal de Desarrollo rural, “se entregaron paquetes de maíz, avena como forraje, además de obras y rehabilitación de presones, en las que se invirtieron más de 2.2 millones de pesos” en las zonas rurales del Municipio del San Luis Potosí (ver anexo Figura 6). Al igual que en el caso anterior, las políticas implementadas claramente fortalecen el aumento del ganado en La Amapola y posiblemente en otras comunidades rurales similares. Agudizando así, la presión impuesta a los pastizales de la región, lo cual como se ha constatado en otros estudios, (Glifford y Hawkins 1978., Schlesinger, et al. 1990., Aguiar y Sala, 1999., Reynolds et al. 1999., Schlesinger, et al. 1999., Holling, 2001) tienen impactos adversos en la infiltración, la cobertura vegetal, la escorrentía y la compactación del suelo. Esto causa una espiral de retroalimentación que favorece reducciones de la resiliencia del sistema e impide la recuperación de los proceso de infiltración y escorrentía de los ecosistemas originales de bosque.

Aunque las políticas anteriores son producto de un modelo de planeación, que recoge las opiniones desde los niveles locales hasta los niveles nacionales; en este transito pesan más los intereses políticos y económicos de las elites, orientadas a lograr incrementos en los indicadores económicos de la producción agropecuaria a plazos cortos que las necesidades fundamentales de los pequeños productores. Esto, condiciona a una gran cantidad de localidades rurales, a aceptar acciones que son más caritativas que resolutivas de la problemática de baja productividad, degradación de la tierra, baja capacitación que se relacionan



con los procesos hidrológicos que sustentan las acciones agropecuarias (Boehm, 2005, Toledo, 2006,)

Así mismo, las condiciones ambientales favorecen la descomposición del capital social de la Amapola, manifestada por la migración hacia otras comunidades locales, la ciudad de SLP y los Estados Unidos (ver anexo Figura 7) (efectos estatal e internacional). Esto incrementa el abandono de las áreas agrícolas activas, debido a la falta de fuerza de trabajo, condición que propicia la desertificación (García-Ruíz *et al.* 1994). Al ocurrir esta degradación in situ, los agricultores que permanecen, buscan áreas de mayor fertilidad, lo cual contribuye a la extensión de la frontera agrícola ocasionado perturbaciones al balance hídrico de paisaje de la región.

En síntesis, muchas de las medidas de apoyo tienen un carácter correctivo temporal, circunscrito sólo a ciertos aspectos técnicos ligados a la ingeniería hidrológica, en lugar de establecer una gestión integral ambiental con proyectos que involucren capacitación, prevención, educación sobre todo sobre el manejo eficiente y sustentable de los recursos, a mediano y largo plazo.

#### **4.5 Principio 5 del Paradigma del Desarrollo de las zonas Áridas.**

En relación al principio 5 del DDP "*El mantenimiento actualizado del conocimiento local ambiental es clave para asegurar la co- adaptación de los sistemas H-A*" (Reynolds *et al.*, 2007), es importante señalar que la población de La Amapola no discierne claramente las causas de la degradación de la tierra e ignora las implicaciones que esta trae en la sustentabilidad hidrológica (resultados de encuesta Figuras 8 y 9). La creencia popular que indica que a mayor número de cabezas de ganado, se logra una mayor seguridad económica y prestigio, no es compatible con el impacto de la ganadería en la degradación de los recursos naturales. También, otros factores que posiblemente inciden indirectamente, tal como; la instalación de la corriente eléctrica y el acceso a los medios masivos de comunicación, ha creado la necesidad de adquirir bienes de consumo como

televisiones, y aparatos electrodomésticos. Esta nueva ola de consumo, ha promovido la venta de predios productivos, a fin de poder adquirir vehículos automotores. Cabe señalar que este tipo de bienes favorece el sedentarismo y el consumismo (Hill J., John P. 1998., Gutiérrez-Fisac, Royo-Bordonada, Rodríguez-Artalejo, 2006., Gracia-Arnaiz, 2007), que van formando un estilo de vida que se ve reflejado en variables como el sobrepeso de los hombres mayores de 18 años, y la caries y el bajo peso en los menores de 18 años.

Otro aspecto importante sobre el conocimiento local de la comunidad tiene que ver con el significado del agua, el cual, si bien lo circunscriben a situaciones prácticas, cotidianas como lavar, bañarse, agua para los animales y beber, en las generaciones jóvenes, el consumo de refrescos, comienza a tener auge incluyendo la idea de que son vigorizantes y nutritivos. Es importante aludir que no hubo ninguna mención sobre la contaminación del agua, encontrada en los pozos de abastecimiento, lo cual evidencia carencia de educación nutricional y falta de relevancia del problema, en vista del entendimiento general de que el agua puede ser sustituida con refresco.

Una observación importante es que la desertificación ha modificado la pirámide de población de la comunidad, ya que la preponderancia de adultos mayores, afecta el aspecto cultural. Estos, al detentar la autoridad, con tradiciones más arraigadas, muestran gran oposición a ciertas prácticas de la modernidad. Por lo que no es raro que el conocimiento sobre el ciclo hidrológico, en ambos grupos, sea superficial ya que solo relacionan los niveles freáticos, las cárcavas y la cobertura vegetal, con la intensidad de las lluvias y no con las actividades para la extracción de recursos.

En lo que toca a prácticas sustentables derivadas de cierto conocimiento local y que influyen en la hidrología, se puede mencionar las siguientes; 1) la construcción de barreras vivas (nopaleras), para reducir la erosión hídrica en las parcelas de agricultura. Sin embargo, los agricultores no perciben claramente las implicaciones ambientales ligadas a las causas que provocan el incremento de las

escorrentías. 2) la reducción del tiempo de pastoreo, lo cual sin embargo es una practica llevada a cabo por solo una persona, de la comunidad y las causas son ajenas a un entendimiento del impacto del pastoreo.

## **5. Recomendaciones de manejo**

Como se ha evidenciado en los resultados del presente estudio y su relación con los cinco principios del DDP, el ciclo hidrológico de La Amapola está ligado con las actividades de sus pobladores. Es por ello que se proponen, prácticas para el manejo en el sistema H-A en un marco integral, que considere los factores biofísicos en términos de las necesidades sociales y actividades económicas de la población y de esta forma se favorezca la sustentabilidad del sistema hidrológico de la Amapola. Estas recomendaciones contemplan las siguientes:

1) Cualquier alternativa de manejo se debe definir de forma conjunta y participativa involucrando todos los grupos de interés ej. los productores, autoridades, científicos, etc. La legislación para el aprovechamiento de los recursos naturales debe ser elaborada con base en el entendimiento del funcionamiento del ecosistema derivado de la investigación y las necesidades o requerimientos de los habitantes de las comunidades.

2) De los factores que este estudio detectó como fuentes primarias de degradación y alteración de la hidrología local, el sobrepastoreo ocupa un lugar preponderante. Sobre este factor, es prioritario gestionar el manejo sustentable y control de la ganadería en la zona, para lo cual se debe delimitar la capacidad de carga de los agostaderos y tener una revisión periódica de su capacidad. Esto debe ir acompañado con la implementación de sistemas de pastoreo que involucren rotación y descanso de los potreros. Otra alternativa es la de diversificar la producción pecuaria de la zona (avicultura, apicultura, etc).

3) También es fundamental mejorar la capacitación y educación de la población en aspectos del aprovechamiento de los recursos naturales. Esta educación obviamente debe iniciarse a niveles de escuela primaria-secundaria, con programas que incorporen conocimiento sobre los servicios ambientales incluyendo el papel del ecosistema en el ciclo del agua, la desertificación y las repercusiones de las actividades agropecuarias en la degradación y contaminación de los recursos hídricos, los procesos de deterioro de la tierra, y como estos pueden afectar la salud. Para incorporar a los adultos, es importante desarrollar talleres sobre nutrición, causas de la erosión y los usos del agua.

4) Entre las soluciones que se proponen para disminuir el impacto para la zona del bosque, se encuentra el establecimiento de cocinas y calentadores solares; los cuales tiene un bajo costo y son fáciles de operar, son eficientes para la cocción de alimentos y agua, aprovechando la alta incidencia de la radiación solar. Así mismo por su bajo costo, se recomienda la adaptación de los techos para la captación de agua lluvia y darle un uso domestico.

Finalmente, y en vista de la predominancia de ecosistemas áridos y semiáridos así como de poblaciones similares a La Amapola, se recomendaría la creación de un fondo, para la lucha contra la desertificación en el municipio de San Luis Potosí, pagable directamente en el campo.

## 5 CONCLUSIONES

Un punto central de este trabajo es relacionado a los atributos funcionales asociados a los diferentes tipos de uso de suelo que contribuye a una dinámica emergente a nivel de paisaje. En términos de la hidrología de las unidades características del paisaje, fue evidente que en cada tipo de uso de suelo se encuentra un umbral crítico entre el escurrimiento y la captación (infiltración) del agua debido a las condiciones edafológicas y la cobertura vegetal *per se*. A nivel del paisajes son los cárcavas que se forman primordialmente en los pastizales y la presencia de las presas que mas influyen en los flujos y el almacén del agua, que indirectamente influyen a las actividades agropecuarios que afectan la dinámica hidrológica a nivel del tipo de uso de suelo.

Los factores causativos de la desertificación, detectados para la zona a partir de la fundación de La Amapola, incluyen la deforestación histórica del bosque para la obtención de leña en la producción de carbón vegetal, la cual fue propiciada por la demanda energética de la ciudad de San Luis Potosí. Posteriormente el cambio de uso de suelo, mayormente por conversión de bosque a agricultura de temporal y la introducción del pastoreo. Más recientemente, el abandono de las zonas cultivo, provocado por las pérdidas de fertilidad y la baja profundidad del suelo, y finalmente por la emigración poblacional, además del sobrepastoreo favorecido por las políticas de fomento ganadero.

Respecto a la población de La Amapola, ésta no distingue las causas de la degradación de la tierra e no prevén las implicaciones que estas traen en la sustentabilidad hidrológica, tal como la relación del impacto del ganado en la degradación de la tierra. Así mismo, se encuentra un alto índice de desnutrición en todos los niños y de sobre peso en la población de adultos mayores varones favorecida por la cultura nutricia y la actividad física.

El DDP representa una herramienta útil, en este caso particular, para detectar los procesos y factores que favorecen la disfuncionalidad hidrológica del sistema

H-A de la Amapola, y en zonas rurales áridas en general, ya que establece un puente esencial entre el conocimiento y la comprensión sobre las interrelaciones complejas entre los campos socioeconómicos y biofísicos.

## 6 LITERATURA CITADA

Aguiar, M. R. y O. E. Sala. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 14:273-277.

AHESLP, 1606. Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí. 1606. Alcaldía Mayor de SLP, leg. 2, exp. 22.

Argüelles A. y Montoya A. 1991. Explotación del Mezquite en San Luis Potosí. México. Ediciones de Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí, 1-88.

Ahmed H. Andel-Magid, Gerald E. Shuman, y Hart R. 1987. Soil Bulk Density and Water Infiltration as affected by Grazing Systems. *Range management*, 40: 307-309.

Bazant J. 1975. Cinco haciendas mexicanas. México. Colegio de México, 1-228

Banco Interamericano de Desarrollo. 2006. Estimación del capital muerto predial y empresarial: Caso de México

Disponible en URL: (consultado noviembre 25 del 2007)

<http://www.iadb.org/IDBDocs.cfm?docnum=773430>

Beals R. L. 1932. Unilateral Organizations in Mexico, *American Anthropologist*, New Series, 34:467-475

Boehm B. 2005., Agua, tecnología y sociedad en; la cuenca Lerma Chapala; una historia regional global, *Nueva Antropología*, CONACULTA-.INAH, 64:99-130.

Borgatti S.P. 1992. ANTHROPAC 4.0 Reference manual. Columbia University; Analytic Technologies.

Cammeraat E. 2004. Scale dependent thresholds in hydrological and erosion response of a semi-arid catchment in southeast Spain, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104:317–332.

Campbell D. y Berry L. 2003. Land degradation in Mexico: its extent and impact Commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank.

Carpenter, S. R. y Turner M. G.. 2000. Hares and tortoises: interactions of fast and slow variables in ecosystems. *Ecosystems*, 3:495-497.

Chapin F.S. III., Matson A.P., Mooney A.H. 2002 (a). Terrestrial water and energy balance, en: *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*, Springer, New York. USA, 71:96

Chapin F.S. III., Matson A.P., Mooney A.H. 2002 (b). Community effects on ecosystem processes, en: *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*, Springer, New York USA, 265:278.

Chapin F.S. III., Matson A.P., Mooney A.H. 2002 (c). Geology and soils en: *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*, Springer, New York. USA, 46:67

CNZA-SEDESOL. 1994. Comisión Nacional de las Zonas Áridas y Secretaria de Desarrollo Social: Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México. (PACD-MEXICO). México.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917. Artículo °27.

Dietz T., Fitzgerald A. and Shwom R. 2005. Environmental Values in: Annual en: *Annual Review of Environment and Resources* 30: 335-372



Dowing T. y Lüdeke M. 2002. International desertification: social geographies of vulnerability and adaptation en: Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?, Reynolds J.F., Stafford Smith D.M. (eds.), Dahlem University Press. Berlin; 1-21.

Duran J.M. 1988. Hacia una agricultura industrial., Capitulo 2. Las transformaciones tecnológicas de la agricultura, Universidad de Guadalajara. México, 17-61

Endfield H.G. y O'Hara L.S. 1999. Degradation, Drought and Dissent: An environmental History of Colonial Michoacán, West Central Mexico. *Annals of the Association of American Geographers*, 89:402-419.

Evaluación de los Ecosistema del Milenio, 2005. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación, World Resources Institute, Washington, DC.

Falkenmark M. 2003. Freshwater as shared between society and ecosystems: from divided approaches to integrated challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 358: 2037 - 2049.

Fernández R., Archer E., Ash A., Dowlatabadi H., Hiernaux P., Reynolds J., Vogel C., Walker B., Wiegand T. 2002. Degradation and recovery in socio-ecological systems: A view from the household/farm level en: Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?, Reynolds J.F., Stafford Smith D.M. (eds.), Dahlem University Press. Berlin; 297-324

García-Fayosm P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica en; Ecología del bosque mediterráneo, en; Un mundo cambiante. Fernando Valladares (ed) Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales. Barcelona. España, 309-334

García-Ruíz J., Lasanta T. Ruíz-Flaño P., Martí C., Ortigosa L., González C. 1994. Soil erosion and desertification as a consequence of farmland abandonment in mountain areas. *Desertification Control Bulletin*, 25:27-33.

Gifford, G. F., Hawkins, R. H. 1978. Hydrological impact of grazing on infiltration: a critical review. *Water Resources Research*, 4:305-13.

Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2006, Sala de Prensa del gobierno del estado de San Luis Potosí, SLP a 22 de noviembre de 2006.

Disponible en URL: (consultado diciembre 3 del 2007)

[http://www.sanluispotosi.gob.mx/ver\\_noticia.cfm?id\\_cont1=2049](http://www.sanluispotosi.gob.mx/ver_noticia.cfm?id_cont1=2049)

Gómez A. 1997. El paisaje agrario desde la perspectiva de la ecología. Colección Conferencias en el Centre. 34, ciclo Agricultura y Ecología. Fundación Bancaja, 145-182.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Offset Larios, México, DF.

Gracia-Arnaiz M. 2007. Comer bien, comer mal: la medicalización del comportamiento alimentario. *Salud Pública*, 49:236-242

Gutiérrez-Fisac J., Royo-Bordonada M., Rodríguez-Artalejo F. 2006. Riesgos asociados a la dieta occidental y al sedentarismo la epidemia de obesidad. *Gaceta Sanitaria*. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria. Granada. 48-54.

Handwerker W.P and Borgartti S.P. 1998. Reasoning with number en: *Handbook of methods in cultural anthropology*. Bernard H (ed.), Altamira Press: Walnut Creek California. USA; 549-593

Hein L. y Deridder N. 2006. Desertification in the Sahel: a reinterpretation  
Global Change Biology, 12:751–758

Herrick J.E., Van Zee K.M., Havstad L.M., y Whitford W.G. 2005. Monitoring  
Manual for Grassland Shrubland and Savanna Ecosystem. Vol. II. USDA-ARS  
Jornada Experimental Range, 9-16

Hill J., John P. 1998. Environmental Contributions to the Obesity Epidemic,  
Science, 280:1371-1374.

Holling C. S. 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and  
Social Systems. Ecosystems, 4:390-405

Holling C.S., Gunderson L.H. y Ludwig D. 2002 In quest a theory of adaptive  
change, en: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural  
Systems, Gunderson L.H. y Holling C.S (eds.) Island, Washington DC.

Huber-Sannwald E., Maestre F., Herrick J., and. Reynolds J.F. 2006. Applying a  
new desertification paradigm linking biophysical and socioeconomic elements: the  
Amapola, Mexico case study. Hydrological processes, 20:3395-3411.

IICA. 1998. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura. Sistemas  
de captación de agua de lluvia para uso domestico en América latina y el caribe.  
IICA-México.

IMSS. 2007. Instituto Mexicano del Seguro Social. Nutrición y Obesidad.  
Disponible en URL: (consultado noviembre 20 del 2007)  
<http://www.imss.gob.mx/nr/imss/calculadora/index.htm>

INEGI. 1979. Instituto Nacional Estadístico y de Información Carta de uso de suelo  
del Estado de San Luis Potosí, carta Tepetate F-14-A-83.

INEGI. 1969-2004. Instituto Nacional Estadístico y de Información Fotografías aéreas del Estado de San Luis Potosí, Línea F14A83.

INEGI. 2000. Instituto Nacional Estadístico y de Información Geográfica. Síntesis de Información geográfica del Estado de San Luis Potosí, Entidad 24.

INEGI. 2004. Instituto Nacional Estadístico y de Información Geográfica, Cartas topográficas. En la serie 1:500 000 Climatología y Poblacionales de México.

INE-SEMARNAT 2005. Instituto Nacional de Ecología - Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en URL: (consultado junio 20 del 2007) <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/16/parte2.htm>

Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT 2005. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Disponible en URL: (consultado junio 20 del 2007)

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/16/parte2.htm>

IPCC. 2007. Panel Intergubernamental de Cambio Climático; Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina. Cuarto Informe, capítulo 13.

Kovacs G., Zuidema F. y Marsalek. J. 1982. Human interventions in the terrestrial water cycle en : Comparative hydrology: An ecological approach to land and water resources, Proyecto B.2.2 de la Fase II del Programa Hidrológico Internacional , Falkenmark M. y Chapman T (eds.) IPH-II/B.2.2/Rep.1; SC.82/WS/60

Labarthe, G., Tristan, M., y Aranda, J. 1982. Revisión Estratigráfica del Cenozoico de la Parte Central del Edo. De San Luis Potosí, SLP. Inst. Geol. Met. Univ. Aut. S.L.P., Folleto Técnico 85:189-208.

Larson J. y Sarukhán J. 2007. Cuando los bienes comunes son menos trágicos: dominios eminentes y privilegios comerciales en la valoración patrimonial del México rural. Instituto Nacional de Ecología. Gaceta 389, Disponible en URL: (consultado noviembre 14 del 2007) <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/389/larson.html>

Ley de Ganadería del Estado de San Luis Potosí 1995. Disponible en URL: (consultado diciembre 3 del 2007) <http://209.85.165.104/search?q=cache:YdGrH8Zo4OsJ:www.cgeson.gob.mx/servicios/leyes/estatal/leyes/Ley%2520022%2520De%2520Ganaderia.pdf+Ley+de+Ganader%C3%ADa+del+Estado&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=es>

McConnell E. 1983. An Economic Model of Soil Conservation, *American Journal of Agricultural Economics*, 83-89.

Melville E.G. 1999. Plaga de ovejas: consecuencias ambientales de la Conquista de México, Fondo de Cultura Económica. México

Merino, L. 1997. El manejo forestal comunitario de México y sus perspectivas de sustentabilidad. CRIM-UNAM, SEMARNAP y el Consejo Mexicano para la Silvicultura Sostenible. World Resources Institute, Washington, DC.

Naveh Z. y Dan J. 1973. The human degradation of mediterranean landscapes in Israel, en: *Mediterranean Types Ecosystems; Origen and Structure*. Di Castri F, y Mooney H. (eds.) Chapman and Hall, London, 373-390.

OPS-OMS. 1995. Educación sobre diabetes. Disminuyamos el costo de la ignorancia. Organización Panamericana de Salud, Organización Mundial de la Salud, Washington D.C.

Oropeza Orozco O. 1995. Marco teórico-metodológico de la vulnerabilidad a la desertificación, en; México ante el Cambio Climático. Memorias. Primer Taller de Estudio País México, Instituto Nacional de Ecología, México D.F.

PIH. 2005. Programa Hidrológico Internacional; Evaluación de Parámetros y Procesos Hidrológicos en el Suelo. Lobo Luján D., Gabriels D. y Soto G. (eds). Documentos Técnicos en Hidrología (UNESCO), Francia. N° 71.

Plan Nacional de Desarrollo de México 2006-2012. Presidencia de México.  
Disponible en URL: (consultado diciembre 3 del 2007)  
<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=documentos-pd>

PNUMA. 2000. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial Geo-3. Madrid: Ediciones Mundiprensa.

Prince S.D. 2002. The Dahlem Desertification Paradigm: Spatial and temporal Scales for Detection of desertification. Do Humans Cause Deserts, Reynolds JF, Stafford Smith DM (eds.), Dahlem University Press: Berlin, Germany; 23-40

Proaño M., Poats S. Arellano, P. Crissman C., Jaramillo R. 2001. Los pobres deterioran el ambiente?; Caso de estudio de la Subcuenca del Río El Angel. Memorias del IV Simposio de Desarrollo Sustentable en los Andes. La Estrategia Andina para el Siglo XXI. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Puigdefabregas J. 1992. Mitos y perspectivas sobre la desertificación. Ecosistemas, 3:18-22.

Pulso. 2006. Periódico Pulso. Sección Estado. San Luis Potosi. Pág. 6.

Reynolds, J. F., R. A. Virginia, P. R. Kemp, A. G. de Soyza, and D. C. Tremmel. 1999. Impact of drought on desert shrubs: effects of seasonality and degree of resource island development. *Ecological Monographs* 69:69-106.

Reynolds JF, y Stafford Smith DM. 2002. Do humans cause deserts? en: *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?*, Reynolds J.F., Stafford Smith D.M. (eds.), Dahlem University Press. Berlin; 1-21.

Reynolds J.F. 2004. Entrevista a James F. Reynolds; por Fernando T. Maestre. *Ecosistemas*, España.

Disponible en URL: (consultado noviembre 25 del 2007)

[http://www.revistaecosistemas.net/index\\_frame.asp?pagina=http%3A/www.revistaecosistemas.net/articulo.asp%3FId%3D164%26Id\\_Categoria%3D5%26tipo%3Dportada](http://www.revistaecosistemas.net/index_frame.asp?pagina=http%3A/www.revistaecosistemas.net/articulo.asp%3FId%3D164%26Id_Categoria%3D5%26tipo%3Dportada)

Reynolds J.F., Maestre F.T., Huber-Sannwald E., Herrick J., Kemp P.R. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. *Ecosistemas*, España

Disponible en URL: (consultado noviembre 25 del 2007)

[http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=131&Id\\_Categoria=2&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=131&Id_Categoria=2&tipo=portada)

Reynolds J.F. 2006. Aclara la confusión, en; *Desiertos y Tierras Secas, Nuestro Planeta*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 17:26-27.

Reynolds, J.F. Stafford Smith D. M., Lambin E.F., Turner B. L, Mortimore II , M., Batterbury S. P.J., Downing T. E., Dowlatabadi H., Fernandez R. J., Herrick J.E., Huber-Sannwald E., Jian H., Leemans R., Lynam T., Maestre F., Walker B., Ayet Ay, M. 2007. Dryland Development Global Desertification: Building a Science. *Science*, 316:847- 851.

Rezedowsky J. 1984. *La Vegetación de México*. Limusa, México

Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, DF.

Romero-Manzanares A. y García-Moya E. 2002. Stability and resilience of the floristic composition of pinyon pines communities from San Luis Potosí, Mexico. *Agrociencia*. 36:243-254.

Rodriguez Iturbe, I. 2000. Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. *Water Resour Res*, 36: 3-9.

Rubio J. y Calvo A. 1996. Mechanism and processes of soil erosion by water in Mediterranean Spain, en : Soil degradation and desertification in mediterranean environments, Rubio J. y Calvo A (eds) Geofoma ediciones, Logroño, España, 37-48.

Salazar González G. 2000. Las haciendas en el siglo XVII en la región minera de San Luis Potosí. México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad el Hábitat.

Sánchez-Molina V. A. 2001. El papel de los actores sociales en la gestión ambiental de una microcuenca; El caso de la Quebrada Salitral. Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación Ambiental. Departamento de Ciencias ambientales, Universidad de Guadalajara.

Schlesinger, W., Reynolds J., Cunningham G., Huenneke L., Jarrell W., Virginia R. y Whitford G.. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247:1043-1048.

Schwartz L, Notini J. 1994. Desertification and Migration: Mexico and the United States. Research Paper. The U.S. Commission on Immigration Reform, Washington, DC.



Schlesinger, W., Abrahams A., Parsons A., y Wainwright J.. 1999. Nutrient losses in runoff from grassland and shrubland habitats in Southern New Mexico: I. Rainfall simulation experiments. *Biogeochemistry*, 45:21-34.

Secretaria de Desarrollo Social, Comisión Nacional de las Zonas Áridas. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-Mexico). Saltillo México.

SEMARNAT, Colegio de Postgraduados. 2003. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la republica mexicana. Escala 1: 250,000. Memoria Nacional. 2001-2002, México.

SEMARNAT. 2005. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, México.

SEMARNAT. 2006. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa nacional de acción contra la degradación de las tierras (desertificación) y mitigación de los efectos de la sequía 2007-2030. México DF.

Serna Pérez A., Rómulo Bañuelos V., Salinas González H., Manuel de Jesús F.N., Ramón Gutiérrez., 2007. Degradación física de los suelos de pastizal bajo pastoreo continuo en el Altiplano de Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Centro de Investigación Regional Norte centro, Campo Experimental Zacatecas, Folleto Científico Núm. 11.

Seybold C., Herrick J., y Brejda J. 1999. Soil resilience: A fundamental component of soil quality. *Soil Science*. 164: 224-234.

Sharma K.D. 1998. The hydrological indicators of desertification. *Arid Environments* 39:121-122

Stafford Smith D.M. y Reynolds J.F. 2002. Desertification; A New Paradigm for an Old problem en: *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?*, Reynolds J.F., Stafford Smith D.M. (eds.), Dahlem University Press. Berlin; 403-425

Suárez J. 2001. Control de erosión; en zonas tropicales, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Toledo A. 2006. EL paisaje, en; *Agua, hombre y Paisaje*, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 151-201.

UNCCD. 1994. United Nations Convention to Combat Desertification, Intergovernmental Negotiating Committee For a Convention to Combat Desertification, Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and Desertification, Particularly in Africa. U.N. Doc. A/AC.241/27, 33 I.L.M. 1328. United Nations, New York, USA.

UNCCD, 2000. United Nations Convention to Combat Desertification, informe sobre la implementación de la convención de las naciones unidas de lucha contra la desertificación. Resumen ejecutivo.

Disponible en URL: (consultado noviembre 25 del 2007)

[www.unccd.int/cop/reports/lac/national/2000/mexico-summary-spa.pdf](http://www.unccd.int/cop/reports/lac/national/2000/mexico-summary-spa.pdf)

Van Andel T., Runnels C., y Pope K. 1986. Five thousand years of land use and abuse in the southern Argolid, Greece. *Hesperia*. 55:103-128

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. y Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9:5.

Disponible en URL: (consultado noviembre 25 del 2007)

<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>

Weller S.C., Romney A.K. 1990. Metric scaling; correspondence analysis. SAGE University Paper 75. Newbury Park California USA. 1-95

Wilcox B., Breshears, D., Craig A. 2003. Ecohydrology of a resource-conserving semiarid woodland: effects of scale and disturbance. *Ecological Society of America. Ecological Monographs*, 73:223–239.

World Atlas of Desertification.1997. United Nations Environment Programme, Arnold E., Middleton, N. J. y Thomas, D. S. G. (eds). New York, USA.

## 7 ANEXOS

### Entrevista aplicada a la población mayor de 18 años

#### Datos Generales

1. Sexo: a) Masculino b) Femenino
2. ¿Cuál es tu nombre?: \_\_\_\_\_
3. ¿Qué edad tienes?: a) 10 a 17 b) 18 a 29 c) 30 a 39 d) 40 a 49  
e) 50 a 59 f) 60 a 69 g) 70 a 79 h) 80 a 89 i) 90 a 99 J) >100
4. ¿Cuánto tiempo tienes viviendo en La Amapola?:  
a) 1 a 9 b) 10 a 19 c) 20 a 29 c) 30 a 39 d) 40 a 49  
e) 50 a 59 f) 60 a 69 g) 70 a 79 h) 80 a 89 i) 90 a 99 j) >100
5. ¿En dónde te juntas con las demás personas de La Amapola?: a) en mi casa  
b) molino c) en la iglesia d) en juntas e) escuela f) río  
g) otro \_\_\_\_\_
6. (Sí es en juntas) ¿En que juntas, dónde y por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. ¿Quiénes viven en tu casa?: a) mamá b) papá c) abuela d) abuelo e)  
hermanos y as f) tíos y as g) otros \_\_\_\_\_
8. ¿Tienes luz eléctrica?, sí es así, ¿de qué tipo?: a) de planta de gasolina b) de celdas  
solares,
9. ¿Sí tuvieras electricidad de cable, para que la utilizarías?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. ¿De qué manera pagarías esa luz?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. ¿Para qué usas esa luz?: a) TV b) radio c) alumbrado  
otros \_\_\_\_\_?
12. ¿Qué baño tienes?: a) letrina b) baño con taza c) otros \_\_\_\_\_
13. ¿Hasta qué grado estudiaste en la escuela y por qué?  
a) primaria b) secundaria c) preparatoria d) carrera  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
14. ¿Te gustaría tener más educación y por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Tema: Agua.**

15. ¿Quiénes son los que toman las decisiones de donde tomar agua, en tu familia?

a) papá    b) mamá    c) abuelos    d) todos    e) otros \_\_\_\_\_

16. ¿Quiénes son los que toman las decisiones de donde usar el agua, en tu comunidad?

17. a) el consejo    b) padres    c) otros \_\_\_\_\_

18. ¿Para qué utilizas el agua a diario?:

Usos	si	Cuando	Fuente	Cantidad en baldes u horas	Tiempo invertido en traer el agua
a) beber					
b) limpieza en la casa					
c) disfrute					
d) baño (cuándo)					
e) cocinar					
f) religioso					
g) lavar ropa (cuándo)					
h) animales (perros, pollos)					
i) otros _____					

19. ¿A que pozos vas?

Pozo	¿Cuándo?	¿Por qué vas a ese pozo?
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

20. ¿Y para tus cultivos que agua usas?:

	si	¿Cuándo?	Cantidad en horas	Tipo de cultivo
a) pozos				
b) río				
c) lluvia				



33. ¿Estas zanjas te dejan pasar con tu ganado, y qué haces si no?

---

34. ¿Para qué usas las presas?:

- a) cultivos      b) animales      c) beber                      d) limpieza  
e) otros \_\_\_\_\_

35. ¿Quién las construye?:

- a) gobierno      b) nosotros      c) otros \_\_\_\_\_

36. ¿Quién pide que las construyan?:

- a) una sola familia      b) el municipio      c) el consejo del pueblo  
c) otros \_\_\_\_\_

37. ¿Quién decide dónde hacerlas?

- a) una sola familia      b) el municipio      c) el consejo del pueblo  
c) otros \_\_\_\_\_

38. ¿Se hacen en propiedad privada o comunitaria?

- a) privada      b) comunitaria      c) otros \_\_\_\_\_

39. ¿Quién puede tener acceso o tomar agua de esas presas?

- a) solo mi familia      b) todos      c) otros \_\_\_\_\_

40. ¿Se han roto esas presas y por qué?: a) sí      b) no

41. ¿Cada cuando las limpian?: a) cada año      b) cada 2 años      c) otro \_\_\_\_\_

42. ¿Qué hace con la tierra que sacan de la presa? \_\_\_\_\_

43. ¿Cuántas presas sería lo mejor para tu familia? \_\_\_\_\_

44. ¿Cuánto tiempo dura en el año, el agua que guardan las presas? (como máx. y mín.)

- a) 1 a 2 meses      b) 2 a 4      c) 4 a 6      d) 6 a 8      e) 8 a 10      f) >10

45. ¿Han aumentado o disminuido las lluvias a lo largo del tiempo, y cómo lo ves reflejado en el campo?:

- a) aumentado      b) disminuido

Se ve reflejado en: \_\_\_\_\_

---

46. ¿Llueve menos, más o igual en la sierra y en la Amapola y por qué?

- a) aumentado      b) disminuido      d) igual
- 

47. ¿Crees que se acabará el agua en La Amapola y en qué parte primero?

- a) sí      b) no      En dónde: \_\_\_\_\_

48. ¿En Aldana alguna vez hubo problemas con el agua y por qué?

---

---

**Tema: Producción agropecuaria**

49. ¿Qué cultivas en tus parcelas?

a) maíz      b) frijol      c) calabaza      d) avena      e) amaranto

f) otros \_\_\_\_\_ .

50. ¿Cuántas parcelas tienes de cada cultivo?

---

---

51. ¿Cuántas parcelas tienes?

a) una      b) dos      c) tres      d) más de tres

52. ¿Todas las siembras? a) sí      b) no

53. ¿mezclas los cultivos en las parcelas?: a) sí      b) no

Cuáles \_\_\_\_\_

54. ¿Cada cuanto tiempo cambias de cultivo? (sí utiliza más de un tipo de cultivo)

a) 1 año      b) 2 años      c) 3 años      d) más de 3 años      e) NA

55. ¿Por qué cambia el cultivo?

---

---

56. ¿Cuándo siembra esos cultivos?

a) 1 vez al año      b) 2 veces al año      c) otro \_\_\_\_\_ .

57. ¿Deja descansar las parcelas y por qué razón?

a) sí      b) no      Por qué: \_\_\_\_\_ .

58. ¿Cuántas toneladas sacas por cada cultivo?

a) maíz \_\_\_\_\_      b) frijol \_\_\_\_\_      c) calabaza \_\_\_\_\_      d) avena \_\_\_\_\_

e) amaranto \_\_\_\_\_      f) otros \_\_\_\_\_ .

59. ¿La semilla que usas para cultivar de dónde la obtienes?

a) la compra      b) usa la guardada      c) Procampo

60. ¿Que señales en el clima o campo utilizas para darte cuenta que tienes que sembrar, y si han cambiado esas señales con el tiempo?

---

---

61. ¿Qué plagas tienes en tus cultivos y por qué cree que ocurran?

---

---

62. ¿Riegas tus parcelas, y por qué?: a) sí      b) no

---

---

63. ¿Cuéntame cómo le haces para labrar la tierra?



a) con tractor    b) con yunta    c) de manera manual    d) no se labra la tierra

64. ¿Qué hacen con el rastrojo una vez que cosechan?

a) venderlo    b) para los animales    c) se queda en la parcela  
d) otros \_\_\_\_\_.

65. ¿Qué se cultivaba en la amapola, que ahora ya no se cultiva y por qué?

a) calabaza    b) avena    c) amaranto    d) frijol    e) otros \_\_\_\_\_.

---

66. ¿Las parcelas producen: más, menos o lo mismo que antes y a qué debe?

a) más    b) menos    c) igual

factores: \_\_\_\_\_.

---

67. ¿Qué apoyos del gobierno reciben para cultivar?

---

68. ¿Los programas tienen preferencia por algún tipo de cultivo y cuál?

a) maíz    b) frijol    c) calabaza    d) avena    e) amaranto

f) otros \_\_\_\_\_.

69. ¿La cosecha es para consumo propio o para venta? (cuánto se destina para cada rubro) a)

Consumo propio \_\_\_\_\_ b) venta \_\_\_\_\_ c) ambas

70. ¿Por qué han abandonado algunas tierras de cultivos en La Amapola?

a) ya no producen lo suficiente    b) se vende muy barata la cosecha    c) no hay quien la trabaje  
d) no hay agua para el riego    e) realizan otra actividad

f) otras \_\_\_\_\_.

71. ¿Tienes ganado y de qué tipo?

a) chivas    c) cerdos    d) borregos    e) vacas    f) otros \_\_\_\_\_

72. Cuántas cabezas tienes de cada uno?

a) chivas    c) cerdos    d) borregos    e) vacas    f) otros \_\_\_\_\_

73. ¿Por qué tienes ese tipo de animales y no otros?

a) son más baratos    b) se venden mejor    c) el alimento se encuentra aquí    d) es menos delicado  
e) otros \_\_\_\_\_.

74. ¿Desde cuándo tienes ese ganado?

---

75. ¿Cuándo tenía más personas la Amapola tenían ganado?: a) sí    b) no

76. ¿Cuéntame cómo ha cambiado con el tiempo el número de animales que has tenido y a qué se debe?

---

---

---

77. ¿Cuántas veces al día se alimentan ese ganado?

- a) una            b) dos            c) más de dos

78. ¿Les dan de comer en el corral o salen a pastar?

- a) en el corral            b) pastoreo

79. ¿El recorrido del pastoreo siempre es el mismo o cambia?

- a) el mismo sitio    c) algunas veces similar y otras no    d) nunca el mismo sitio

80. ¿Por qué cambia el recorrido del pastoreo?

---

81. ¿Dejas alguna zona para que el pasto vuelva a salir en el campo, y por que?

---

82. ¿Cuánto tiempo dura el recorrido de pastoreo?

---

83. ¿Cuánto come un animal en ese tiempo? (Aproximadamente)

---

84. ¿De donde tomas el agua que usas para tu ganado y cuanta agua usas?

- a) presas \_\_\_\_\_ b) comprada \_\_\_\_\_ c) del pozo \_\_\_\_\_ d) otra \_\_\_\_\_

85. ¿Sí el agua de las presas que usas para tu ganado se acaba a donde lo llevas?

---

86. ¿Cada familia lleva a sus animales o existe una pastor que lleve a muchas?

- a) sí            b) no

87. ¿Qué miembros de la familia son los encargados de llevar al ganado a pastar?

- a) los hijos            b) la esposa            c) el esposo            d) abuelo            e) abuela

f) otros \_\_\_\_\_

88. Hay épocas en las que hay más alimento en el campo para los animales? ¿Cuáles?

- a) sí            b)no    Cuáles:\_\_\_\_\_

89. ¿Cuándo no hay forraje en el campo, compras la comida?: a) sí    b) no

90. ¿¿Reciben apoyos del gobierno para tener ganado y cuanto?

---

91. ¿Estos apoyos tienen preferencia por algún tipo de animales? ¿Cuáles?

- a) chivas            b) cerdos            c) borregos            d) vacas            e) otros\_\_\_\_\_

92. ¿Cuándo compras más animales?

- a) hay más alimento    b) hay más agua    c) tienen mas apoyo de gobierno  
d) otros \_\_\_\_\_

93. ¿Qué haces con el estiércol del ganado?

---

---

94. ¿Para qué usa los animales?

95. a) consumo propio    b) vender en caso de necesidad    c) vender cuando llegan adultos  
d) otros \_\_\_\_\_

96. ¿Qué productos del bosque utilizas?

- a) semillas    b) leña    c) madera    d) otros \_\_\_\_\_.

97. ¿En que épocas extraen estos productos?

---

---

98. ¿Todos los años extraen los mismos productos?

---

---

99. ¿Los productos son para consumo propio o para su venta?

- a) consumo propio, cuáles \_\_\_\_\_.  
b) venta, cuáles \_\_\_\_\_.

100. ¿Los productos que venden, son bien pagados? ¿Dónde los venden?

- a) sí    b) no    Dónde los venden \_\_\_\_\_

101. ¿Qué miembros de la familia son los encargados de esta tarea?

- a) los hijos    b) la esposa    c) el esposo    d) abuelo    e) abuela

102. ¿Estos productos son aprovechados sólo por miembros de la comunidad o también de otros lugares?

- a) sólo por los de la comunidad    b) vienen de otros sitios    c) no sabe

103. ¿De qué parte tomas estos productos?

- a) existen zonas    b) en donde sea    c) no sabe

104. ¿Algún programa de gobierno los apoya para extraer estos productos del bosque?

- a) sí    b) no    De que tipo: \_\_\_\_\_

**Tema: Economía.**

105. ¿En cuánto vendes un animal maduro de tu ganado (chivo, vaca, etc.)?

106. a) chivo \_\_\_\_\_ b) vaca    c) otros \_\_\_\_\_

107. ¿En caso de emergencia como obtienes dinero?

---

---

108. ¿En cuánto vendes la tonelada de tu cultivo?

Usos	si	Cuanto	Cuando lo vende	Quién te lo compra
a) maíz				
b) frijol				
c) avena				
d) calabaza				
e) otro _____				
f) otro _____				

109. ¿Por le vendes a esa persona, y si has pensado venderlo a otra persona y por qué? \_\_\_\_\_

110. ¿Qué otros trabajos haces en el año y cuanto te pagan?

111. ¿Qué otro apoyo a parte del cultivo y ganado te da el gobierno, para que y cuanto?

	Programa de apoyo	Cada cuándo	Cuánto	En dónde lo dan
a) salud				
b) educación				
c) construcción				
d) vejes				
e) otros				

112. ¿has vendido alguna tierra o propiedad? y por qué y cuando?

	Cuándo	A quien	Porqué
a) parcelas			
b) otro _____			

113. ¿Cuánto gastas en transporte para salir de la amapola, y cada cuando? (gas)

114. ¿Te manda dinero algún familiar que no viva en La Amapola, y cuándo, cuánto?

115. ¿Qué compran la familia a la semana, y al mes?

A la semana: \_\_\_\_\_.

Al mes: \_\_\_\_\_.

116. ¿Donde lo compran?

a) en otra comunidad    b) en la ciudad de San Luís Potosí    c) otro \_\_\_\_\_ .

117.        ¿Ahorras dinero?

	Si	Cuándo	Por qué
a) ganado			
b) emergencia			
c) otro _____			

118.        ¿Cuéntame cómo ha cambiado con el tiempo tu trabajo y a qué se debe?

---



---

119.        ¿Ahora ganas más o menos que antes, y a qué se debe?

a) más, porque hay más trabajo    b) más, porque pagan mejor    c) más porque me mandan dinero  
 c) menos porque hay menos trabajo    d) menos, porque pagan mal    e) igual pero no alcanza  
 f) otras \_\_\_\_\_ .

120.        ¿Cuéntame como era el trabajo en la minera o que has escuchado?

121.        ¿Para qué cosa te gustaría que el gobierno te diera dinero, y por qué?

---

**Tema : Salud, Migración, organización social .**

122.        ¿Recuerdas cuánta gente ha vivido como máximo en la Amapola y cuando fue?

De donde venían (Ej. tus papás)	Por que vinieron	A donde se fueron	Por que se fueron

123.        ¿Alguna vez tuvieron problemas con el agua cuando vivían mucha gente?

	Si	Por qué
a) escasez		
b) enfermedades		
d) otros _____		

124.        . ¿Cuántos se han ido de tu familia, fuera de la Amapola?

	Cuántos	A dónde	Por qué	Regresaron y por qué

a) hermanos				
b) padres				
c) otros _____				

125. ¿De qué manera les ayudan esos familiares que viven fuera, a tu familia en la Amapola?

a) mandan dinero (cuanto) b) otros \_\_\_\_\_.

126. ¿Dónde viven y por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

127. ¿De qué se enferman en tu casa?

	Quién	Cuándo	Cómo la tratas (alguna hierba)
a) gripa			
b) del estomago			
c) dolor de cabeza			
d) alergias			
e) otro _____			

128. ¿Cuéntame cómo han cambiado con el paso del tiempo las enfermedades aquí en la Amapola y a qué se debe?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

129. ¿Quién toma las decisiones en tu comunidad?

	si	Dónde	Cada cuando	Para qué
a) patronato				
b) asambleas				
c) el comisario				
d) otro _____				

130. Participas en algún comité o asamblea, y de que manera?: (puesto o función)

a) asamblea b) escuela d) apoyos \_\_\_\_\_ e) otro \_\_\_\_\_

puesto y función \_\_\_\_\_

131. ¿Crees que tus hijos van a tener una buena vida en la Amapola y por qué?

a) sí b) no : por qué \_\_\_\_\_

132. ¿Sí dejaras de tener ganado, que otra cosa harías para ganar dinero?

133. ¿crees que está en buen estado- la Amapola y por qué?: a) sí b) no

134. Dame un ejemplo de lo que comes durante un día normal en tu casa.

Desayuno: \_\_\_\_\_

Comida: \_\_\_\_\_

Cena: \_\_\_\_\_

135. De dónde consigues cada alimento, lo produces o es comprado y donde) ?

136. ¿Cuáles son las fiestas que celebran aquí en la Amapola y cuando?

137. ¿Por qué se llama este pueblo la Amapola? (¿es por una planta y cual es?)

138. ¿Cuándo viene el doctor el cura y el maestro aquí a la Amapola?

	Cuándo
a) doctor	
b) cura	
c) maestro	

139. ¿Qué te gustaría que los jóvenes siguieran haciendo en la Amapola?

140. ¿tu piensas que aquí se puede hacer turismo y por que? a) si b) no

141. ¿Qué hacían allá en Aldana?

a) minería b) agricultura c) ganadería d) madera

e) carbón y leña f) otros \_\_\_\_\_.

### TOMAR FOTOS DE LA COCINA

## Entrevista 2

Fecha \_\_\_\_\_

### Datos Generales

Sexo: a) Masculino      b) Femenino

nombre: \_\_\_\_\_

edad : \_\_\_\_\_

1.-¿Quién construye las Presas?

---

---

2.-¿Cuándo se construyeron y cuáles?

---

---

3.-¿Quién las pidió ?

---

---

4.-¿Fue una idea que se hizo con toda la comunidad o de forma individual ?

---

---

5.- ¿Quienes son los que toman las decisiones en la comunidad?

---

---



**Entrevista a menores de 18 años.**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ ED

AD: \_\_\_\_\_ GRADO DE ESTUDIOS: \_\_\_\_\_

1.- ¿Menciona qué comes en tu casa durante una semana?

DESAYUNO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

COMIDA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CENA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2.- ¿Menciona que haces en las tardes o cuando no estas en la escuela?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3.- ¿Qué opinas de los “arroyitos o zanjas”, y por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.- ¿Cuántas Veces al día tomo coca-cola u otro refresco?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5.- ¿Cuántas Días a la semana tomo coca-cola u otro refresco?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6.- ¿Por qué te gusta tomar refresco?

---

---

7.-¿Qué hago con la basura del refresco?

---

---

8.- ¿Cuántas veces al día tomo leche y que tipo de leche (en polvo, fresca de vaca, cabra, de bote que marca) ?

---

9.- ¿Cuántas Días a la Semana tomo leche?

---

10.- ¿Que tortillas me gustan más las hechas por mi Mamá o las que compra?

---

11.- ¿Por que te gustan más esas tortillas?

---

---

---

12.-¿Tienes algún problema de dolor de dientes, caries o dolor de huesos?

---

13.-¿Por que crees que tienes ese dolor de dientes o de huesos?

---

---

---

Tabla 1. Descripción de las variables estudiadas.

Variables	Tipo	Indicador	Medida	Escala	Instrumento	Estadísticos			
						Descriptivos	Numero de observaciones	Asociación	Inferenciales
Socio-economicas	Lenta	Salud	IMC	Intervalo en kg m <sup>2</sup>	Medición en Campo	promedio	40 habitantes		
		Educación	Escolaridad	Ordinal en grado	Entrevista	promedio	40 habitantes		
	Rápida	Migración	emigrantes	Intervalo en personas	Bibliográfica, entrevistas	frecuencia			
		Consenso cultural	Razón de variabilidad	Nominal, Intervalo	Entrevista	Frecuencia, porcentaje, varianza	40 habitantes	Correlación Driver G,	Análisis factorial, análisis de cluster, escalamiento multidimensional
		Subsidios	programas	Nominal en tipos de programas	Entrevista	Frecuencia	13 familias		
		Tamaño De ganado	Numero de cabezas	Intervalo en cabezas	Bibliográfica, entrevista	Frecuencia	43 borregos		
Biofísicas	Lenta	Manejo de ganado	Diferencia de peso	peso kg	Medición en campo	Promedio, normalidad, desviación estándar	2 hatos		Prueba de T
		Cobertura vegetal	Tipo de vegetación, e interes	Nominal, especie y genero	Medición en campo	Frecuencia, promedios, rangos, normalidad, varianza	20 transectos		ANOVA

		pacios	intervalo en frecuencia y metros				
Infiltración	Tasa	Intervalo en mm/hr	Medición en campo	Promedios, normalidad, varianza	100 muestras		ANOVA
Estructura del suelo	Densidad aparente	Intervalo en $gr/cm^3$	Medición en campo, laboratorio	Promedios, normalidad, varianza	100 muestras		ANOVA
acuifero	Recarga	Intervalo en litros/año	Fotografía aérea, medición en campo	Porcentaje del tipo uso de suelo por la tasa de infiltración			

Tabla 2. Análisis de varianza para la profundidad del suelo (cm) en cuatro escenarios de uso de suelo.

Fuentes de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	3	8921.60	22.96	0.0001
Error	196	388.57		
Total	199	102924.995		

Tabla 3. Análisis de varianza para contenido de materia orgánica (g cm<sup>3</sup>) en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades.

Fuentes de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	3	75.59	10.81	0.0218
Profundidad (uso)	4	6.90	7.40	0.0001
Error	82	0.94	0.94	
Total	89	332.23		

Tabla 4. Análisis de varianza para densidad aparente del suelo (g cm<sup>3</sup>) en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades

Fuentes de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	3	0.64	8.55	0.03
Profundidad (uso)	4	0.07	1.98	0.1056
Error	82	0.03		
Total	89	5.382		

Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de estabilidad del suelo en cuatro escenarios de uso de suelo y dos profundidades

Fuente de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	3	26.68	1481.4	0.0001
Profundidad (uso)	3	26.68	18.22	0.0085
Error	32	0.01		
Total	39	86.477		

Tabla 6. Análisis de varianza para porcentaje de interespacios basales en cuatro escenarios de uso de suelo, dos estaciones del año y cuatro categorías de interespacios.

Fuente de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	1	1910.03	61.79	0.0001
Estación	1	97.02	3.14	0.0812
Uso de suelo * Estación	1	51.68	1.67	0.2007
Interspacios	3	2958.46	95.71	0.0001
Uso de suelo * Interspacios	3	92.09	2.98	0.0379
Estación * Interspacios	3	47.50	1.54	0.2135
Uso de suelo * Estación * Interspacios	3	41.31	1.34	0.2703
Error	64	30.91		
Total	79	13455.226		

Tabla 7. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura basal en dos tipos de uso de suelo para seis clases de cubierta del suelo.

Fuentes de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	1	169.28	4.71	0.0355
Tipo de cubierta	5	712.309	19.81	0.0001
Uso de suelo * tipo de cubierta	4	3056.68	84.99	0.0001
Error	44	35.96		
Total	54	17522.181		

Tabla 8. Análisis de varianza en arreglo de medidas repetidas de los efectos fijos del escurrimiento superficial en cuatro usos de suelo.

Fuentes de variación	gl	F	P
Uso	3	339.14	0.0001
Fecha	11	244.49	0.0001
Uso* fecha	31	19.81	0.0001

Tabla 9. Análisis de varianza de los efectos fijos en arreglo de medidas repetidas del escurrimiento foliar en dos tipos de dosel.

Fuente de variación	gl	F	P
dosel	1	45.97	0.0001
Fecha	28	119.32	0.0001
dosel* fecha	28	2.59	0.0001

Tabla 10. Análisis de varianza de los efectos fijos en arreglo de medidas repetidas del escurrimiento fustal en interacción con la fecha de muestreo.

Fuente de variación	gl	F	P
fuste	1	433.36	0.0001
Fecha	25	842.12	0.0001
Fuste* fecha	25	35.18	0.0001

Tabla 11 Análisis de varianza de la tasa de infiltración para cinco usos de suelo.

Fuentes de variación	gl	Cuadrado medio	F	P
Uso de suelo	4	1529077.12	4143.8	0.0001
Error	120	368.99		
Total	124	6160587.944		





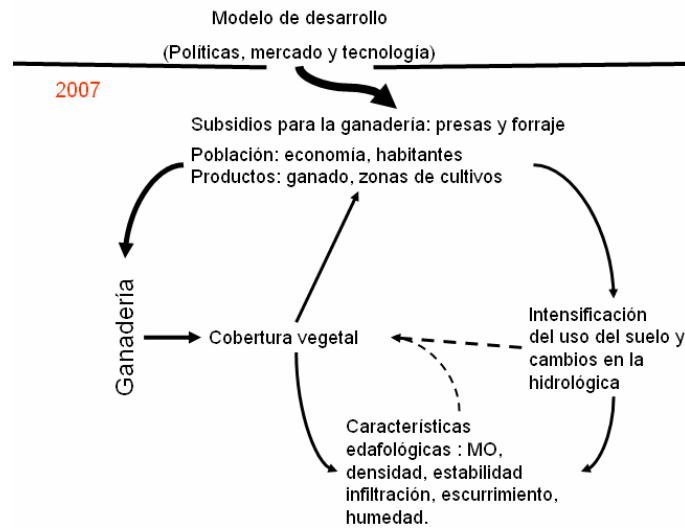


Figura 3. Modelo conceptual del sistema Humano-Ambiental de la comunidad de La Amapola del 2007. Las flechas indican el sentido del flujo, las flechas intermitentes indican retroalimentación, la línea negra superior separa al subsistema de la comunidad La Amapola con el sistema global. Las siglas MO significan materia orgánica.

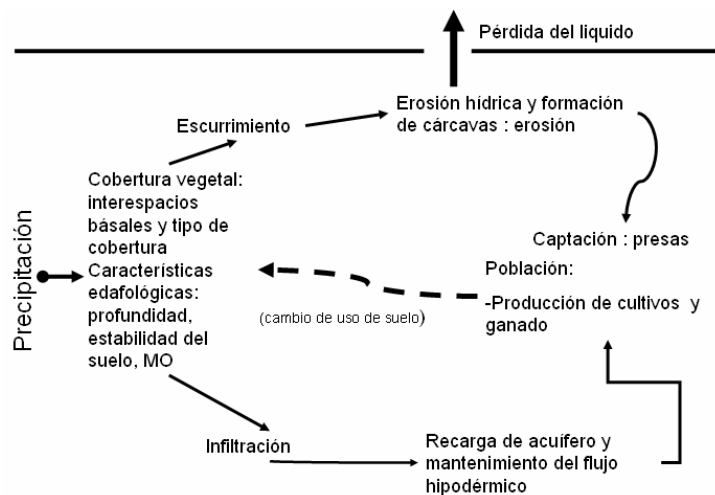


Figura 4. Modelo conceptual del sistema hidrológico Humano-Ambiental de la comunidad de La Amapola del 2007. La variable precipitación, es la variable detonadora del flujo del sistema. Las flechas indican el sentido del flujo, las flechas intermitentes indican retroalimentación, la línea negra superior separa al

subsistema de la comunidad La Amapola con el sistema externo. Las siglas MO significan materia orgánica.

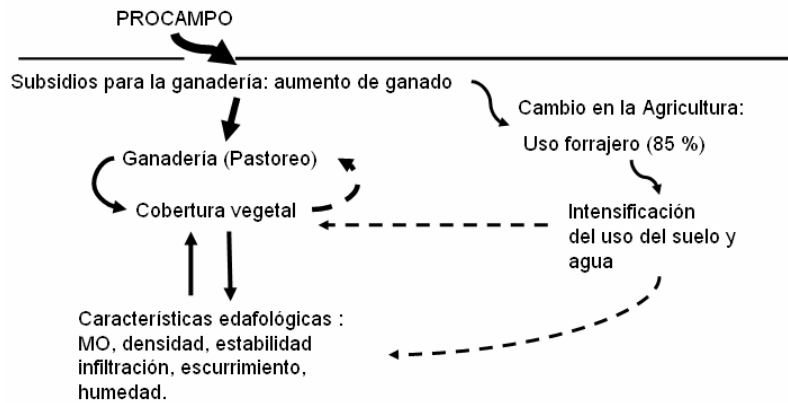


Figura 5. Modelo conceptual de la influencia nacional sobre el sistema local Humano-Ambiental de la comunidad de La Amapola del 2007. Las flechas indican el sentido del flujo, las flechas intermitentes indican retroalimentación, la línea negra superior separa al subsistema de la comunidad La Amapola con el sistema nacional. Las siglas MO significan materia orgánica.

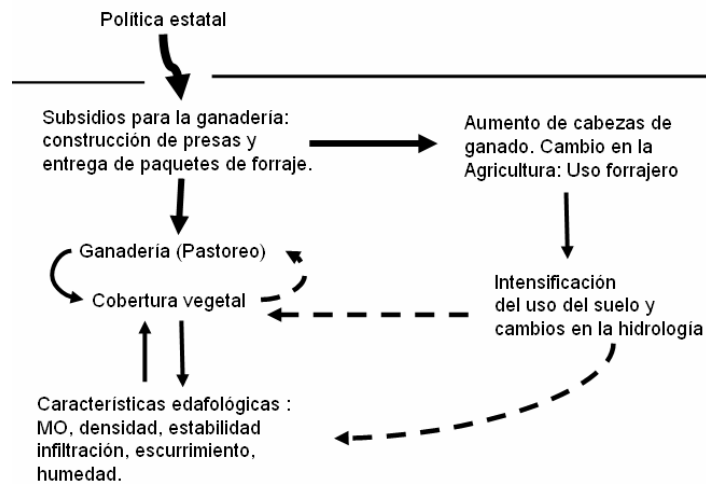


Figura 6. Modelo conceptual de la influencia estatal sobre el sistema local Humano-Ambiental de la comunidad de La Amapola del 2007. Las flechas indican el sentido del flujo, las flechas intermitentes indican retroalimentación, la línea negra superior separa al subsistema de la comunidad La Amapola con el sistema estatal. Las siglas MO significan materia orgánica.

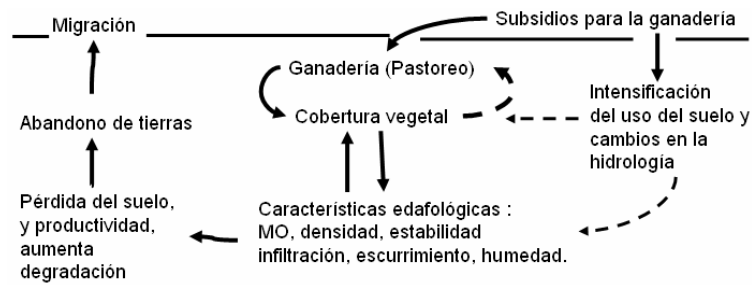


Figura 7. Modelo conceptual de la influencia local sobre el sistema global Humano-Ambiental de la comunidad de La Amapola del 2007. Las flechas indican el sentido del flujo, las flechas intermitentes indican retroalimentación, la línea negra superior separa al subsistema de la comunidad La Amapola con el sistema global. Las siglas MO significan materia orgánica.