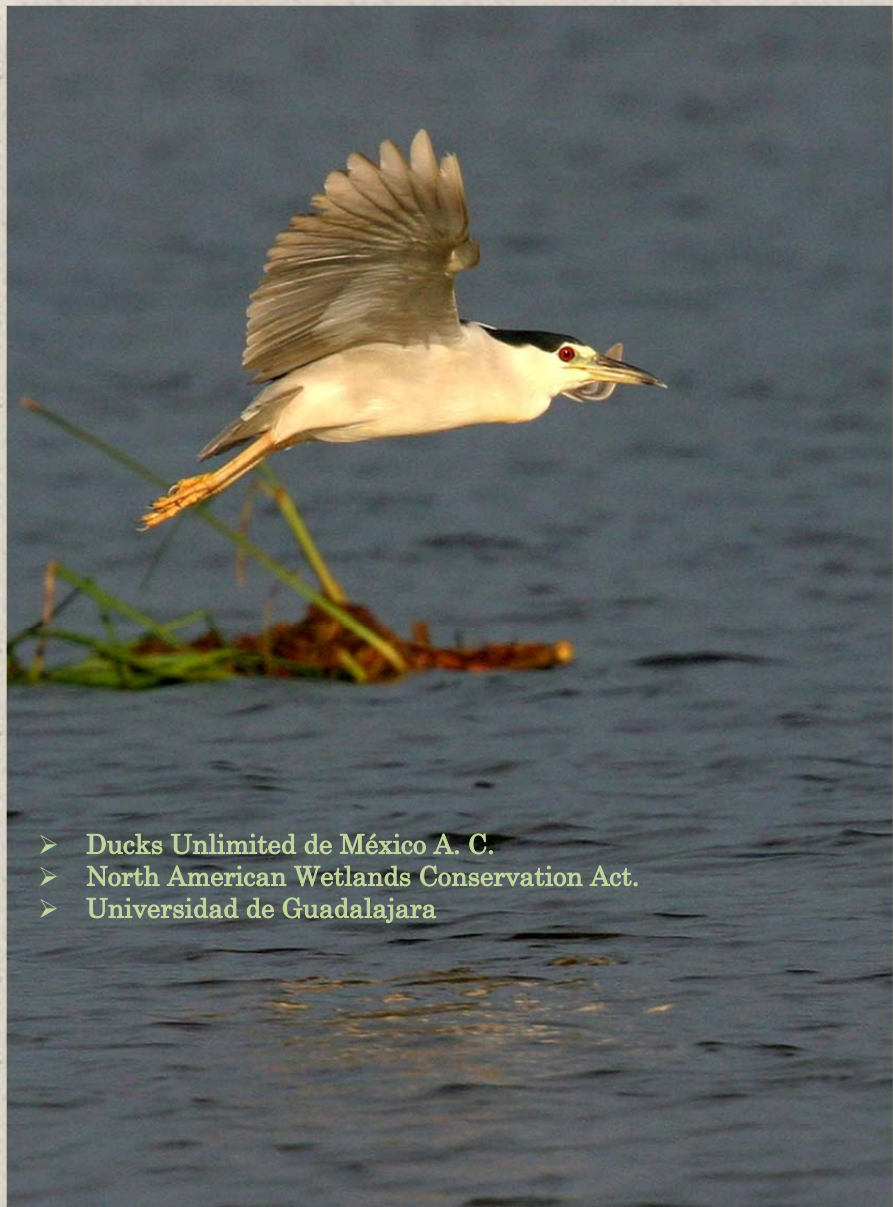


Abril  
2009

## Propuesta de Programa de Manejo para la Cuenca de la Laguna de Sayula, Jalisco, México

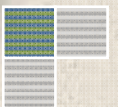
Documento realizado con la participación de:

DUMAC – NAWCA – U. de G.



- Ducks Unlimited de México A. C.
- North American Wetlands Conservation Act.
- Universidad de Guadalajara

Foto: El Informador



## Presentación

**Propuesta de Programa de Manejo para la Laguna de Sayula**, es un documento que pretende integrar información específica y necesaria para conducir el manejo y aprovechamiento racional de los recursos de esta cuenca así mismo sirviendo como base para la implementación de programas y proyectos de conservación e investigación.

En base a los valores biológicos de la cuenca de la laguna de Sayula, considerada como sitio prioritaria a nivel nacional y con un importante nivel de uso por especies migratorias,

El Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales conformó el Laboratorio Natural Laguna de Sayula para la atención permanente, de este cuerpo de agua, cuya condición depende en gran medida de las formas de manejo de su cuenca. Las actividades de este Laboratorio en la zona de referencia, han sido multivariadas y constantes; dentro de estas, destaca el haber contribuido con el soporte técnico necesario a las gestiones, para obtener la denominación sitio Ramsar, siendo este el primero del Estado de Jalisco, mismo que fue logrado el dos de febrero de 2004.

Esta propuesta no solamente tiene como objetivo el rescatar y proteger el equilibrio natural y productivo de la cuenca, sino que también pretende definir un modelo tipo, que sea capaz de ser aplicado en unidades similares.

## Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la participación de la Universidad de Guadalajara, Ducks Unlimited y North American Wetland Conservation Act, a quienes expresamos los agradecimientos.





# Propuesta de Programa de Manejo para la Laguna de Sayula

Diciembre de 2008

Ducks Unlimited de Mexico A. C.  
Universidad de Guadalajara.  
North American Wetlan Conservation Act

## Objetivo General

Contar con un documento rector de uso público, que funja como directriz para aplicar acciones de manejo y propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos ambientales, componentes de la cuenca de Sayula, así como ser, el punto de orientación para el manejo y protección de sus ecosistemas; principalmente de aquellos, cuya condición actual esté considerada de alta fragilidad ambiental o con prioridad de atención.

## Objetivos Particulares

Marcar las directrices para llevar a cabo las actividades antrópicas de todo el sistema lacustre y las cordilleras montañosas que lo mantienen, con el objeto de dañar lo menos posible la laguna y toda su diversidad biológica, paisajística y ambiental.

Determinar las acciones de restauración y protección que se requieren para que este humedal siga manteniendo su potencial productivo y las funciones propias del ecosistema.

## Introducción

La cuenca de la Laguna de Sayula, se distingue tanto porque representa un área de estadia migratoria y para la invernación de aves, siendo una de las más importantes del Estado de Jalisco. Esta zona también contiene un profundo potencial socioeconómico que es la fuente de generación de bienes que han contribuido al crecimiento regional y Estatal; es el lugar de donde se ha irrigado histórica y radialmente, semillas culturales que han germinado sin limitantes en cualquier lugar que se han ubicado. Sus variados ecosistemas, por biodiversos y productivos, fueron en un tiempo la plataforma de su desarrollo, sin embargo en las últimas décadas, sus condiciones naturales, sociales y productivas, demuestran que no es mucho el tiempo que podrán soportar la presión extractiva y de aprovechamiento, que en clara sinergia, aumenta día con día, desviando su antigua estabilidad a un presente lleno de riesgos.

Los cambios en el uso del suelo han transformado áreas de selvas, bosques y por supuesto a los humedales, estos últimos han sido convertidos en zonas agrícolas, desarrollos acuícolas, urbanos e industriales y se han desviado los cauces de los ríos, con el fin de extraer el máximo posible de agua. En otras ocasiones, los humedales se han utilizado como cuerpos receptores de aguas residuales contaminadas, lo cual también reduce su potencial de aprovechamiento y disminuye la cantidad y la calidad de funciones ecológicas y servicios que pueden proporcionar, modificando los niveles de agua del subsuelo y los patrones hidrológicos (Rzedowski, 1983).

El conocimiento de las funciones de los humedales está considerado como un prerrequisito, para llevar a cabo actividades de Conservación y Manejo, lo mismo que el conocimiento económico de estos ambientes es primordial para llevar a cabo prácticas de manejo sustentable de los recursos naturales.

Es por esto que los programas de conservación y manejo son un instrumento que marca las directrices para el mejor uso de los recursos naturales en áreas silvestres de México. Estos deben desarrollarse en un marco de ordenamiento territorial, además, deben estar sustentados a partir de las leyes vigentes, proyectos sectoriales, municipales y con un sólido conocimiento técnico y de un adecuado consenso social, del que dependerán de las condiciones particulares de cada área. Por otra parte, el programa de manejo debe basarse en capacidades técnico-científicas, gerenciales y políticas conjugadas de manera interdisciplinaria.

Bajo este panorama los humedales en nuestro país han despertado el interés de la conservación en la comunidad internacional por lo cual algunos de ellos cuentan con una declaratoria bajo la denominación de sitio Ramsar. Declaratoria que establece según las directrices de la Convención Ramsar como áreas importantes para ser conservada en función de guardar una alta riqueza de especie acuáticas.

La laguna de Sayula es un ecosistema acuático estacional de agua dulce con características únicas que sustentan una diversidad de especies residentes y migratorias de fauna silvestre. Además de que en años recientes fue declarado como sitio RAMSAR, según DUMAC esta área se considera como uno de los humedales prioritarios a lo largo del Altiplano Central, para la distribución de especies de aves acuáticas migratorias y residentes. La laguna también es

considerada por CONABIO como región hidrológica prioritaria para la conservación de la biodiversidad y es también parte de los planes nacionales para la conservación de las aves acuáticas y playeras.

Si bien es cierto que Jalisco ha adquirido un compromiso importante hacia sus humedales, la problemática en ellos todavía no ha sido resuelta y todo indica que no será en corto tiempo.

Esta complejidad estriba en que en ella confluyen territorios de 13 municipios con problemáticas y necesidades distintas desde el punto de vista de los recursos naturales con que cuentan. Sin embargo, se hace necesario tomar medidas inmediatas para que los problemas ambientales, ecológicos, económicos y sociales se agraven dentro de estas municipalidades.

## Indice

<b>Caracterización.</b>	<b>8</b>
<b>1. Información General.</b>	<b>9</b>
1.1 Localización.	9
1.2 Superficie.	10
1.3 Regiones prioritarias.	11
<b>2. Caracterización Ambiental.</b>	<b>12</b>
2.1 Características Físicas.	12
2.1.1 Fisiografía y Topografía.	12
2.1.2 Geología.	13
2.1.3 Edafología.	14
2.1.4 Clima.	17
2.1.5 Hidrología.	19
2.2 Medio Biótico.	22
2.2.1 Flora y Vegetación.	22
2.2.2 Fauna.	28
<b>3. Caracterización Socioeconómica.</b>	<b>30</b>
3.1. Actividades Económicas.	30
3.1.1 Agricultura.	30
3.1.2 Aprovechamiento Forestal.	33
3.1.3 Ganadería.	34
3.2. Marco social.	35
3.2.1 Población y localidades.	35
3.2.2 Niveles socioeconómicos.	35

**Diagnóstico:** \_\_\_\_\_ **37**

**4. Diagnostico Ambiental.** .....**38**

4.1 Introducción. 38

4.2. Percepción del Medio Social. 40

4.3. Indicadores de Presión Ambiental. 41

4.4. Unidades de paisaje. 44

4.4.1. Usos de Suelo. 44

4.4.2. Unidades de Manejo. 45

4.4.3. Potencial, limitantes y requerimientos de las unidades de manejo. 49

4.5. Presentación esquemática de la problemática ambiental de la cuenca. 56

4.6. Evaluación de los Cambios de Uso del Suelo. 66

4. 6. 2. Pérdidas y ganancias en los cambios de uso del suelo. 70

4.7. Erosión actual. 74

4. 7. 1. Riesgo de erosión. 75

**Programas:** \_\_\_\_\_ **77**

**5. Programas**.....**78**

5.1 Investigación y monitoreo. 78

5. 1. 1. Investigación para la concienciación ambiental. 79

5. 1. 2. Identificación de objetos y estrategias de conservación. 80

5. 1. 3. Identificación y monitoreo de fuentes de contaminación. 81

5.2. Protección y restauración. 82

5. 2. 1. Conservación de suelos y agua. 83

5. 2. 2. Reforestación. 85

5. 2. 3. Vida silvestre y hábitat. 86

5.3. Gestión, capacitación y difusión. 88

5. 3. 1	Gestión para la conservación de la vida silvestre y el hábitat.	89
5. 3. 2	Gestión y capacitación para el aprovechamiento racional.	90
5. 3. 3	Área de Protección Hidrológica a la Cuenca de Sayula.	91
5. 3. 4	Gestión para la administración pública ambiental.	92
5. 3. 5	Formación ambiental para una vida sustentable.	93
5. 3. 6	Capacitación ambiental para el sector público y político.	95
5. 3. 7	Manejo Integral de los Residuos Sólidos.	96
<b>Anexos.</b>	_____	<b>97</b>
<b>Bibliografía consultada.</b>	_____	<b>109</b>



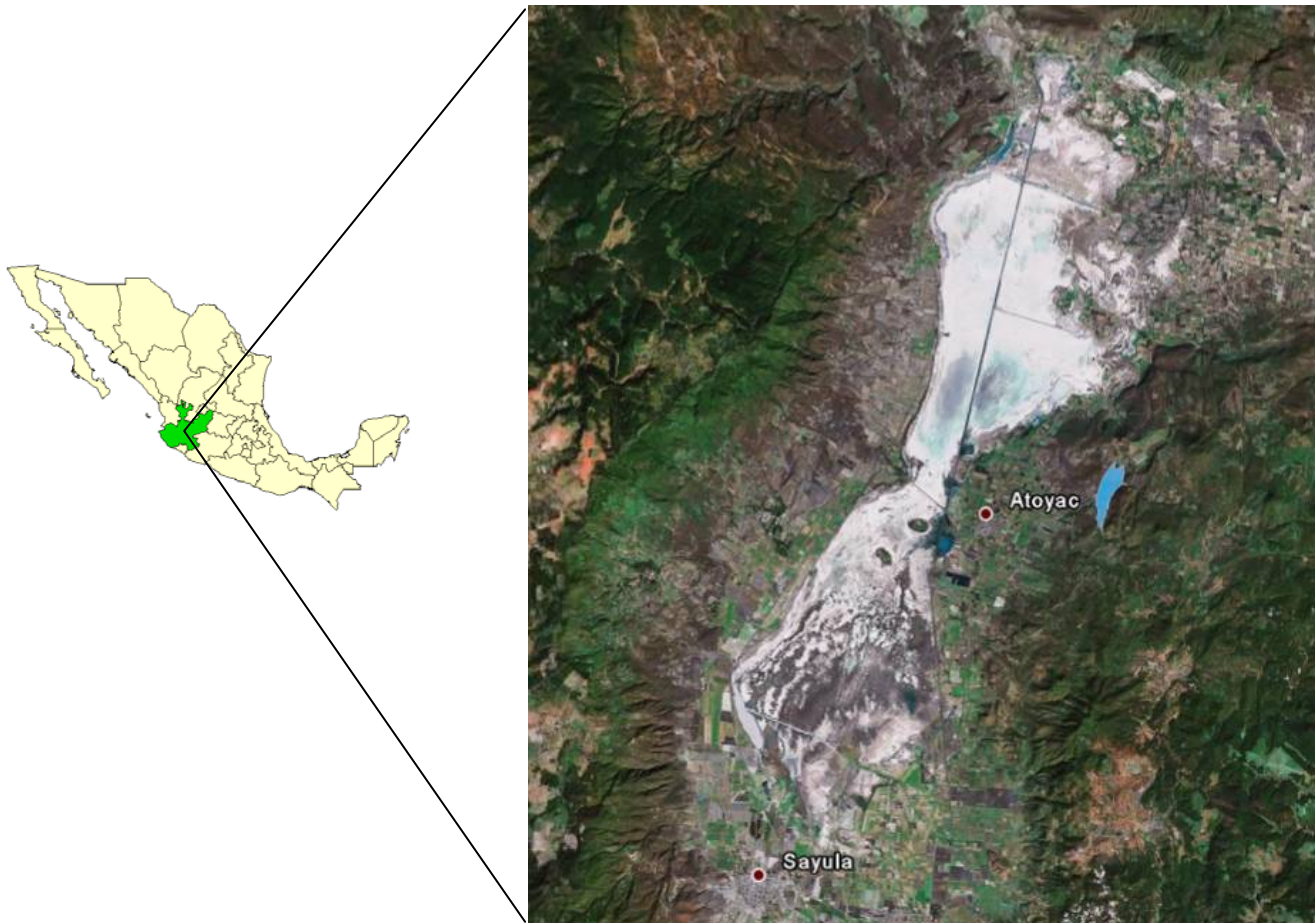


# Caracterización:

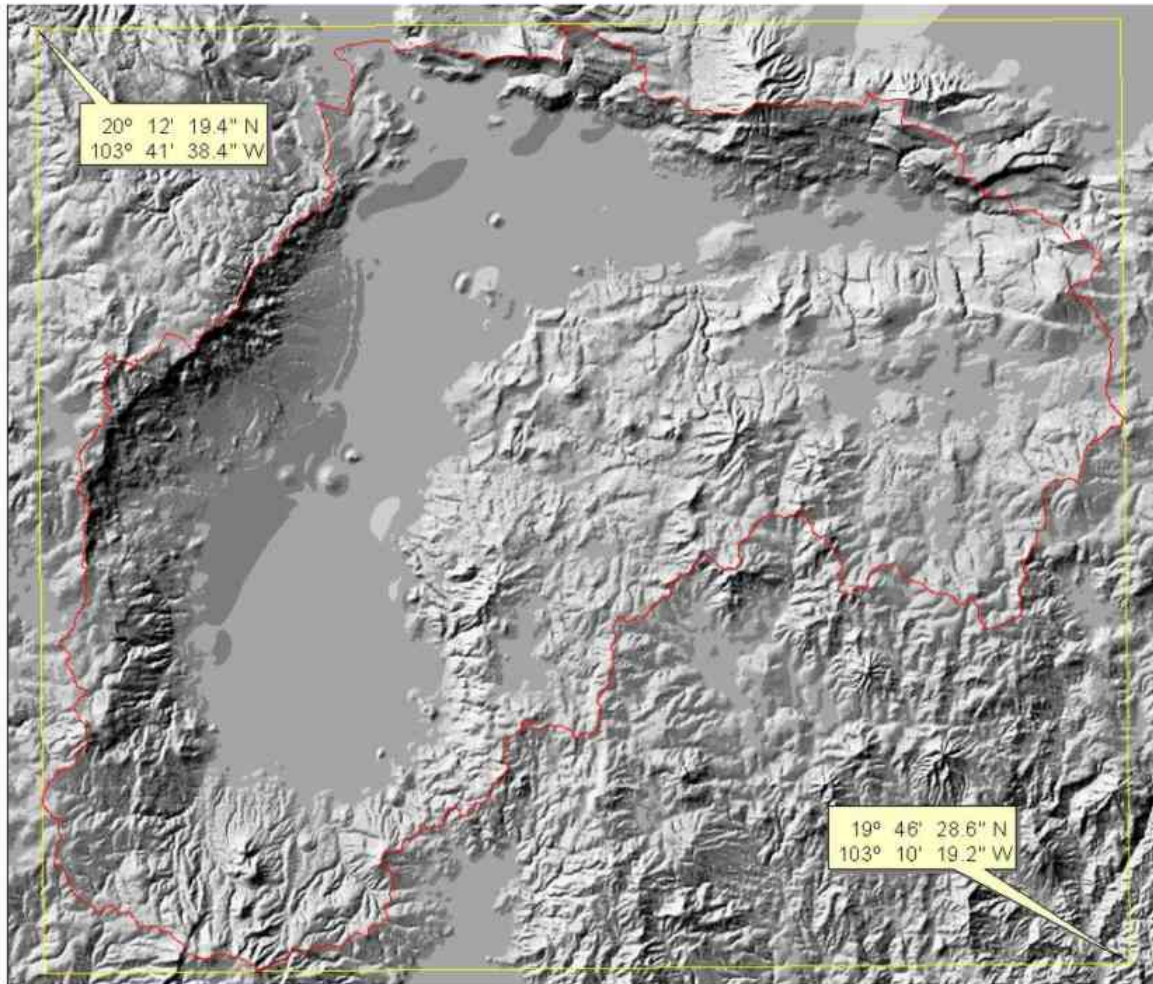
# 1. Información General.

## 1.1 Localización.

La cuenca de Sayula está situada en la porción centro-sur del Estado de Jalisco, a una distancia aproximada de 60 km de la ciudad de Guadalajara, entre las coordenadas  $19^{\circ} 46' 28.6''$  N,  $103^{\circ} 10' 19.2''$  W y  $20^{\circ} 12' 19.4''$  N,  $103^{\circ} 41' 38.4''$  W (Figura1). La delimitación se estableció con base en la hidrología superficial, a partir de las cabeceras de las corrientes que drenan hacia el vaso de la Laguna.



Mapa de Localización



Delimitación de la cueca de la Laguna de Sayula

## 1.2 Superficie.

La superficie total propuesta es de 147,951 hectáreas, con un rango altitudinal de 1540 m, desde los 1340 hasta 2880 msnm. El área abarca parte de los municipios de: Amacueca, Atoyac, Concepción de Buenos Aires, Sayula, Techaluta de Montenegro, Teocuitatlán de Corona, Zacoalco de Torres, San Gabriel, Tuxcueca, Tapalpa, Jocotepec y Gómez Farías.

### Superficie por municipio en la Cuenca de Sayula

MUNICIPIO	Superficie en la Cuenca	
	Hectáreas	Porcentaje
Atoyac	44269.44	29.92
Teocuitatlán de Corona	31524.93	21.31
Sayula	20215.53	13.66
Concepción de Buenos Aires	15255.91	10.31
Amacueca	12486.74	8.44
Zacoalco de Torres	7569.93	5.12
Techaluta de Montenegro	5236.52	3.54
Gómez Farías	4680.77	3.16
Tapalpa	3225.61	2.18
Tuxcueca	2799.35	1.89
San Gabriel	438.97	0.30
Jocotepec	247.80	0.17
TOTAL	147951.49	100.00

### 1.3 Regiones prioritarias

La cuenca de Sayula está ubicada en la Región Hidrológica Prioritaria 58 (Chapala - Cajititlán – Sayula) que, en la zona objeto del presente estudio, comprende las lagunas de Villa Corona (Atotonilco), San Marcos, Zacoalco y Sayula. La Laguna es considerada como AICA; está incluida dentro de las regiones del Plan Norteamericano para la Conservación de las Aves Acuáticas, así como del Plan Mexicano para la Conservación y Manejo de las Aves Acuáticas; es un sitio Ramsar y también está considerada como una cuenca hidrológica prioritaria para la conservación de la biodiversidad, de acuerdo a la CONABIO.

## 2. Caracterización Ambiental.

### 2.1 Características Físicas.

#### 2.1.1 Fisiografía y Topografía.

La zona de estudio se halla en la provincia Eje Neovolcánico (ENV), representada en Jalisco por nueve subprovincias, una de las cuales es Chapala. Es precisamente en esta subprovincia donde se encuentra ubicada la cuenca endorreica de la Laguna de Sayula, conformada por seis sistemas principales de topoformas:

Vaso lacustre salino. Son valles intramontanos inundables, que comprenden la superficie del cuerpo de agua temporal, sí como áreas planas al sureste y al norte de la laguna, al centro de la cual se encuentran dos colinas.

Llanura aluvial. Son valles planos inundables, formados por sedimento lacustre, que rodean casi todo el vaso. Los piedemontes son ligera o medianamente escarpados; presentan lomeríos y cerros medianamente escarpados.

Sierra volcánica de laderas tendidas con cañadas, en la parte oriental de la cuenca. Es una sierra medianamente escarpada, con piedemontes ligera o medianamente escarpados y un valle intramontano con manto freático elevado. En el mismo rumbo oriental, desde las cercanías de Atoyac hasta las partes más altas se extienden una zona de lomeríos medianamente escarpados, con cerros y cañadas escarpados.

Sierra con laderas escarpadas de falla, alrededor de la mayor parte de la llanura. Son sierras bajas, moderadas y fuertemente escarpadas, distribuidas en las alturas medias y altas de la cuenca, con paredones y terrazas en algunas áreas. También presentan lomeríos, valles intramontanos, cerros escarpados piedemontes medianamente escarpados.

Al oriente de la cuenca, especialmente en el municipio de Concepción de Buenos Aires, se encuentran otros dos sistemas: Valle de laderas tendidas con lomeríos, y Lomerío de toba con llanuras, representados con menor extensión.

La topografía presenta un relieve plano en el piso de valle, con pendiente dominante del 1.0 %; ligeramente ondulado en los piedemontes, con pendiente media del 10.0 % y muy ondulado a escarpado en las laderas del valle, con pendiente media del 30.0 %. En la porción más alta la pendiente alcanza hasta el 58%.

PENDIENTE (%)	SUPERFICIE	
	Hectáreas	%
0 - 5	53203.9	36.0
5 - 10	22052.1	14.9
10 - 20	31343.2	21.2
> 20	41352.6	28.0
Total	147951.8	100.0

### 2.1.2 Geología.

La laguna de Sayula, en cuyo fondo se han venido depositando más de 600 metros de sedimentos durante el último millón de años, tuvo su origen en una depresión formada a partir del hundimiento de la parte central del Graben Tepic-Zacoalco.

En particular, la laguna está dentro del semigraben Zacoalco, limitado al norte por la falla San Marcos, de 20 km de longitud y dirección 160°-170°. El Graben de Colima, ubicado al sur del área en estudio, se considera como un sistema constituido por una falla principal denominada Techaluta y otras menores que limitan la depresión en su margen oriental y que, progresivamente, se unen con el semigraben de Citala hacia el norte. La parte oriental del área en estudio tiene la influencia del Graben de Chapala, cuya porción occidental está formado por las fallas Bola Viejo II, Chapala y Citala, que buzcan hacia el sur formando un sistema de bloques basculados hacia el norte. Estructuralmente la zona se conoce como la “unión triple”, porque en esta región se unen el Graben de Tepic-Chapala, el de Colima y el de Chapala. La continuidad de esta estructura está evidenciada por las manifestaciones hidrotermales superficiales, que son un atractivo turístico, didáctico y económico.

La región de Sayula corresponde a la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, Cinturón Volcánico Transmexicano o Faja Volcánica Mexicana (FVM).

Las rocas de mayor antigüedad corresponden a secuencias Vulcano-sedimentarias y sedimentarias, constituidas por conglomerados formados por clastos de tobas y calizas, con

intercalaciones eventuales de ignimbritas andesíticas y riolíticas; sobre esas rocas descansa una unidad carbonatada constituida por calizas en estratos gruesos a masivos, cubiertos por una sucesión piroclástica de composición riolítica denominada Tobas Tapalpa, cuya edad aproximada es de 79 millones de años (Ma). Las unidades anteriores presentan materiales intrusivos del Eoceno (54 Ma).

El primer evento magmático que pertenece a la FVM es una unidad basáltica con edades de 13 a 8.7 Ma (Plioceno). Del mismo periodo, se tienen: la ignimbrita San Gaspar (4.8 Ma); la Formación Chapala con sedimentos lacustres e intercalaciones de ceniza y pómez; y una unidad de andesitas y basaltos con datación de 2.5 a 4.4 Ma. En el extremo SW de la zona en estudio se ubican una serie de pliegues que afectan a las rocas Vulcano-sedimentarias del Terreno Guerrero.

Se tienen también dos secuencias de tobas previas al vulcanismo de la FVM: una de composición riolítica con edad de 17 Ma (Mioceno), correlacionada con una secuencia de tobas y brechas andesíticas, así como con una secuencia de calizas lacustres y terrígenos intercalados con horizontes volcánicos.

Desde el punto de vista de geología económica, la zona es de interés por las zonas con alteración que se han cartografiado, así como por las minas existentes, sobre todo en la porción occidental del área en estudio. Desde el punto de vista ambiental, esto tiene un impacto significativo, por las obras y acciones asociadas a la actividad minera.

Las principales amenazas naturales que existen en la localidad son la actividad sísmica y las erupciones del volcán de Colima, que históricamente han afectado a los poblados de la zona. Otras amenazas son: la posibilidad de deslizamientos, la concentración de gases (metano y radón) en el agua subterránea por descomposición de la materia orgánica que es arrastrada hasta la parte baja de la Laguna de Sayula, y la formación de asentamientos diferenciales en la parte central del cuerpo de agua.

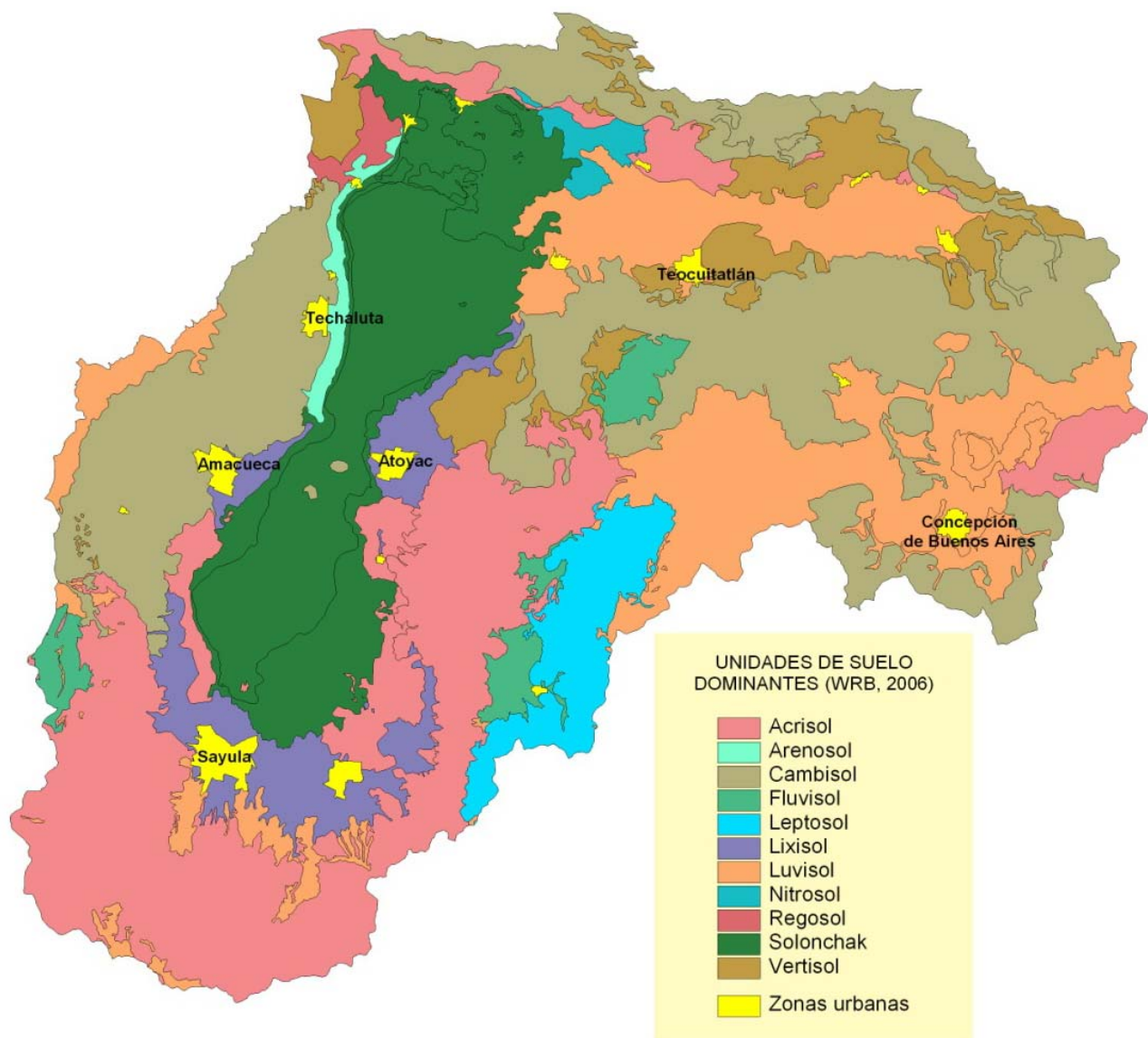
### 2.1.3 Edafología.

#### *Unidades de de Suelo.*

En la cuenca de Sayula se determinaron once unidades de suelo, cuya nomenclatura y el sistema de clasificación están tomados de la World Reference Base for Soil Resources 2006 (WRB). La cobertura de dichas unidades se muestra en el siguiente cuadro.

En laderas medianamente escarpadas y terrazas inclinadas, el basalto y la andesita han dado origen principalmente a vertisoles; en planicie, estos suelos sólo se observan en el valle de Teocuitatlán. Aunque la mayoría de los vertisoles de la cuenca son de poca profundidad, ésta se incrementa cuando la pendiente se reduce. La subunidad principal es hipocálcico debido a la presencia de carbonatos.

Los leptosoles no son muy frecuentes. Se aprecian sobre todo donde hay pérdida de suelo por erosión hídrica laminar, en la parte media de la cuenca sobre basalto y andesita.



Unidades de suelo dominantes



UNIDAD	SUPERFICIE	
	Ha	%
Acrisol	32415.00	21.97
Arenosol	1001.00	0.68
Cambisol	39293.00	26.63
Fluvisol	3266.00	2.21
Leptosol	5089.00	3.45
Lixisol	7853.00	5.32
Luvisol	25737.00	17.44
Nitrosol	1063.00	0.72
Regosol	758.00	0.51
Solonchak	22426.00	15.20
Vertisol	8654.00	5.86
	147555.00	100.00

Por otra parte, los cambisoles son más frecuentes sobre los mismos materiales, pero en condiciones más estables, aunque la pendiente sea más fuerte, como son sierras fuertemente escarpadas y cerros y cañadas escarpadas.

En las zonas templadas de la cuenca, donde las precipitaciones son mayores y las cenizas volcánicas son el principal material originario, las unidades más representadas son luvisoles y acrisoles. Las dos unidades anteriores comparten las subunidades háplico y cutánico, esta última identificada por la presencia de barnices de arcilla en el horizonte árgico. Las geoformas en donde estos suelos se encuentran son diversas, desde las sierras mediana y fuertemente escarpadas, pasando por valles intramontanos y piedemontes hasta valles amplios con colinas.

Los solonchaks están ampliamente distribuidos sobre los sedimentos lacustres de la cuenca, asociados principalmente con las subunidades gléyico (condiciones de reducción, por saturación de agua en el perfil) y petrosálico (horizonte cementado por sales más solubles que el yeso). Al norte de la planicie salina los solonchaks forman un mosaico con los arenosoles, por el depósito de arenas removidas de otra parte de la planicie por erosión eólica (las partículas más finas salen de la cuenca).

Se encontraron nitrosoles en la transición de los solonchaks a vertisoles al noreste de la planicie salada. En los piedemontes y lomeríos medianamente escarpados, formados con materiales coluviales de origen basáltico y andesítico, son predominantes los fluvisoles háplicos y cálcicos.

## 2.1.4 Clima.

### *Caracterización regional.*

Para la caracterización climática del área de estudio, se conformó una base de los siguientes datos climáticos, conforme a la serie 1961-2006 de 18 estaciones climatológicas: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación, los cuales fueron compilados en el sistema SICA 2.5 (Medina y Ruiz, 2005).

A partir de esa base de datos, se calcularon por interpolación las variables climáticas para toda la zona de estudio. Luego, siguiendo el sistema de clasificación de Köppen, adaptado por E. García, se determinaron seis variantes climáticas:

BS1hw (w) (e) g: Clima seco con un cociente Precipitación/Temperatura (P/T) mayor que 22.9, temperatura del mes más frío menor que 18°C, temperatura media anual entre 18 y 22°C, lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal menor que 5%, oscilación térmica anual entre 7 y 14°C; el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

(A)Ca(w)(w)(e)g: Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T por debajo de 43.2, porcentaje de lluvia invernal menor que 5%, oscilación térmica anual entre 7 y 14°C y el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano con una temperatura mayor a 22°C. Temperatura del mes más frío menor que 18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.

(A)Ca(w1)(w)(i'): Clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal menor que 5%, oscilación térmica anual entre 5 y 7°C y el mes más cálido presenta una temperatura mayor a 22°C. Temperatura del mes más frío menor que 18°C y temperatura media anual entre 18 y 22°C.

Cb (w1) (i')g: Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%, mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano con temperatura entre 6.5 y 22°C, cociente P/T entre 43.2 y 55, oscilación térmica anual entre 5 y 7°C. Mes más frío menor que 18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

Cb (w1)(w)(e): Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal menor que 5%, mes más cálido presenta una temperatura entre 6.5 y 22°C, cociente P/T entre 43.2 y 55, oscilación térmica anual entre 7 y 14°C, mes más. Mes más frío menor que 18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

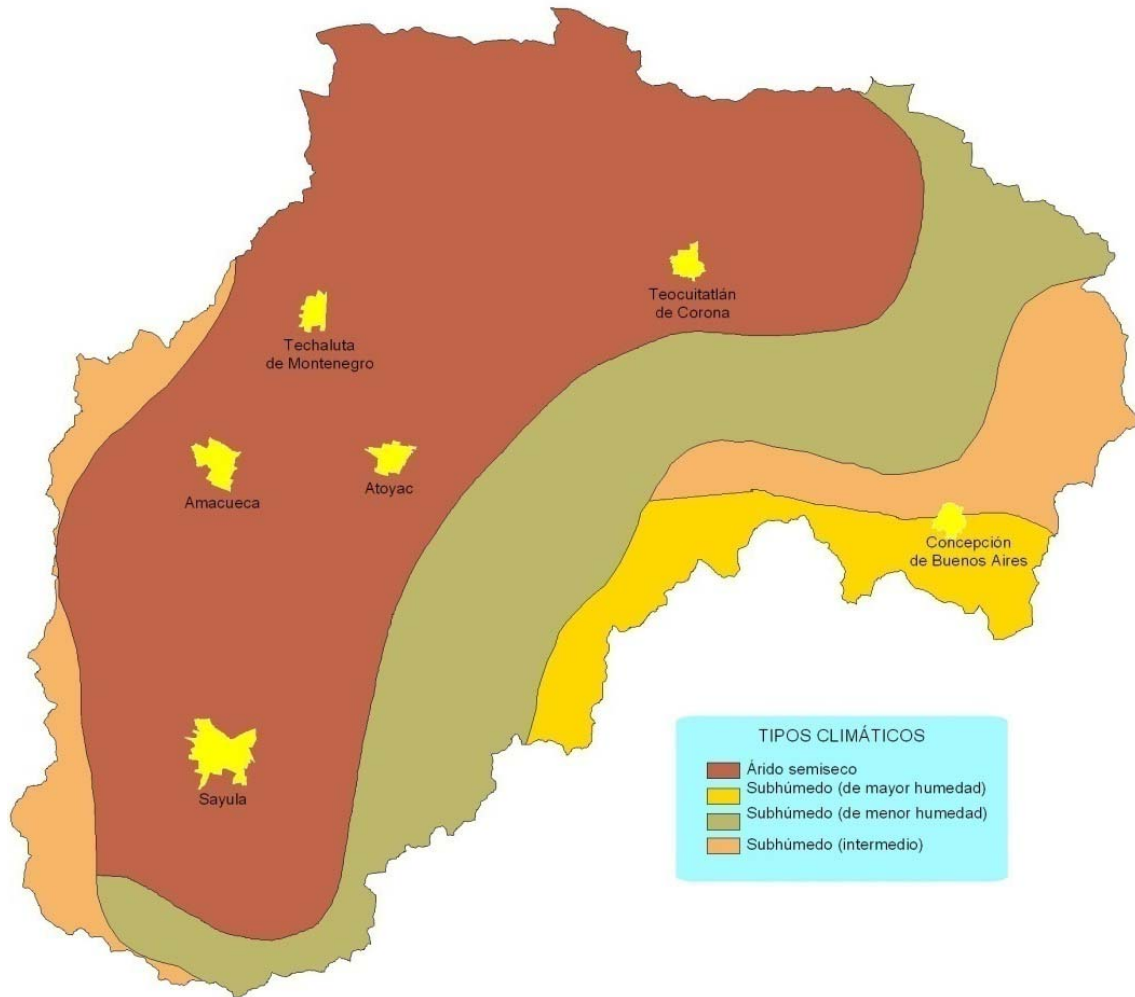
Cb(w2)(w)(i')g: Clima templado subhúmedo con lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal menor que 5%, mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano con temperatura entre 6.5 y 22°C, cociente P/T mayor que 55, oscilación térmica anual entre 5 y 7°C. Mes más frío menor que 18°C y temperatura media anual entre 12 y 18°C.

### *Clima de la Laguna.*

De acuerdo con los registros de la estación de Atoyac, la temperatura media anual varía entre 12.1 y 30.1 °C, para un promedio de 21.5°C. El mes más frío es enero (7.7 C) y el más cálido es mayo (34.8 C), aunque históricamente se han registrado temperaturas mínima y máxima de 0.5 C y 40.5 C, respectivamente. La oscilación entre la temperatura diurna media (25.9 C) y la nocturna media (16.4 C) es de 9.5 C.

Llueve en promedio 68.3 días /año, con una precipitación anual acumulada de 681.5 mm, distribuida principalmente (91%) en la mitad caliente del año (mayo - octubre). Las lluvias invernales representan menos que el 5% de la precipitación total.

Por otro lado, dado que la evaporación anual es de 2017 mm, se concluye que el balance hídrico para la zona del vaso es negativo.



Distribución climática de la cuenca.

### 2.1.5 Hidrología.

La cuenca conocida como Laguna de Sayula forma parte de la cuenca Lago- Chapala, que a su vez corresponde a la Región Hidrológica Lerma - Santiago (RH-12). El 92% (135,464.91 ha) de la superficie total corresponde a las vertientes, y la superficie restante es el vaso del lago.

La red de drenaje es de forma irregular, predominantemente subdendrítica, con presencia de corrientes hasta de cuarto orden, cuya longitud total es de 2004.9 km distribuidos en 2126 segmentos de cauce, de los que solamente el 3% (62 km) son perennes.

Relacionando la longitud de corrientes y el número de cauces con la superficie (km<sup>2</sup>) de la cuenca, la densidad de drenaje y la densidad de corrientes son de 1.36 y 1.44, respectivamente.

### *Volumen de escorrentía anual.*

Para calcular el volumen de escorrentía y el gasto de la cuenca, se utilizaron los datos meteorológicos (1961-2006) de 18 estaciones localizadas dentro y en la periferia de la cuenca. El Coeficiente de escorrentía ponderado se calculó asumiendo que el 100% de los suelos presentan textura media; además, se tomaron en cuenta los rangos de pendiente (Cuadro en fisiografía) y se consideraron tres tipos de cobertura vegetal para las vertientes: agricultura (38.91 %), pecuario (30.78%) y forestal (21.87%).

Una vez procesada la anterior información, se determinó que el volumen medio escurrido es de 502.3 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>).

### *Gasto Máximo Extraordinario.*

El gasto máximo extraordinaria, estimado con el Método Racional Modificado a partir del registro más alto de lluvia acumulada en 24 horas en un periodo de 45 años, dio como resultado 19,603 m<sup>3</sup>/seg.

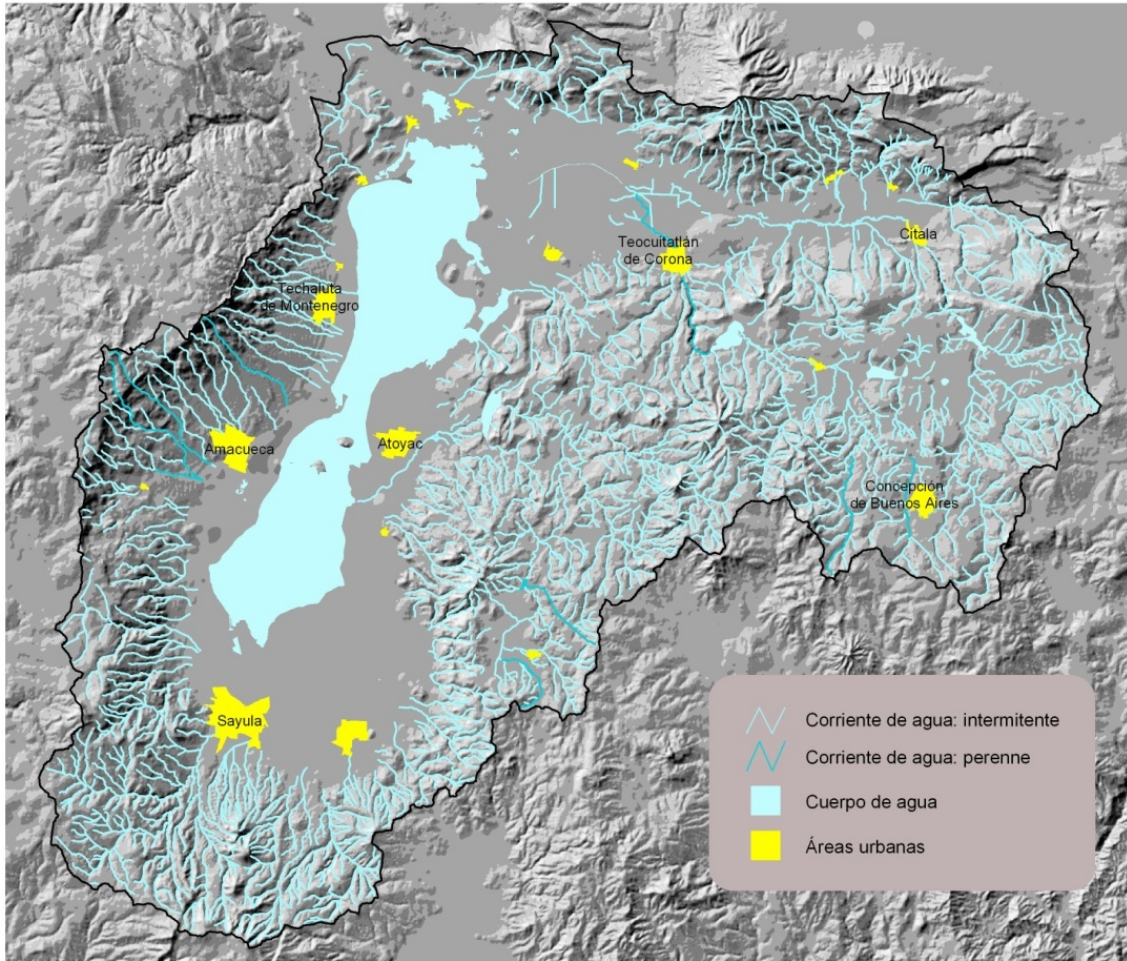
### *Infraestructura de Conducción o Almacenamiento.*

Existen en la cuenca 138 km de canales y drenes, así como 50.6 km de acueductos, 7.6 km de bordos y tres presas: La Joya, Santa Rosa y La Yerbabuena, todas en la vertiente oriental.

Presa	Capacidad (Mm <sup>3</sup> )	Almacenamiento en 2007 (Mm <sup>3</sup> )		Almacenamiento (Mm <sup>3</sup> )			
		Máximo	Mínimo	12 de marzo 2008	12 de marzo 2009		
La Joya	20.00	16.30	8.11	10.80	54.0 %	16.07	80.3 %
Huejotitlán	7.00	6.9	2.55	3.75	53.6 %	5.60	80.0 %
La Yerbabuena	6.00	5.8	2.1	3.25	54.2%	4.88	81.3 %

Fuente: <http://www.ceajalisco.gob.mx/presajal.html>

De acuerdo con datos disponibles en el portal de Internet de la Comisión Estatal del Agua (<http://www.ceajalisco.gob.mx>), la cuenca de Sayula es una fuente de recarga para cinco acuíferos: Aguacate, Unión de Guadalupe, Lagunas, Ciudad Guzmán y Autlán. A excepción de los acuíferos Aguacate, que está bajo estudio, y Unión de Guadalupe, que se encuentra en equilibrio, los demás están subexplotados.



### Rasgos Hidrológicos de la Cuenca de la Laguna de Sayula

#### *Agua subterránea.*

En lo que corresponde a agua subterránea, la laguna se encuentra clasificada dentro de los mismos parámetros designados para el agua superficial. Respecto al flujo subterráneo tenemos que éste presenta una dirección continua de las diferentes laderas hacia el centro de la laguna. En el año de 1978 se decretó veda intermedia y parcial en la parte sur de la laguna en la que se recomienda no incrementar la explotación con fines agrícolas, reservándose para satisfacer demandas futuras de agua potables en centros de población.

## 2.2 Medio Biótico.

### 2.2.1 Flora y Vegetación.

La obtención de datos florísticos se basó en la consulta de tres bases de datos y de literatura especializada, y la vegetación se clasificó de acuerdo a Miranda y Hernández X. (1966).

#### ***Florística.***

Hasta el momento se han registrado 88 familias, 256 géneros, 351 especies y dos subespecies, estas últimas pertenecientes a la clase Magnoliopsida, distribuidas en cuatro clases:

<b>Clase</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
Filicopsida	4	6	8
Pinopsida	1	1	4
Magnoliopsida	69	192	268
Liliopsida	14	57	71

Por tipo de vegetación, la mayor riqueza de especies se presentó en la Selva Baja caducifolia, con 142, seguida por la Selva Baja Espinosa Perennifolia (95), Vegetación acuática y subacuática que incluye la vegetación riparia (42), Vegetación Halófila (25), Pinar incluyendo al bosque mixto de pino-encino (15), Pastizal (14) y el Encinar (ocho).

Considerando la extensión y el rango altitudinal de la cuenca, la riqueza florística podría ser mayor a la aquí presentada, por lo que es necesario realizar trabajos de campo encaminados a completar el inventario florístico, con el fin de aportar elementos que apoyen la toma de decisiones en favor del mejor uso de los recursos y la conservación de los mismos.

#### ***Vegetación.***

En el área de estudio se desarrollan siete comunidades vegetales. Además, en las partes cercanas a la laguna y en laderas poco pronunciadas existen áreas de cultivos (la mayor parte de temporal y algunos con riego) y grandes superficies con huertos de pitaya, nogal, cafeto, agave y frutales.

### **Selva Baja Caducifolia (SBC).**

Una característica de este tipo de vegetación es la pérdida de hojas durante la temporada de sequía. Durante la época de lluvias, en cambio, el bosque presenta un paisaje verde y forma una cubierta continua que contrasta fuertemente con la temporada de secas (Rzedowski, 1980).

En el área de estudio, la SBC se localiza entre los 1380 a los 1746 msnm, por lo general en laderas de cañadas y lomeríos, con pendientes que van desde medianas hasta las muy pronunciadas. Las laderas con exposición norte tienen una mayor cobertura por estar expuestas a vientos más húmedos; en las de exposición sur, que reciben mayor tiempo luz solar, las plantas están más espaciadas y pierden las hojas más rápidamente.

Entre las especies características de este tipo de vegetación se encuentran: “tepehuaje” (*Lysiloma acapulcensis*), “copal” (*Bursera penicillata*), *B. grandifolia*, *B. bipinnata*, “pitayo cimarrón” (*Pachycereus pecten-aborigenum*), “cuero de indio” (*Heliocarpus occidentalis*), “ceiba” (*Ceiba aesculifolia*), *Acacia* spp., “campanillo” (*Hintonia latiflora*), “pitayo” (*Stenocereus queretaroensis*), *Celtis pallida*, “ciruelo” (*Spondias purpurea*), “huevos de toro” *Cochlospermum vitifolium*, *Coursetia glandulosa*, *Trichilia americana*, *Plumeria rubra*, *Mimosa* sp. y *Croton* spp.

La SBC es el tipo de vegetación con mayor cobertura en la cuenca, con una superficie de 42700 ha (29 % del total). Sin embargo, en las laderas con pendientes relativamente suaves se observan sitios con distintos grados de perturbación por el cambio de uso de suelo. Esto se aprecia por la apertura de cuamiles de maíz y frijol de temporal y por plantaciones de agave azul, así como por la apertura de pastizales para ganadería extensiva. Por otra parte, la SBC está clasificada entre los ecosistemas con alta probabilidad de incendio y baja capacidad de recuperación, debido a que se quema con frecuencia y su recuperación es difícil (CONABIO, 1998).

### **Selva Baja Espinosa Perennifolia.**

Esta comunidad se localiza mayormente en las partes bajas, de suelos profundos y cercanos a mantos de agua superficiales. A menudo forma una barrera de árboles conformada por especies dominantes, tales como “guamúchiles” (*Pithecellobium dulce*) o “mezquites” (*Prosopis laevis*). También es común encontrar algunas especies de la selva baja caducifolia, como *Bursera* spp., *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Ceiba aesculifolia*, *Pseudobombax palmeri*, *Randia* sp. y *Pachycereus pecten-aboriginum*, haciendo más diversa esta comunidad.



En la zona de estudio, se localiza entre los 1345 y los 1380 msnm, desde la parte plana después del vaso de la laguna hasta los piedemontes de las serranías al oriente y al oeste de la cuenca.

Ocupa sólo el 1% de la superficie total, se halla fuertemente alterada, y en algunos sitios ya desapareció la forma continua que antes presentaba; se observan pequeños manchones en zonas resguardadas por la actividad ganadera y entre los límites de algunas parcelas. La reducción en la cobertura de esta comunidad está asociada a los cultivos de alfalfa, maíz y jitomate entre otros.

### ***Bosque de Encino.***

Los encimares más característicos están constituidos principalmente por *Quercus resinosa* y *Q. magnoliifolia*, aunque en altitudes mayores a 2000 msnm sobresalen las especies que presentan hojas pequeñas y mediana, tales como *Q. castanea*, *Q. crassifolia* y *Q. obtusata*. Es una comunidad no del todo caducifolia, ya que algunos ejemplares de las especies ahí presentes retienen sus hojas en la época seca (Rzedowski y McVaugh, 1966).

Este tipo de vegetación se presenta en áreas dispersas y relativamente pequeñas, cubriendo 7526 ha (5.0%) de la cuenca, sobre todo en las partes altas de cerros y lomas ubicadas en el parte aguas de las sierras que circundan la cuenca, entre los 1650 y los 2000 msnm. En las partes bajas se entremezcla con elementos del bosque tropical caducifolio, y en las partes altas de la cuenca con el pino conformando así el bosque mixto de pino-encino.

La amenaza principal para esta comunidad es la tala del encino para carbón, y del bosque en general para dar paso al cultivo de agave azul. Se observan también pequeñas áreas dispersas que han sido abiertas para cultivos de temporal o con vegetación secundaria, que cubren un total de 2125 ha (28% del encinar).

### ***Pinar (bosque mixto de pino-encino).***

Esta comunidad se localiza principalmente en la parte alta de las sierras de Tapalpa y Del Tigre, cubriendo el 10.1% (14971 ha) de la superficie total en la cuenca. Las especies de pino mejor representadas son: *Pinus oocarpa*, *P. lumholtzii*, *P. leiophylla* y *P. devoniana*, asociadas con *Quercus resinosa*, *Q. magnoliifolia*, *Q. castanea* y *Q. obtusata*, entre otras.

La amenaza principal en esta comunidad es la tala del pinar y el daño ocasionado al arbolado por la extracción de resinas (trementina), así como la apertura de pastizales y cultivo de papa. Las

áreas de pino-encino con evidencia de disturbio representan el 44% de la superficie cubierta por esta comunidad.

### ***Vegetación Acuática y Subacuática.***

Este tipo de vegetación se halla ligado al suelo permanente o temporalmente inundado, o con niveles freáticos próximos a la superficie, como son las zonas de “tular” (*Typha domingensis*), “carrizal” (*Arundo donax*), “lirio acuático” (*Eichhornia crassipes*) y de otras herbáceas que se ven favorecidas por esta condición.

Debido a la estructura geológica de la zona, existe un sinnúmero de localidades con este tipo de vegetación. En el área de estudio se presenta una variante de esta comunidad vegetal, que se desarrolla a orillas de arroyos permanentes.

### ***Vegetación Riparí o Ribereña.***

Comunidad vegetal que se desarrolla a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, que varía desde los 4 a más de 40 m de altura y comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua (Rzedowski & McVaugh, 1966), entre los que sobresalen “sauces” (*Salix humboldtiana*) y “jara” (*Heimia salicifolia*). Estas especies se encuentran muy espaciadas y donde la temperatura es más elevada, como es el caso de las cañadas de los arroyos, desde la parte alta hasta el vaso. En todas las áreas donde se halla esta comunidad, siempre está presente el “tepeguaje” (*Lysiloma acapulcensis*) y, en algunos sitios, las “higueras” (*Ficus* spp.).

A pesar de su escasa cobertura, la vegetación ribereña es muy importante por su función depuradora del agua, y por ser el hábitat para una variada fauna. Además, varias especies de esta comunidad son bioindicadores de la calidad del agua, ya que requieren agua corriente y limpia para su desarrollo.

Las amenazas principales para esta comunidad están mutuamente relacionadas: la tala en las partes altas provoca fuertes escorrentías que erosionan más el suelo, lo que a su vez ocasiona la desecación de manantiales por falta de infiltración de agua.

### ***Vegetación Halófila.***

Se desarrolla en la parte baja de la cuenca endorreica que es de origen aluvial, donde los suelos presentan alta concentración de sales, como es el caso de la mayoría de los fondos de antiguos

lagos (Macías, 2004). Las especies que lo integran poseen adaptaciones morfológicas o fisiológicas que las hacen resistentes a esta condición, como es el caso del “romerito” (*Suaeda torreyana*), la “cenicilla” (*Sessuvium portulacastrum*), la “verdolaga de puerco” (*Trianthema portulacastrum*) y *Oligomeris linifolia*.

En el fondo de la cuenca esta comunidad vegetal cubre aproximadamente 7000 ha, la mayor parte cubierta por un estrato herbáceo compuesto por pastos entre los que destacan el “pasto salado” (*Distichlis spicata*), *Esporobolus pyramidatus*, *Eragrostis obtusiflora* y *Sporobolus pyramidatus*. También es común la presencia de individuos de diferentes familias, como es el caso de *Suaeda torreyana*, *Sessuvium portulacastrum*, *Lycium carolinianum*, *Heliotropium curssavicum* y *Chenopodium mexicanum*.

Esta comunidad es la que ocupa una mayor extensión en la cuenca, con aproximadamente 71 km<sup>2</sup> dentro del vaso, se desarrolla donde el contenido de sales es mayor (suelos del tipo solonchak), presenta un estrato herbáceo compuesto principalmente por gramíneas, entre las cuales destacan:

Algunas de las especies mencionadas forman una serie de asociaciones constituidas de la siguiente manera: *Distichlis spicata*-*Suaeda torreyana*, esta asociación se distribuye por manchones en todo el vaso. *Distichlis spicata*-*Heliotropium curssavicum*-*Trianthema portulacastrum* se presenta principalmente a la orilla del vaso, donde la vegetación halófila se une con el bosque espinoso. En lugares poco inundados, donde se presenta la transición entre el pastizal y el bosque espinoso, *Lycium arolinianum* llega a formar una comunidad densa y hace imposible el paso. Existen lugares dentro del vaso donde no se presenta cubierta vegetal, posiblemente el fenómeno se debe a la alta concentración de sales.

### **Pastizal Inducido.**

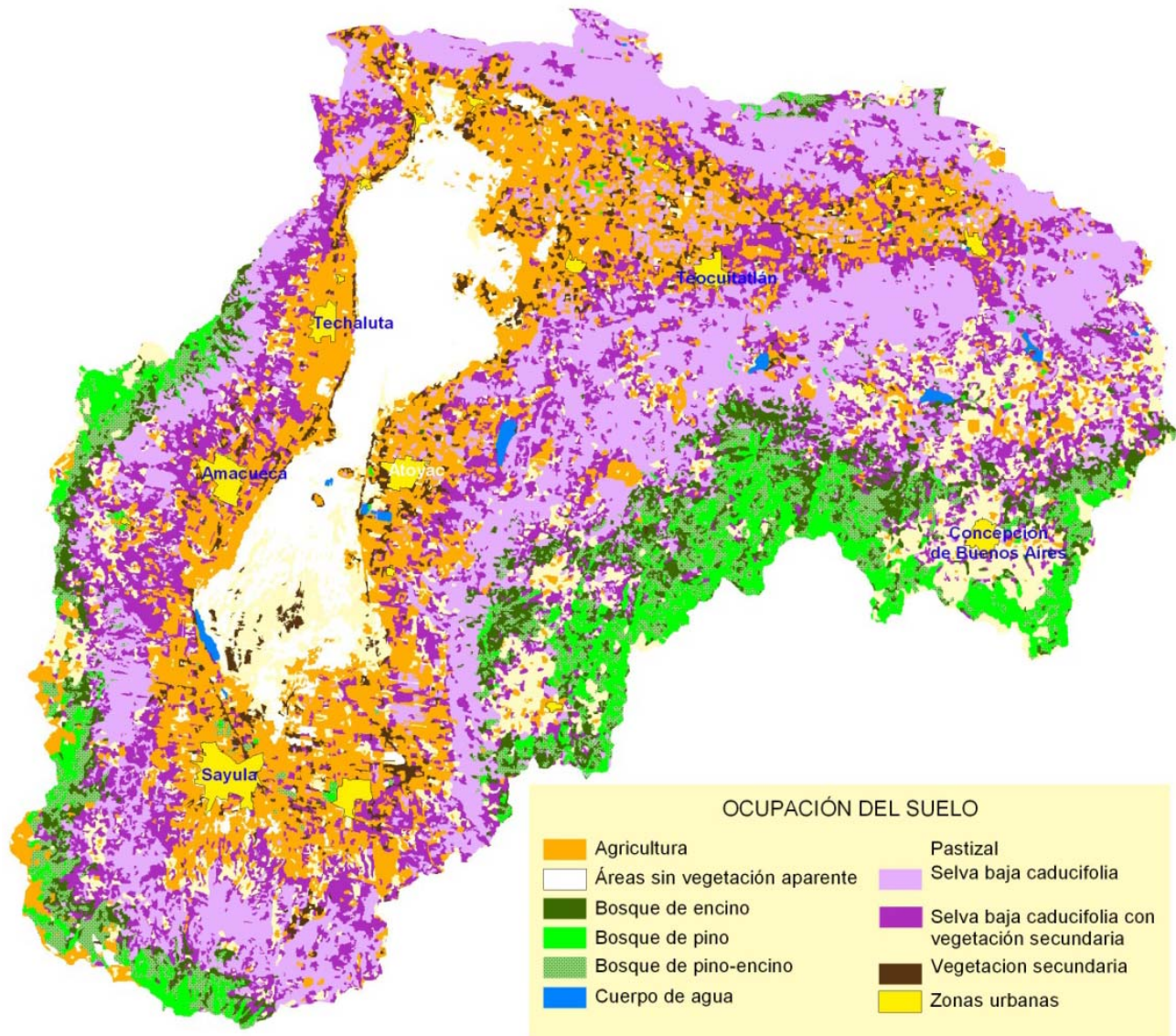
El Pastizal se distingue por la dominancia de plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, cuya fisonomía depende muchas veces de la época en la que se observe. En esta clasificación se incluyen áreas que son o han sido utilizadas para la ganadería, así como algunas parcelas agrícolas a las que se ha dejado “descansar”.

Los pastizales se hallan dispersos en toda la cuenca, especialmente en sitios aledaños a poblaciones o rancherías, en los cuales la vegetación original ha sido reemplazada por especies

de pastos útiles para la alimentación del ganado. Dado que la actividad ganadera es extensiva, prácticamente no hay localidad en la que no se presente alguna evidencia de esa actividad.

Los pastizales inducidos cubren un total de 8754 ha, localizadas mayormente en las partes altas de los cerros, donde son notorias las zonas abiertas con pastizal de “pasto llanero” (*Andropogon gayanus*) y “jaragua” (*Hyparrhenia rufa*). En áreas abandonadas es común la presencia de vegetación secundaria, conformada por especies arbustivas y arbóreas, principalmente de la selva baja caducifolia.

No obstante representar un elemento de disturbio, los pastizales cumplen una importante función ecológica en etapas tempranas de sucesión vegetal, al cubrir las necesidades de hábitat para varias especies de fauna silvestre, tales como conejos, liebres, y algunos roedores.



Tipos de vegetación y ocupación del suelo en cuenca de la Laguna de Sayula.

### 2.2.2 Fauna.

En la zona de la cuenca se han registrado 148 especies de vertebrados. El grupo más diverso es el de las aves, con 90 especies, seguido por los mamíferos con 32 especies. De los demás grupos se tienen 16 especies de reptiles, cinco de anfibios y cinco de peces. Esta información es resultado de observaciones de campo, entrevistas con habitantes de las comunidades y recopilación de datos bibliográficos.

Respecto a los invertebrados, es necesario recabar información acerca de la composición de este grupo. Dicha información es relevante para el manejo de la cuenca, dado que la presencia de algunos invertebrados puede servir como indicador de la integridad biótica o de perturbaciones ambientales. Ejemplos de estos grupos son los invertebrados acuáticos para las corrientes y cuerpos de agua, y las mariposas diurnas o los escarabajos para los ecosistemas boscosos terrestres (Lyons *et al.*).

#### **Aves.**

De acuerdo a los conteos de medio- invierno llevados a cabo en 2003 por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, se registró un promedio de 39,202 aves acuáticas y semiacuáticas. Durante el 2003 se registraron un total de 25,935 patos, siendo las especies más abundantes la cerceta alas verdes (*Anas crecca*), pato cucharón (*Anas clypeata*), pato golondrino (*Anas acuta*), cerceta alas azules (*Anas discors*), pijije ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*), pato calvo (*Anas americana*), pato pinto (*Anas streptera*) and pato mexicano (*Anas diazi*). Esta laguna también alberga a la población más grande de ganso nevado (*Chen caerulescens*) en el Altiplano Central Mexicano. Información adicional de 2003, indica registros de 11,340 individuos de diferentes especies de aves playeras.

Se reconocen para el sitio 90 especies de aves las cuales están comprendidas en 14 órdenes y 28 familias. Así mismo, 46 especies son terrestres y 44 acuáticas, incluyendo entre éstas 13 de interés cinegético. Respecto a su condición, 30 especies son migratorias (entre ellas cinco migratorias locales) y 39 son residentes. Por otra parte, cuatro especies cuentan con alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

## **Mamíferos.**

Con base en la información recopilada y en observaciones de campo, se tienen registradas 32 especies de mamíferos ubicados en 8 órdenes y 15 familias, de los cuales los murciélagos presentan la mayor diversidad, con ocho especies pertenecientes a cuatro familias. El papel que juegan estos organismos es de importancia porque algunas especies de murciélagos participan activamente en la fecundación y polinización de especies de interés ecológico y económico de la región, como es el caso del Pitayo, entre otros.

Tres especies de mamíferos se encuentran en los listados de Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

## **Anfibios y Reptiles.**

Montes (1995) reporta la existencia de 16 reptiles ubicados en 2 órdenes y ocho familias, así como de cinco especies de anfibios pertenecientes a un orden y a dos familias. Las serpientes son los reptiles más representados, con seis especies, siguiéndole las lagartijas con siete especies.

Es de hacer notar que nueve de las 16 especies de reptiles registradas, cuentan con alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## **Peces.**

De este grupo, se reportan solamente cinco especies, ubicadas en un orden y tres familias diferentes (Montes, 1995).

### **Especies de Fauna con Estatus de Protección en la NOM-059-SEMARNAT- 2001**

<b>Clase/Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Estatus</b>
<b>Aves</b>		
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato altiplanero o mexicano	Amenazada, Endémica
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro del Eje Neovolcánico	Amenazada
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Amenazada
<i>Rallus limicola</i>	Rascón limícola	Protección especial
<b>Mamíferos</b>		
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	Protección Especial
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña	Protección Especial
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago hocicudo	Amenazada
<b>Reptiles</b>		
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Protección Especial, Endémica

<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana-espinosa mexicana	Amenazada, Endémica
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga común	Protección Especial
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falso coralillo	Amenazada
<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriónera	Amenazada
<i>Micrurus distans</i>	Coralillo	Protección Especial
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de collar	Protección Especial, Endémica
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra de agua	Amenazada
<i>Thamnophis eques eques</i>	Culebra de agua	Amenazada

### 3. Caracterización Socioeconómica.

#### 3.1. Actividades Económicas.

La principal actividad económica es en el renglón agropecuario, que cubre aproximadamente el 51 % de la superficie de la cuenca. En esta superficie se incluyen algunas porciones del vaso de la laguna, ya que en el periodo de secas se deja pastar al ganado en esa área. Esta actividad ha incidido en la degradación de los recursos naturales, lo que se traduce en la problemática ambiental que aqueja al área de estudio.

##### 3.1.1 Agricultura.

Para entender la dinámica agrícola y el efecto ambiental en el que incide, el área de estudio se subdividió en sistemas de producción, los que se entienden como el área donde los factores de la producción (clima, suelo y manejo) permanecen razonablemente constantes. Así, en la cuenca de Sayula se consideraron preliminarmente tres sistemas de producción, tomando como eje indicador a la pendiente del terreno:

- a) Suelo en planicie: pendiente menor o igual al 5%.
- a) Suelo con pendiente ondulada o moderada, aquellos cuya pendiente es mayor que 5 y menor que el 10%.
- a) Suelo con pendiente media-alta en ladera, cuando la pendiente es mayor que el 10%.

Al interior de la cuenca, los municipios con mayor superficie dedicada a la agricultura son Teocuitatlán, Atoyac y Sayula, con 13,486, 10,338 y 8,165 ha, respectivamente (INEGI, 2007).

Datos del año 2006 nos indican la importancia de la agricultura de riego, lo que nos ayuda a inferir los niveles de aplicación de insumos, tales como herbicidas, fertilizantes y pesticidas.

La superficie dedicada a frutales es reducida. En el municipio de Amacueca se ubican preferentemente como cultivo de traspatio con cítricos, nogal, café, granada, guayaba y arrayán, entre otros.

La frambuesa se ha establecido en forma creciente con riego por goteo. También se han construido invernaderos, donde se producen cultivos de alta rentabilidad como la frambuesa y hortalizas, entre otros.

Las zonas agrícolas de riego se ubican, en su mayor superficie, en el sistema de producción en Suelo en planicie, utilizando pozos artesianos y norias como principales fuentes de abastecimiento. En la mayoría de los casos el tipo de riego es por aspersión (cañón) y en menos casos es riego por goteo y riego rodado. Los principales cultivos son las hortalizas, alfalfa, maíz, sorgo y otros cultivos forrajeros.

#### Superficie (ha) de los principales cultivos en el área de estudio.

MUNICIPIO	Cultivo	Superficie Sembrada			Superficie Cosechada		
		Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal
<b>Amacueca</b>	Sorgo de grano	616	220	396	616	220	396
	papa	176	0	176	176	0	176
<b>Concepción de Bs. Aires</b>	Maíz forrajero	2140	0	2140	1988	0	1988
	Tomate verde	60	0	60	60	0	60
	Maíz de grano	7197	65	7132	7197	65	7132
<b>Jocotepec</b>	Sorgo de grano	650	0	650	650	0	650
	Chile verde	190	190	0	190	190	0
	Frambuesa	279	279	0	279	279	0
<b>Tapalpa</b>	Papa	1480	0	1480	1480	0	1480
<b>Techaluta</b>	Sorgo de grano	870	170	700	870	170	700
	Sorgo de grano	4138	1596	2542	4138	1596	2542
<b>Teocuitatlán</b>	Frijol	420	140	280	420	140	280
	Sorgo de grano	734	394	340	656	358	298
<b>Sayula</b>	Frijol	501	486	15	486	484	2
	Alfalfa	398	198	200	398	198	200
	Maíz	7457	67	7390	7457	67	7390
	Grano	118	118	0	118	118	0
<b>San Gabriel</b>	Sorgo de grano	2000	10	1990	2000	10	1990
	Chile verde	60	60	0	60	60	0
	Sorgo de grano	3370	550	2820	3370	550	2820
<b>Zacoalco</b>	Tomate verde	124	54	70	124	54	70
	Frijol	277	97	180	277	97	180

Fuente: Anuario estadístico. INEGI 2007.



En el sistema de producción de Suelos en planicie, la tecnología utilizada incluye la aplicación de altos niveles de agroquímicos, como fertilizantes, herbicidas y pesticidas, además de estimulantes del crecimiento vegetal y alto nivel de movimiento de suelo con maquinaria agrícola.

Las zonas agrícolas de temporal, que cubren aproximadamente un tercio del sistema de producción de Suelos en planicie, se ubican mayoritariamente en los sistemas de producción Suelo con pendiente ondulada o moderada y Suelo con pendiente media-alta en ladera. Las parcelas en estos sistemas de producción se caracterizan por el suelo delgado y niveles variables de pedregosidad.

En estos sistemas de producción son aprovechados algunos escurrimientos intermitentes, que ocasionalmente son almacenados en ollas de agua o bordos; en estos puntos se ubican algunas huertas de nogal.

Los cultivos anuales en los Sistemas de Producción Suelo con pendiente ondulada o moderada y Suelo con pendiente media-alta en ladera, son principalmente maíz en monocultivo, o asociado con frijol y/o calabaza; se siembra además sorgo.

En la porción poniente de la cuenca, el pitayo representa una opción de cultivo sobre todo en el Sistema de Producción Suelo con pendiente media-alta en ladera, ya que por su rusticidad puede ser productivo en suelos delgados y pedregosos con bajos regímenes de humedad.

Existen varias modalidades en las plantaciones: huerta sólo con pitayo, pitayo con cultivos anuales intercalados, pitayo asociado con nopal o bien plantaciones de pitayo en torno a las parcelas como cerco vivo. Sin embargo, son más generalizadas las huertas en las que se siembran cultivos anuales intercalados, sobre todo cuando las huertas son jóvenes.

Por las características agro-climáticas del área de estudio, el cultivo del nopal es una buena alternativa. Las plantaciones de este cultivo son menos frecuentes que las de pitayo, sin embargo la comercialización de nopal para mesa y tuna se realiza en paralelo con el pitayo.

En el área de estudio las plantaciones de agave están adquiriendo cada vez mayor importancia, registrándose amplia superficie de desmonte sobre todo en el Sistemas de Producción Suelo con pendiente media-alta en ladera, que a corto plazo serán destinadas a este fin.

La tecnología utilizada en Sistemas de Producción Suelo con pendiente media-alta en ladera es reducida. Se aplican bajos niveles de fertilizantes, herbicidas y pesticidas. Así mismo el movimiento de tierra es limitado tanto por la pendiente como por la pedregosidad.

Los principales problemas relacionados con la actividad agrícola son la contaminación del suelo y del agua por el uso excesivo de agroquímicos. Así mismo, el riego, al realizarse con aguas duras, hace que avance la frontera de salinidad en los suelos agrícolas (Medina y Hernández 1993).

Adicionalmente, las parcelas donde se practica la agricultura de temporal se establecen a partir del desmonte de la selva baja, la que se ubica principalmente en el Sistemas de Producción Suelo con pendiente media-alta en ladera. Aquí la degradación del suelo es principalmente por la erosión.

Otro problema, que no ha sido suficientemente estudiado, deriva del uso continuo de semilla mejorada en el cultivo de maíz, lo cual está provocando la erosión genética de los maíces “criollos”.

### 3.1.2 Aprovechamiento Forestal.

Por lo general en las partes boscosas de la cuenca se observa la práctica de la tala ilegal, la que junto con la ganadería provocan la pérdida de la cubierta vegetal, disminución de la biodiversidad y la erosión del suelo. La industria forestal como en el resto del país se ha visto reducida al menos la que se ejerce de manera racional y legalmente establecida.

#### **Aprovechamiento forestal (metros cúbicos rollo) en el año 2006.**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>Pino</b>	<b>Oyamel</b>	<b>Encino</b>	<b>Otras</b>
Amacueca	945	0	10	12
Atoyac	5005	0	0	0
Concepción de Bs. Aires	8887	0	513	0
Gómez Farías	23125	0	665	0
Tapalpa	27677	0	6267	0
Techaluta	1142	0	1042	191
Sayula	139	0	0	0
San Gabriel	14669	0	1406	0
Zacoalco	1717	0	59	0

Fuente: Anuario estadístico. INEGI 2007.

### 3.1.3 Ganadería.

La ganadería es una importante actividad económica en el área de estudio; se practica en varias modalidades que van desde la explotación en granjas de traspatio a la ganadería extensiva, en las partes altas de cuenca.

En la región sur-poniente de la cuenca, en la época de temporal el ganado se concentra principalmente en las partes bajas, donde se alimenta de pasto salado y vegetación riparia. Después de la cosecha el ganado se pasa a las parcelas, donde consume los esquilmos y restos de hierba. Otra modalidad es la ganadería extensiva para producción de carne, donde el ganado pasa la mayor parte del año en la zona cerril del área de estudio. En estos sistemas el manejo zootécnico es deficiente, con carencias principalmente en nutrición, plan de rotación de potreros y sanidad.

**Explotación ganadera en el área de estudio reportada para el año 2006**

MUNICIPIO	Bovino carne	Bovino leche	Porcino	Ovino	Caprino carne	Caprino Leche	Ave Carne	Ave huevo	Colmenas
Amacueca	4321	967	4327	472	300	48	12756	121568	750
Atoyac	11818	1366	2454	797	400	250	15300	5000	1350
Concepción de B.A.	15464	2951	748	648	263	200	13767	4486	390
Gómez Farías	11421	13041	6212	589	350	210	52901	40099	1380
Jocotepec	10751	2100	9400	900	175	525	360000	4200	450
Tapalpa	18568	11796	10123	2174	300	200	10783	665	311
Techaluta	4975	398	7365	420	280	150	30500	2710	180
Teocuitatlán	24965	2028	14677	520	540	250	52729	4637	458
Tuxcueca	10640	3473	8200	450	160	490	198160	5750	200
Sayula	3123	3316	57339	1180	76	75	170000	618000	2694
San Gabriel	18992	2497	49417	620	60	120	3865	200	3985
Zacoalco	11186	3298	8556	285	1800	450	1029008	13676	6426

Fuente: Anuario estadístico. INEGI 2007.

Este sistema de pastoreo no controlado deteriora constantemente la cubierta vegetal, lo que incide en la erosión del suelo. Lo anterior se ilustra con los estudios sobre índices de agostadero, que marcan de 1.5 a 4 ha por cabeza en el trópico húmedo y de 12 a 30 ha por cabeza en zonas áridas. (Montes 1993).

## 3.2. Marco social

### 3.2.1 Población y localidades

Conforme el Censo de Población 2005 del INEGI, en los 12 municipios habitan 177,602 personas, de las cuales el 48% son hombres y 52% mujeres. Esto representa el 2.6 % de la población total del Estado de Jalisco.

En el interior de la cuenca se ubican siete comunidades urbanas, que albergan a 51,688 habitantes y cuya población oscila entre los 2,169 y 27,311 habitantes, como son los casos de Techaluta de Montenegro y Sayula.

Existen también al interior de la cuenca 343 pequeñas poblaciones rurales y rancherías. El municipio con mayor número de localidades rurales es Sayula con 108. Le siguen en orden descendente, Amacueca con 62, Atoyac con 58, Teocuitatlán de Corona con 42, Concepción de Buenos Aires con 29 y el resto con menos de 20 rancherías.

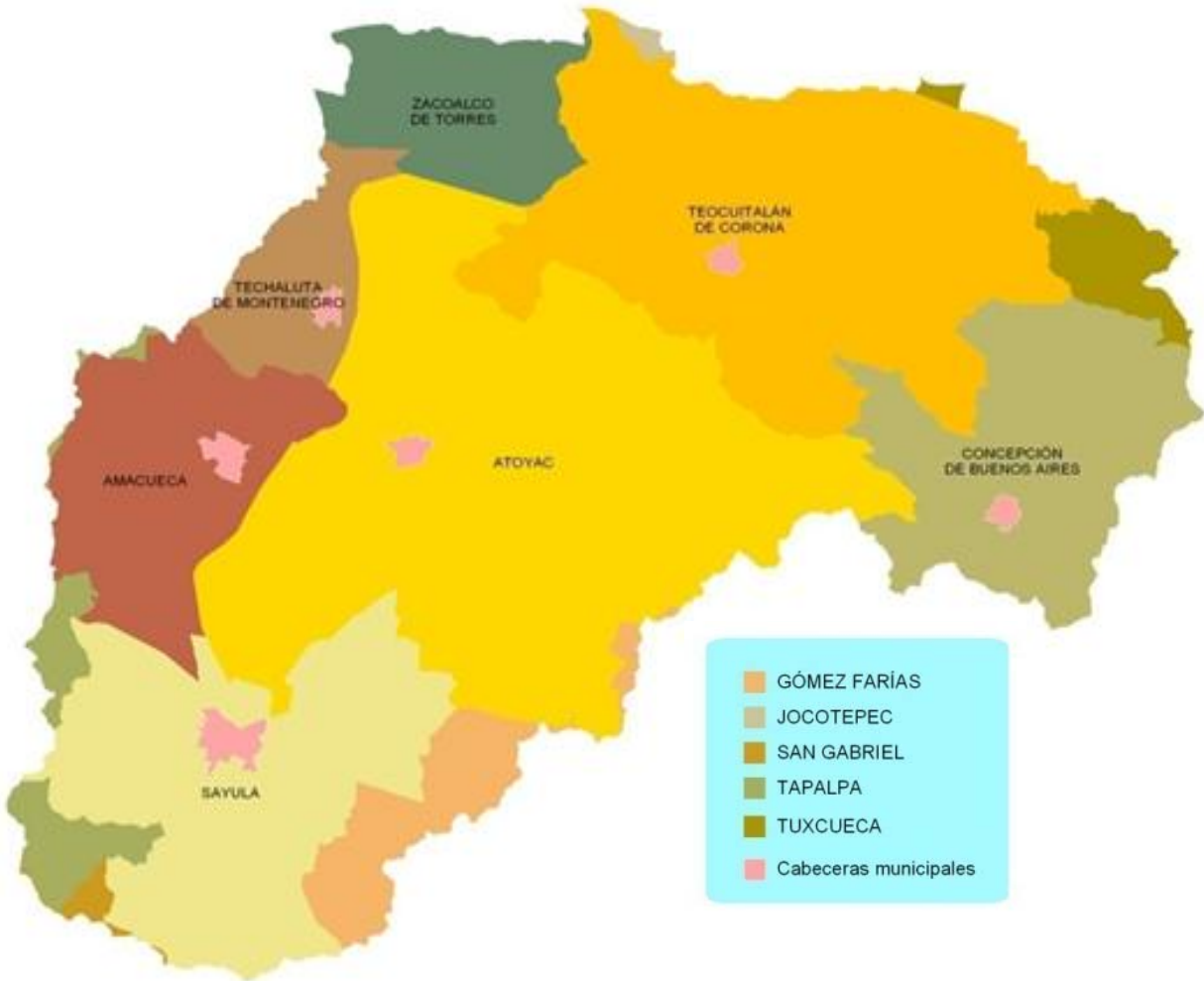
La mayor parte de las localidades (314), cuenta con una población menor a los 100 habitantes. De las 29 restantes, 20 localidades entran en el rango de 101 a 499 habitantes, siete entre 500 a 999 habitantes y dos en el los 1000 a 2000 personas.

### 3.2.2 Niveles socioeconómicos.

De acuerdo con los datos del Censo General de Población y Vivienda 2000, la población que habita en la cuenca se encuentra estratificada en siete niveles, de tal modo que los niveles de mayor valor indican mejor situación socioeconómica, y los de menor valor significan una posición menos favorable.

De acuerdo a esta estratificación, la situación socioeconómica del 82.5 % de la población es de intermedia a baja, ya que en el nivel 4 se encuentra el 52%, en el nivel 3 el 22% y en el nivel 2 el 8.5% del total de la población del área.

Del resto, el 15.3% se encuentra en los niveles altos: 8.3% en el nivel 5 y 7.0% en el nivel 6. En los extremos socioeconómicos, correspondientes a los niveles 7 y 1, se ubica aproximadamente el 0.7% de la población: 0.003% en el nivel más alto y 0.69% en el nivel más bajo.



**Municipios en la cuenca con localidades urbanas y rurales.**

# Diagnóstico:

## 4. Diagnóstico Ambiental.

### 4.1 Introducción

Durante las últimas décadas, el aumento de la población, el crecimiento de la infraestructura urbana y de las vías de comunicación ha propiciado un incremento de las actividades productivas y comerciales en la cuenca de Sayula. Por otra parte, dado que algunos de esos cambios han ocurrido en el mismo vaso de la laguna, una consecuencia desfavorable es la reducción tanto en la extensión como en la calidad del hábitat para las aves acuáticas.

La interrupción del flujo hídrico natural en el vaso, ocurrido a partir de la construcción de la autopista Guadalajara-Colima, ocasiona una fragmentación del espejo de agua a ambos lados de la autopista. Aunado a la escasez del caudal que drena a la Laguna, esto provoca la formación de pequeñas charcas de poca profundidad en las que el agua se evapora rápidamente. Así, los cuerpos de agua más persistentes son alimentados por las descargas de aguas municipales, en su mayor parte sin tratamiento alguno.

Si bien la calidad del agua en la Laguna se ha caracterizado sólo parcialmente, es de esperar que se halle fuertemente contaminada, tanto por las descargas urbanas como por el escurrimiento de lixiviados de las áreas agrícolas localizadas desde la parte alta de la cuenca hasta la superficie del vaso.

La principal amenaza para el vaso es el avance de la frontera agrícola, especialmente en Sayula, en la parte sur de la Laguna. En esta zona se utilizan drenes para lavar las sales del suelo hacia las partes más bajas del vaso, de manera que el suelo pueda sustentar el crecimiento de los cultivos. La primera consecuencia de lo anterior es una reducción en la cobertura de vegetación halófila debido a la pérdida de sales por el suelo. Adicionalmente, dado que la agricultura es intensiva, se induce la contaminación del agua y del suelo por agroquímicos. Por otro lado, al concentrar las sales hacia puntos focales en el suelo del vaso, se alteran las condiciones edáficas naturales, ocasionando una pérdida adicional de cobertura vegetal. Finalmente, el crecimiento de las áreas agrícolas reduce paulatinamente la superficie del espejo de agua.

Una de las principales amenazas para la laguna de Sayula son las descargas de aguas residuales provenientes de las poblaciones adyacentes y de sus áreas agrícolas, las cuales entran a la

laguna sin un tratamiento previo. La carencia de un programa de desarrollo urbano ha causado un crecimiento descontrolado de los poblados adyacentes, y de las actividades agrícolas y ganaderas que se llevan a cabo en los alrededores de la laguna, las cuales han modificado grandes extensiones de ecosistemas originales con la consecuente pérdida/desplazamiento de especies de fauna silvestre de interés biológico, económico y social. El desarrollo descontrolado de la agricultura, la ganadería y silvicultura también han causado la pérdida de vegetación original con la consecuente erosión a lo largo de la cuenca y la acumulación de sedimento en la laguna. Los cambios en el uso del suelo que se han dado por la agricultura, han causado la pérdida del suelo y la contaminación del agua con agroquímicos que se utilizan en la mayoría de regiones agrícolas. Por otra parte, el pastoreo ha afectado la hidrología ocasionando la compresión del suelo y la acumulación del sedimento en los canales que captan el agua y la conducen a la laguna. Los efectos en la hidrología se han incrementado debido a la construcción de una carretera que atraviesa la laguna, causando la interrupción del flujo de agua con la consecuente reducción y disponibilidad de hábitat en algunas de las áreas que son utilizadas tradicionalmente por las aves acuáticas y residentes.

Otra amenaza se origina en las partes altas de la cuenca, donde la deforestación propicia la erosión del suelo y el arrastre de sedimentos por las corrientes de agua. Aunque falta la topografía detallada del vaso, es de suponer que la sedimentación haya ido reduciendo gradualmente la profundidad del mismo. También es esperable que, a medida que se incrementa la actividad agrícola en las partes altas, los residuos de agroquímicos sean arrastrados finalmente hacia el piso de la Laguna lo cual genera problemas de contaminación. La explotación selectiva de algunas especies para usos tradicionales, como la fabricación de equipales, ha reducido notoriamente la abundancia de aquéllas, afectando adversamente tanto a la biodiversidad como a la misma actividad productiva de las poblaciones.

En el aspecto social, la mayoría de las poblaciones rurales de la cuenca presentan una fuerte emigración y un crecimiento demográfico nulo, así como una pérdida de valores tradicionales y de apreciación sobre la importancia de la Laguna. Respecto al sector gubernamental, la mayoría de los municipios carecen de una capacidad adecuada para la gestión ambiental, lo que se traduce en la falta de vigilancia o control de actividades ambientalmente problemáticas tales como: la disposición de residuos y la falta de ordenamiento ecológico de sus territorios.



## 4.2. Percepción del Medio Social

Aun y cuando las opiniones del sector social respecto a los problemas ambientales suelen no ser muy objetivas en cuanto al diagnóstico y magnitud de la situación real, resulta ser un elemento que proporciona una variante de atención mediante la cual se facilita el involucramiento de este sector, al momento de diseñar una estrategia integral de manejo y conservación a mediano y largo plazo. De esta manera se puede atender directamente los factores sobre los cuales la población resulta más sensible en términos de su percepción

Dado que los grupos humanos de la región de Sayula representan los actores que han cuidado y disfrutado de los recursos naturales de la región, y que en última instancia la administración eficiente depende de ellos mismos, se considera que la “investigación de campo participativa” puede ser una guía para tomar decisiones en un programa de manejo que considere los escenarios del pasado, el presente y el futuro.

Con base en lo anterior se buscó tener la “percepción del medio social” del área, a fin de identificar los problemas ambientales que reportan los residentes de la región, el contexto en que éstos se ubican y las propuestas emitidas por los residentes, como líneas de acción a tomar dentro de un programa de manejo.

Para lo anterior se realizaron tres tipos de entrevistas y un taller permanente con un grupo de residentes líderes en el sur de la cuenca. El taller se realizó durante tres sesiones en la población de Amacueca, y tres sesiones en el poblado de Usmajac. Entre las actividades también se incluyó en dos ocasiones un recorrido guiado por los residentes para contextualizar las discusiones.

### Concentrado de uno de los productos obtenidos en resumen

¿Cuáles cree usted que sean los principales problemas actuales de la Laguna de Sayula?		
Primera mención.	Segunda mención.	Tercera mención
1. Basura. 2. Basura. 3. Contaminación 4. Basura 5. Contaminación 6. Basura 7. Falta de atención por parte de las autoridades. 10. Erosión, deslaves. 11. Erosión, deslaves. 12. <i>Nos la estamos acabando.</i> 13. Erosión, deslaves. 14. Falta de atención por parte de las autoridades	1. Contaminación. 2. Contaminación. 3. Basura 4. Contaminación 5. Basura. 6. Contaminación. 7. Contaminación. 10. Contaminación 13. Basura. 14. Que la gente daña la flora y fauna. 17. Basura. 18. Basura. 19. Falta de atención por parte de	1. Falta de atención por parte de las autoridades. 4. Falta de atención por parte de las autoridades. 7. Basura. 13. Que la gente daña la flora y fauna.

15. sequía. 17. Erosión, deslaves. 18. Incendios provocados. 19. Basura. 20. Basura. 21. Contaminación 22. Basura. 23. Contaminación. 24. Basura. 25. Contaminación. 26. Basura. / Deforestación y tala de árboles/ y resequedad.	las autoridades. 20. Falta de atención por parte de las autoridades. 21. Erosión, deslaves. 22. Ruido, falta de vigilancia.	
---	--	--

### 4.3. Indicadores de Presión Ambiental

Partiendo de observaciones directas en campo y de la información existente en las dependencias oficiales, para Jalisco se clasificaron 68 modalidades de problemas ambientales, relacionadas con diversos componentes del medio (Agua, suelo, Atmósfera, vegetación, fauna y afectación directa a la salud pública). Con base en esta información se determinaron dos tipos de indicadores: el Indicador de presión ambiental (IPA) y el que corresponde a la Capacidad Instalada de Gestión Ambiental por Municipio (ICIGAM).

En el primer caso el parámetro se desplaza de 0.1 a 1.0, estableciendo niveles críticos para el 1.0 y no significativos para el 0.1. Con esto se señalan las diferentes presiones a las que están sometidos los componentes del medio mencionados por cada municipio, lo que nos lleva a identificar la relación entre los tipos de carga y las condiciones de los recursos.

Por otro lado se define el indicador de la capacidad instalada para la atención de los problemas ambientales en cada municipio (ICIGAM), que nos señala las fortalezas de la gestión ambiental con que dispone el gobierno municipal para la atención de la presión originada por las actividades productivas y de servicio.

Los datos que se toman en cuenta son si el Municipio tiene su marco normativo ambiental, si existe una regiduría de Ecología, si el Ordenamiento ecológico es tomado en cuenta en la planeación de uso del territorio, y si existe una unidad administrativa para la atención correspondiente, no significando con esto que éstas funcionen adecuadamente, sólo se registra su presencia.

Así pues se puede observar que la mayor parte de los municipios tienen niveles medios a bajos de presión ambiental, sobresaliendo solamente aquellos de más importancia económica, como Sayula y Zapotlán el Grande. Es importante también el destacar que en los municipios donde se tiene instalada el 100% de capacidad de gestión es donde tenemos más presión ambiental. Vale la pena señalar que el IPA no está definiendo la condición ambiental del lugar, solo define los parámetros de mayor o menor carga impactante. Y la capacidad instalada se relaciona con el número mínimo de elementos de gestión, no con la eficiencia de estos

### Indicadores de Presión Ambiental y de capacidad Instalada para la Gestión Ambiental

Municipio	IPA	CIGAM %
Amacueca	0.279	55
Atoyac	0.412	15
Gómez Farías	0.382	80
Concepción de Buenos Aires	0.397	15
Sayula	0.529	100
Tapalpa	0.382	55
Techaluta de Montenegro	0.235	65
Teocuitatlán de Corona	0.265	40
San Gabriel	0.265	15
Zacoalco de Torres	0.338	40
Jocotepec	0.279	65
Tuxcueca	0.338	60

IPA	Presión ambiental
0.1	No significativa
0.2	Baja
0.3	Regular
0.4	Importante
0.5	Significativa
0.6	Considerable
0.7	Esquilmante
0.8	Insustentable
0.9	Alto riesgo
1.0	Crítica

En cuanto a la flora y fauna se encontró que esta expuesta a disturbios, así como también en mayor o menor grado las aspectos estéticos y el uso del agua, mismos impactos que van desde mínimos, severos y críticos como son:

- Modificación del hábitat natural.
- Alteración de zonas hidrológicas.
- Alteración del drenaje natural de la microcuenca.
- Apertura de caminos y brechas.
- Desmontes constantes.
- Alteración del paisaje natural para fines antropogénicos.
- Establecimiento de vertederos de basura en áreas naturales.
- Poco control de malezas y cuidado de la vegetación natural.
- Alteración y/o Pérdida de cobertura vegetal en algunas zonas.
- Provocación de incendios.
- Proyectos de urbanización sin análisis ambiental.

El 50 % de la zona esta ocupada por serranías por lo que su aprovechamiento y uso productivo en el sector primario debe ser lo más vigilado posible y con un seguimiento pertinente y el otro 50 % aproximadamente, que se encuentra en zonas planas están muy cercano a la laguna de Sayula, por lo que es muy factible provocar impactos a la vida silvestre del vaso si no se consideran buenas acciones de manejo en los aprovechamientos realizados.

El desarrollo poblacional de la zona es otro factor que tiene que ordenarse y planificarse debidamente, recomendando en lo general no utilizar zonas de áreas naturales, bosques, sitios de barrancas y declives pronunciados, así como tampoco vertientes de ríos y arroyos ; también el manejo de los diferentes desechos urbanos deben ser clasificados y debidamente manejados para disminuir y evitar fenómenos de contaminación en las diferentes áreas y asignar un buen confinamiento y tratamiento de los mismos.

Es recomendable en lo general conservar sitios y lugares con valores estéticos, paisajísticos, culturales y aquellos que fueron registrados como sitios de refugio para vida silvestre.

## 4.4. Unidades de Paisaje.

### 4.4.1. Usos de Suelo

Los usos del suelo corresponden a los tipos de vegetación ya señalados en el apartado correspondiente, más las áreas de agricultura, las tierras modificadas para los asentamientos humanos y áreas perturbadas, donde la vegetación ha sido eliminada o es muy escasa.

La información corresponde a los datos establecidos en el Inventario Forestal Nacional de 2004 (SEMARNAT-UNAM, 2004). Es necesario considerar que la mayor parte de modificación en el uso del suelo se ha desarrollado de manera paulatina por diversas influencias, principalmente económicas y sociales durante muchos años, condición que ha sido más representativa en los últimos 30 años.

La actividad que se presenta en mayor superficie corresponde a la agricultura tanto de riego como de temporal, que viene representa el 36.75% de la superficie total de la cuenca. El 31.69% de la superficie es dedicada a diversas actividades, tales como el pastoreo y la colecta de leña, plantas y productos industrializables o alimenticios.

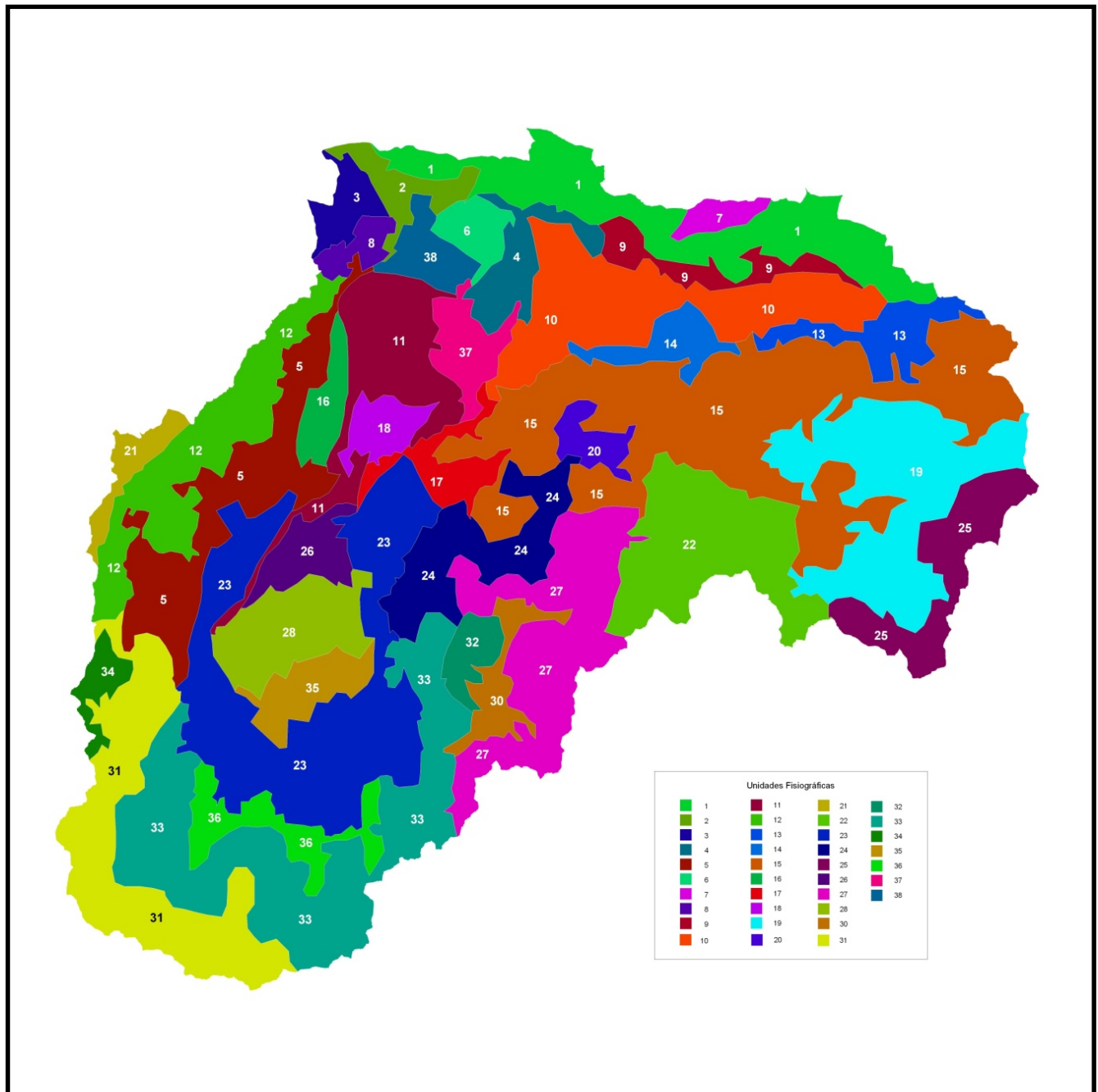
#### Superficies por Tipos de vegetación y Ocupación del suelo

Ocupación del suelo (2004)	Superficie (ha)	%
Bosque tropical caducifolio	36,535	32.79
Bosque de <i>Quercus</i>	8,521	7.65
Bosque de <i>Pinus</i>	7,545	6.77
Bosque mixto pino-encino	11,406	10.24
Vegetación acuática	10,918	9.80
Agricultura	54,366	48.80
Pastizal	10,343	9.28
Cuerpo de agua	3,997	3.59
Áreas sin vegetación aparente	2,819	2.53
Asentamientos humanos	1,502	1.35
Total	147,952.00	100.00

#### 4.4.2. Unidades de Manejo

Para fines de facilitar el diagnóstico y el análisis de la problemática, la cuenca de Sayula se subdividió en 37 sistemas considerando una relativa homogeneidad en clima, geología, edafología, cobertura vegetal y geoformas.

Sistemas Terrestres del área de estudio



Estas unidades de manejo ambientales son el área básica estratégica, definida por su fisiografía, que nos permite establecer medidas administrativas dentro de una cuenca o área delimitada., nos permite diferenciar de manera específica superficies que por tener características tan similares, las problemáticas que enfrentan son de la misma índole y la aplicación de esfuerzos de conservación y manejo pueden ser establecidos de acuerdo con las necesidades de la misma.

### Descripción de las unidades de manejo.

UM	Descripción	Área (ha)	Clima (Köppen y García, 1984)	Uso del suelo y vegetación (INEGI,1992)	Rocas	Suelos
1	Sierra medianamente escarpada con paredones y terrazas	7,587.3	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral Subtropical, Secundaria con Agricultura de Temporal	Basalto, Andesita y Ceniza Volcánica	Vertisol Cálculo Cambisol Vértico
2	Valle con colinas	1,422.0	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de Temporal y Mezquital	Sedimentos Basálticos	Acrisol Cutánico Acrisol Háplico
3	Cerros medianamente escarpados con valles intramontanos	1,170.4	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de Riego y Temporal con Secundaria de Matorral Subtropical	Basalto	Vertisol Háplico Vertisol Cálculo
4	Valle con colinas	2,047.9	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Inducido y Mezquital	Sedimentos Basálticos	Nitrosol Háplico Cambisol Léptico
5	Lomeríos medianamente escarpados	6,397.6	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de Temporal y Matorral Subtropical	Basalto y Andesita	Cambisol Léptico
6	Valle con colinas	1,153.5	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Inducido	Sedimentos Basálticos	Fluvisol Mólico Solonchaks Mólico
7	Sierra fuertemente escarpada	698.9	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Bosque de Encino y Matorral Subtropical	Basalto y Andesita	Cambisol Léptico
8	Cerros medianamente escarpados	820.6	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Secundaria de Matorral Subtropical y Agricultura de temporal	Basalto y Riolita	Regosol Colúvico
9	Piedemonte medianamente escarpado	1,644.7	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Secundaria de Matorral Subtropical y Agricultura de temporal	Ceniza Volcánica y Basalto	Acrisol Úmbrico
10	Valle intramontano	7,578.8	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de temporal y de Riego	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Luvisol Cutánico Cálculo

11	Valle intramontano inundable	4,985.9	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo y Suelo Desnudo	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Solonchaks Gleyco Solonchaks Petrosáfico
12	Sierra medianamente escarpada con paredones	5,688.7	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral Subtropical con Secundaria y Agricultura de temporal	Basalto y Riolita	Vertisol Háplico Cambisol Léptico
13	Lomeríos ligeramente escarpados con terrazas inclinadas	2,159.4	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral Subtropical con Secundaria y Agricultura de temporal	Basalto y Andesita	Vertisol Cálxico Cambisol Vértico
14	Lomeríos ligeramente escarpados	1,523.4	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Secundaria de Matorral Crasicaule	Basalto	Vertisol Cálxico
15	Lomeríos medianamente escarpados con cerros y cañadas escarpados	17,547.6	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral subtropical y Secundaria	Basalto y Andesita	Cambisol Léptico Vértico
16	Piedemonte ligeramente escarpado	1,291.1	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de temporal y Riego con Pastizal Inducido	Basalto y Andesita	Fluvisol Háplico Arenosol Háplico
17	Piedemonte medianamente escarpado	1,703.2	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Secundaria de Matorral con Agricultura de Temporal y Pastizal Inducido	Escoria Basáltica	Vertisol Cálxico Luvisol Cálxico
18	Valle intramontano inundable	1,230.6	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal natural Halófilo	Sedimentos Basálticos	Solonchaks Hypersáfico
19	Altiplanicie ligeramente escarpada	8,593.2	Cw1 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Agricultura de temporal y Riego	Ceniza Volcánica y Basalto	Luvisol Cutánico Luvisol Ándico
20	Sierra medianamente escarpada	1,017.6	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral Subtropical y Secundaria	Basalto	Vertisol Háplico Fluvisol Háplico
21	Sierra medianamente escarpada	1,090.7	Cw1 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Bosque de Pino y Encino	Ceniza Volcánica	Luvisol Cutánico
22	Sierra fuertemente escarpada	6,654.7	Cw2 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Bosque de Pino y Encino	Ceniza Volcánica	Luvisol Cutánico Luvisol Hipercálxico
23	Piedemonte ligeramente escarpado	12,499.3	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de Temporal y Riego	Ceniza Volcánica y Sedimentos Basálticos	Lixisol Cutánico Acrisol Cutánico
24	Sierra medianamente escarpada	4,102.1	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral Subtropical y Secundaria	Basalto	Acrisol Háplico Acrisol Úmbrico
25	Sierra medianamente escarpada	3,619.3	Cw1 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Bosque de Pino y Encino con Pastizal Inducido	Ceniza Volcánica	Cambisol Ándico Acrisol Háplico



26	Valle intramontano inundable	1,666.4	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Solonchaks Háplico
27	Sierra medianamente escarpada	7,391.1	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Bosque de Pino y Encino	Ceniza Volcánica	Luvisol Cutánico Leptosol Úmbrico
28	Valle intramontano inundable	3,553.2	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo y Huizachal	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Solonchaks Petrosáfico Hypersáfico Cambisol Mólico
30	Valle intramontano con manto freático elevado	1,519.9	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de temporal, pastizal inducido y bosque de pino	Ceniza Volcánica	Luvisol Háplico Fluvisol Háplico
31	Sierra fuertemente escarpada	7,865.2	Cw1 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Bosque de Pino y Encino y Agricultura Perenne	Ceniza Volcánica y Basalto	Acrisol Háplico Luvisol Cutánico
32	Sierra medianamente escarpada	1,105.8	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Bosque de Pino y Encino	Ceniza Volcánica	Acrisol Háplico
33	Sierra fuertemente escarpada	11,870.6	(A)Cwo Subhúmedo semicálido (T entre 18 y 22°C)	Matorral subtropical y Secundaria	Toba	Acrisol Háplico
34	Sierra ligeramente escarpada	949.4	Cw1 Subhúmedo templado (T entre 12 y 18°C)	Bosque de Encino y Pastizal Inducido	Basalto y Ceniza Volcánica	Fluvisol Háplico Acrisol Háplico
35	Valle intramontano	1,858.5	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Solonchaks Cálcico Cambisol Mólico
36	Lomeríos medianamente escarpados	2,357.7	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Agricultura de Temporal y Riego	Ceniza Volcánica	Luvisol Cálcico Luvisol Háplico
37	Valle con cerros medianamente escarpados	1,765.0	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Solonchaks Háplico Solonchaks Petrosáfico
38	Valle con colinas	1,425.9	BS1h árido semiseco semicálido (T entre 18 y 22°C)	Pastizal Natural Halófilo y Vegetación Halófila	Sedimentos de Ceniza Volcánica y Basálticos	Arenosol Hypolúvico Solonchaks Hyposáfico

#### 4.4.3. Potencial, limitantes y requerimientos de manejo de las unidades de manejo (UM)

**Altiplanicie ligeramente escarpada** (UM 19).- Esta UM ubicada en la parte Este de la cuenca, entre los municipios de Concepción de Buenos Aires y Teocuitatlán de Corona, con una superficie estimada de 8,593.2 ha. Aquí el cambio de uso de suelo más apreciable es el de bosque mixto a vegetación secundaria.

Potencial.- Solo algunas áreas rivereñas, con pendientes pronunciadas o muy rocosas, han escapado al impacto de la agricultura, sin embargo aun presenta parches de vegetación natural con un amplio potencial para especies silvestres ó como corredor biológico. Este sitio presenta potencial limitado para la agricultura de riego y temporal, bajo un esquema de baja labranza o de bajo impacto ambiental. Presenta también potencial para la ganadería extensiva bajo una capacidad de carga acorde a su potencial.

Limitantes.- Aquí la superficie está altamente modificada para la agricultura y ganadería, los efectos de las actividades productivas pueden tener impactos si se sobrepasan sus capacidades. Los cambios de uso deben de ser evitados.

Requerimientos.- La protección legana es requerida para garantizar la conservación de las superficies con vocación natural del suelo. Por otra parte los usos productivos requieren de adecuaciones operativas para mejorar la estabilidad del suelo y reducir el uso de pesticidas y agroquímicos de efecto prolongado en el ecosistema.

**Cerros medianamente escarpados** (UM 8).- Se ubica al norte de la cuenca en el municipio de Zacoalco de Torres, con una extensión de 820 ha., ha sido medianamente modificado para la agricultura sobre todo en sus parte planas.

Potencial.- Presenta un poco de utilidad agrícola de temporal y para ganadería extensiva. Su terreno sin disturbios apreciables, presentan potencial de hábitat para aves y mamíferos de talla chica y mediana (pequeños mamíferos y aves)

Limitantes.- Su potencial productivo es limitado.

Requerimientos.- Protección de su superficie de vegetación natural.

**Cerros medianamente escarpados con valles intramontanos** (UM 3).- Esta superficie al extremo norte de la cuenca en el municipio de Zacoalco de Torres, cuenta con 1,170.4 ha., aquí la utilización de la agricultura es más extensa y presenta infraestructura para riego.

**Potencial.**- Este sitio es productivo para la agricultura y presenta superficies de matorral subtropical de importancia para la conservación y salud de la hidrodinámica de la cuenca.

**Limitantes.**- La superficie utilitaria es muy reducida y la presión productiva impulsa la apertura a la agricultura en sitios con pendientes y suelos no propicios para esta actividad.

**Requerimientos.**- Gestión de la protección de las superficies

**Lomeríos ligeramente escarpados (UM 14 y 36).**- Ubicados en la parte sur y centro-norte de la cuenca, en los municipios de Teocuitatlán de Corona, Sayula y Gómez Farías, con una superficie total de 3,881.1 ha. Estas unidades presentan altos gros de cambio de uso de suelo hacia la agricultura, siendo muchos de estos terrenos de escaso potencial agrícola y muy sensible a la erosión.

**Potencial.**- Su utilidad para la agricultura es alta, así mismo para la productividad el hábitat que representan sus áreas no modificadas.

**Limitantes.**- Toda la superficie apta para agricultura ya ha sido explotada y existe el riesgo de abrir tierras no aptas lo que solo representaría la degradación del sitio.

**Requerimientos.**- Aplicación de acciones de conservación de suelo, capacitación a productores, educación ambiental y protección legal de áreas con cubierta natural así como restauración de áreas agrícolas abandonadas o de bajo potencial productivo.

**Lomeríos ligeramente escarpados con terrazas inclinadas (UM 13).**- Área de alto impacto, al noreste de la cuenca sobre la bosque mixto con regeneración de vegetación secundaria, en una superficie de 2,159.4 ha, entre el municipio de Tuxcueca y Teocuitatlán. Áreas abiertas históricamente a la agricultura.

**Potencial.**- Su potencial para la vida silvestre es apropiado dado su baja frecuencia e intensidad de uso. Útil para agricultura de temporal y ganadería extensiva, bajo esquemas de bajo impacto.

**Limitantes.**- Parcelas agrícolas pequeñas y de temporal con acelerada pérdida de suelo.

**Requerimientos.**- Recuperación de superficies abandonadas y aplicación de acciones de control de suelo.

**Lomeríos medianamente escarpados (UM 5).**- Esta es una de las unidades más impactadas por actividades socioeconómicas, presentando desde desarrollos agrícolas hasta urbanos y semi-industriales en una superficie de 6,397.6 ha, en la región occidental de la cuenca, entre los municipios de Amacueca, Techaluta de Montenegro y Atoyac.

**Potencial.-** Los suelos de esta área son propicios para actividades productivas bajo esquemas de protección del suelo. Su función de corredor biológico es funcional para algunas especies con rangos hogareños cortos o muy adaptadas a condiciones de alta frecuencia de disturbios.

**Limitantes.-** Estas áreas presentan pendientes que aumentan la sensibilidad del suelo a la erosión ante la presencia de disturbios y procesos productivos que no contemplan el uso racional de los recursos naturales, su potencial de hábitat esta muy limitado para muchas de las que conforman la biodiversidad de la cuenca.

**Requerimientos.-** Protección de áreas con vegetación natural, recuperación y manejo de áreas con sensibilidad a la erosión, involucramiento público en capacitación a productores y comunidad en general y desarrollo de actividades alternativas de producción.

**Lomeríos medianamente escarpados con cerros y cañadas (UM 15).-** Esta unidad esta ampliamente distribuida en la región este de la cuenca entre los municipios de Teocuitatlán, Tuxcueca, Concepción de Buenos Aires y Atoyac, con una superficie de 17,547.6 ha. Esta es una de las unidades menormente impactadas y las superficies con cambio de uso de suelo evidente son más pequeñas en extensión.

**Potencial.-** Contiene una superficie dominada por cubierta vegetal de vocación natural apta para la vida silvestre. La ganadería extensiva puede desarrollarse controladamente en esta zona.

**Limitantes.-** Su potencial agrícola es reducido y el suelo resulta sensible a la erosión.

**Requerimientos.-** Protección de la vegetación natural y manejo de cuenca para controlar pérdida de suelo y favorecer la infiltración.

**Pie de monte ligeramente escarpado (UM 16 y 23).-** Esta UM se localiza al norponiente de la cuenca, en los municipios de Amacueca, Atoyac y Techaluta y centro sur en los municipios de Amacueca, Sayula y Atoyac, contando con una extensión de 13,790.4 ha, en donde destaca la agricultura y pastizal inducido, siendo la agricultura el rasgo mas distintivo de uso.

**Potencial.-** Área propicia para la agricultura y actividades productivas en general.

**Limitantes.-** Su potencial de hábitat esta restringido a especies adaptadas a la agricultura.

**Requerimientos.-** Capacitación en materia de uso racional de los recursos naturales, alternativas de producción y educación ambiental.

**Pie de monte medianamente escarpado (UM 9 y 17).-** Se localizan en los municipios de Teocuitatlán y Atoyac con una superficie total de 3,347.9 ha al norte y centro de la cuenca. Esta

zona esta intercalada entre superficies con vegetación natural y tierras abiertas a cultivo de temporal y pastizal inducido.

**Potencial.**- Aun que no mantiene un potencial óptimo de hábitat tiene capacidad para mantener algunas especies de pequeños mamíferos y aves.

**Limitantes.**- Tierras muy sensibles a la erosión del suelo.

**Requerimientos.**- Protección de vegetación natural, obras de retención de suelo e involucramiento público en manejo y conservación.

**Sierra ligeramente escarpada (UM 34).**- Se localiza al extremo poniente, entre los municipios de Tapalpa y Amacueca con una superficie de 949 ha. Esta ha sufrido modificaciones para agricultura de temporal y pastizal inducido, conteniendo algunos parches maduros de vegetación de bosque de encino.

**Potencial.**- Esta zona es propicia para la ganadería extensiva y bajo condiciones especiales, puede presentar aptitudes para manejo de vida silvestre. Es una importante área de recarga hidrológica.

**Limitantes.**- La cubierta vegetal natural ya ha sido altamente impactada y no tiene una estructura topográfica favorable para la agricultura.

**Requerimientos.**- Protección de las áreas con vegetación natural, gestión de protección oficial de los recursos y alternativas productivas que involucren la conservación de vida silvestre y su hábitat. El uso del pastoreo también requiere ser adaptado a su capacidad de carga.

**Sierra medianamente escarpada subtropical (UM 20, 24).**- Estas unidades se localizan en el municipio de Atoyac, con 5,119.7 ha. Han sufrido históricas modificaciones de la cubierta vegetal para agricultura de temporal y pastizal inducido, dando lugar a parches de vegetación secundaria a consecuencia de degradación del matorral subtropical o recuperación de tierras de cultivo.

**Potencial.**- Su potencial productivo es limitado a consecuencia de su topografía y suelos por lo que los procesos ecológicos e hidrológicos son el mayor potencial.

**Limitantes.**- El efecto negativo de la modificación de la vegetación ha reducido la capacidad de mantener los requerimientos de las especies históricas del sitio.

**Requerimientos.**- Protección de los procesos hidrológicos y gestión de la protección de flora y fauna. Promoción de alternativas productivas.

**Sierra medianamente escarpada en bosques** (UM 21, 25, 27 y 32).- Estas unidades se localizan entre los municipios de Atoyac, Gómez Farías, Tapalpa y Concepción de Buenos Aires, con 13,206.9 ha. Las partes más planas de estas unidades ya han sido modificadas para la agricultura aspectos pecuarios, manteniendo bosques maduros en las partes más escarpadas.

Potencial.- Correspondiendo a superficies de menor perturbación su potencial productivo podría albergar ganadería extensiva controlada y algunos usos alternativos así como la protección de hábitat para vida silvestre.

Limitantes.- La topografía y suelo limitan la productividad agrícola y las perturbaciones a la vegetación y frecuencia de disturbios limitan el desarrollo de algunas especies de vida silvestre.

Requerimientos.- Promoción de usos alternativos y técnicas de manejo de menor impacto en el aprovechamiento de los recursos.

**Sierra medianamente escarpada con paredones** (UM 12).- Entre los municipios de Amacueca y Techaluta al extremo oeste de la cuenca. Pese a su inaccesibilidad u topografía escarpada esta unidad no ha escapado a los disturbios sobre su vegetación natural en algunos parches de agricultura temporal.

Potencial.- La superficie mejor conservada representa un hábitat relictos para las especies adaptadas a estas condiciones.

Limitantes.- No se recomiendan usos productivos que no contemplen la vocación natural del terreno.

Requerimientos.- Gestión de la conservación a largo plazo, monitoreo de procesos naturales y obras de conservación de suelo en áreas impactadas.

**Sierra medianamente escarpada con paredones y terrazas** (UM 1).- Se localiza al extremo norte de la cuenca entre los municipios de Jocotepec, Zacoalco y Teocuitatlán, con una superficie de 7,587 ha. Presenta pocas áreas con potencial natural, la mayor parte de la unidad se encuentra en estado alterado para la agricultura principalmente de temporal.

Potencial.- Su continuidad con otras unidades le dan un valor especial de corredor biológico gracias a los relictos de vegetación natural que aun contiene.

Limitantes.- La superficie natural se encuentra reducida y los usos actuales mantienen los disturbios.

Requerimientos.- Recuperación de superficies abandonadas por la agricultura y gestión e involucramiento público a fin de evitar la apertura de nuevas áreas a la agricultura y pastizal.

**Sierra fuertemente escarpada** (UM 7, 22, 31, 33).- Estas unidades que se distribuyen a las orillas de la cuenca, entre los municipios de Teocuitatlán, Concepción de Buenos Aires, Atoyac, Gómez Farías, Sayula, Tapalpa y San Gabriel, que ocupa una superficie de 27,089.4 ha. Presenta una superficie dominada por vegetación natural con algunos parches modificados o con vegetación secundaria, por contener condiciones más inaccesibles han permanecido con un nivel alto de conservación de sus funciones bioecológicas.

Potencial.- Este sitio presenta potencial para la funcionalidad hidrológica de la cuenca y en cuestión de vida silvestre, dependiendo de la conectividad puede resultar apropiado para ciertas especies adaptadas a estas condiciones,

Limitantes.- Potencial e hábitat restringido a ciertas especies, descartando poblaciones sanas de especies de grandes mamíferos o especies residentes de ámbito hogareño amplio.

Requerimientos.- Protección de espacios con vegetación natural, recuperación de áreas abandonadas, aplicación de usos alternativos y gestión del involucramiento público para el uso racional de recursos.

**Valle intramontano** (UM 10, 35).- Con una superficie de 9,437.3 ha, se localizan al centro y norte de la cuenca, entre los municipios de Atoyac y Teocuitatlán y se distingue por superficies con vocación natural de pastizal halófilo, las cuales en gran parte han sido convertidas en agricultura de temporal y riego.

Potencial.- Su productividad agrícola es alta así como su contribución al ciclo de nutrientes del ecosistema. Este ambiente es propicio para gran cantidad de especies incluyendo poblaciones considerables de especies migratorias.

Limitantes.- Esta altamente expuesta a disturbios y la actividad productiva se practica de manera intensiva con los consecuentes efectos dañinos propiciados por los métodos comunes de producción.

Requerimientos.- Involucramiento público en alternativas de producción y manejo racional y responsable de las actividades productivas, requiere de procesos específicos de manejo de residuos en suelo y agua. Por otro lado su potencial de hábitat demanda de protección legal de esta condición natural.

**Valle intramontano con manto freático elevado** (UM 30).- Este valle de 1,519.9 ha, ubicado en el municipio de Atoyac, se encuentra altamente modificado para la agricultura y pastizal inducido presenta algunos parches de bosque de pino de alto interés para la conservación.

Potencial.- Altamente productivo para la agricultura y vegetación natural,

Limitantes.- Limitado por los disturbios frecuentes y modificaciones al ambiente natural.

Requerimientos.- Recuperación de áreas naturales, aplicación de alternativas productivas y protección de elementos naturales de la vegetación.

**Valle intramontano inundable** (UM 11, 18, 26, 28).- Esta superficie continua se encuentra al centro de la cuenca siendo la parte más baja entre los municipios de Atoyac, Amacueca y Sayula.

Potencial.- El ambiente de humedal generado atrae especies residentes y migratorias que pudieran generar actividades de aprovechamiento tanto extractivo como de observación de vida silvestre.

Limitantes.- La salinidad y periodo de inundación restringen sus usos productivos incluyendo la ganadería. El régimen de inundación temporal y la baja profundidad reduce las posibilidades de usos productivos en el cuerpo de agua así como el desarrollo de infraestructura de comunicación.

Requerimientos.- Establecimiento de alternativas de producción y turismo, educación ambiental y manejo de residuos y emisiones.

**Valle con cerros medianamente escarpados** (UM 37).- Esta unida esta ubicada en el municipio de Atoyac con superficie de 1,765 ha, dominada por pastizal halófilo pero presenta rasgos de vegetación de matorral. Lamentablemente la superficie más alta presenta amplias modificaciones del paisaje natural.

Potencial.- Tiene potencial agrícola, ganadero y podría ser manejado para actividades alternativas y manejo de especies silvestres.

Limitantes.- Esta altamente expuesto a disturbios y frecuencia de utilización reduciendo su uso como hábitat.

Requerimientos.- Utilización de alternativas productivas y manejo del suelo.

**Valle con colinas** (UM 2, 4, 6, 38).- Estas unidades se distribuyen entre los municipios de Zacoalco y Teocuitatlán con una superficie de 6,049.3 ha, conteniendo superficies de pastizal natural, suelo ocasionalmente inundable y algunos parches de matorral.

Potencial.- Estas áreas son aptas para la ganadería, y para el desarrollo de algunos procesos biológicos y ecológicos de la cuenca.

Limitantes.- Los eventos de inundación temporal reducen su potencial productivo y las condiciones de humedal son temporalmente cortas.

Requerimientos.- Gestión de adecuación como hábitat y promoción de usos alternativos.



## 4.5. Presentación esquemática de la problemática ambiental de la cuenca.

La información que se manifiesta en las tablas siguientes es la síntesis de los problemas manifestados en cada uno de los trabajos especializados, que al efecto fueron presentados por los diferentes autores de este documento. Ya sea que se elaboraron específicamente o recopilación de información publicada por el Gobierno del Estado pero de la que también su autoría corresponde a los integrantes de este equipo de investigadores.

Se distinguen como elementos a evaluar los componentes ambientales que son la base del ecosistema de la cuenca en estudio; esos se refieren a Agua, Suelo, Vegetación, Atmósfera, Fauna, Atmósfera y Población. Es importante señalar que los problemas que se mencionan son ubicados en la totalidad del municipio y a manera de representación gráfica se ilustran en la figura 15, por densidad problemática, por lo tanto en aquellos municipios que no comprendan todo su territorio en la delimitación de la cuenca, habrá que redimensionar los problemas definidos.

### 4.5.1 Descripción de problemáticas

#### **Problemáticas referentes a recursos hidrológicos**

*Sobreexplotación de acuíferos.*- Este es uno de los problemas más fuertes y frecuentes en humedales de naturaleza endorreica, generalmente se dan a consecuencia de la combinación de la reducción de la cuenca para reabastecer de agua a los mantos freáticos, mientras que por otro lado la apertura de pozos en ocasiones evidentemente ilegales, ejercen una extracción de la cual es imposible mantener sus capacidades y traen como consecuencia: el agotamiento de fuentes de agua, disminución de niveles freáticos y en algunos casos y permanentemente la desaparición de ojos de agua.

*Contaminación de agua.*- Entre las situaciones adversas más evidentes en cuanto a su presencia pero no así su efecto en el medio, se encuentra la contaminación directa sobre el agua de la cuenca tanto superficial, freática como de los depósitos para uso. Las fuentes de este problema son tan variadas como: los desechos de granjas, mal manejo de agroquímicos, inadecuada disposición de residuos sólidos municipales sin tratamiento, por residuos

considerados como peligrosos así como por algunos procesos industriales que incluso provocan el lixiviado de metales.

*Retención de escurrimientos superficiales.*- Generalmente estos cortes del flujo hidrológico natural, obedecen a cuestiones de uso del agua para cuestiones productivas y sociales, por lo que sus restricciones no pueden realizarse de manera directa y resulta necesaria la búsqueda de alternativas de manejo y uso del recurso hidrológico. Destaca en este punto la necesidad de gestionar los gastos mínimos ecológicos, a fin de mantener las funciones ecológicas que dependen de la disponibilidad de escurrimientos y cuerpos de aguas permanentes o temporales según sea el caso. En otros casos como obstrucción de cauces de agua por asentamientos humanos y azolve en cuerpos de agua (lagunas, lagos, presas), resulta viable socialmente el manejo y restauración de los flujos continuos, además de que se previenen situaciones de Inundaciones por obstrucción de cauces de agua (ríos, arroyos).

*Uso inadecuado de agua (desperdicio, fugas).*- Otro punto a considerar y que responde a un problema de valoración social respecto al recurso es el mal uso o desperdicio del agua, estas situaciones van desde la falta de cultura domestica, hasta la falta de capacitación de productores que hacen un uso considerable del agua, sin contar con tecnologías o alternativas de mayor eficiencia en el uso de recursos.

Agua												
	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
Uso inadecuado de agua (desperdicio, fugas)												
Contaminación de cuerpos de agua superficiales generados por aguas residuales sin tratamiento												
Contaminación de agua por desechos de granjas												
Contaminación de agua por inadecuada disposición de residuos sólidos municipales (Basura)												
Contaminación de agua por residuos considerados como peligrosos												
Contaminación de agua por agroquímicos												
Contaminación de agua por procesos industriales												
Contaminación de acuíferos por lixiviados, metales												
Sobreexplotación de acuíferos												



## Suelo

	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
Contaminación del suelo por uso de agroquímicos												
Contaminación de suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos municipales (basura, lixiviados)												
Contaminación de suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos industriales												
Contaminación de suelo por desechos de granjas												
Contaminación de suelo por residuos considerados como peligrosos												
Contaminación de suelo por hidrocarburos												
Erosión hídrica por pérdida de cobertura vegetal (desmonte)												
Erosión y compactación por Agricultura y Ganadería												
Erosión de suelo por construcción de fraccionamientos												
Aprovechamiento inadecuado de material geológico (sobreexplotación)												
Inundación por desbordamiento de ríos, azolves, drenaje inadecuado, lluvias												
Crecimiento irregular de asentamientos humanos												
Cambio de uso de suelo												
Erosión por actividades antrópicas												

## Problemáticas referentes a vegetación

**Pérdida de vegetación.**- El efecto más fuerte respecto a las superficies cubiertas por vegetación natural, ha sido por cambio de uso de suelo (agricultura y crecimiento de asentamientos humanos e infraestructura) ya que al modificar alguna superficie de vegetación natural, esta pierde su potencial de hábitat y difícilmente podrá ser recuperado aun que se suspenda el uso para el que fue modificada, propiciándose con esto la pérdida de biodiversidad. Esta situación esta muy marcada a lo largo de la cuenca. Otras formas de pérdidas de la superficie y características de la vegetación esta representada por la tala inmoderada y por incendios, siendo esta ultimas más factibles de recuperar mediante programas consolidados de manejo. Por otro lado los impacto a la cubierta vegetal por ganadería (sobre-pastoreo) pueden se reversibles a largo plazo mediante la aplicación de técnicas de pastoreo y establecimiento de limites de carga animal.

**Sobreexplotación de productos no maderables.**- Una situación muy recurrente dentro del baso de la laguna, es la recolección de "Romeritos" (*Suaeda torreyana*) y más aun durante la

temporada decembrina cuando la tradición demanda el consumo nacional de este producto de producción muy limitada y se hace una fuerte colecta en la laguna. Estas extracciones se pueden ejercer fuertemente sobre otros recursos con poblaciones limitadas, representando un riesgo para especies en peligro o amenazadas por el saqueo y contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad.

*Otras limitantes de la vegetación.*- Pese a los impactos directos sobre la vegetación, se adicionan limitantes como la ineficiencia de regeneración natural por sequía o el impacto por plagas, malezas e invasión de especies exóticas y parasitarias como la invasión de muérdago en árboles. Si bien es cierto que las sequias no pueden ser manejadas, si es un factor más a considerar para el diseño de un programa de manejo.

*Necesidades de investigación.*- Respecto a las dinámicas de la vegetación aun existen huecos de conocimiento referentes a: información sobre procesos ecológicos, ubicación y dimensiones de las áreas degradadas, descripción de distribución y efecto de especies exóticas introducidas. Desconocimiento del potencial de especies consideradas como útiles para la industria y la alimentación, útiles para la conservación de suelo, uso racional y conservación biológica.

Vegetación												
	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
Pérdida de vegetación por tala inmoderada												
Sobreexplotación de productos no maderables												
Pérdida de vegetación por incendios												
Impacto a la regeneración natural por sequía												
Impacto a la cubierta vegetal por ganadería (Sobrepastoreo) y agricultura												
Impacto a especies en peligro o amenazadas por recolección (saqueo)												
Impacto a la vegetación por plagas, malezas, especies exóticas												
Crecimiento de asentamientos humanos												
Escasez de información sobre las áreas degradadas												
Desconocimiento de especies útiles para la conservación de suelo, uso racional y conservación biológica.												
Desconocimiento sobre el numero de especies exóticas introducidas dentro de áreas naturales												
Falta de bases de datos donde se encuentre incorporada la información que arriba se menciona												



## Atmósfera

	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxteuca
Contaminación de la atmósfera por quema de basura												
Contaminación a la atmósfera por quema en ladrilleras												
Contaminación a la atmósfera por quemas agrícolas												
Contaminación a la atmósfera por combustión de vehículos												
Contaminación a la atmósfera por gases y polvo de procesos industriales												
Contaminación a la atmósfera por tolveneras (polvo)												
Contaminación de aire por fumigaciones de agroquímicos en aviones												

## Problemáticas referentes a calidad de vida de la población

*Impacto al medio perceptual.*- Percepción del medio y el componente paisajístico forman parte importante de los satisfactores sociales relacionados con la mejor calidad de vida de la población, generándose percepciones adversas por efecto de: disposición inadecuada de basura, por publicidad (panorámicos en comercios) excesiva, deterioro de vegetación y suelo, por crecimiento de asentamientos humanos y desarrollos turísticos, por bancos de material geológico, por apertura de caminos, por vertedero municipal y derivado de situaciones climáticas y mala salud de la cuenca por sequía prolongada y baja captación de lago. Situaciones que de alguna u otra manera requieren de ser consideradas dentro de un proceso integral de manejo.

*Impacto al sosiego de la población.*- La tranquilidad de la población también se ve aquejada por factores como: por olores del sistema de drenaje y planta de tratamiento; por ruido y olores generados en granjas, industrias y talleres; por olores en cuerpos de agua; por olores generados en ladrilleras; por olores de vertedero (basura); por vibración generado en industria y por ruido de equipos de sonido o vehículos

**Impacto a la Salud.-** La mayoría de estos factores tienen su efecto negativo en la salud humana de manera directa, además se producen situaciones como la proliferación de fauna indeseable.

Población	Municipios											
	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
Impacto al sosiego de la población por ruido de equipos de sonido o vehículos												
Impacto al sosiego de la población por ruido generado en industrias, talleres												
Impacto al sosiego de la población por olores del sistema de drenaje, planta de tratamiento												
Impacto al sosiego de la población por olores en cuerpos de agua												
Impacto al sosiego de la población por olores de granjas												
Impacto al sosiego de la población por olores de industria, talleres												
Impacto al sosiego de la población por olores de vertedero (basura)												
Impacto al sosiego de la población por vibración generado en industria												
Impacto al medio perceptual por publicidad (panorámicos)												
Impacto al medio perceptual por apertura de caminos												
Impacto al medio perceptual por vertedero municipal												
Impacto al medio perceptual por sequía de Lago												
Impacto al medio perceptual por disposición inadecuada de basura												
Impacto al medio perceptual por bancos de material geológico												
Impacto al medio perceptual por deterioro de vegetación y suelo												
Impacto a la Salud por proliferación de fauna indeseable												
Impacto al medio perceptual por crecimiento de asentamientos humanos, desarrollos turísticos												

### Problemáticas referentes a vida silvestre

**Impacto a poblaciones de fauna terrestre.-** El principal factor limitante de poblaciones de vida silvestre resulta ser la pérdida de espacios adecuados, y esto sucede por: deforestación; apertura de tierras a la agricultura; por introducción de especies exóticas; por cacería furtiva, pesca o captura y por el desplazamiento ejercido por la ganadería y disturbios constantes de actividades



antropogénicas. En sitios con densidades altas de población humana y superficie de hábitat reducida o fragmentada, cualquier efecto sobre especies silvestres puede resultar en limitantes significativas sobre las especies, como es el caso de la explotación desmedida de rana, la cual se utiliza con fines comerciales.

*Fragmentación y pérdida de hábitat.*- Adicionalmente a la pérdida de superficies con potencial de sustento de funciones ecológicas y biológicas, se presenta la falta de continuidad ó corredores biológicos que permitan interconectar los espacios de hábitat y favorecer las dinámicas biológicas. Estas interrupciones se generalizan mediante la instalación de: infraestructura carretera, asentamientos humanos, incendios forestales áreas de uso frecuente y desde luego los cambios de uso de suelo en superficies extensas.

*Pérdida y contaminación de cuerpos de agua permanentes.*- A pesar de que este sistema se distingue por ser un cuerpo de agua temporal o intermitente, existen partes bajas o con influencia de corrientes hidrológicas que mantienen cuerpos de agua permanentes, estos se han reducido en espacio y calidad a consecuencia de la extracción y utilización de agua, así como por el vertimiento de aguas de desecho sin tratamiento y el arrastre y depositación de contaminantes mediante los escurrimientos superficiales.

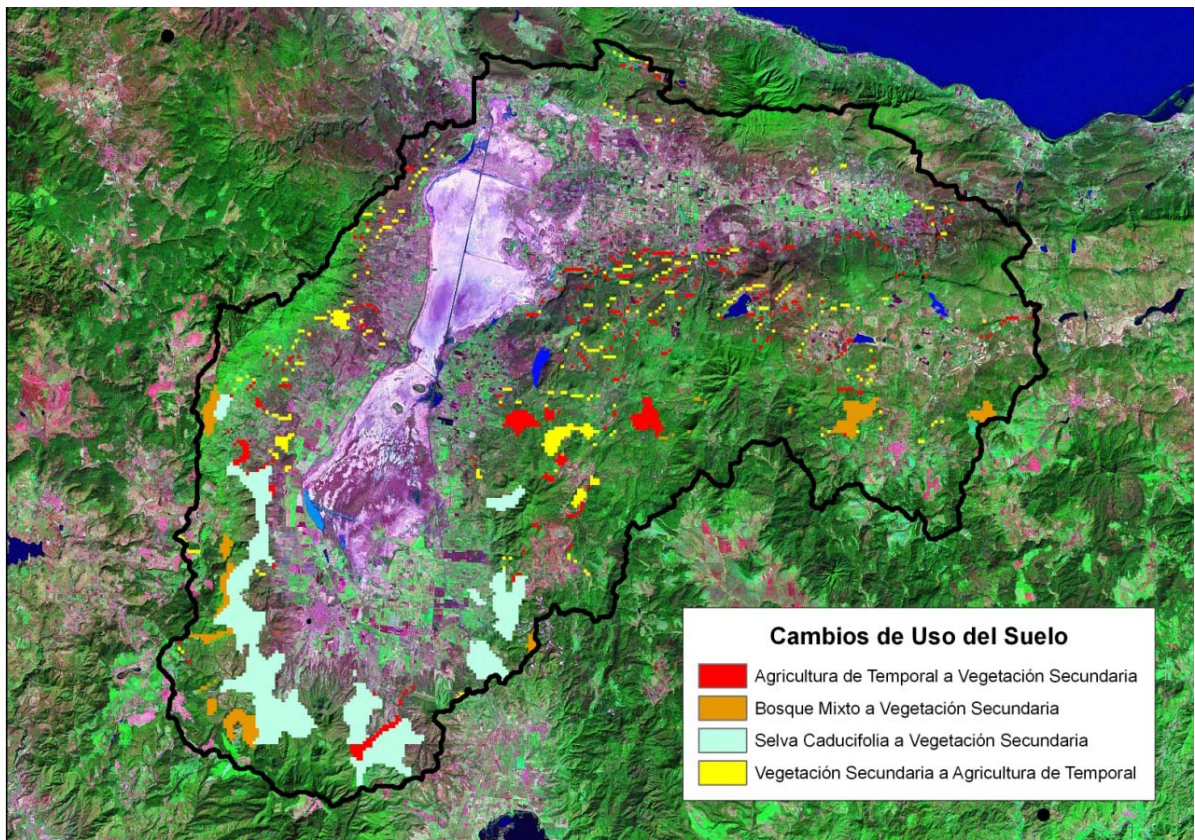
*Disminución poblaciones de fauna acuática.*- Las especies que dependen de ambientes posiblemente sean las que han sido mas afectadas, sin tener información suficiente no se puede saber si desaparecieron especies durante las ultimas décadas. Dentro de las especies que se conocen actualmente, existen limitantes de su desarrollo propiciados por contaminación de agua, ensolvamiento de humedales, modificaciones en hidrodinámica y regímenes hidrológicos, así como la reducción de los aporte de agua por su utilización y extracción. Adicionalmente se presenta un impacto a poblaciones de fauna por cambio climático, particularmente la sequía.

## Fauna

	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de Corona	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
Disminución de poblaciones de fauna por cacería furtiva, pesca o captura												
Pérdida y contaminación de cuerpos de agua permanentes												
Disminución de poblaciones de fauna acuática por contaminación de agua												
Impacto a poblaciones de fauna por incendios forestales												
Impacto a poblaciones de fauna por deforestación												
Impacto a poblaciones de fauna por introducción de especies exóticas												
Impacto a poblaciones de fauna por cambio climático (sequía)												
Impacto a poblaciones de fauna por agricultura y ganadería (desplazamiento)												
Crecimiento de asentamientos humanos, infraestructura carretera												
Explotación desmedida de la rana con fines alimenticios												

## 4.6. Evaluación de los Cambios de Uso del Suelo

Una de las estrategias más eficientes para medir la degradación del medio ambiente resulta ser la estimación de cambios de uso del suelo, ya que esta información nos permite conocer de manera puntual las dimensiones y tendencias de cada uno de los elementos del paisaje.



### Modificaciones de uso de suelo más apreciables en la cuenca.

Los rasgos más distintivos respecto al cambio de uso de suelo se determinaron mediante un módulo Land Change Modeler de IDRISI ANDES®, el cual genera de forma automática mapas temáticos de persistencias y cambios entre imágenes de fechas diferentes (capas vectoriales de la carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, serie 2 (1993) y serie 3 (2002), resultando cambios muy apreciables en cuanto a la pérdida de selva caducifolia y el incremento de vegetación secundaria.

#### 4. 6. 1. Descripción de los grupos de uso de suelo analizados

**AR. Agricultura de Riego.-** Áreas agrícolas que se agrupa en función de su disponibilidad de agua.

**AT. Agricultura Temporal.-** Agricultura de temporal y pequeñas área de agricultura de humedad, no representativas.

**AP Pastos cultivados.-** bajo temporal, con fines pecuarios.

**BC. Coníferas.-** Diversos bosques de: oyamel, pino y pino-encino, que constituyen la principal riqueza forestal pues se trata de especies comerciales. Se encuentran *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. teocote*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. strobus*, *Quercus spp.*

**BD. Bosques Deciduos.-** Se trata de bosques de: encino-pino, encino y de galería. Predominan diversas especies de *Quercus* y en el caso de las galerías *Platanus sp.*, *Salix chilensis* y otras.

**BM. Bosque Mixto.-** Se trata del Bosque mixto de deciduas y coníferas. Son abundantes las especies maderables.

**MK. Mesquital.-** Esta comunidad esta domonada por estrato leñoso del genero *Prosopis*.

**SS. Selvas caducifolias.-** En las zonas subhúmedas, con especies como: *Cordia dodecandra*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma sp.*, *Crescentia alata* y *Tabebuia spp.*, también *Prosopis sp.*

**VS. Vegetación secundaria.-** Se trata de condiciones arbóreas y arbustivas derivadas de selvas, bosques u otro tipo de vegetación y que actualmente tienen en general poca capacidad forestal, basada en especies de crecimiento rápido con baja calidad de madera, pero que algunas de las especies, las menos y en pocos lugares, pueden ser incorporadas a procesos industriales (previas investigaciones) para la generación de pulpa de papel, tableros aglomerados y sustancias diversas.

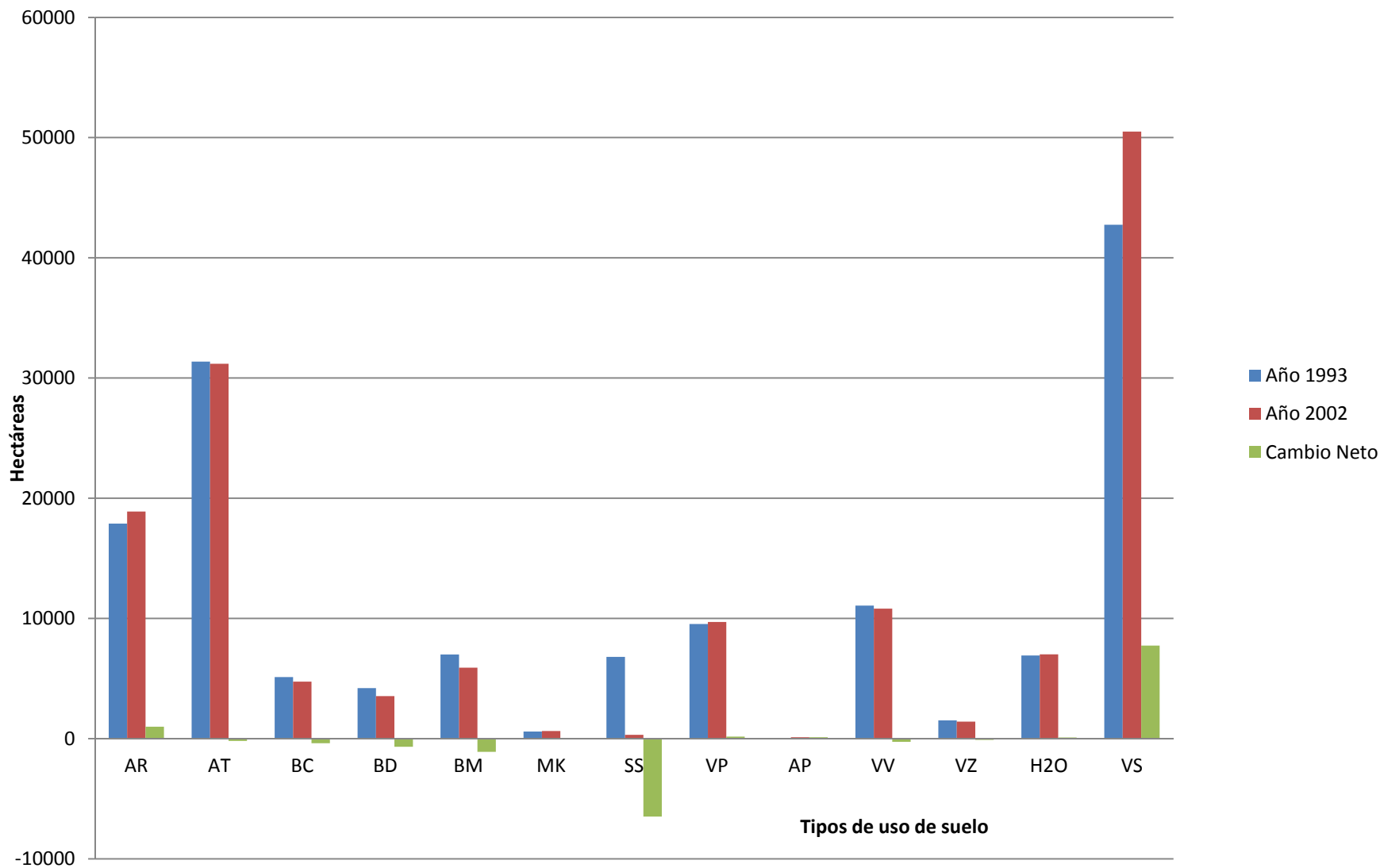
**VP. Pastos diversos.**- Se agrupa aquí la vegetación graminoide y herbácea en general; se ubican acá los pastizales inducidos, halófilos, pradera de alta montaña y vegetación secundaria herbácea. Entre las plantas dominantes están: *Distichlis spicata*, *Suaeda mexicana*, *Stipa tenuissima*, *Bouteloua* spp., *Baccharis conferta*, *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia* spp., *Aristida orcutiana*, etc.

**VV. Vegetación diversa.**- Por fines prácticos se incluyen aquí áreas muy poco representativas de riego suspendido actualmente sin vegetación, zonas desprovistas de vegetación aparente, tales como las nieves perpetuas de los grandes volcanes, áreas incendiadas, zonas donde el sustrato está expuesto, lechos de ríos no cubiertos por vegetación, además de palmares de *Brahea* sp., tular y otras poco representadas. En razón de la diversidad que pueden presentar las entidades federativas se aplican aquí, como en el caso de los matorrales antes señalados, los criterios de clasificación indicados en las zonas ecológicas para la correcta y completa distinción de particularidades que se documentan a detalle. Para el área de estudio se utilizó este código para las áreas de suelo o sustrato expuesto, posterior a un incendio forestal.

**VZ. Zonas urbanas.**- Se incluyen no sólo para mostrar su extensión sino también para evidenciar su crecimiento en contra principalmente de suelos agrícolas y forestales.

**H2O. Cuerpos de agua.**- Se incluyen solo los cuerpos de agua representables en escala a tratar.

Clave	Característica	Año 1993	Año 2002	Cambio Neto
AR	<b>Agricultura de riego</b>	17,896	18,896	1,000
AT	<b>Agricultura de temporal</b>	31,368	31,184	-184
BC	<b>Bosque de coníferas</b>	5,120	4,744	-376
BD	<b>Bosque de encino deciduo</b>	4,204	3,536	-668
BM	<b>Bosque mixto</b>	7,008	5,908	-1,100
MK	<b>Mezquital</b>	596	632	36
SS	<b>Selvas caducifolias y subcaducifolias</b>	6,808	324	-6,484
VP	<b>Pastizales</b>	9,540	9,712	172
AP	<b>Pastizal cultivado</b>	0	120	120
VV	<b>Vegetación halófila</b>	11,068	10,812	-256
VZ	<b>Zonas urbanas</b>	1,520	1,416	-104
H2O	<b>Cuerpo de agua</b>	6,916	7,012	96
VS	<b>Vegetación secundaria</b>	42,752	50,500	7,748

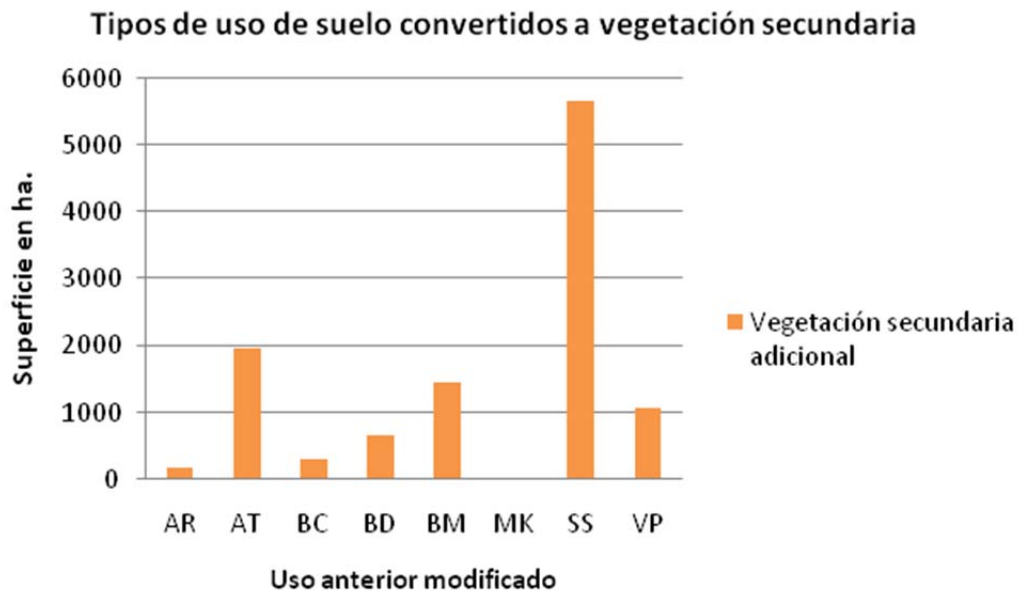


Cambio de uso de suelo de 1993 al 2002.

#### 4. 6. 2. Pérdidas y ganancias en los cambios de uso del suelo

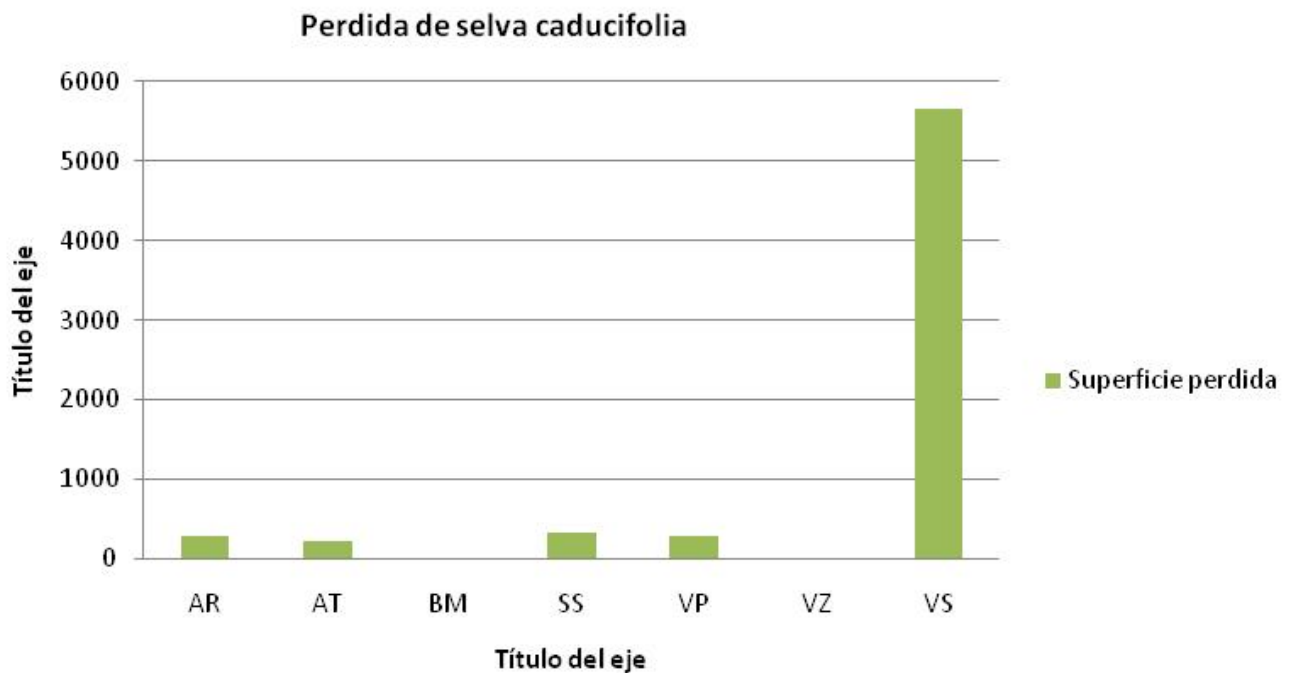
Algunos tipos de uso de suelo, propios de condiciones favorables para la conservación, mostraron reducciones en su superficie, representando con esto una problemática tangible. Por otro lado el aumento de la vegetación secundaria indica tanto la pérdida de estructuras más favorables de vegetación ó usos de vocación natural así como la recuperación paulatina de áreas con disturbios menos convenientes para la conservación. Por otro lado las ganancias de vegetación favorable, están representadas en superficie y no en su calidad de hábitat o maduras. Siendo así que no se expresan los cambios de bosques y selvas maduros a los de reciente conformación. De manera general la agricultura de riego y la vegetación secundaria han mostrado los mayores incrementos.

**Vegetación secundaria.**- La vegetación secundaria, de la cual se estiman 50,500 hectáreas en la cuenca, ha mostrado su mayor impacto sobre la selva caducifolia, afectando un estimado de 5,664 ha entre los nueve años de 1993 al 2002. Por otro lado el avance de esta vegetación sobre áreas de agricultura de riego, temporal y pastizal inducido (172, 1,972 y 1,072 respectivamente).



	AR	AT	BC	BD	BM	MK	SS	VP	AP	VV	VZ	H2O	Permanece	Total
<b>VS</b>	172	1,972	312	660	1,452	0	5,664	1,072	0	0	20	24	39,152	50,500

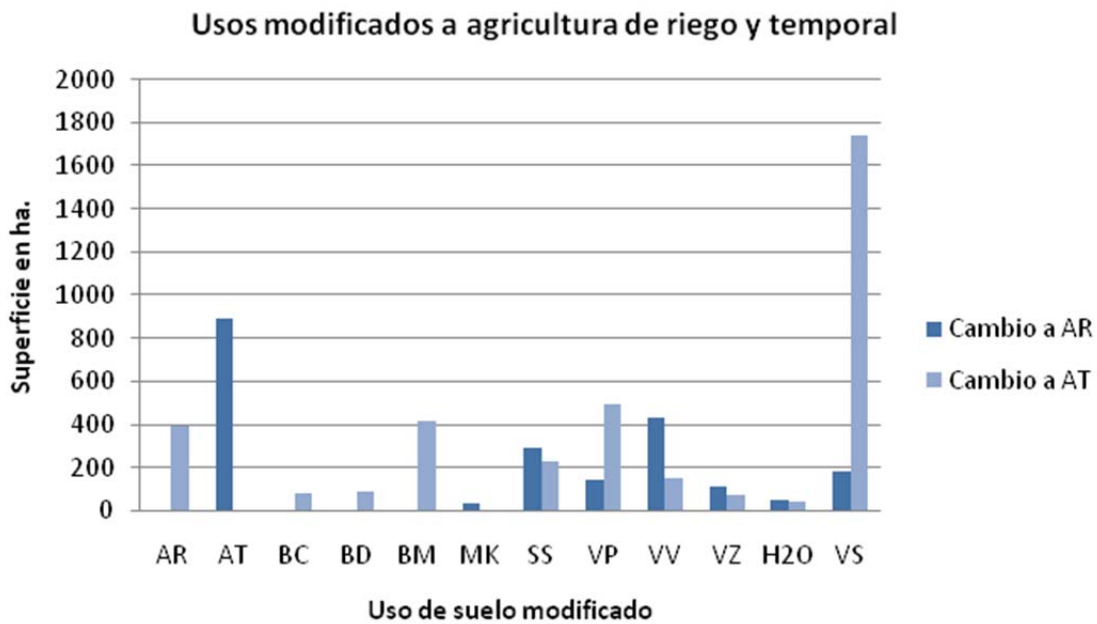
**Selva caducifolia.-** Del total de 6,808 ha estimadas para este tipo de vegetación, aun se conservan 320 ha. 5,664 ha de la superficie original fueron convertidas en vegetación secundaria, mientras que 521 fueron transformadas en agricultura y 288 a pastizal inducido. Esto manifiesta una seria transformación a tierras que en determinado momento han sido abandonadas y se encuentran en un proceso de sucesión para recuperar sus óptimas condiciones, de no presentarse otro factor de modificación.



	AR	AT	BM	Permanece	VP	VZ	VS	Total
<b>Selva original</b>	292	228	12	320	288	4	5,664	6,808

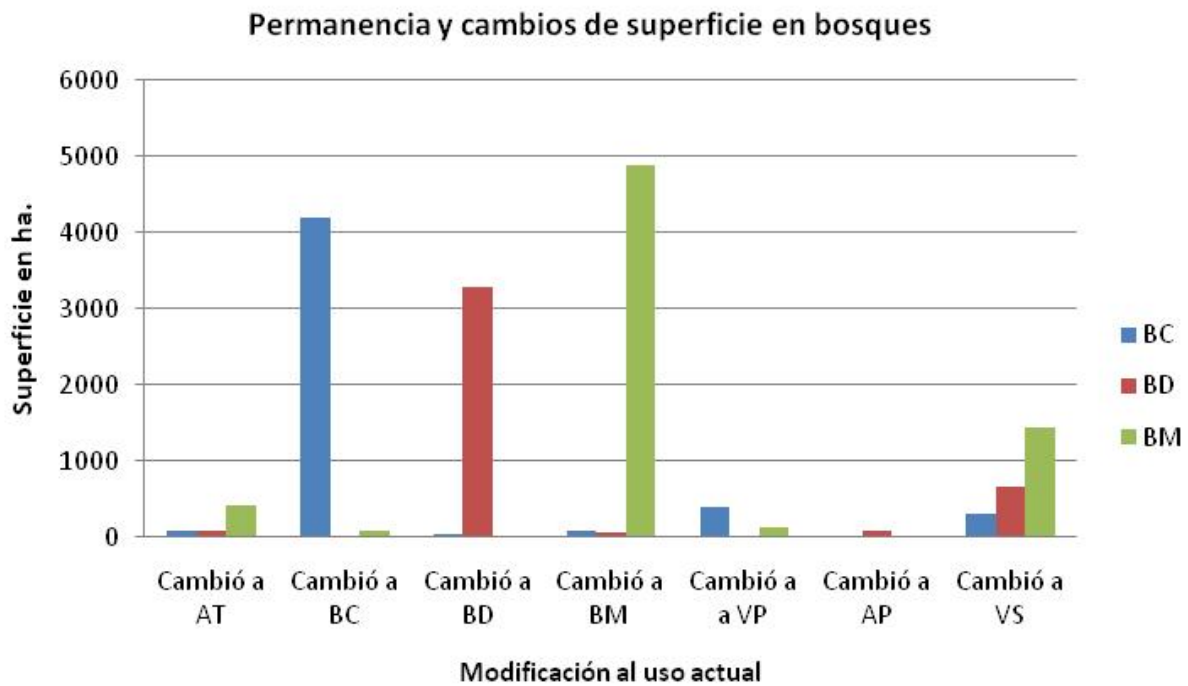


**Agricultura de riego y temporal.-** Estas superficies de 18,896 y 31,184 has respectivamente se han modificado ligeramente rediciéndose el riego y aumentando alrededor de 200 ha de temporal. Este rango de cambio representa el total de la superficie y no al espacio real ya que solo de vegetación secundaria 1,740 ha fueron convertidas a agricultura de temporal y 27,492 ha persistieron con este uso. En cuanto a variaciones de diego a temporal se observa un aporte de 892 ha de temporal al esquema de riego, lo que indica mayor presión por el recurso hidrológico.



	AR	AT	BC	BD	BM	MK	SS	VP	VV	VZ	H2O	VS	Total
<b>Cambio a AR</b>	16,780	892	0	0	0	28	292	140	432	108	44	180	18,896
<b>Cambio a AT</b>	388	27,492	80	88	416	0	228	496	148	72	36	1,740	31,184

**Bosques de coníferas, deciduos y mixtos.-** Estos tipos de vegetación se mantuvieron en la mayoría de su superficie, mostrando un poco de transformación hacia la agricultura de temporal y pastizal inducido, siendo lo más notorio el avance de la vegetación secundaria, sobretodo en so modificación sobre 1,452 ha de bosque mixto.



	<b>BC</b>	<b>BD</b>	<b>BM</b>
<b>Cambió a AT</b>	80	88	416
<b>Cambió a BC</b>	4,204	0	92
<b>Cambió a BD</b>	40	3,284	32
<b>Cambió a BM</b>	84	68	4,888
<b>Cambió a a VP</b>	400	24	128
<b>Cambió a AP</b>	0	80	0
<b>Cambió a VS</b>	312	660	1,452
<b>Total</b>	<b>5,120</b>	<b>4,204</b>	<b>7,008</b>

## 4.7. Erosión actual.

A través de la interpretación de las variaciones temporales de la cobertura vegetal en la cuenca, empleando imágenes de satélite Landsat MSS, con verificación de campo de las unidades de interpretación obtenidas, se reconocieron cuatro clases de erosión según FAO (1954), cuyas superficies se presentan en el cuadro que sigue.

Sólo el 11.3 % de la superficie se considera sin erosión o con erosión incipiente, lo cual requiere de prácticas básicas de conservación del suelo y agua. Para la superficie que presenta erosión de leve a moderada (74.8 % del total), se requiere implementar prácticas intensivas de conservación de suelos y aguas, en función de las condiciones fisiográficas de la cuenca. Para las áreas que presentan erosión severa (5.3 %), es necesario desarrollar un programa especial con prácticas intensivas para controlar la erosión.

La clase de erosión “Leve” se distribuye en los piedemontes y estribaciones de las sierras con relieve ondulado a muy ondulado que rodean la Laguna, al centro, sur y oeste de la cuenca, mientras que la clase “Moderada” corresponde a las serranías y estructuras volcánicas aisladas cuyo relieve va de muy ondulado a quebrado, sobre todo al norte y oeste de la cuenca.

Clase de Erosión	Definición	Superficie	
		(ha)	% del Total
No Manifiesta o Nula	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se admite un 10% de la superficie del área con grado de erosión moderada o severa.	16,731.49	11.30
Leve	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero entre el 10% y el 25% del área presenta erosión moderada o severa.	82,140.27	55.50
Moderada	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25% a un 75% pero se admite un 10% de la superficie del área con erosión no manifiesta o severa.	28,576.94	19.30
Severa	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25 al 75% pero se tiene de un 10 a un 25% de la superficie del área con erosión no manifiesta o severa.	7,815.08	5.30
<b>TOTALES</b>		<b>135,263.78 *</b>	<b>91.40 *</b>

\* La superficie restante es ocupada por los cuerpos de agua.

Las áreas que requieren atención especial por presentar erosión severa, se encuentran en su mayor parte en la zona aledaña a la población de Concepción de Buenos Aires, en terrenos con relieve quebrado a escarpado; son de las partes más altas de la cuenca y manifiestan alteración de la cubierta vegetal por actividades antrópicas.

#### 4. 7. 1. Riesgo de erosión.

El riesgo de erosión se refiere a la susceptibilidad de los suelos a erosionarse cuando se alteran las condiciones de un sitio. Los resultados de la estimación del riesgo de erosión se resumen en el siguiente cuadro.

**Cuadro. Clases de Riesgo de Erosión y Superficies.**

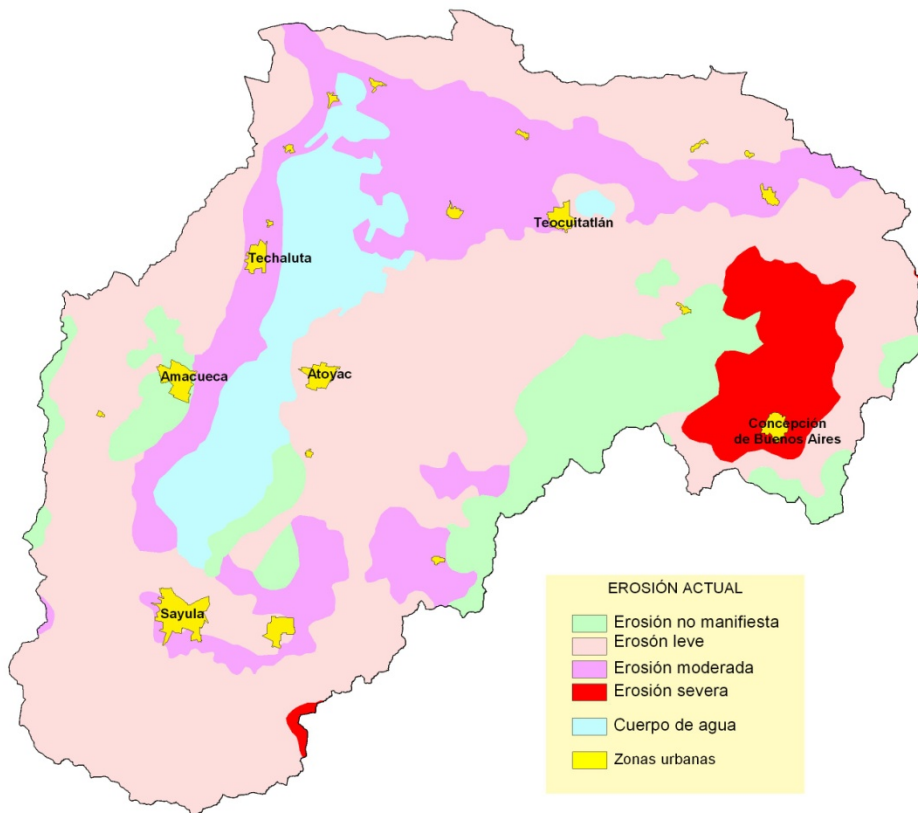
Riesgo de Erosión	Pérdida de Suelo (ton/ha-año)	Superficie	
		(ha)	(%)
Ninguno o Ligero	< 10	28,217.53	19.1
Moderado	10-50	75,383.69	51.0
Alto	50-200	35,714.58	24.1
Muy Alto	> 200	8,636.02	5.8

La clase de riesgo “Moderada”, que representa el 51.0 % de la superficie total, se distribuye en toda la cuenca, especialmente en piedemontes, laderas de cerro y lomeríos, así como en el piso del lago. Dado que éste permanece seco durante el estiaje, aunado al incremento de los vientos de enero a marzo, se producen tolvaneras generando una erosión eólica laminar de importancia significativa.

La clase de riesgo “Alta” se presenta por toda la cuenca en terrenos con relieve muy ondulado a quebrado, con mayor incidencia en la zona de Concepción de Buenos Aires, donde la erosión actual es de clase “Severa”, debido a la tala de boques y al sobrepastoreo.

En tercer lugar se presenta la clase de riesgo “Ligera”, que cubre el 19.1 % de la superficie total; se distribuye principalmente en la periferia ribereña del lago, sobre terrenos planos con pendientes menores al 5.0%; y en valles intramontanos de la cuenca. A pesar de ser la zona con menor riesgo de erosión, presenta una erosión actual de clase “B” (Moderada).

Finalmente y solo con el 5.8 % de la superficie total estudiada, se tiene la clase de riesgo “Muy Alta”, al sureste de la cuenca, donde es mayor el índice de erosividad de la lluvia.



### Riesgo de Erosión

CLASES	PÉRDIDA DE SUELO (ton/ha/año)	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Ninguna ó Ligera	< 10	28,217.53	19.10
Moderada	10-50	75,383.69	51.00
Alta	50-200	35,714.58	24.10
Muy Alta	> 200	8,636.02	5.80

# Programas de Conservación y Manejo:

## 5. Programas

Dadas las condiciones actuales que se presentan a lo largo de la cuenca y considerando el desarrollo de las actividades productivas propias de la región, se presentan las propuestas para el manejo adecuado y racional de los recursos de la cuenca y las estrategias que tiendan a la conservación del medio ambiente y biodiversidad, conllevando con ello además al incremento en la calidad de vida de los habitantes. Para tal efecto, las propuestas emanadas del diagnóstico previo se agrupan en tres corrientes fundamentales: Investigación y monitoreo; Protección y restauración y Capacitación y gestión.

### 5.1 Investigación y monitoreo.

Si bien es cierto que toda iniciativa de manejo debe de estar sustentada en información actual y representativa de la situación real de las problemáticas a enfrentar, esta no está siempre disponible y la implementación de algunas estrategias de manejo, demandan de procesos de investigación y monitoreo de manera continua. Partiendo de las deficiencias de información detectadas, se proponen una serie de consideraciones de investigación que conduzcan el adecuado desarrollo de las acciones de manejo y conservación a se implementarse dentro de la cuenca.

La conservación de la biodiversidad deberá estar apoyada en la planeación del uso del suelo en el corto, mediano y largo plazo. Para lograr a esto, es necesario que se realice investigación científica y que se realicen en forma general para toda el área, así como de aquellos sitios por algunas consideraciones se consideren prioritarios. Se deben de realizar estudios con métodos científicos en las acciones de manejo y adoptando las acciones en medida en que el conocimiento se enriquezca.

De esta forma, aquí se plantea el desarrollo de líneas de acciones tendientes al desarrollo de investigación científica y el monitoreo de la flora y la fauna presentes en la Cuenca de la Laguna de Sayula, procurando generar el conocimiento suficiente que permita encaminar dichas acciones y con ello, hacer compatible el uso de los recursos naturales y la conservación de los mismos.

## 5. 1. 1. Investigación para la concienciación ambiental.

<b>Objetivo general</b>	Generar información básica y aplicada sobre los requerimientos de concienciación ambiental, que permita conocer el grado de percepción ambiental que tienen las diferentes personas y grupos sobre el medio donde viven y la valoración de sus recursos.
-------------------------	--

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Conocer del estado de avance de la educación ambiental en los municipios de la cuenca.	Realizar un diagnóstico participativo sobre las acciones de educación ambiental emprendidas en la cuenca, en los niveles de educación formal y no formal.	Un informe del estado de avance de la Educación Ambiental en la cuenca, que permita establecer puntos de partida y continuidad a acciones ya establecidas.	2, 3, 5, 10, 13, 14, 16, 19, 23, 31, 33, 34, 38.	Punto de partida a nivel regional.
Evaluar las percepciones y representaciones sociales de los actores clave de la cuenca para estructurar una propuesta de formación ambiental que parta de las necesidades reales de la población local.	Estudio de percepción ambiental y representaciones sociales de actores clave de la cuenca.	Un informe sobre las percepciones ambientales de los actores clave y la comunidad.	2, 3, 5, 10, 13, 14, 16, 19, 23, 31, 33, 34, 38.	A desarrollarse en conjunto con las primeras actividades de investigación.
		Elaboración de un programa general de acciones educativas e identificación de temáticas a abordar.	2, 3, 5, 10, 13, 14, 16, 19, 23, 31, 33, 34, 38.	
Evaluación el éxito de las actividades metodologías de concienciación ambiental utilizadas.	Monitoreo del cambio de percepción y valoración social respecto al tema de concienciación ambiental y la conservación.	Esquema de valoración y depuración de para eficientar el proceso educativo.	2, 3, 5, 10, 13, 14, 16, 19, 23, 31, 33, 34, 38.	Permanente.



## 5. 1. 2. Identificación de objetos y estrategias de conservación.

<b>Objetivo general</b>	Generar información básica para reconocer superficies dentro de la cuenca en las cuales se contengan procesos ecológicos prioritarios para la conservación.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Identificar objetos de conservación.	Zonificación de áreas de potencial especial para la conservación.	Disponer de una base de datos de especies, comunidades naturales y su situación poblacional en la cuenca.	Toda la cuenca y zona de influencia.	A mediano y largo plazo.
Conocer las especies y comunidades naturales con prioridad de conservación de acuerdo a su situación poblacional o hábitat restringido en la cuenca.	Establecer sistemas de monitoreo viables a largo plazo y desarrollar mecanismos para su financiamiento.	Inventarios de especies: carismáticas, con poblaciones en riesgo, sujetas a aprovechamiento y su hábitat de distribución.	Toda la cuenca y zona de influencia	Reconocimiento inicial
Monitoreo de poblaciones de especies clave.	Identificar especies clave y sus áreas de distribución actual potencial y factores limitantes.	Establecer índices y monitoreo de los mismos.	Toda la cuenca y zona de influencia	Anuales.
Monitoreo de las tendencias poblacionales y ocupación del suelo de rasgos de paisaje de interés.	Establecer monitoreos permanentes sobre especies indicadoras.	Mantener un esquema de monitoreo que indique la tendencia de recursos y unidades de paisaje.	Toda la cuenca y zona de influencia	Ejecución continua.
Reconocimiento de áreas degradadas	Identificar y caracterizar sitios con degradación evidente y continua	Base de datos geográficos y cualitativos	Toda la cuenca	Fundamental
Reconocimiento del potencial productivo	Determinar las capacidades de uso de los recursos mas fuertemente aprovechados	Base de datos geográficos y cualitativos	Toda la cuenca	Mediano y largo plazo

### 5. 1. 3. Identificación y monitoreo de fuentes de contaminación.

<b>Objetivo general</b>	Generar información que permita identificar cualitativa y cuantitativamente las disposiciones de contaminantes en la cuenca y sus posibles efectos en el ecosistema.
-------------------------	--

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Identificar las fuentes y destino final de contaminantes en la cuenca	Diagnostico de fuentes puntuales	Base de datos espacio-temporal	Todos	Mediano a largo plazo
Establecer un sistema de monitoreo capaz de representar eventos con categoría de contingencias.	Muestreos y análisis sistemáticos de parámetros indicadores de salud ambiental.	Estructura de infraestructura y personal capacitado para conducir monitoreos a plazo definido		
Identificar parámetros de monitoreo con viabilidad de continuidad	Evaluación de la viabilidad de toma de muestras y selección de parámetros	Establecer sitios y parámetros fundamentales para un monitoreo optimo.		

## 5.2. Protección y restauración.

Protección, la entendemos como la suma de acciones que no sólo se refieren a la conservación de los componentes de los ecosistemas, sino a su equilibrio productivo, entendiendo que la mejor forma de conservar un ecosistema que tiene presencia humana, es desarrollando y operando estrategias de aprovechamiento de sus recursos, bajo un manejo sustentable, esto es, permitiendo la recuperación equilibrada de los productos del capital natural, al obtener solamente parte de los intereses y reinvertir parte de ellos para acrecentar dicho capital.

No se requiere una figura de *Dirección de Reserva*, sino una gestión ambiental dirigida y permanente, cuyos objetivos y acciones vayan encaminados a la atención integral y holística de cada una de las partes del todo que significa la reserva. El productor lo que requiere es trabajo permanente y materia prima en buenas condiciones, el habitante necesita una mejor calidad de vida, el técnico en sustentabilidad requiere espacio de aplicación de conceptos y propuestas y el gobierno debe de demostrar el objeto de su existencia constitucional.

Así pues un área natural en la modalidad de protección hidrológica, no limita la propiedad, propone mejores formas de producción, gestiona la atención gubernamental en cada una de sus obligaciones legales, favorece la inversión amigable con el medio, recupera las condiciones de equilibrio ambiental y preserva la salud de la Laguna, recuperando su capacidad de cobijo e intercambio energético con el medio biótico y el social.

La zona de recarga se encuentra a todo lo largo y ancho de la cuenca y es el área forestal ubicada a partir de los parte aguas de la cuenca, es de suma importancia ya que es en esta la que permite la recarga de acuíferos y la captura de carbono. Sin embargo la pérdida de la cubierta vegetal desencadena una serie de problemas hacia la parte baja de la cuenca, donde una de las más importantes es la erosión.

Actualmente el ecosistema presenta varios niveles de conservación. Un primer nivel sería en donde predomina la vegetación tanto de bosque tropical caducifolio y encinares, áreas que presentan difícil acceso y que se encuentran mejor conservadas. En segundo nivel, las áreas que presentan algo de perturbación sobre todo de agricultura de temporal y ganadería extensiva, por ultimo, las áreas donde la pendiente es más suave y favorable para llevar acciones agrícolas más tecnificadas ya que en estas la perturbación ha sido más severa y son las comunidades de la selva baja caducifolia y selva perennifolia espinosa las más desfavorecidas.

## 5. 2. 1. Conservación de suelos y agua.

<b>Objetivo general</b>	Estabilizar el proceso acumulativo-denotativo de la cuenca.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Incrementar la permanencia de agua superficial en la laguna para minimizar la erosión eólica.	Verter aguas tratadas a la laguna	Plantas de tratamiento en principales centros de población	11, 18, 23, 26, 28, 35,	Aguas de apoyo
	Marco legal que le asigne una cuota volumen de agua a la laguna.	Mantenimiento de cuota.	37, 38.	Inmediata
	Marco normativo que regule el uso del suelo y detenga el crecimiento de la superficie agrícola sobre el lecho lacustre.	Una norma.		Necesario
Restauración de vegetación halófila para mantener la estabilidad de suelo en la laguna y mantener la humedad.	Establecer pasto nativo y regular el pastoreo dentro del baso de la laguna y áreas aledañas.	Toda el área de pastizal halófilo		A mediano plazo
	Plantar cortinas rompe vientos con pitayo y nopal en los linderos de parcelas agrícolas.	Más de 200 km.		Mediano plazo
Implementar acciones estratégicas de conservación de suelos a lo largo de la cuenca	Instalación de estructuras de control de suelo en puntos sensibles y reforestación estratégica.	Atención de cárcavas y áreas con mayor riesgo de erosión	1,2,4,5,8,9, 10,19,21,25 ,31,33,36,37	Urgente en algunos puntos
Estabilizar cárcavas y cauces de arroyos temporales para detener la erosión hídrica en cárcavas.	Cabeceo de cárcavas.	Más de 10 cárcavas.	5, 8, 9,	Mediano
	Presas de piedra acomodada (gaviones).	Más de 100 obras.	12, 13, 15,	Mediano
	Presas de ramas.	Más de 1000 obras.	19, 24, 33,	Mediano
	Presas de llantas	Más de 100 obras	36	Mediano
	Presas de costales	Más de 500 obras		Mediano
Estabilizar caminos sin revestimiento para frenar la erosión hídrica en cárcavas.	Establecer bordos y cunetas de encauzamiento de agua en caminos forestales, turísticos y saca cosechas.	Más de 200 km.	5, 8, 9, 12, 13, 15, 19, 24, 33, 36	Mediano y largo plazo
Reforestar para controlar la erosión hídrica laminar y evitar que se incremente la erosión hídrica en cárcavas.	Reducir el pastoreo al nivel sostenible en áreas de bosques	Normas de uso y capacitación a productores ganaderos de más de 56,000 ha.	1-5, 7-10, 12-17, 19,	Plazo inicial
	Establecer especies nativas en las áreas con bosque templado.	A seleccionar en más de 10,200 ha.	20, 23, 24,	Mediano plazo
	Incorporar especies nativas en acahuales para la recuperación del bosque tropical.	A seleccionar en más de 11,500 ha.	27, 31-33, 36.	Mediano plazo.

Disminuir la velocidad de escurrimiento para controlar la erosión hídrica laminar y evitar su incremento en cárcavas.	Acomodo de material vegetal muerto.	A seleccionar en más de 5,500 ha.	Toda la cuenca	Mediano plazo
	Terrazas de formación sucesiva.	A seleccionar en más de 5,500 ha.		Mediano plazo
	Terrazas de muro vivo.	A seleccionar en más de 5,500 ha.		Mediano plazo
Conservar la vegetación natural existente	Restringir los cambios de ocupación del suelo	Legislación y vigilancia para toda la cuenca	Toda la cuenca	Inmediato
Alternativas de manejo agropecuario	Incorporación abonos orgánicos, y de baja persistencia	A seleccionar en más de 20,000 ha.	Toda la cuenca	Mediano y largo
Uso optimo de recursos hidráulicos	Promoción de riego y productos de bajo consumo	Establecimiento de áreas demostrativas y talleres participativos	5,10,13,19,23,25,30,36	Inmediata
	Difusión de la importancia del ahorro del agua	Regular y dar difusión respecto a limites adecuados de uso de agua		
Incentivar y reducir la aplicación de agroquímicos para mitigar la contaminación y sus consecuencias en el suelo.	Marco legal y vigilancia que evite la comercialización y veda de agroquímicos persistentes.	Aplicación de leyes o normas	Toda la cuenca	Inmediata
	Promoción de alternativas	A seleccionar en más de 12,000 ha.		

## 5. 2. 2. Reforestación.

<b>Objetivo general</b>	Reforestar y proteger aquellas áreas importantes para mantener procesos vitales para la cuenca.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Recuperar el área de pastizal salino.	Resembrar áreas de pastizal de <i>Distichlis spicata</i> en la parte sur de la laguna.	Más de 100 ha.	23, 28, 26, 35.	Largo plazo.
Restablecer la cubierta vegetal con especies nativas de acuerdo al tipo de vegetación.	Reforestar con cortinas rompe vientos en aquellas áreas como son las divisiones entre terrenos, orillas de caminos y sitios abandonados con guamúchil ( <i>Pithecellobium dulce</i> ), mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> ).	Más de 200 km.	11,18, 23,26, 28,35, 37, 38.	Mediano y largo plazo.
Restaurar la partes alta de la cuenca para controlar la erosión hídrica laminar y evitar que se incremente la erosión hídrica en cárcavas y sedimentación del baso del humedal	Reforestar en la parte tropical con especies nativas como son los pochotes ( <i>Ceiba aesculifolia</i> ), papelillos o copales ( <i>Bursera spp.</i> ) y ozote ( <i>Ipomoea intrapilosa</i> ), entre las más importantes.	Más de 11,500 ha.	1-5,7-10, 12-17, 19, 20, 23, 24, 27, 31-33, 36.	A largo plazo.
	Reforestar en la parte templada con <i>Pinus oocarpa</i> y <i>Pinus devoniana</i> , y con encinos, <i>Quercus magnolifolia</i> , <i>Quercus castanea</i> y <i>Quercus desertícola</i> .	Más de 10,200 ha.	12, 22, 25, 27, 31, 32.	
	Reforestación con plantaciones de rosa panal ( <i>Viguiera quinqueradiata</i> ), palo dulce ( <i>Eysenhardtia polystachya</i> ) y guazima ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ) en áreas degradadas o rocosas para surtir la industria equipalera.	Más de 11,500 ha.	1-5, 7-10, 12-17, 19, 20, 23, 24, 27, 31-33, 36.	
Combatir principales causas de deforestación	Identificar y cuantificar los efectos adversos sobre la vegetación natural	Base de datos geográficos y cualitativos	Toda la cuenca	Corto y mediano plazo
	Atacar las causas determinadas para garantizar la regeneración natural y éxito de la reforestación	Establecimiento de acuerdos y procesos de restauración		

### 5. 2. 3. Vida silvestre y hábitat.

<b>Objetivo general</b>	Proteger legal y técnicamente la vida silvestre así como su hábitat y establecer los requerimientos necesarios para mejorar las condiciones de la biodiversidad
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Establecer estrategias de conservación y restauración de hábitat	Conjuntar los esfuerzos de reforestación y protección de la vocación natural en el uso del suelo	Formulación de proyectos específicos de manejo	Todas	Mediano y largo plazo
	Identificar y atender los disturbios más representativos sobre vegetación a lo largo de la cuenca	Formulación de proyectos de restauración		
Proteger áreas que por sus características bioecológicas se consideren áreas clave	Identificar y proteger áreas clave ó críticas para especies silvestres de interés	Base de datos geográfica y cualitativa (base para ordenamiento territorial y restricciones de uso)	Todas	Inmediata
	Determinar área con mayor distribución y densidades de vida silvestre	Base de datos geográfica y cualitativa		
Mantener la calidad de hábitat del humedal	Diseño y ejecución de acciones específicas de mantenimiento y conservación.	Mejorar la hidrodinámica y salud del humedal	23,26,28,	Mediano y largo plazo
Vigilar y regular los aprovechamientos extractivos	Gestionar la vigilancia sobre el uso extractivo de especies	Vigilancia participativa con PROFEPA	Todas	Continua
Extracción y confinamiento de especies exóticas	Extraer fauna y vegetación exótica fuera de control	Confinamiento y control de especies domesticas	Todas	Largo plazo
	Establecer programas de control de vegetación exótica dañina para el medio.	Substitución del arbolado exótico por especies residentes o de menor impacto.		
Protección y saneamiento de cuerpos de agua permanentes	Establecer plantas de tratamiento y otras alternativas a descargas que conduzcan a humedales perenes.	Atención del total de las aguas de desecho domesticas e industriales	11,15,17,18 19,23,28, 35,37,38	Inmediato
	Establecer acuerdos que granicen la superficie ocupada por estos humedales, así como el suministro de las fuentes de agua.	Protección legal de los cuerpos de agua y garantías de su permanencia		

Gestionar la reintroducción de especies	Identificar especies con poblaciones muy reducidas o desarraigadas de la cuenca	Establecer acuerdos con pequeños propietarios, ejidos y proveedores de fauna silvestre	Toda la cuenca	Largo plazo
	Identificar espacios con potencial de reintroducción	Mantener poblaciones viables de especies reintroducidas.		
Establecer usos alternativos que consideren la vida silvestre	Establecer esquemas de aprovechamiento que permitan aprovechar la vida silvestre	Aumenta el consumo de turismo al aire libre.	Todas	Largo plazo



### 5.3. Gestión, capacitación y difusión.

Gran parte de las estrategias que se implementan deben estar sustentadas en la aceptación por parte de la comunidad y los usuarios de los recursos naturales. Por otro lado la viabilidad depende de la compatibilidad de las acciones con otros programas ya establecidos y con la legislación aplicable en el sentido de basarse en sus disposiciones como apoyarse en la misma para eficientar el desarrollo de las estrategias de manejo que se implementen.

Si bien es cierto que gran parte de los disturbios hechos sobre el ecosistema tienen su origen en la explotación por parte de las actividades productivas, gran parte de esto se ha visto incrementado por la falta de conocimientos y capacitación respecto a la óptima forma de aprovechamiento o al desconocimiento de los impactos producidos y las opciones para minimizar esta situación.

Por otro lado aun y cuando se tenga todo el conocimiento básico y la intención, hace falta la organización, la capacidad técnica y el financiamiento para poder consolidar una propuesta funcional, por tal motivo resulta necesaria la programación de estas acciones desde el momento

Fundamentalmente los proyectos apuntan hacia una intervención que incluye la dimensión humana, que ha visto incrementar su vulnerabilidad por problemas que tienen un origen en el deterioro de los recursos naturales, su situación y manejo, tanto para la producción como para el desarrollo integral del ser humano como individuo, de la familia y de la comunidad.

La principal actividad económica en la cuenca del lago de Sayula es la relacionada con el sector primario, cuyas actividades son la agricultura, ganadería, forestería, y pesca. En la cuenca la actividad antropogénica ha propiciado por una parte, una alteración de orden ambiental y por otra la polarización económica y social. Esta realidad obliga al planteamiento de estrategias de desarrollo regional, donde la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, sea el eje de trabajo. La transferencia de tecnología dirigida a la producción de insumos orgánicos que favorezcan la diversificación de la producción de alimentos con un importante componente de agricultura orgánica, la conservación y mejoramiento del suelo, así como el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Estos proyectos se enfocan a la atención de problemas identificados en la realidad social, reportada por los residentes en las entrevistas, talleres, grupos de enfoque y encuestas realizadas en los municipios de la cuenca.

### 5. 3. 1 Gestión para la conservación de la vida silvestre y el hábitat.

<b>Objetivo general</b>	Impulsar el marco legal, técnico, financiero y organizacional que permita mantener el desarrollo a largo plazo de las actividades prioritarias para la conservación.
-------------------------	--

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Establecer el área de protección hidrológica	Establecimiento de una figura legal de protección de los recursos de la cuenca	Resolver los conflictos de uso y conservación	Todo	Inmediata
Protección de áreas clave para la conservación	Incluir en el ordenamiento territorial u otros esquemas de protección a estos sitios clave	Proteger lo relictos de hábitat mas potenciales	Todos	Inmediata
Gestión y capacitación para la reintroducción de especies	Impartición de talleres de capacitación	Lograr la participación y el conocimiento técnico entre los tenedores de los predios potenciales.	Todas	Mediano y largo plazo
	Identificar y preparar áreas potenciales	Establecer registros de unidades de manejo que reúnan condiciones propicias para las especies a reintroducir.		
Gestión y ejecución de programas de control de suelo y reforestación	Establecer programas de manejo de cuenca, respecto a conservación de suelos	Atender las áreas más degradadas y con estructuras de manejo y gestión del uso adecuado.	Todas	A corto y mediano plazo
	Establecer programas de reforestación estratégica	Atender áreas específicas con necesidades reales de reforestación una vez		
Atención a contingencias ambientales.	Contar con personal capacidad para identificar y atender contingencia o den parte a las autoridades correspondientes.	Atender y documentar eventos perjudiciales para el medio ambiente o bien sobre comunidades silvestres.	Todas	Inmediata
	Organización de grupos de interesados, propietarios y otros actores involucrados, en atención de eventos perjudiciales.	Contar con capacidad de respuesta		

### 5. 3. 2. Gestión y capacitación para el aprovechamiento racional de los recursos.

<b>Objetivo general</b>	Aumentar la compatibilidad entre el desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.
-------------------------	--

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Promover la diversificación productiva	Explorar el potencial de la cuenca para actividades alternas	Mapa de sitios con viabilidad y usos alternos en la cuenca	Todas	Mediano a largo plazo
	Capacitar a los tenedores del recurso en el manejo y uso sustentable	Contar con manejadores de actividades alternas para mejorar su productividad y conservación		
	Promover el turismo o el consumo de estas actividades a nivel regional	General la cultura o tradición de uso de turismo o consumo de productos y servicios de la región		
Capacitación a productores en actividades y técnicas de bajo impacto ambiental	Talleres de capacitación agrícola	Capacitación en efectos del manejo inadecuado de la agricultura y estrategias alternativas.	Todas	Permanente
	Talleres de capacitación Ganadera	Inculcar conocimientos en materia de pastoreo óptimo y diversificación productiva.		
Capacitación ambiental a usuarios de recursos , sobre temas específicos	Talleres y difusión de aspectos ambientales y su relación con actividades propias de la zona.	Dar a conocer a la población los posibles efectos en el medio ambiente respecto a las actividades que realizan	Todas	Mediano y largo plazo

### 5. 3. 3. Área de Protección Hidrológica a la Cuenca de Sayula.

<b>Objetivo general</b>	Proteger legal y de manera permanente la salud ambiental de la Laguna de Sayula e impulsar el desarrollo sustentable en la cuenca, favoreciendo sistemas de uso, aprovechamiento y transformación de los recursos naturales y construidos.
-------------------------	--

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Resolver el conflicto producción- conservación, con la estrategia de Extensionismo Ambiental soportado este por los productores, responsables gubernamentales y con expertos universitarios en las diversas modalidades del conocimiento.	Compilar la información geobiofísica mínima necesaria que permita estructurar el modelo teórico para la protección ambiental de la laguna a partir de la modalidad de Área Natural Protegida y elaborar la propuesta de Área de Protección Hidrológica de la Laguna de Sayula.	Contar con la Propuesta de Decreto de Área de Protección Hidrológica como Área Natural Protegida de la Cuenca de la Laguna de Sayula en la modalidad de Área de Protección Hidrológica.	Todos	Inmediata
Impulsar el desarrollo socioeconómico de los habitantes de la cuenca.	Divulgar los beneficios de esta modalidad con los usuarios de la Cuenca. Buscando su apoyo y consideración al proyecto.	Apoyo y consideración al proyecto, por parte de los usuarios de la cuenca.		
Demostrar la viabilidad de los criterios de conservación, protección y preservación que marcan los criterios científicos y la normatividad vigente.	Gestionar el decreto ante las autoridades competentes en la materia.	La obtención del Decreto de Protección Correspondiente.		
Consolidar como área tipo de protección a las cuencas la modalidad de área de protección hidrológica.	Difundir y proponer la modalidad de ANP en los humedales del Estado.	Convencimiento de los manejadores de los humedales como una buena opción de protección y desarrollo de los humedales en el estado de Jalisco.		

### 5. 3. 4. Gestión para la administración pública ambiental.

<b>Objetivo general</b>	Impulsar el equipamiento administrativo ambiental del sector público, en cada uno de los municipios que integran el territorio de la cuenca de la laguna de Sayula.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Aplicar las Políticas Ambientales en beneficio de la población y la calidad ambiental de la cuenca	Elaborar un diagnóstico de las condiciones de la problemática ambiental de la normatividad vigente y de su cumplimiento.	Contar con un reglamento tipo, de protección ambiental municipal	Todos	2 a 5
Implementar y gestionar la aplicación de los instrumentos de la política ambiental	Elaborar un Plan Estratégico de Desarrollo Ambiental Municipal vinculado al resto de los municipios presentes en la cuenca	Plan municipal de extensionismo ambiental.		
	Promoción y capacitación sobre la problemática ambiental y la importancia de ordenar las acciones de prevención, regulación y restauración del equilibrio de los ecosistemas, con la participación social de manera permanente.	Consejo Social Consultivo de protección ambiental municipal (por cada municipio)		
Relacionar todos los municipios de la cuenca en un ejercicio administrativo vinculado que promueva y regule los asuntos ambientales.	Impartir cursos de capacitación en materia de gestión ambiental para servidores públicos	Lograr que el cabildo de cada municipio apoye y proponga la formación de una unidad administrativa ambiental.	Todos los municipios en mayor o menor grado	2 a 5
	Impulsar la creación de organismos públicos municipales, como responsables operativos de la gestión ambiental municipal.	Infraestructuras administrativas completas en cada municipio.		
		Protección legal ordenada y Restauración de los servicios ambientales impactados negativamente.		
		Estructuras administrativas con conocimiento de la gestión ambiental municipal.		
Fortalecer la capacidad de gestión pública con los poderes estatales y federales, para la salvaguarda de la calidad ambiental, local y regional.	Impulsar un Organismo Social Consultivo de la Cuenca de Sayula que estará formado por integrantes de los consejos ambientales municipales.	Protección de la dimensión territorial natural de la Laguna de Sayula.		
		Equipamiento e infraestructura ambiental, local y regional, para el manejo y disposición de los residuos generados en la cuenca		
		Consejo Regional de Protección ambiental de la Cuenca de la Laguna de Sayula.		

### 5. 3. 5. Formación ambiental para una vida sustentable.

<b>Objetivo general</b>	Promover procesos de formación ambiental con niños, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad con el fin de que integren grupos que generen alternativas para incidir en la conservación y protección de los recursos naturales de la cuenca y en especial de la laguna de Sayula y su biodiversidad así como el mejoramiento de la calidad de vida.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Formar clubes infantiles en los que a través de diversas técnicas educativas como talleres, juegos campamentos, se sensibilice y forme para contribuir a la conservación y protección de la laguna de Sayula.	Integrar clubes infantiles por la conservación y protección de la laguna de Sayula.	7 Clubes infantiles formados en cada uno de los principales municipios de la cuenca formados y capacitados ambientalmente.	3, 14, 16, 19, 23	De 1 a 3 años
Promover la formación ambiental e integración de brigadas de jóvenes a través de intercambios educativos y culturales (encuentros, concursos, expresiones artísticas y deportivas) que se orienten a la búsqueda y puesta en marcha de soluciones creativas que ayuden a la conservación y protección de la laguna.	Integrar brigadas de Jóvenes por la conservación y protección.	7 Brigadas de jóvenes integradas en cada uno de los municipios de la cuenca formados y capacitados ambientalmente.	3, 14, 16, 19, 24	De 1 a 3 años
Constituir Centros Ambientales de la tercera edad en los que a través de charlas, cursos y conferencias se recupere la historia de la cuenca, se discutan sus transformaciones y se busquen alternativas que mejoren la vida natural y social de la cuenca de Sayula.	Integrar grupos de promotores de centros ambientales de la tercera edad por al conservación y protección.	7 Centros ambientales de la Tercera Edad, constituidos en cada uno de los municipios prioritarios de la cuenca formados y capacitados ambientalmente.	3, 14, 16, 19, 24	De 1 a 3 años
Formar a docentes para que integren la dimensión ambiental en las currículas escolares.	Desarrollar un diplomado para docentes sobre educación para una vida sustentable.	Una convocatoria anual.	3, 14, 16, 19, 24.	Anual

Contribuir a la formación de líderes para que incidan en la promoción de procesos de desarrollo local sustentable.	Promover escuela ciudadana de formación de Líderes en Desarrollo Local Sustentable.	Una convocatoria anual.		Anual
Capacitar para la autogestión del desarrollo local.	Desarrollar talleres, cursos y eventos de apreciación del sistema lagunar y sus servicios ambientales, de organización para la planeación participativa, el fortalecimiento de la organización social y el manejo integral de la cuenca.	Dos eventos anuales en la región con distribución geográfica.		Semestral

### 5. 3. 6. Capacitación ambiental para el sector público y político.

<b>Objetivo general</b>	Contar con funcionarios públicos preparados en materia ambiental, con los criterios mínimos necesarios, que faciliten su desempeño como responsables legales de la gestión ambiental municipal.
-------------------------	---

Objetivos particulares	Obra o acción	Meta	Unidades de manejo	Prioridad
Inducir en cada municipio los criterios de profesionalización que en asuntos ambientales debe de contener cada unidad administrativa para su correcta gestión.	Desarrollo de Talleres de capacitación en administración ambiental, dirigidos principalmente a presidentes municipales, síndicos y regidores, en el primer año de ejercicio municipal.	Fortalecer el conocimiento en materia ambiental de los funcionarios públicos y propiciar el establecimiento real del servicio civil de carrera.	Todos	Permanente
	Establecimiento de cursos de orientación y protección ambiental a los integrantes de todos los partidos políticos y asociaciones civiles representados	Establecer a nivel municipal y regional el conocimiento ambiental como valor agregado para aspirar a la ocupación de puestos públicos.		
Facilitar la gestión ambiental y la participación de la sociedad en la protección del ambiente.	Asesoría en la elaboración de planes de desarrollo ambiental locales.	Lograr que se forme un consejo regional para la gestión ambiental, formado éste por representantes sociales, políticos, de los productores y del sector académico.		
		Disminución de impactos negativos al ambiente.		



### 5. 3. 7. Manejo Integral de los Residuos Sólidos.

<b>Objetivo general</b>	<b>Transformar la cultura actual del manejo de los residuos sólidos y facilitar la vinculación entre sociedad y gobierno.</b>
-------------------------	---

<b>Objetivos particulares</b>	<b>Obra o acción</b>	<b>Meta</b>	<b>Unidades de manejo</b>	<b>Prioridad</b>
Inducir en los generadores de residuos sólidos los conocimientos y habilidades para reciclar, rehusar y reducir los residuos orgánicos e inorgánicos, que generan en sus actividades.	Desarrollo de Cursos- Talleres de capacitación con el fin de sensibilizar y transmitir los conocimientos en relación a la aplicación de las tres “r”.	Desarrollar un curso taller sobre residuos sólidos por municipio.	todos	permanente
	Promover la biotecnología de lombricultura como un método de reciclar los desechos orgánicos y la producción de abonos orgánicos de alta calidad.	Desarrollar un curso taller sobre lombricultura por municipio.		
	Asesorar proyectos de producción de abonos orgánicos.	Implementar cuando menos tres plantas de bio-reciclado en la zona de la cuenca de Sayula proponiendo las localidades Sayula, Amacueca y Atoyac.		
Involucrar a los diferentes órganos de gobierno en la solución de los problemas detectados.	Asesoría y capacitación al personal de las distintas áreas del gobierno con el fin de que implementen una operación sustentable en la gestión de los residuos sólidos urbanos.	Taller semestral al personal de los ayuntamientos correspondientes a la cuenca.		



# Anexos:

### Matriz de cambios usos de suelos apreciables entre 1993 y el 2002

	AR	AT	BC	BD	BM	MK	SS	VP	AP	VV	VZ	H2O	VS	Total 2002
AR	16,780	892	0	0	0	28	292	140	0	432	108	44	180	18,896
AT	388	27,492	80	88	416	0	228	496	0	148	72	36	1,740	31,184
BC	0	124	4,204	0	92	0	0	140	0	0	72	0	112	4,744
BD	0	0	40	3,284	32	0	0	16	0	0	0	0	164	3,536
BM	0	296	84	68	4,888	0	12	132	0	0	0	0	428	5,908
MK	44	4	0	0	0	520	0	0	0	36	0	24	4	632
SS	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	4	324
VP	84	368	400	24	128	0	288	7,444	0	0	20	32	924	9,712
AP	0	0	0	80	0	0	0	40	0	0	0	0	0	120
VV	328	100	0	0	0	40	0	4	0	10,208	0	124	8	10,812
VZ	88	60	0	0	0	0	4	36	0	0	1,228	0	0	1,416
H2O	12	60	0	0	0	8	0	20	0	244	0	6,632	36	7,012
VS	172	1,972	312	660	1,452	0	5,664	1072	0	0	20	24	39,152	50,500
<b>Total 1993</b>	<b>17,896</b>	<b>31,368</b>	<b>5,120</b>	<b>4,204</b>	<b>7,008</b>	<b>596</b>	<b>6,808</b>	<b>9540</b>	<b>0</b>	<b>11,068</b>	<b>1,520</b>	<b>6,916</b>	<b>42,752</b>	<b>144,796</b>

### LISTADO DE LAS AVES IDENTIFICADA EN LA LAGUNA DE SAYULA, JALISCO

ORDEN	FAMILIA	No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Pelecaniforme	Pelecanidae	1	<i>Pelecanus</i>	Pelicano blanco
Ciconiiformes	Ardeidae	2	<i>Ardea herodias herodias</i>	Garzón cenizo
		3	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera
		4	<i>Butorides striatus virescens</i>	Garcita oscura
		5	<i>Botarus lentiginosus</i>	Garza norteña del tular
		6	<i>Casmerodius albus</i>	Garzón blanco
		7	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul
		8	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados
		9	<i>Egretta tricolor</i>	Garza ventriblanca
		10	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna coroninegra
	Ciconiidae	11	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana
	Threskiomithidae	12	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis oscuro
		13	<i>Ajaia ajaja</i>	Espátula rosada
Anseriformes	Anatidae	14	<i>Chen caerulescens</i>	Ganso cerúleo
		15	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pijije aliblanco

		16	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pato pijije alioscuro
		17	<i>Anas diazi</i>	Pato altiplanero
		18	<i>Anas strepera</i>	Pato friso
		19	<i>Anas crecca carolinensis</i>	Cerceta alioscura
		20	<i>Anas discors</i>	Cerceta aliazul clara
		21	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta aliazul café
		22	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino
		23	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán
		24	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón
		25	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato rojizo alioscuro
		26	<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle
Gruiformes	Rallidae	27	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallareta frentirroja
		28	<i>Porphyryla martinica</i>	Gallito de agua
		29	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana
		30	<i>Porzana carolina</i>	Gallineta de ciénega
		31	<i>Rallus limicola</i>	Rascón de agua
	Jacaniidae	32	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana centroamericana
Charadriiforme	Charadriidae	33	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito de collar
		34	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío
	Scolopacidae	35	<i>Limnodromus</i>	Costurero de agua dulce
		36	<i>Calidris mauri</i>	Playerito alzacolita
		37	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pechirrayado
		38	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito
		39	<i>Actitis macularia</i>	Alzacolita
		40	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común
	Phalaropodidae	41	<i>Phalaropus tricolor</i>	Faláropo piquilargo
	Recurvirostridae	42	<i>Himantopus mexicanus</i>	Avoceta piquirecta
		43	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta piquicurva
Gaviformes	Laridae	44	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota atricila
Cuculiformes	Cuculidae	45	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos
		46	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
Columbiforme	Columbidae	47	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechipunteada
		48	<i>Columbina inca</i>	Tortolita colilarga
		49	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
Strigiformes	Tytonidae	50	<i>Tyto alba</i>	Lechuza común
	Strigidae	51	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza lanera
Caprimulgifor	Caprimulgidae	52	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabra halcón
		53	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra

Coraciiformes	Alcedinidae	54	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín persador pardo
Piciformes	Picidae	55	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado
		56	<i>Piculus auricularis</i>	Carpintero verde occidental
		57	<i>Picoides pubescens</i>	Carpintero serrano común
		58	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero pechiloneado
Passeriformes	Hirundinidae	59	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta
		60	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina canadiense
	Tyrannidae	61	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenalito
		62	<i>Sayornis saya</i>	Mosquero llanero
		63	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro
		64	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano
		65	<i>Tyrannus vociferus</i>	Tirano gritón
		66	<i>Megarhynchos pitangua</i>	Luis piquigrueso
		67	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Mosquero copetón
	Fringillidae	68	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado
	Fringillidae	69	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento
		70	<i>Xanthocephalus</i>	Tordo cabeciamarillo
		71	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabecicafé
		72	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo
		73	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo
		74	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero gorjeador
		75	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
	Lariidae	76	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano
	Mimidae	77	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche común
		78	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato
		79	<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle
		80	<i>Anthus spragueii</i>	Alondra oscura de agua
	Corvidae	81	<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande ronco
Falconiformes	Falconidae	82	<i>Polyborus plancus</i>	Caracara común
		83	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernicalo
		84	<i>Falco mexicanus</i>	Halcón café
	Accipitridae	85	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla colirrufa
		86	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera
		87	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra
		88	<i>Buteo albonotatus</i>	Gavilán pollero
	Cathartidae	89	<i>Cathartes aura</i>	Aura común
		90	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote o carroñero común

## MAMIFEROS DE LA LAGUNA DE SAYULA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	
Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	
Insectivora	Soricidae	<i>Sorex merriami</i>	Musaraña	
		<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Leptonycteria sanbomi</i>	Murciélago hocicudo	
		<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago lengüilargo	
		<i>Mormoops megalophyla</i>	Murciélago bigotudo de cara	
		Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago mexicano acanalado
		Vespertilionidae	<i>Lasiurus borealis</i>	Murciélago rojizo
			<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago escarchado
			<i>Myotis velifer</i>	Murciélago pardo
			<i>Myotis californicus</i>	Murciélago de California
			<i>Pipistrellus hesperus</i>	Murciélago occidental
			<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago moreno
			<i>Plecotus townsendii</i>	Murciélago orejas de mula
			<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago pálido
		Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago coludo
	<i>Tadarida femorosacca</i>		Murciélago de cola libre	
	<i>Tadarida molossa</i>		Murciélago coludo grande	
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
		Procyonidae	<i>Bassaricus astutus</i>	Cacomixtle
	<i>Procyon lotor</i>		Mapache	
	<i>Nasua narica</i>		Coatí	
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
		<i>Spilogale augustifrons</i>	Zorrillo manchado	
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	
		<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo espalda blanca	
		<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo	
Edentata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcintus</i>	Armadillo	
Rodentia	Sciuridae	<i>Citellus mexicanus</i>	Ardilla	
		<i>Citellus variegatus</i>	Ardilla de roca	
		<i>Citellus annulatus</i>	Ardilla	
		<i>Sciurus poliopus</i>	Ardilla gris	
		<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla roja	
		Cricetidae	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón
			<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Retón
			<i>Peromyscus maniculatus</i>	Reatón
		<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo	
		<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata	
Logomorpha	Leporidae	<i>Silvilagus floridanus</i>	Conejo del Este	
		<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	

## REPTILES DE LA LAGUNA DE SAYULA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Testudinidae	Kinosternidae	<i>Kinostemon integrum</i>	Tortuga común o casquito
		<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga
		<i>Pseudemys scripta</i>	Tortuga
		<i>Pseudemys scripta</i>	Tortuga
Squamata	Phrynosomatid	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija del mezquite
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de collar
		<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija

	Teiidae	<i>Cnemidophorus</i>	Lagartija
	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Tilcuate
		<i>Lampropeltis trianqulum</i>	Falso coralillo
		<i>Masticophis flagellum</i>	Chirronera
		<i>Pituophis deppei deppei</i>	Alicante
		<i>Thamnophis</i>	Culebra de agua
	Biperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Vibora de cascabel

### ANFIBIOS DE LA LAGUNA DE SAYULA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Anura	Pelobatidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo enano
		<i>Spea sp.</i>	Sapito
	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de arena
		<i>Smilisca baudinni</i>	Rana
		<i>Pternohyla fodiens</i>	Rana

### PECES DE LA LAGUNA DE SAYULA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Perciformes	Cichlidae	<i>Tilapia nilotica</i>	Tilapia
		<i>Oreochomis aurea</i>	Mojarra
	Cyprianidae	<i>Cyprinus carpio comunis</i>	Carpa
	Ictaluridae	<i>Ictalurus dugesii</i>	Bagre
		<i>Moxostoma austrinum</i>	Boquinete

## LISTADO DE FLORA DE LA CUENCA DE SAYULA

	CLASE / Familia
<b>FILICOPSIDA</b>	<i>Berula erecta</i> <i>Hydrocotyle verticillata</i> <i>Lepidium intermedium</i> <i>Lepidium virginicum</i> <i>Spananthe paniculata</i>
<b>Adiantaceae</b>	
<i>Bommerea pedata</i>	
<i>Cheilanthes lozanii</i>	
<i>Cheilanthes sinuata</i>	
<i>Pellaea x oaxacana</i>	
<b>Dennstadtiaceae</b>	<b>Apocynaceae</b> <i>Plumeria rubra</i> <i>Thevetia ovata</i>
<i>Pteridium caudatum</i>	
<b>Ophioglossaceae</b>	<b>Aristolochiaceae</b> <i>Aristolochia foetida</i>
<i>Ophioglossum gelmannii</i>	
<b>Schizaeaceae</b>	<b>Asclepiadaceae</b> <i>Asclepias curassavica</i> <i>Gonolobus erianthus</i> <i>Metastelma angustifolium</i> <i>Sarcostema heterophyllum</i> <i>Sarcostema panosum</i>
<i>Anemia hirsuta</i>	
<b>PINOPSIDA</b>	<b>Asteraceae</b> <i>Ageratum aff. houstonianum</i> <i>Ambrosia confertiflora</i> <i>Aster subulatus</i> <i>Bidens aequisquama</i> <i>Bidens lemmonii</i> <i>Bidens odorata</i> <i>Calyptocarpus vialis</i> <i>Cirsium horridulum</i> <i>Delilia biflora</i> <i>Dyssodia porophyllum</i> <i>Dyssodia tagetiflora</i> <i>Eclipta postrata</i> <i>Erigeron longipes</i> <i>Eupatorium betonicifolium</i> <i>Flaveria trinervia</i> <i>Florestina pedata</i> <i>Galeana pratensis</i> <i>Lagascea descipiens</i> <i>Melampodium americanum</i> <i>Melampodium nutans</i> <i>Melampodium sericeum</i> <i>Milleria quinqueflora</i> <i>Montanoa tomentosa</i> <i>Parthenium bipinnatifidum</i>
<b>Pinaceae</b>	
<i>Pinus devoniana</i>	
<i>Pinus leiophylla</i>	
<i>Pinus lumholtzii</i>	
<i>Pinus oocarpa</i>	
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>	
<b>Acanthaceae</b>	
<i>Blechum pyramidatum</i>	
<i>Dicliptera peduncularis</i>	
<i>Dicliptera peduncularis</i>	
<i>Ruellia lactea</i>	
<i>Tetramerium nervosum</i>	
<b>Aizoaceae</b>	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	
<i>Triathema portulacastrum</i>	
<b>Amaranthaceae</b>	
<i>Achyranthes aspera</i>	
<i>Amaranthus hybridus</i>	
<i>Amaranthus spinosus</i>	
<i>Gomphrena decumbens</i>	
<i>Iresine calea</i>	
<i>Iresine interrupta</i>	
<b>Anacardiaceae</b>	
<i>Schinus molle</i>	
<b>Apiaceae</b>	



*Parthenium hysterophorus*  
*Pectis postrata*

*Pluchea carolinensis*  
*Porophyllum macrocephalum*  
*Pseudelephantopus spicatus*  
*Pseudoconyza viscosa*  
*Senecio heracleifolius*  
*Senecio salignus*  
*Simsia amplexicaulis*  
*Simsia foetida*  
*Simsia lagascaeformis*  
*Sonchus oleraceus*  
*Spilanthes compositifolia*  
*Tagetes lunulata*  
*Tagetes remotiflora*

*Tithonia tubaeiformis*  
*Tridax coronopifolia*

*Viguiera flava*  
*Xanthium strumarium*

*Zinnia americana*  
*Zinnia peruviana*

#### **Basellaceae**

*Anredera scandens*  
*Anredera vesicaria*

#### **Begoniaceae**

*Begonia balmisiana*

#### **Bixaceae**

*Cochlospermum vitifolium*

#### **Bombacaceae**

*Ceiba aesculifolia*  
*Ceiba pentandra*

#### **Boraginaceae**

*Borreria sp.*  
*Cynoglossum pringlei*  
*Ehretia latifolia*  
*Heliotropium angiospermum*  
*Heliotropium curassavicum*  
*Tournefortia hartwegiana*  
*Tournefortia voluvis*

#### **Brassicaceae**

*Brassica alba*  
*Brassica campestris*

#### **Burseraceae**

*Bursera bipinnata*  
*Bursera fagaroides*

*Bursera grandifolia*  
*Bursera penicillata*

#### **Cactaceae**

*Hylocereus purpusii*  
*Hylocereus undatus*  
*Mammillaria scrippsiana*  
*Opuntia atropes*  
*Opuntia joconostle*  
*Opuntia fuliginosa*  
*Opuntia jaliscana*  
*Opuntia pubescens*  
*Pachycereus pecten-aborigenum*  
*Pereskopsis diguetii*  
*Stenocereus dumortierii*  
*Stenocereus queretaroensis*

#### **Capparaceae**

*Cleomella jaliscensis*

#### **Caricaceae**

*Jarilla heterophylla*

#### **Caryophyllaceae**

*Drymaria leptophylla*  
*Drymaria glandulosa*  
*Drymaria villosa*

#### **Ceratophyllaceae**

*Ceratophyllum demersus*

#### **Chenopodiaceae**

*Atriplex linifolia*  
*Atriplex semibaccata*  
*Chenopodium album*  
*Chenopodium ambrosioides*  
*Chenopodium mexicanum*  
*Suaeda torreyana*

#### **Convolvulaceae**

*Convolvulus arvensis*  
*Convolvulus umbellata*  
*Ipomoea capillacea*  
*Ipomoea coccinea*  
*Ipomoea intrapilosa*  
*Ipomoea nil*  
*Ipomoea parasitica*  
*Ipomoea purpurea*  
*Merremia quinquefolia*  
*Quamoclit gracilis*  
*Quamoclit vitifolia*

*Turbina corimbosa*

**Crassulaceae**

*Sedum ebracteatum*

*Sedum greggii*

**Cucurbitaceae**

*Cucurbita foetidissima*

*Sechiopsis triquetra*

*Sycios deppei*

**Cuscutaceae**

*Cuscuta corymbosa*

**Euphorbiaceae**

*Acalypha alopecuroidea*

*Acalypha setosa*

*Cnidoscolus spinosus*

*Chamaesyce hirta*

*Chamaesyce paludicola*

*Chamaesyce serpens*

*Cnidoscolus spinosus*

*Croton ciliatoglandulosus*

*Croton flavescens*

*Euphorbia colletioides*

*Euphorbia cotinifolia*

*Euphorbia cyathophora*

*Euphorbia graminea*

*Euphorbia heterophylla*

*Manihot chlorosticta*

*Tragia nepetifolia*

**Fabaceae**

*Acacia cochliacantha*

*Acacia farnesiana*

*Acacia macilenta*

*Astragalus scutaneus*

*Coursetia glandulosa*

*Coursetia caribaea*

*Crotalaria mollicula*

*Dalea foliolosa*

*Desmodium aff. orviculare*

*Desmodium procumbens*

*Enterolobium cyclocarpum*

*Indigofera suffruticosa*

*Lysiloma microphyllum*

*Macroptilium atropurpureum*

*Macroptilium gibbosifolium*

*Marina neglecta*

*Melilotus indica*

*Nissolia microptera*

*Pithecellobium dulce*

*Prosopis laevigata*

*Senna atomaria*

*Senna hirsuta*

*Vigna luteola*

**Fagaceae**

*Quercus candicans*

*Quercus castanea*

**Flacourtiaceae**

*Xylosma flexuosum*

**Fouquieriaceae**

*Fouquieria formosa*

**Gentianaceae**

*Centaurium calycosum*

*Eustoma exaltatum*

**Hernandiaceae**

*Gyrocarpus jatrophifolius*

**Hydrophyllaceae**

*Nama jamaecense*

*Nama undulatum*

**Julianaceae**

*Amphipterygium adstringens*

**Lamiaceae**

*Hyptis albida*

*Salvia tiliaefolia*

*Stachys coccinea*

**Loasaceae**

*Gronovia scandens*

**Loganiaceae**

*Buddleja sessiliflora*

**Loranthaceae**

*Cladocolea microphylla*

*Psittacanthus calyculatus*

**Lythraceae**

*Heimia salicifolia*

**Malpighiaceae**

*Gaudichaudia albida*

*Gaudichaudia confertiflora*

*Malpighia mexicana*

**Malvaceae**

*Abutilon abutiloides*  
*Abutilon orientale*

*Abutilon revertum*  
*Abutilon simulans*

*Anoda acerifolia*  
*Anoda crenatifolia*  
*Herissantia crispa*

*Malvastrum bicuspidatum*  
*Malvastrum coromandelianum*

*Sida abutifolia*  
*Sida glabra*  
*Sida rhombifolia*

*Sida spinosa*  
*Sphaeralcea angustifolia*

#### **Martyniaceae**

*Martynia annua*

#### **Menispermaceae**

*Cocculus diversifolius*

#### **Moraceae**

*Ficus cotinifolia* subsp. *cotinifolia*  
*Ficus cotinifolia* subsp. *myxaefolia*  
*Ficus goldmanii*  
*Ficus insipida*  
*Ficus padifolia*

#### **Nyctaginaceae**

*Allionia incarnata*  
*Commicarpus scandens*

*Mirabilis xalapa*  
*Oxybaphus viscosus*

*Pisoniella arborescens*  
*Salpianthus purpurascens*

#### **Onagraceae**

*Ludwigia peploides*

#### **Opiliaceae**

*Agonandra racemosa*

#### **Papaveraceae**

*Bocconia arborea*

#### **Passifloraceae**

*Passiflora foetida*

#### **Phytolaccaceae**

*Ledemburgia macrantha*

*Phytolacca icosandra*  
*Rivina humilis*

#### **Plantaginaceae**

*Plantago major*

#### **Plumbaginaceae**

*Plumbago pulchella*  
*Plumbago scandes*

#### **Polygonaceae**

*Polygonum lapathifolium*

#### **Portulacaceae**

*Portulaca oleracea*  
*Talinum paniculatum*

#### **Primulaceae**

*Anagallis arvensis*

#### **Ranunculaceae**

*Clematis dioica*

#### **Resedaceae**

*Oligomeris linifolia*

#### **Rhamnaceae**

*Colubrina triflora*

#### **Rosaceae**

*Alchemilla aphanoides*  
*Crataegus pubescens*

#### **Rubiaceae**

*Bouvardia longiflora*  
*Crusea longiflora*  
*Crusea subulata*

#### **Salicaceae**

*Salix humboldtiana*

#### **Sapindaceae**

*Cardiospermum halicacabum*  
*Sapindus saponaria*

#### **Scrophulariaceae**

*Bacopa monnieri*  
*Capraria biflora*

*Conobea pusilla*  
*Lindernia anagallidea*

#### **Solanaceae**

*Capsicum annum*  
*Cestrum* sp.  
*Datura stramonium*  
*Lycianthes moziniana*

*Lycium carolinianum*

*Nicandra physalodes*

*Nicotiana glauca*

*Nicotiana plumbaginifolia*

*Petunia parviflora*

*Physalis lignescens*

*Physalis nicandroides*

*Physalis philadelphica*

*Physalis waterfallii*

*Solanum americanum*

*Solanum brevipedicellatum*

*Solanum cardiophyllum*

*Solanum deflexum*

*Solanum diflorum*

*Solanum elaeagnifolium*

*Solanum erianthum*

*Solanum guerreroense*

*Solanum hougasii*

*Solanum lanceolatum*

*Solanum lycopersicon*

*Solanum madrense*

*Solanum nigricans*

*Solanum rostratum*

*Solanum seafortianum*

*Solanum sisymbriifolium*

*Solanum tridynamum*

*Solanum trifidum*

*Solanum umbellatum*

*Solanum sp.*

#### **Sterculiaceae**

*Guazuma ulmifolia*

*Waltheria americana*

#### **Ulmaceae**

*Celtis pallida*

*Celtis reticulata*

#### **Verbenaceae**

*Bouchea prismatica*

*Lantana camara*

*Lippia nodiflora*

#### **Violaceae**

*Hybanthus humilis*

#### **Viscaceae**

*Phoradendron brachystachyum*

*Cissus sicyoides*

*Phoradendron reichenbachianum*

#### **Vitaceae**

#### **Zygophyllaceae**

*Tribulus cistoides*

### **LILIOPSIDA**

#### **Agavaceae**

*Agave angustifolia*

*Agave inaequidens*

*Agave sp.*

#### **Alismataceae**

*Sagittaria macrophylla*

#### **Araceae**

*Xanthosoma robustum*

*Zantedeschia aethiopica*

#### **Bromeliaceae**

*Tillandsia recurvata*

*Tillandsia schiedeana*

#### **Cannaceae**

*Canna glauca*

*Canna indica*

#### **Commelinaceae**

*Commelina diffusa*

*Commelina pallida*

*Gibasis triflora*

#### **Cyperaceae**

*Bulbostylis funkii*

*Bulbostylis juncooides*

*Cyperus digitatus*

*Cyperus esculentus*

*Cyperus rotundus*

*Elocharis macrostachya*

*Rynchospora colorata*

*Scirpus americanus*

*Scirpus nevadensis*

*Scirpus pungens*

#### **Lemnaceae**

*Lemna gibba*

#### **Liliaceae**

*Echeandia parviflora*

*Hymenocallis concinna*

#### **Maranthaceae**

*Maranta arundinacea*

*Thalia geniculata*

## Orchidaceae

*Malaxis carnosa*  
*Oncidium graminifolium*  
*Triceratostris tamayoana*

## Poaceae

*Andropogon gayanus*  
*Agrostis semiverticillata*  
*Arundo donax*  
*Aristida ternipes*  
*Bouteloua curtispindula*  
*Bouteloua elata*  
*Brachypodium mexicanum*  
*Bromus carinatus*  
*Cathestecum brevifolium*  
*Cenchrus longispinus*  
*Chloris submutica*  
*Chloris virgata*  
*Cynodon dactylon*  
*Dactyloctenium aegyptium*  
*Digitaria ciliaris*  
*Digitaria ternata*  
*Distichlis spicata*  
*Echinochloa crus-gavonis*  
*Eragrostis cilianensis*  
*Eragrostis mexicana*  
*Festuca breviglumis*  
*Hyparrhenia rufa*  
*Leptochloa uninervia*  
*Muhlenbergia ciliata*  
*Muhlenbergia tenuifolia*  
*Oplismenus burmannii*  
*Panicum sp.*  
*Paspalum compersum*  
*Pennisetum setosum*  
*Setaria adherens*  
*Setaria geniculata*  
*Setaria parviflora*  
*Sorghum bicolor*  
*Sporobolus atrovirens*  
*Sporobolus pyramidatus*  
*Tripsacum dactyloides*

## Typhaceae

*Typha domingensis*

## Zingiberaceae

*Hedychium coronarium*

## Problemáticas detectadas por municipio de mayor influencia

Agua	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de	San Gabriel	Zacoalco de	Jocotepec	Tuxcueca
------	----------	--------	--------------	-------------------	--------	---------	-----------	-----------------	-------------	-------------	-----------	----------

Uso inadecuado de agua (desperdicio, fugas)	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Contaminación de cuerpos de agua superficiales generados por aguas residuales sin tratamiento	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Contaminación de agua por desechos de granjas					Ø			Ø	Ø			Ø
Contaminación de agua por inadecuada disposición de residuos sólidos municipales (Basura)					Ø			Ø			Ø	Ø
Contaminación de agua por residuos considerados como peligrosos												
Contaminación de agua por agroquímicos	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø
Contaminación de agua por procesos industriales		Ø							Ø			
Contaminación de acuíferos por lixiviados, metales					Ø							
Sobreexplotación de acuíferos		Ø	Ø	Ø							Ø	Ø
Azolve en cuerpos de agua (lagunas, lagos, presas)												
Obstrucción de cauces de agua por asentamientos humanos												
Agotamiento de fuentes de agua	Ø	Ø		Ø	Ø		Ø	Ø		Ø		
Desaparición de ojos de agua	Ø				Ø							
Disminución de niveles freáticos	Ø	Ø		Ø	Ø		Ø	Ø				
Retención de agua para la laguna debido a presas y bordos	Ø	Ø			Ø	Ø		Ø				
Contaminación de nacimientos de agua	Ø	Ø		Ø	Ø		Ø			Ø		

Suelo	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de C.	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
-------	----------	--------	--------------	-------------------	--------	---------	-----------	--------------------	-------------	--------------------	-----------	----------

Contaminación del suelo por uso de agroquímicos	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø
Contaminación de suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos municipales (basura, lixiviados)	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø		Ø	Ø	Ø

Contaminación de suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos industriales				∅								∅
Contaminación de suelo por desechos de granjas			∅		∅							
Contaminación de suelo por residuos considerados como peligrosos				∅								
Contaminación de suelo por hidrocarburos												
Erosión hídrica por pérdida de cobertura vegetal (desmonte)	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	
Erosión y compactación por Agricultura y Ganadería	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Erosión de suelo por construcción de fraccionamientos												
Aprovechamiento inadecuado de material geológico (sobreexplotación)			∅									
Inundación por desbordamiento de ríos, azolves, drenaje inadecuado, lluvias					∅					∅		∅
Inundaciones por obstrucción de cauces de agua (ríos, arroyos)												
Crecimiento irregular de asentamientos humanos	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Pérdida de áreas agrícolas y pecuarias por cambio de uso de suelo	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Erosión por actividades antrópicas	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

<b>Vegetación</b>	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C. de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlán de	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
-------------------	----------	--------	--------------	--------------------	--------	---------	-----------	-----------------	-------------	--------------------	-----------	----------

Pérdida de vegetación por tala inmoderada	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅		∅
Sobreexplotación de productos no maderables						∅	∅					
Pérdida de vegetación por incendios	∅	∅	∅					∅		∅		
Impacto a la regeneración natural por sequía												
Impacto a la cubierta vegetal por ganadería (Sobrepastoreo) y agricultura			∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Impacto a especies en peligro o amenazadas por recolección (saqueo)						∅			∅	∅		∅
Impacto a la vegetación por plagas, malezas, especies exóticas	∅											
Crecimiento de asentamientos humanos				∅								
Carencia de un inventario florístico del área que conforma el anfiteatro de la subcuenca Sayula												
Falta de información sobre procesos ecológicos												
Escasez de información sobre las áreas degradadas	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Desconocimiento de especies útiles para la conservación de suelo, uso racional y conservación biológica.	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Desconocimiento sobre el numero de especies exóticas introducidas dentro de áreas naturales	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Falta de bases de datos donde se encuentre incorporada la información que arriba se menciona	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Desconocimiento de la capacidad de carga de aquellas especies consideradas como potenciales para la industria y la alimentación	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Desconocimiento sobre el numero de especies exóticas introducidas dentro de áreas naturales	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Carencia de un inventario florístico del área que conforma el anfiteatro de la subcuenca Sayula	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Falta de información sobre procesos ecológicos	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Escasez de información sobre las áreas degradadas	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Desconocimiento de especies útiles para la conservación de suelo, uso racional y conservación biológica.	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Pérdida de biodiversidad por monocultivos	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Pérdida de biodiversidad por explotación excesiva de especies	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Pérdida de vegetación por cambio de uso de suelo	∅	∅		∅	∅		∅			∅		
Incremento de muérdago en árboles	∅	∅		∅	∅		∅			∅		
Pérdida de cafetos y nogales	∅	∅		∅	∅		∅			∅		

<b>Atmósfera</b>	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec	Tuxcueca
------------------	----------	--------	--------------	-------------------	--------	---------	-----------	-----------------	-------------	--------------------	-----------	----------

Contaminación de la atmósfera por quema de basura	∅					∅	∅					
Contaminación a la atmósfera por quema en ladrilleras					∅							
Contaminación a la atmósfera por quemas agrícolas		∅	∅		∅			∅	∅			∅
Contaminación a la atmósfera por combustión de vehículos		∅			∅					∅		
Contaminación a la atmósfera por polvo levantado por tránsito de vehículos												
Contaminación a la atmósfera por gases y polvo de procesos industriales			∅	∅		∅	∅	∅			∅	
Contaminación a la atmósfera por tolveneras (polvo)	∅	∅			∅	∅	∅	∅		∅		
Contaminación de aire por fumigaciones de agroquímicos en aviones	∅	∅			∅		∅			∅		



Fauna											
	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec

Disminución de poblaciones de fauna por cacería furtiva, pesca o captura				Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Disminución de poblaciones de fauna acuática por contaminación de agua	Ø		Ø								Ø	
Impacto a poblaciones de fauna por incendios forestales			Ø			Ø			Ø			
Impacto a poblaciones de fauna por deforestación	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø				Ø		
Impacto a poblaciones de fauna por introducción de especies exóticas							Ø	Ø				
Impacto a poblaciones de fauna por cambio climático (sequía)		Ø	Ø	Ø		Ø				Ø		
Impacto a poblaciones de fauna por agricultura y ganadería (desplazamiento)												
Crecimiento de asentamientos humanos, infraestructura carretera		Ø		Ø	Ø							
Explotación desmedida de la rana con fines alimenticios	Ø											

Población											
	Amacueca	Atoyac	Gómez Farías	C.de Buenos Aires	Sayula	Tapalpa	Techaluta	Teocuitatlan de	San Gabriel	Zacoalco de Torres	Jocotepec

Impacto al sosiego de la población por ruido de equipos de sonido o vehículos		Ø	Ø									
Impacto al sosiego de la población por ruido generado en industrias, talleres		Ø	Ø		Ø							
Impacto al sosiego de la población por olores del sistema de drenaje, planta de tratamiento												
Impacto al sosiego de la población por olores generados en ladrilleras												
Impacto al sosiego de la población por olores en cuerpos de agua												
Impacto al sosiego de la población por olores de granjas		Ø	Ø		Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Impacto al sosiego de la población por olores de industria, talleres		Ø	Ø		Ø							
Impacto al sosiego de la población por olores de vertedero (basura)												
Impacto al sosiego de la población por vibración generado en industria					Ø							

Impacto al medio perceptual por publicidad (panorámicos en comercios)																				
Impacto al medio perceptual por apertura de caminos																				
Impacto al medio perceptual por vertedero municipal	∅																			
Impacto al medio perceptual por sequía de Lago																				
Impacto al medio perceptual por disposición inadecuada de basura	∅																			
Impacto al medio perceptual por bancos de material geológico																				
Impacto al medio perceptual por deterioro de vegetación y suelo			∅	∅																
Impacto a la Salud por proliferación de fauna indeseable																				
Impacto al medio perceptual por crecimiento de asentamientos humanos, desarrollos turísticos																				

## Bibliografía consultada

- Altieri M. (1999) Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad, Uruguay. 180 pp.
- Ávila P., R. 1994. Transformaciones mayores en el occidente de México. Universidad de Guadalajara. México.
- APHA (American Public Health Association) - AWWA (American Water Works Association) - WPCF (Water Pollution Control Facilities) (1992) Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos.
- Babbie, Earl (2000). Fundamentos de la investigación social. Internacional Thomson Editores, S. A. de C.V. México. Traducción del libro The Basics of Social Research. 1999. tr. José Francisco Javier Dávila Martínez. 473 p.
- Barba C. G, Güitrón L. M, Martínez I. A, Clausen. (2003) Generación de herramientas para la gestión integral del agua en dos microcuencas estratégicas de la cuenca Zacoalco. Sayula.
- Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco, AC. (2003). Memoria. Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.
- Cervantes-A., N. (1992) La familia Malvaceae en el estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco 3. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, México. 393 pp.
- Colegio de Posgraduados (1991). Manual de Conservación del Suelo y del Agua. SPP-SARH. Chapingo, México.
- CONABIO (2004) Mapa de tipos climáticos de la República Mexicana Escala 1:1'000,000. Edición individual. Comisión Nal. De Biodiversidad. México, D.F.
- CONAPO. (2000). Índices de Desarrollo Humano. Consejo Nacional de Población. México.
- CONAPO. (2000). Índices de Marginación. Consejo Nacional de Población. México.
- CONAPO. (2005). Nuevas proyecciones de la población 2005-2050. Consejo Nacional de Población. México.
- Cuanalo de la C., H. (1990) Manual para la descripción de perfiles de suelos en campo. 3ª edición. Centro de Edafología. Colegio de Posgraduados. México.
- Cuevas-F., X. M. (2001) La familia Julianaceae en el estado de Jalisco, México. Colección Flora de Jalisco 11. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara. 47 pp.
- Darley, W.M. (1987) Biología de las algas enfoque fisiológico. Limusa. México, D.F. 236 páginas.
- Diario Oficial de la Federación. (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 2002. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 83 pp.
- Enciclopedia de los municipios de México. (2005) Instituto Nacional para el federalismo y el desarrollo municipal. Secretaría de gobernación. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/mpios>
- EOSAT (1973) Datos Satelitales Landsat MSS Archivos digitales. Path.row 2046.
- EOSAT (2007) Datos Satelitales Landsat ETM Archivos digitales. Path.row 2046.



- Estrada, F. E. (1983) Estudio geográfico de dos islas lacustres de la jurisdicción de Atoyac, estado de Jalisco. Boletín del Instituto de Geografía y Estadística. Universidad de Guadalajara Vol VI(1).
- FAO/UNESCO (1973) Definiciones de la Unidades de Suelos para el Mapa de suelos del Mundo. SRH. Dir. Agrología. México, D.F.
- FAO (1997) Zonificación agroecológica. Guía general. Roma, Italia. 83 pp.
- Flores D., J. A. (1984) Presencia de evaporitas en el lago de Sayula, municipio de Teocuitatlán, Jalisco. Instituto Nacional Politécnico. México.
- Gandulo J. (1994) Climatología y ciencia del suelo Ed. Fundación conde del valle de Salazar. Madrid España 404pp.
- García, E. (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª. Ed. Offset Larios. México, D.F. 219 p.
- González-V., L. M. (1986) Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco 1. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, México. 240 pp.
- González-V., L. M. (1996) La familia Clethraceae en el estado de Jalisco, México. Colección Flora de Jalisco 5. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, México. 34 pp.
- INEGI (1988). Cartas Topográfica y Edafológica E 1:50,000 F13-D65 Guadalajara Oeste. SPP. México
- INEGI. (1950). VII Censo General de Población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (1960). VIII Censo General de Población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (1970). IX Censo General de Población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (1980). X Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (1990). XI Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2000). XII Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2000). Regiones socioeconómicas de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2005). II Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2007). Anuario estadístico del estado de Jalisco. Gobierno del estado de Jalisco. Vol I y II. 1176 p.
- INEGI., Instituto de Geografía \_Universidad Nacional Autónoma de México. (2001) Inventario Nacional Forestal 2000. Archivos Vectoriales Cartas Guadalajara F13D12. México.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007) Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina. Cuarto Informe, capítulo 13.
- Jiménez Cisneros B. (2001) La contaminación Ambiental en México. Ed. Limusa. México, D.F.
- López Illán, Y. (2001) Evaluación de la calidad el agua e identificación de riesgos a la salud en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tesis profesional U de G.

- López-Alcocer E. (1994) Diseño de agroecosistemas sustentables. En. López-Alcocer E., S. Hurtado y F. López. (Editores). Agroecología: Principios y Métodos. Universidad de Guadalajara. México. 118 pp.
- Lumholtz, C. (1987). Unknown México. Explorations in the sierra Madre and others regions, 1890-1898. Tomo II. Dover Publications, Inc. New York.
- Macías, M. (2006) Guía de la Vegetación y flora de la Laguna de Sayula. CONABIO, U. de G.
- Magaña-Virgen, M E. (2008) Propuesta de Área de Protección Hidrológica de la Laguna de Sayula. (sin publicar).
- Magaña-Virgen, M.E. (2008) Integración de la Administración Pública Ambiental de la Subcuenca de Sayula., (sin publicar).
- Margalef, R. (1986) Ecología. Ed. Omega, Barcelona. España. 951 páginas.
- Margalef, R. (1991) Teoría De Los Sistemas Ecológicos. Ed. Barcanova. Barcelona. 184 páginas.
- Martínez-G., R. E. y L. M. González-V. (2002) La familia Salicaceae (Populus) en el estado de Jalisco, México. Colección Flora de Jalisco 15. 20 pp. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 20 pp.
- McVaugh, R. (1983) Gramineae. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 14. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 436 pp.
- McVaugh, R. (1984) Compositae. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 12. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 1157 pp.
- McVaugh, R. (1985) Orchidaceae. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 16. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 363 pp.
- McVaugh, R. (1987) Leguminosae. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 5. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 786 pp.
- McVaugh, R. (1989) Bromeliaceae to Dioscoreaceae. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 15. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 398 pp.
- McVaugh, R. (1992) Gymnosperms y Pteridophytes. En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 17. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 467 pp.
- McVaugh, R. (1993) Limnocharitaceae to Typhaceae En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 13. University of Michigan Herbarium Press. Ann. Arbor. 480 pp.
- McVaugh, R. (2001) Ochnaceae to Loasaceae En: W. R. Anderson (ed.) Flora Novo-Galiciana 13. University of Michigan Herbarium Press. Ann Arbor. 751 pp. Miranda, F. y E. Hernandez-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179.
- Medina, R. J.M y E. Hernández G. (1993) Evaluación Hidrogeológica de la subcuenca del lago de Sayula. En. Munguía, C. F. (Coordinador). Análisis geográfico y social de la zona Zacoalco-Sayula. Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco. México. Pp 38-51.
- Medina G., G. y J. A. Ruiz C. (2005). SICA 2.5: Sistema de información para caracterizaciones agroclimáticas. Manual de instalación y guía del usuario. INIFAP. Calera de V.R., Zacatecas.
- Ministerio de Medioambiente. (2000) Guía Para La Elaboración De Estudios Del Medio Físico, Contenido Y Metodología. Ministerio del Medio Ambiente. Madrid, Centro de Publicaciones.

- Miranda Faustino y Efraín Hernández X. (1985) Los tipos de vegetación de México y su clasificación; in Xolocottzia Tomo 1. Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 41-162 pp.
- Montes, O.O.E. (1993) Potencialidad natural de la zona. En Munguía, C. F. (Coordinador). Análisis geográfico y social de la zona Zacoalco-Sayula. Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco. México. Pp 92-100.
- Moreno O. C. (1992) Fundamentos de geomorfología Ed. Trillas México D. F. 103p Síntesis Geográfica de Jalisco. INEGI 1974.
- Munguía Cárdenas, Federico. (2002). Templos y capillas de Sayula, Jalisco. Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.
- Noguera, Eduardo. (1930). Ruinas arqueológicas del norte de México: Casas grandes (Chih), La Quemada, Chalchihuites (Zac). Secretaria de Educación Pública. México.
- Ochoa Anguiano, Mario Rafael. (1996). Monografía del municipio de Sayula. Jalisco, UPN. Sayula, Jalisco.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1978) Informe sobre el seminario Latinoamericano de ordenación de cuencas hidrográficas FAO.
- Ortiz S., C. A. y H. E. Cuanalo de la C. (1984) Metodología del Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras. Colegio de Posgraduados. México.
- Palacio Prieto José Luís, Gerardo Bocco et al. La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del Inventario Nacional Forestal Nacional, (2000) Investigaciones Geográficas 43. Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM. pp.183-201.
- Pedraza G. J (1996) *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Madrid España 414p.
- PNUD. (2000). Índice de Desarrollo Humano. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.
- Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. (2003) Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. 3ª edición. Mundi-Prensa. España.
- Ramírez Delgadillo Raymundo y Fabio G. Cupul Magaña. (1999) Contribución al Conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. Ciencia Ergo-Sum. Vol.6, No. 2. 135-144 pp.
- Rival de León, R. (1993) Posibilidades de aprovechamiento de recursos no renovables de la cuenca Zacoalco-Sayula. En. Munguía, C. F. (Coordinador). Análisis geográfico y social de la zona Zacoalco-Sayula. Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco. México. Pp 77-91.
- Rodríguez, T.F. (1981). Elementos del Ecurrimiento Superficial. UACH. Chapingo, México.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores (2001) Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro. 1406 pp.
- Rzedowski, J. (1972) Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica de las Compositae mexicanas. Ciencia, Mex. 27: 123-132.
- Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14:3-21.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. (1966) La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan. Tomo 9(1): 1-23.



- SARH (1984). Inventario de los Diferentes Grados de Afectación por Erosión en el Estado de Jalisco Mediante Imágenes de satélite Escala 1:250,000. Contrato No CEP/JAL/001/83. DGCSA-DICSA. México.
- SARH (1993) Manual de Microbiología y aplicaciones en los procesos biológicos de tratamientos de agua. México D.F.
- Secretaría de Promoción y Presupuesto. (1981) Cartas fisiográficas escala 1:250,000. Leyenda. México.
- SEMADES (2004) Diagnóstico Ambiental Municipal. <http://www.semades.jalisco.gob.mx>. Consulta 2008
- SEMADES (2006) Estudio de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.
- Servicio Geológico Mexicano (1999) Carta Geológica –Minera. Colima E13-3 (Colima, Jalisco y Michoacán) Escala 1:250,000. Secretaria de Economía.
- Servicio Geológico Mexicano (1999) Carta Geológica –Minera. Guadalajara F13-12 (Jalisco, Michoacán y Guanajuato) Escala 1:250,000. Secretaria de Economía.
- Sistema Estatal de Información Jalisco, SEIJAL (2005), Sistema de Indicadores Regional-Municipal.
- Sladeczek V. (1979) Continental systems for the assessment of the river water quality. John Wiley (ed). New York, USA.
- Soil Survey Staff. (2006) Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA.
- Sournia A. (1987) Phytoplankton manual. UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization). United Kingdom.
- Topete, Angel, J. P. (1987). Cálculo del Clima 2º Sist. C.W. Thornthwaite. 198 Est. Meteorológicas del Estado de Jalisco. Fac. Geografía, U de G. Jalisco, México.
- Valdez Francisco, et, al. (2005). Arqueología de la Cuenca de Sayula. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Valenzuela Rodríguez, Rosa María (1994). Historia del factor religioso y su influencia en el aspecto cultura de Amacueca en la actualidad. Jalisco, Secretaria de Educación. Guadalajara, Jalisco, México.
- Vargas-P.,O., M. Martínez-y D. y P. A. Dávila-A. (1998) El género *Physalis* (SOLANACEAE) en el estado de Jalisco. Bol. Inst. Bot. Universidad de Guadalajara. 5:395-401.
- Vázquez-G., J. A., R. Cuevas-G., T. S. Cochrane, H. H. Iltis, F. J. Santana-M. y L. Guzmán-H. (1995) Flora de Manantlán. Sida, Botanical Miscellany 13, Botanical Research Institute of Texas. 312 pp.
- Velásquez Alejandro, Jean F. Mass y José Luis Palacio (2002) Análisis del cambio de uso del suelo. Documento Técnico. Oficio autorización 312.A.-00215 Convenio INE-IGg(UNAM). SEMARNAT, Instituto de Geografía UNAM. 46 p.
- Walter, K. S. y H. J. Gillett (ed.) (1998) IUCN red list of threatened plants. Compiled by the World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, U. K. 862 pp.
- Wetzel, RG. (1981) Limnología. Editorial Omega. Barcelona. 334 páginas.
- WRB, IUSS, ISRIC, FAO. (2006) World reference base for soil resources 2006. 2<sup>nd</sup> ed. World Soil Resources Reports No. 103. Rome. Italy.