

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



**UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA EVALUACIÓN  
AMBIENTAL DE UN SECTOR REPRESENTATIVO DE  
LA CUENCA DEL RÍO SABINAS**

**POR:**

**FERMIN FLORES GARCIA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Junio del 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**

**UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA EVALUACIÓN  
AMBIENTAL DE UN SECTOR REPRESENTATIVO DE  
LA CUENCA DEL RÍO SABINAS**

**POR:**

**Fermín Flores García**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

**Aprobado por el comité de tesis**

---

DR. Arturo Gallegos Del Tejo

Asesor Principal

---

MC. Leopoldo Arce González  
Asesor

---

Ing. Leonel Barrios Rosillo  
Asesor

---

MC. Alejandra R. Escobedo Sánchez  
Asesor Suplente

El Coordinador de la División de Ingeniería

---

DR. RAÚL RODRÍGUEZ GARCIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio del 2007

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
<b>META</b> .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	3
2.1 Descripción del medio físico. ....	3
2.1.1 Localización Geográfica.....	3
2.1.2 Fisiografía .....	4
2.1.3 Vías de comunicación .....	5
2.1.4 Clima.....	5
2.1.5 Temperaturas máximas y mínimas extremas .....	6
2.1.6 Precipitación .....	6
2.1.7 Calidad del agua .....	7
<b>2.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO</b> .....	8
2.2.1 Suelos .....	8
2.2.2 Vegetación .....	9
2.2.3 Fauna.....	11
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	13
<b>METODOLOGÍA</b> .....	13
1. Fase de prospección:.....	13
2. Fase de diagnóstico:.....	16
<u>2.1 ZONIFICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO</u> .....	18
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	19
3. Fase de propuestas de manejo:.....	19
<b>CONCLUSION</b> .....	24
<b>ANEXOS</b> .....	25
1. Tipo de suelos: .....	25
2. DIAGRAMAS OMBROTERMICOS .....	26
2.1 Diagramas ombrotérmicos de las estaciones climatológicas .....	27
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	31

## **DEDICATORIA**

Con Mucho Cariño Y Respeto A Mis Padres:

Sr. Marcelino R. Flores Julian

Sr. Isabel García Vázquez

Por brindarme su amor de padres así como su confianza e incondicional apoyo y por todos sus esfuerzos y sacrificios para que pudiera terminar mis estudios.

A mis Hermanos:

Enrique y Jorge Luís pues me han enseñado a sobresalir a un con las adversidades del tiempo, es pero poder ser un buen hermano mayor y ser su ejemplo a seguir, los quiero mucho.

A Toda Mí Familia:

Que me han animado y apoyado en los momentos difíciles además de enseñarme que una familia unida es una de las cosas más importantes y valiosas en la vida.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**: Por haberme dado la fuerza necesaria para terminar mis estudios, así como por escuchar mis plegarias y por ser la guía de mi camino.

A mi “**ALMA MATER**”: por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esta gran institución.

Al **Dr. Arturo Gallegos Del Tejo**: por darme la oportunidad de realizar esta investigación así como su paciencia, tiempo y apoyo para terminar mi trabajo.

Al **M. C.: Leopoldo Arce González**: por el apoyo brindado para terminar este trabajo.

Al **Ing. Leonel Barrios Rosillo**: por su asesoramiento, tiempo, sugerencias y recomendaciones en la realización de mi tesis.

A mis “**compañeros y amigos**” por haberme permitido ser su amigo, por brindarme su confianza y por todos esos momentos de convivencia y de trabajos en toda nuestra estancia en nuestra “**ALMA MATER**”.

## INTRODUCCIÓN

El Río Sabinas se localiza en la región carbonífera de Coahuila y es desde el punto de vista ecológico, uno de los ríos más importantes del estado ya que la cuenca posee habitats que han perdurado como auténticas reliquias naturales. La utilización de sistemas inadecuados para el aprovechamiento de las riquezas minerales han ocasionado cambios severos en el funcionamiento de los ecosistemas, provocando deterioros irreversibles que afectan cada vez mayores superficies, por lo que es urgente aplicar medidas que garanticen la preservación de estos paisajes naturales.

La integración de un programa de actividades para cumplir este objetivo debe considerar, además del entorno inmediato a la corriente fluvial (los ecosistemas riparios), las subcuencas que lo alimentan; esto representa una superficie de más de 700,000 has, por lo que la integración del expediente técnico se complica. Una manera práctica de cumplir con esta etapa es mediante la selección de áreas o sectores representativos, dentro de los cuales se realizan inventarios detallados, en una etapa posterior los resultados obtenidos se extrapolan, permitiendo abarcar superficies más grandes.

Bajo este contexto se delimitó un sector en el entorno inmediato a San Juan de Sabinas, para evaluar el efecto de las actividades mineras sobre el funcionamiento de los ecosistemas riparios. La metodología a evaluar incluye verificaciones de campo y el análisis de imágenes satelitales para establecer un diagnóstico del estado actual del sector seleccionado para definir el tipo de acciones requeridas para estabilizar los ecosistemas y garantizar su permanencia.

## **OBJETIVOS**

- Realizar un diagnóstico ambiental en un sector representativo de la cuenca del río sabinas.
- Desarrollar una propuesta de restauración ecológica para el sector estudiado.

## **META**

- Diseñar una base de datos georeferenciada de la región de San Juan de Sabinas.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **ANTECEDENTES**

Las actividades de extracción de carbón en la cuenca del río sabinas iniciaron en 1884 en yacimientos ubicados en la Cueva de los Españoles, entre Guadalupe Victoria y la presa Don Martín. A partir de 1887, fueron explotadas las minas del Hondo y San Felipe, situadas en ambas márgenes del Río Sabinas. Desde entonces las actividades de extracción a cielo abierto se generalizaron en toda la cuenca y modificaron drásticamente los niveles freáticos y los flujos subterráneos.

Además del carbón, otras actividades que afectan estos ecosistemas corresponden a la extracción de material pétreo del cauce del río y la explotación de yacimientos de fluorita en la sierra de Santa Rosa, lo cual provoca contaminación y desaparición de afluentes secundarios. Otra fuente de contaminación importante proviene de las aguas negras de comunidades como Rosita, San Juan de Sabinas, Agujita y Sabinas y Muzquiz, cuyas poblaciones registran un incremento significativo en las últimas décadas.

[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_152.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_152.pdf)

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 Descripción del medio físico.

#### 2.1.1 Localización Geográfica.

El Río Sabinas se ubica en la parte noreste del estado de Coahuila (figura 1), nace a partir de numerosos escurrimientos y manantiales de la Sierra de Santa Rosa, dentro del municipio de Melchor Múzquiz, atraviesa los municipios de San Juan de Sabinas, Sabinas y Juárez, para desembocar en la presa Venustiano Carranza. El rango altitudinal del río (en la posición de valle de la cuenca) varía de los 540 a los 280 metros sobre el nivel de mar, siendo sus coordenadas extremas los  $101^{\circ} 47' 27''$  al Oeste, los  $28^{\circ} 02' 17''$  al Norte, los  $100^{\circ} 37' 03''$  al Este y los  $27^{\circ} 31' 14''$  al Sur.

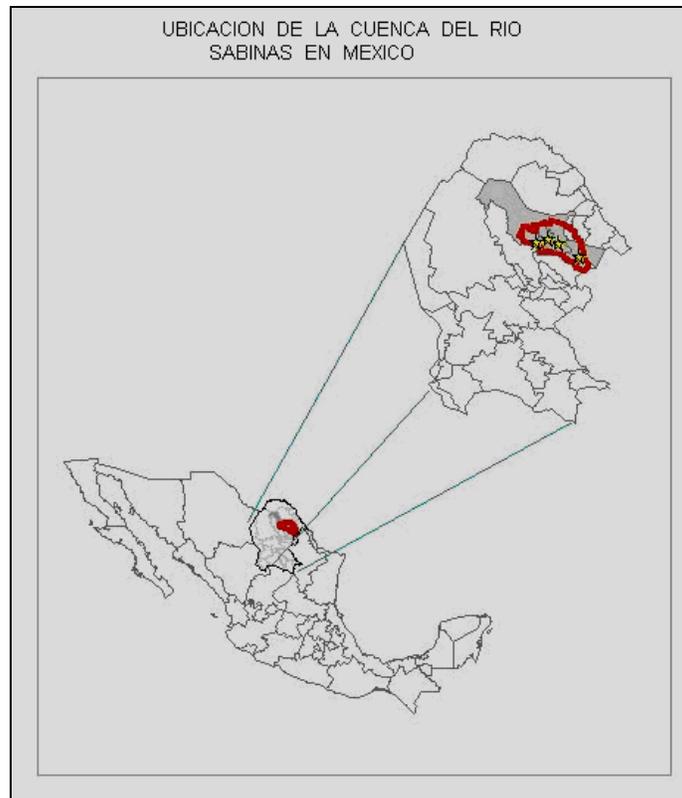


Figura 1. Localización de la cuenca del río Sabinas

En la figura 2 se presenta la ubicación del área de estudio dentro de la cuenca a partir de una imagen satelital obtenida de Google Herat. Puede observarse la ubicación de los principales centros de población del territorio en relación al sector seleccionado.

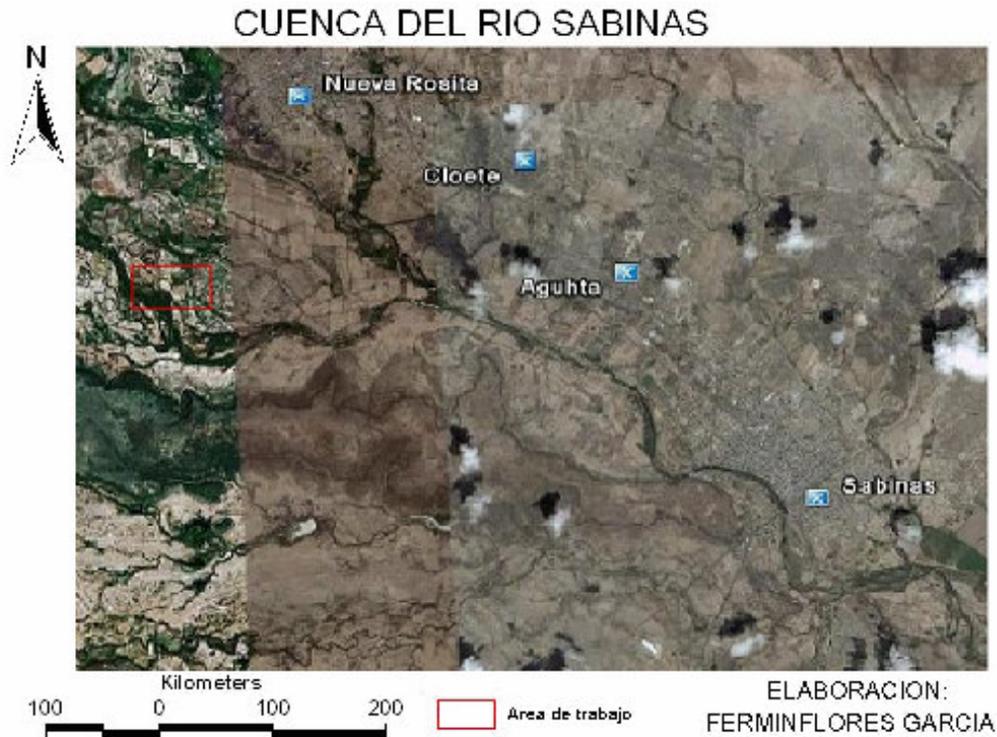


Figura 2. Localización de la cuenca de san Juan de Sabinas

### 2.1.2 Fisiografía

La cuenca del río Sabinas forma parte de la provincia fisiográfica denominada Provincia Costera del Golfo (Leopold, 1950), también denominada Provincia Costera del Noreste, incluye la porción norte y este del estado de Nuevo León, casi todo el estado de Tamaulipas y noreste de Coahuila, además de la porción adyacente de Texas.

Forma parte de la Provincia Biótica Tamaulipeca, la cual comprende planicies, colinas y algunas montañas, ubicadas al oriente de Coahuila, norte y noreste de

Nuevo León, norte de Tamaulipas, así como el sureste del estado de Texas, su límite sur y occidental es la demarcación entre la región Neártica y Neotropical (Rojas, 1965).

### 2.1 3 Vías de comunicación

Está bien integrada al sistema nacional del país, pues la entidad se comunica a Saltillo a través de la carretera federal No. 57, que pasa por los estados de Nuevo León, San Luís Potosí, Guanajuato y Querétaro, para conectarse a la ciudad de México. El acceso a Monterrey se realiza por 2 vías; la de Saltillo y la de Monclova. Además de una red ferroviaria en la cual es de vital importancia por la explotación minera que existe en este lugar.

### 2.1 4 Clima

Los climas predominantes en la cuenca del Río Sabinas corresponden a los climas secos y semi secos (clasificación de Köppen modificada por E. García), de los cuales se consideran dos climas específicos para esta área: el clima seco de las Grandes Llanuras de Norteamérica y el clima semi seco – semi cálido de los Lomeríos Nororientales.

Estos climas son muy similares pero su principal diferencia es el clima semiseco – semicalido tiene una temperatura media anual de 20°C mientras que el clima seco de las Grandes Llanuras de Norteamérica presenta una temperaturas media anual superior a los 22°C. Las temperaturas de estos climas son variables y por ello se les considera extremos.

Cuadro 1: Temperatura media anual y promedios de las temperaturas máxima y mínima (°C)

<b>Estación</b>	<b>Temperatura media anual (°C)</b>	<b>Promedio de temperatura máxima (°C)</b>	<b>Promedio de temperatura mínima (°C)</b>
V. Carranza	21.8	29.1	14.6
Los Conchos	20.4	28.4	12.3
Las Esperanzas	21.2	31.4	15.6
Juárez	22.6	30.1	15.2
Múzquiz	18.6	26.0	11.3
Palaú	22.7	29.9	14.5
Sabinas	21.7	28.9	14.5

Nota: A este cuadro se presentan los anexos de los diagramas ombrotermicos de las 7 estaciones climatológicas.

#### 2.1. 5 Temperaturas máximas y mínimas extremas

Las temperaturas mínimas extremas ocurren a mediados del invierno registrándose temperaturas hasta de  $-16^{\circ}\text{C}$  (estación Los Conchos) en ocasiones se pueden presentar nevadas como la del 28 de noviembre del 2001. La ocurrencia de temperaturas extremas frías se debe al desplazamiento de masas de aire polar que invaden la masa continental.

#### 2.1. 6 Precipitación

Las lluvias en la región son irregulares, al inicio del año se presenta un periodo de sequía invernal, en el periodo de mayo a octubre ocurren entre el 70 y 80% de la lluvia total del año siendo septiembre el mes más lluvioso. En el cuadro No. 2 se aprecian los valores correspondientes a las estaciones de la región.

Cuadro 2: Precipitación promedio Temperatura máxima y mínima extrema

<b>Estación</b>	<b>Lluvia promedio anual (mm)</b>	<b>Lluvia promedio en marzo (mm)</b>	<b>Lluvia promedio en septiembre (mm)</b>	<b>Lluvia promedio en el periodo mayo a octubre (mm)</b>
V. Carranza	393.1	8.5	86.1	294.3
Los Conchos	465.3	11.0	76.0	349.9
Las Esperanzas	503.0	15.5	81.6	353.9
Juárez	486.9	13.2	82.1	335.0
Múzquiz	603.9	15.6	119.6	486.5
Palaú	485.0	131.1	84.5	367.5
Sabinas	429.1	8.0	82.2	336.4

### 2.1.7 Calidad del agua

La calidad del agua del Río Sabinas y sus afluentes, esta influenciada por las actividades humanas que se realizan en sus márgenes y regiones aledañas. Además se encontró que la contaminación de las aguas subterráneas en el área de estudio es por actividades mineras y frecuentemente se puede relacionar con evacuaciones de aguas de mina y con lavaderos de mineral en los procesos de explotación. También es común el lavado de los minerales que componen las presas de hales (materiales de desperdicio de la actividad minera) que contienen materiales oxidables, tales como sulfuros y que son lavados por las aguas meteóricas o de escurrimientos, esta descripción se basa en muestras realizadas en localidades (Rancho Nuevo, San Juan de Sabinas, Nueva Rosita y Agujita) en Coahuila.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

### 2.2.1 Suelos

En la zona de estudio se presentan diversos tipos de suelo típicos de regiones áridas y semiáridas. Los tipos de suelos más frecuentes son: Xerosols, Regosols, Vertisols, Rendzinas, Kastanozem, Litosols (Leptosols), Fluvisols, Feozems, Luvisols. Dos tipos de suelo – Solonchak - Yermosols, se presenta en una superficie pequeña.

Cuadro 3. Superficie de los tipos de suelos y su textura

SUELO	Fina	Gruesa	Media	Total general
Castanozem	3,511			3,511
Feozem	4,421		6,438	10,859
Fluvisol			1,594	1,594
Litosol	694		9,055	9,749
Luvisol	531			531
Regosol	1,544	840	51,569	53,953
Rendzina	338		16,607	16,945
Solonchak			324	324
Vertisol	96,055		2,657	98,712
Xerosol	104,329		75,521	179,850
Yermosol	1,514		2,400	3,914
Presa				18,089
Total general	212,937	840	166,165	398,031

La descripción de las principales características de estos suelos se presentan en el anexo. En la siguiente hoja se muestra la figura No.3 se muestra la distribución de los diferentes tipos de suelo en la cuenca.

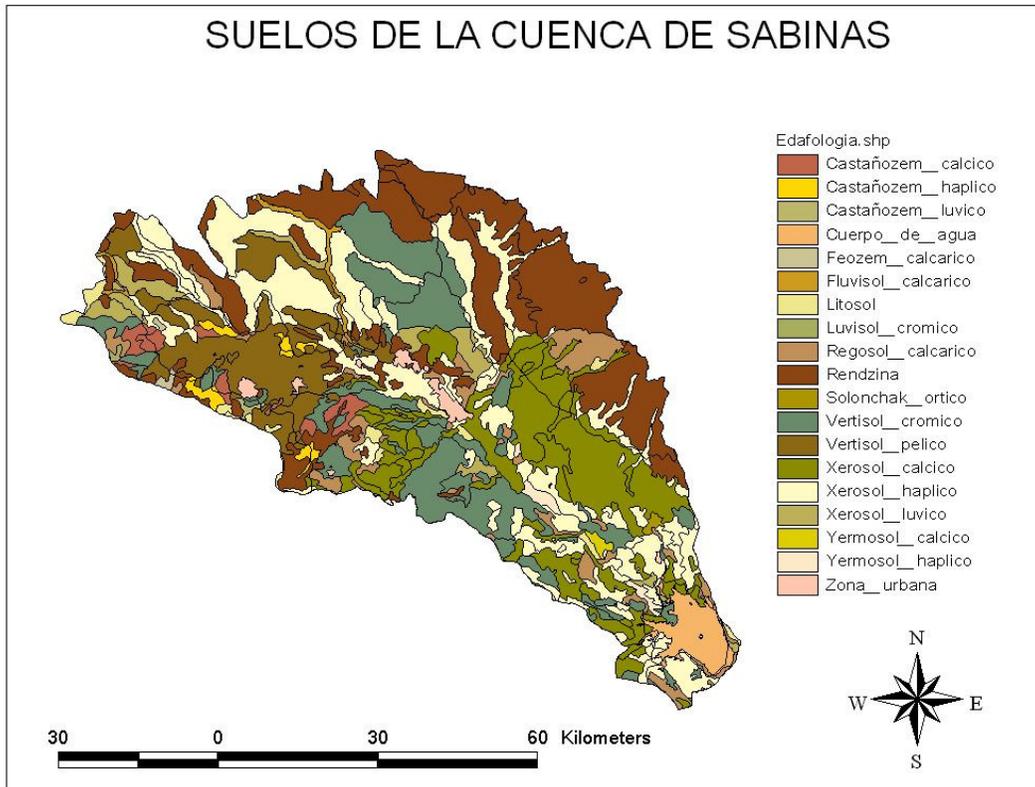


Figura 3: Distribución espacial de las unidades de suelo en el área

### 2.2.2 Vegetación

La vegetación del área, esta dominada por matorrales semiáridos, en menor proporción se presentan comunidades de pastizal y comunidades arbóreas de encinos y vegetación riparia.

En la siguiente hoja se encuentra el cuadro No. 4 que presenta la denominación de los tipos de vegetación y la superficie ocupada.

Cuadro 4: Superficie ocupada por los diferentes tipos de uso de suelo y su equivalencia en los diferentes tipos de vegetación.

Uso de suelo	Descripción	Superficie ocupada	Equivalencias INEGI	Equivalencias Rzedowski (1978)
Bosque	Encino	54.9	Bosque de encino	Bosque de encino
Matorral	Mezquital	22,891.4	Matorral Espinoso Tamaulipeco	Matorral xerófilo
	Sarcocaula	1,156.5		
	Desértico Micrófilo	149,413.4		
	Desértico Rosetófilo	65,143.7		
	Espinoso Tamaulipeco	195,146.1		
	Chaparral	113.4		
		Submontano	6,939.4	Matorral subinerme
Pastizal	Natural	114,328.3	Pastizal	Pastizal
Vegetación	Galería	4,338.0	Vegetación de galería	Vegetación de galería
	Halofila	13.3		
Agricultura	Humedad	1,557.2		
	Riego	17,603.6		
	Temporal	8,121.3		
Asentamiento	Humano	5,885.9		
Cuerpo	Agua	12,804.2		
		605,511.4		

Fotos de la vegetación existen en el área de estudio.



Foto 1. Ecosistema ripario



Foto 2. Comunidad de arbustivas

En la foto 1 se observa una vegetación riparia característica de la zona del río sabinas en la que se aprecian grandes y portentosos sabinos así como álamos y oyamel, además de pastizales propios de la región y asociaciones propias del tipo de bosques.

Foto 2 se observa una vegetación del tipo matorral mezquital del tipo tamaulipeco, seguidos de matorrales tamaulipecos del tipo espinosos.

### 2.2.3 Fauna

La variación de hábitats en la región del Río Sabinas permite la presencia de una alta diversidad de fauna. Los órdenes más representados son los roedores, reptiles, anfibios y mamíferos.

En total existen 10 especies de mamíferos catalogadas bajo la categoría de sujeta a protección especial, amenazada, en peligro de extinción y probablemente extinta de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2000).

Cuadro 5: Principales especies de la región.

ESPECIES SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL	
Murciélago	<i>Lasiurus noctivagans</i>
Musaraña del desierto	<i>Notiosorex crawfordi crawfordi</i>
Murciélago lengüilargo	<i>Choeronycteris mexicana</i> )
Murciélago hocicudo de la nieve	<i>Leptonycteris nivalis</i>
Zorrita del desierto o norteña	<i>Vulpes macrotis zinseri</i>
Tlalcoyote	<i>Taxidea taxus berlandieri</i>

ESPECIES CATALOGADAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	
Castor	Castor canadensis mexicanus
Puerco Espín	Erethizon dorsatum couesi
Lobo	Canis lupus monstrabilis
Oso negro	Ursus americanus eremicus

Además de una gran variedad de reptiles como víboras, lagartijas, camaleones, etc. Dentro de las aves en peligro de extinción existe el pavo silvestre en el que se pueden encontrar parvadas de estos.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del proyecto se consideraron tres fases: prospección, diagnóstico y propuestas de manejo, a continuación se detallan cada una de estas fases.

#### 1. Fase de prospección:

En esta fase, se realizaron las siguientes actividades: los recorridos a campo y análisis para ver el estado actual de la cuenca y su valoración ambiental, además de la exploración de las posibilidades de manejo del sector de san Juan de Sabinas.

Como primer paso se obtuvieron las imágenes de satélite IKONOS, a partir de su análisis se localizo y selecciono el área de estudio en San Juan de Sabinas. Para ello se consideró su gran biodiversidad y la cercanía que tienen las minas con el cauce del río.

Para el análisis de esta área se utilizaron programas de SIG (Arcview) como herramienta fundamental para la interpretación del ecosistema mediante datos georeferenciados de la región. Mediante esta herramienta se delimitaron sectores en el área de estudio para la realización de muestreos y verificaciones de campo. En esta etapa se utilizó la imagen IKONOS así como las cartas INEGI 1:50000.

La selección de los puntos de muestreo se realizó en función de diferencias en coloración de la imagen IKONOS apoyado con las cartas INEGI de vegetación, uso de suelo y topográfica. A partir de este análisis se identificaron los tipos de vegetación en las áreas riparias y el entorno inmediato, así como las porciones de territorio afectadas por erosión y otras formas de deterioro.

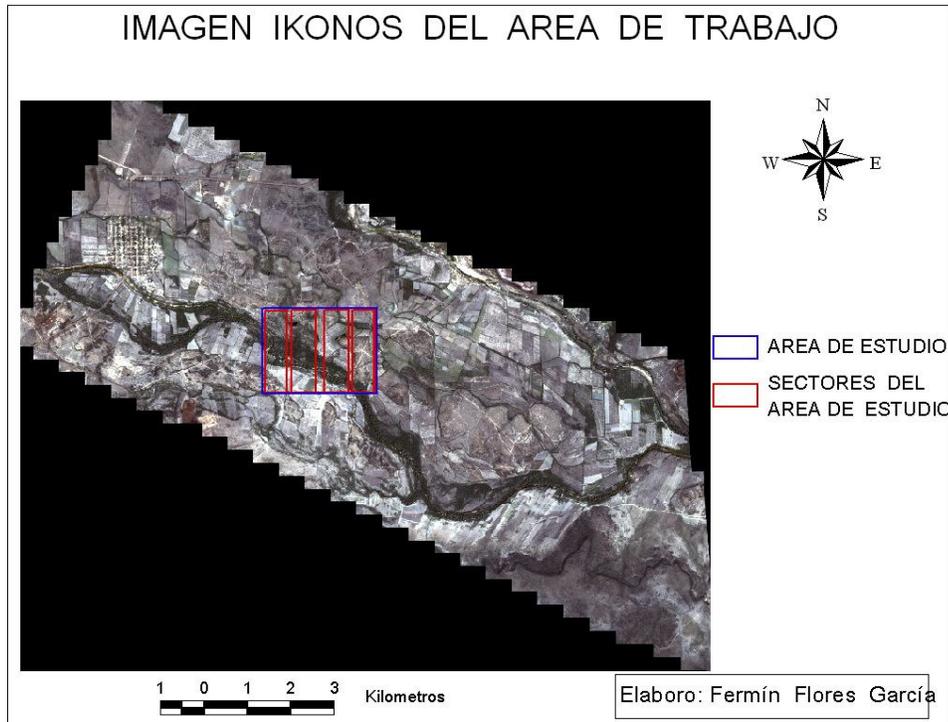
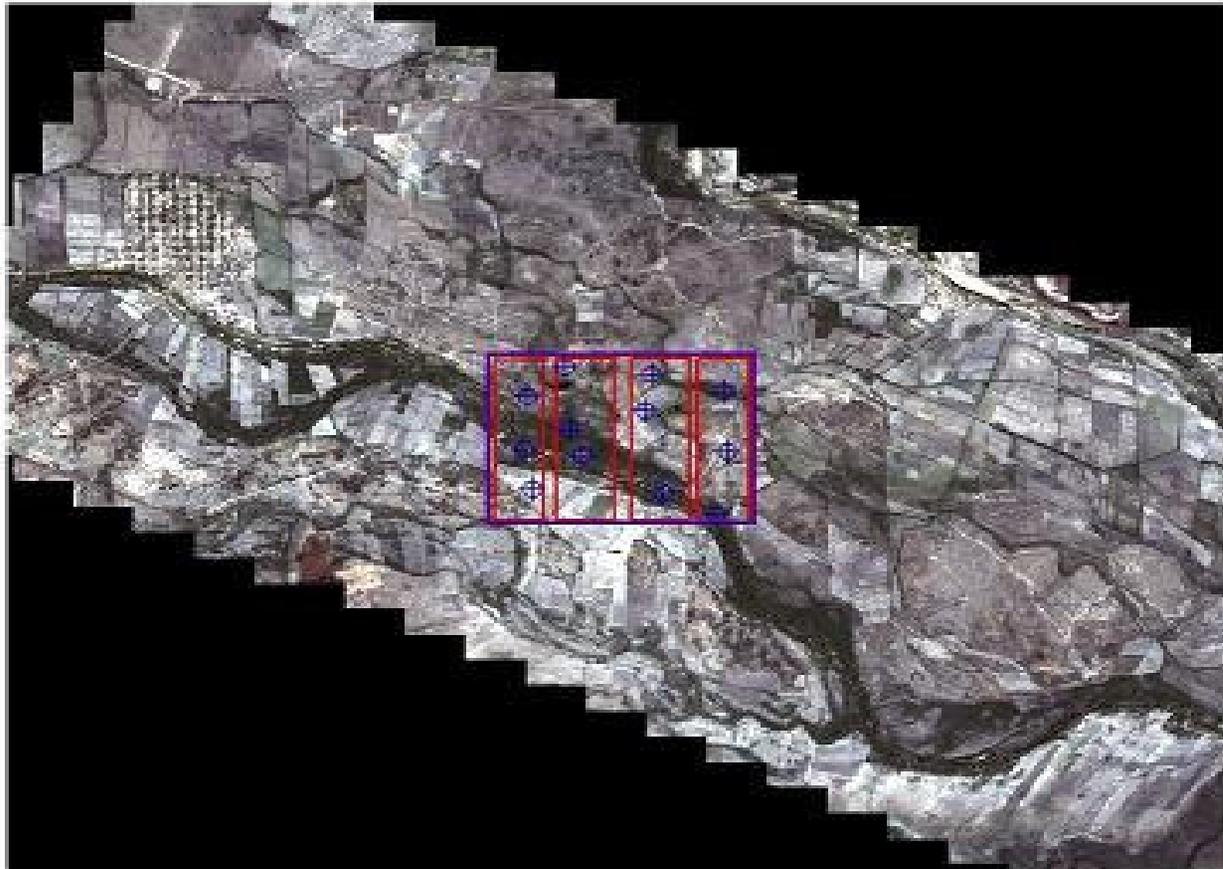


Figura 4. Sectorización del área de San Juan de Sabinas.

En esta figura 4, se presenta la imagen de la sectorización y localización de los puntos de muestreo. Puede apreciarse el cauce del río y la variación en vegetación riparia representada por tonalidades en verde, las variaciones de tonalidades en la escala de grises corresponden a vegetación xerofila y arbustiva, parcelas de uso agrícola y zonas de erosión. En la siguiente hoja se muestra la imagen del área seleccionada con los puntos de muestreo.

En esta imagen se observan recuadros rojos que representan los sectores de estudio de los que se obtuvieron los sitios de muestreo que se presentan en la siguiente imagen, estos puntos se observan las diferencias de tonalidades y en base a ello son los lugares de muestreo para la verificación de la información digital y la recopilación de la nueva información de impacto ambiental. Basados en esta descripción de características físicas y bióticas se hicieron los recorridos al área de estudio de los puntos de muestreo para la verificación y recabación de información digital y física del lugar como fue de suelos, agua vegetación y observación de fauna silvestre existente en peligro de extinción.

# IMAGEN IKONOS DEL AREA DE TRABAJO



-  AREA DE ESTUDIO
-  SECTORES DEL AREA DE ESTUDIO



Elaboro: Fermín Flores García

Para el entorno inmediato al río se identificaron las especies que se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Especies de las encontradas en san Juan de Sabinas

Nombre Común	Nombre científico
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>
Chaparro Prieto	<i>Acacia berlandieri</i>
Cenizo	<i>Leucophilum texanum</i>
Sangre de Drago	<i>Jatropha dioica</i>
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>
Coyonoxtle	<i>Opuntia imbricada</i>
Zacate Navajita	<i>Bouteloua curtipendula</i>

También se identificaron asociaciones del tipo Mezquite-Huizache, así como especies de interés comercial, entre otras: *Prosopis*, *Acacia* y *Opuntia*. Las áreas afectadas por la extracción de carbón fueron delimitadas y se muestran en anexos.

## 2. Fase de diagnóstico:

Para esta actividad se utilizó la información obtenida de fuentes bibliográficas, cartográficas, reportes proporcionados por el Gobierno del Estado, así como las bases de datos de los registros obtenidos por los muestreos de campo y la verificación en el laboratorio.

A partir de este análisis se determinó la situación actual de los recursos naturales en el área, los resultados se presentan en forma gráfica (cartografía temática) editándose cartas donde se presentan las propuestas para cada unidad de manejo identificada.

Los componentes de vegetación del área fueron determinados directamente en campo, realizándose muestreos dirigidos en los sitios de muestreo identificados previamente. Entre los aspectos más importantes destaca el problema de sobre pastoreo y la escasez de agua en zonas dedicadas a la agricultura y ganadería, esto se manifiesta en procesos erosivos.. En otros sectores se determinó que la causa del deterioro era el monocultivo, que provoca el agotamiento de la fertilidad del suelo.

También se encontró que en algunos de los sectores cercanos al río la vegetación riparia esta muriendo por la modificación del cauce debido a la presencia de tajos. La contaminación derivada de la actividad minera provoca graves problemas de intoxicación en la vegetación circundante a los cuerpos de agua. Esto obliga a realizar una nueva zonificación del lugar con base en los problemas anteriormente descritos, la cual se representa con la siguiente hoja la figura No. 6.

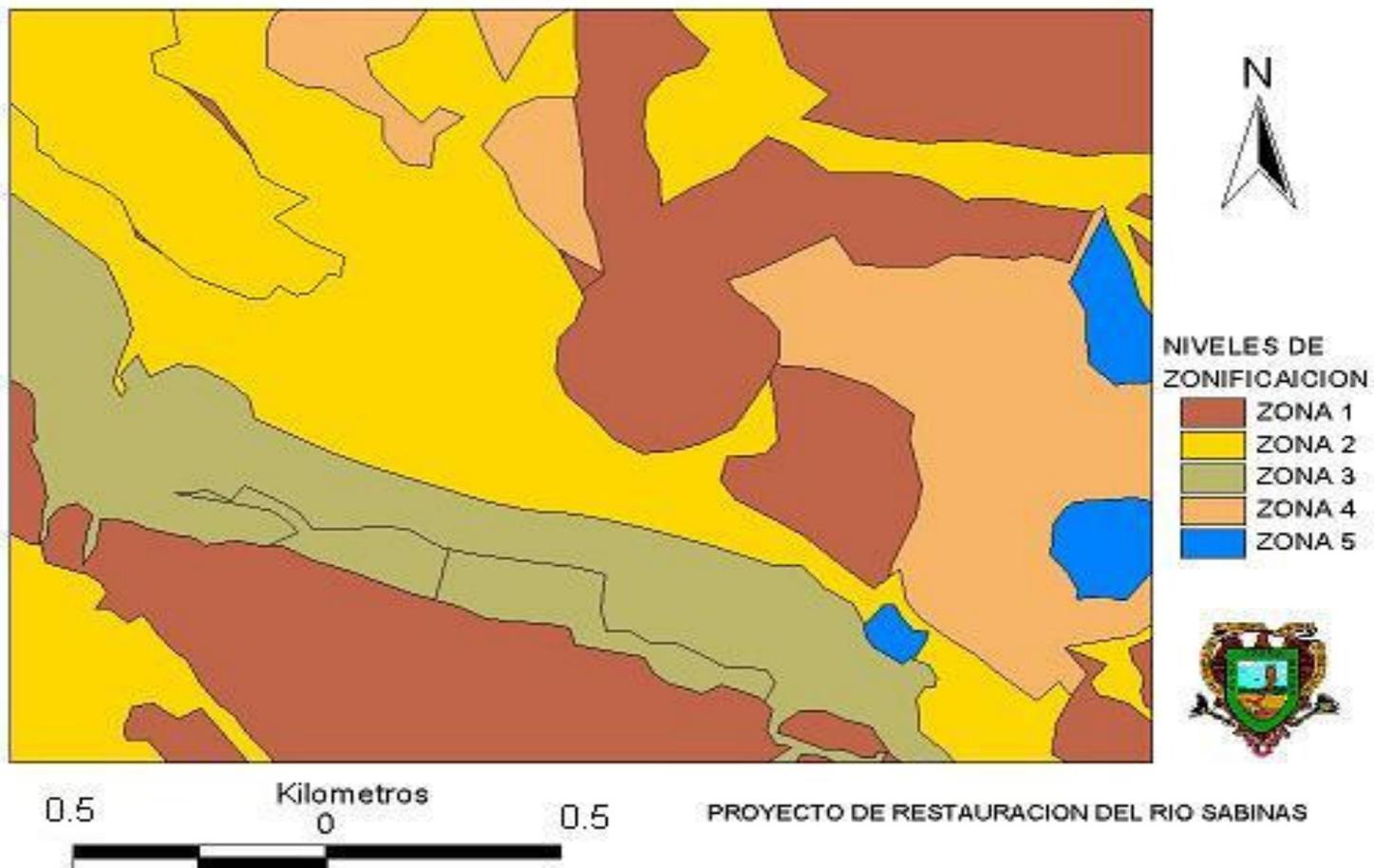
1

---

<sup>1</sup> Nota: la última fase de propuestas de manejo se presenta en los resultados y conclusión pues en ella se dan a conocer las recomendaciones finales del trabajo.

FIGURA No. 6: DE ZONIFICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO.

ZONIFICACION DEL AREA DEL SECTOR DE SAN JUAN DE SABINAS



## RESULTADOS Y DISCUSION

### 3. Fase de propuestas de manejo:

En esta fase se define en primera instancia el plan de manejo que consiste en diversos componentes que norman las actividades a realizar, se incluyen las acciones de interés para el buen funcionamiento de la zona con base en los factores identificados.

Para reducir el deterioro en la porción de territorio considerado en el estudio, se contemplan diversas medidas que difieren en la escala temporal, bajo este criterio se consideran cuatro opciones:

Corto: de 1 mes a 1 año;

Mediano: > 1 año y < 3 años;

Largo: > de 3 años y < de 5 años

Permanente: aquellas acciones que se apliquen de forma continua.

El presente programa de manejo pretende implementar estrategias de conservación y aprovechamiento de los recursos de la zona. En el cuadro No. 6 de la siguiente página se presenta la descripción de las zonas así como el tiempo, lugar de las acciones y recomendaciones

Cuadro 6: Descripción del lugar de estudio

<b>Descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Ubicación de la acción</b>
Representa aquellas áreas en la que se practica la ganadería, agricultura de temporal y riego pero existen pocos problemas.	Corto	Zona 1
Sectores en las que presentan vegetación de mezquite, arbórea y pastizales en las que no existen problemas de impactos ambientales	Mediano	Zona 2
Aquellas zonas en las que se presenta una vegetación riparia.	Mediano	Zona 3
Áreas con problemas de erosión media provocadas por sobre pastoreo y el monocultivo.	largo	Zona 4
Zonas con erosión alta.	Permanente	Zona 5

A continuación se presentan las recomendaciones para cada sector identificado.

Sector 1. Esta ocupada por parcelas (agricultura y ganadería) en las que se encuentran en buen estado por lo que se deberán de tomar en cuenta programas de generación de calendarios de producción con nuevos cultivos adecuados para la zona. Además de programas de producción de acuerdo a los análisis de suelos del lugar, así como la elaboración de trampas de monitoreo de plagas para aumentar la producción sustentable del lugar cambiando las especies anteriormente cultivadas.

Sector 2. No existen mayor grado de problemática ya que esta son áreas de mezquital, pastizal y vegetación arbustiva y no han sido dañadas como las demás, en estas áreas no se presentan problemas de erosión de arbolado muerto pero es en estas donde se pretende la extracción de material vegetal para su comercialización como son usos madereros y de combustible así como artesanales.

Sector 3. Áreas cercanas al río son vegetación del tipo riparia con arbolado muerto y dañado por lo que se plantea la eliminación de arbolado muerto y reforestación de las zonas dañadas con especies arbóreas de la región para disminuir las crecientes del río que provocan inundaciones.

Sector 4. Presenta una erosión media y alta, provocada por el sobre pastoreo y por el monocultivo así como por la escasez de agua, es en estas zonas deberá realizarse medidas de conservación de suelos como construcción de terrazas e introducción de especies de pastos nativos así como programas de pastoreo para la recuperación de los mismos.

Sector 5. Correspondiente a problemas de erosión alta, ocasionada por el efecto del sobre pastoreo, abandono de tierras, mono cultivo, escases de agua por lo que se debe de trabajar con programas inmediatos de conservación de suelos y programas de pastoreo extensivos.

También se debe considerar que la incorporación de especies de pastos nativos de la región en las zonas dañadas y espaciando los periodos de pastoreo para obtener pastos más abundantes, espaciados y bien definidos en el tiempo de cosecha., así como la construcción de terrazas que se deberá de mantener en constante monitoreo y ajustando los nuevos planes de manejo en función de las condiciones específicas de cada sector.

En el proceso de ajuste se debe tener en cuenta que aunque en el entorno inmediato del área de estudio no se presentan problemas derivados por la extracción de carbón, en las zonas sujetas a este tipo de actividades deberán de considerarse los impactos ambientales que generan (ver anexo) por lo que se plantean las siguientes actividades:

1. Extracción selectiva de los materiales y utilización de redes de drenaje y depuración de vertidos.
2. Reutilización de los escombros, que pueden ser aprovechados como material para firmes de carretera, hormigones, materiales cerámicos; como fuente de energía en el caso del carbón; como fertilizante para la agricultura; o como elemento para restaurar suelos degradados.
3. Restauración del terreno, rellenando la cavidad minera utilizando las balsas y escombreras. Cuando esto no es posible, se utiliza la denominada "minería de transferencia", que recupera una zona del

yacimiento mediante los materiales que se extraen en otra zona del mismo.

4. Mantenimiento de los diques de contención de lodos, con lo que se pueden evitar catástrofes ecológicas como la de las minas de Aznalcollar (Sevilla), cuyos lodos sulfurados alcanzaron el Parque Nacional de Doñana en 1998
5. Remediación de los terrenos favoreciendo la formación de micorrizas, usando lodos ricos en nutrientes, o añadiendo cal para neutralizar la acidificación. Posteriormente, se procede a la introducción de especies vegetales, siendo recomendable el sembrado de trébol u otras leguminosas.

Para la conservación de esta cuenca no solo será necesario tomar en cuenta estas propuestas de manejo sino también la ayuda, estimulación y concientización de los habitantes, logrando un aprovechamiento sustentable de los recursos y mejoramiento de la situación actual de la cuenca.

Por otra parte es conveniente realizar una intensa promoción de aquellos lugares de potencial eco turístico, lo que se reflejaría en la creación de nuevas fuentes de empleo y la conservación de paisajes con mayor belleza natural.

En este contexto es fundamental realizar un esfuerzo adicional por la potenciación de los paisajes de terrenos menos afectados por la actividad humana y que presentan estos paisajes en su forma mas pura de manera que los que visiten a ella permita cosí entizar a las generaciones actuales y futuras sobre la importancia de preservar nuestros ecosistemas.

Además de la promoción de lugares eco-turísticos que dan como resultado la conservación y creación de nuevas fuentes de empleo en la región, logrando mejorar la economía y la rehabilitación de la cuenca en la que se pueda distinguir y apreciar la diversidad faunística, las diferentes especies vegetales así como los diversos panoramas del cauce le río que en conjunto generan variados tipos paisajes naturales que perduraran gravados en la memoria de la gente que habita y las que lo visiten el lugar pues llevan consigo imágenes de paisajes de concientización que dan a entender la conservación y respeto a la naturaleza recordando nuestros valores morales y éticos que poco a poco hemos ido perdiendo

## CONCLUSION

Del trabajo realizado a lo largo de este escrito se obtienen las siguientes conclusiones:

1. La superficie utilizada en el estudio es representativa del sector de sanjuán de sabinas pero para la totalidad de la cuenca será necesario generar otras en diferentes lugares de la cuenca para poder extrapolarla a toda el área y tener una representación más precisa en este estudio.
2. En la cuenca se identifican diferentes grados de deterioro en las que se aprecian zonas de extracción, contaminación, deterioro y zonas en las que no se encuentran problemas graves por lo que para cada una de ellas se deberán de establecer planes de manejo específicos.
3. Para el plan de manejo se deberá considerar por separado cada una de las áreas diferenciadas por sus características y grados de deterioro pero ligadas entre si por sus causas y efectos que se generan al existir una de ellas en relación con las demás.
4. En el proceso de evaluación de la cuenca era necesario contar con información veraz para tener un diagnostico preliminar así como las propuestas de manejo por lo que se utilizaron herramientas del SIG pues son técnicas y metodologías rápidas que permitan manejar eficazmente información del área de estudio por lo que se recomienda seguirlas utilizando para estudios de la totalidad de la cuenca.
5. Para futuros de estudios se debe considerar mayor numero de lugares de muestreo, sobretodo las zonas cercanas a las minas para tener un panorama mas amplio, así como la utilización de imágenes de satélite anteriores y recientes para propósitos de análisis detallados sobre la evolución del paisaje

## ANEXOS

### 1. Tipo de suelos:

Tipo de suelo:	Descripción:
XEROSOLS	Son suelos con acumulación de carbonato de calcio y se presentan cubriendo aproximadamente 180 mil hectáreas, del área de estudio, siendo en su mayoría de textura fina. Este tipo de suelos se distribuye en la parte central del área estudiada sobre aluviones.
VERTISOLS	Este tipo de suelos son los que ocupan el segundo orden de importancia, ya que ocupan casi 100 mil ha, son suelos arcillosos y duros, de color oscuro con una textura fina o muy fina. Se localiza en la parte oeste del área.
REGOSOLS	Cubren en el área de estudio aproximadamente 54 mil ha, son suelos de color claro y en su mayor parte son de textura media. Se distribuyen en la parte este del área estudiada en la serranía del Burro.
RENDZINAS	Son suelos poco profundos y pegajosos que se presentan sobre rocas calizas. Este tipo de suelo presenta una extensión de aproximadamente de 17 mil ha y en su mayor parte son de textura media. Su distribución se restringe a la parte alta la región oeste del área estudiada.
FEOZEMS	Esto tipo de suelos son ricos en materia orgánica, son de color oscuro y ocupan en el área de estudio una superficie aproximada de 11 mil ha, en contacto con las rendzinas de la parte oeste del área.
LITOSOLS	Los Litosols son suelos de poco espesor, débilmente desarrollados, de poca profundidad y cubren una superficie aproximada de 10 mil ha. En contacto con los regosoles de la serranía del Burro localizado al este de área estudiada.

YERMOSOLS	Suelo con paraje desértico, pobre en vegetación. Cubren en la región casi 4 mil ha, con texturas de medias a finas, son suelos que ocurren en un régimen de humedad árido.
FLUVISOLS	Llamado también suelo de río. En el área este tipo de suelo se localiza en aproximadamente 1,600 ha, con texturas medias, son suelos que se presentan fundamentalmente en las vegas de los ríos.
LUVISOLS	Este tipo de suelos con acumulación de arcilla de alta actividad, se presenta en aproximadamente 500 ha. Con un horizonte A árgico con $CIC \geq 24 \text{ cmol.kg}^{-1}$ de arcilla, a lo largo de los ríos Sabinas y Alamos.
CASTAOEZM.	Suelo rico en materia orgánica y óxidos de hierro color pardo o castaño. Son considerados suelos de estepa, cubren en el área aproximadamente 3, 500 ha, con texturas finas

## 2. DIAGRAMAS OMBROTERMICOS

En el área de la cuenca hidrológica del Río Sabinas existen 7 estaciones con registros de temperatura y precipitación. La posición geográfica y el periodo registrado se muestran en la tabla 2. En ella se observa que la serie de tiempo abarca 52 años para las estaciones Venustiano Carranza, Las Esperanzas, Juárez, y Sabinas. Mientras que para Los Conchos se tienen registros de 45 años, Múzquiz 42 años y 15 años para la estación Palaú. Aunque el periodo de registro es extenso existen años en los cuales no existen observaciones. Las estaciones, en general, se ubican al margen sur del Río Sabinas por lo que no existen sitios de registro climático en la margen norte del río.

Tabla 2: Posición geográfica y años registrados para las estaciones climáticas en la cuenca hidrológica del Río Sabinas

<b>Estación</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Años registrados</b>
V. Carranza	Juárez	27° 31' 12"N	100° 37' 00"W	1943 – 1995
Los Conchos	S. Juan de Sabinas	27°56'35"N	101°18'40"W	1950 – 1995
Las Esperanzas	M. Múzquiz	27° 44' 24"N	101° 21' 03"W	1943 - 1995
Juárez	Juárez	27° 36' 43"N	100° 43' 30"W	1943 – 1995
Múzquiz	M. Múzquiz	27° 52' 09"N	101° 31' 10"W	1953 – 1995
Palaú	M. Múzquiz	27° 53' 14"N	101° 25' 27"W	1980 – 1995
Sabinas	Sabinas	27° 50' 38"N	101° 07' 29"W	1943 - 1995

## 2.1 Diagramas ombrotérmicos de las estaciones climatológicas

Los diagramas ombrotérmicos para las siete estaciones se muestran en las figuras 5 a la 9. En estos diagramas se observa que el mes más lluvioso corresponde a septiembre en todas las estaciones. Mientras que el mes más seco corresponde a marzo. Además se observa una estación bien definida en el invierno con poca lluvia pero superior al 10% del total de la lluvia anual. Se presenta una época lluviosa en los meses del verano y del otoño, ocurriendo ésta en mayo y junio superior a la lluvia de los meses de julio y agosto. La precipitación ocurre en septiembre y octubre. Esta situación manifiesta una ligera sequía, la cual repercute en los procesos productivos. Obsérvese que la cantidad de lluvia total anual es baja, lo que restringe gran parte de las actividades relacionadas con el sector primario.

La temperatura promedio más alta se presenta en julio y agosto disminuyendo en el invierno, en enero, y volviendo a aumentar en los meses cálidos del verano.

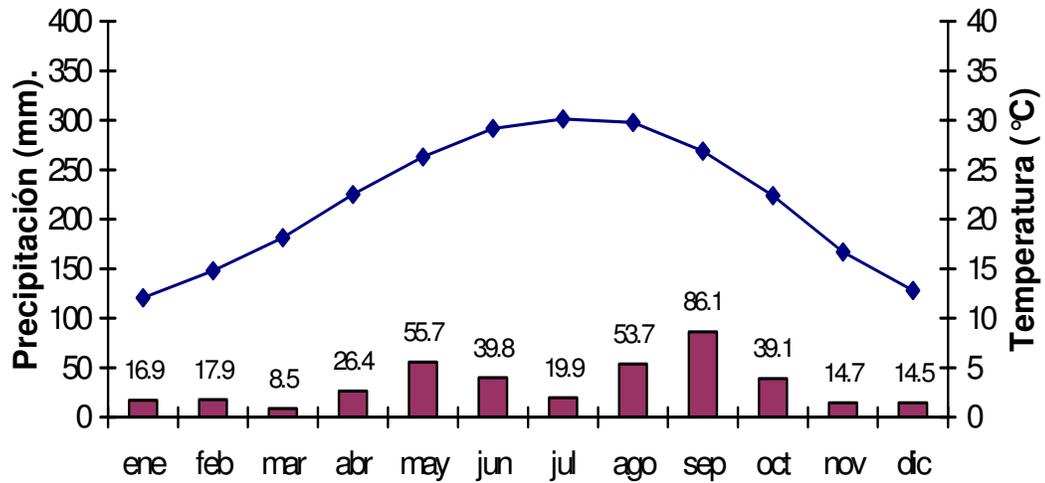


Figura 5: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1943 a 1995. Estación Venustiano Carranza, Juarez, Coah, 27° 31' 12"N ; 100° 37'00"W

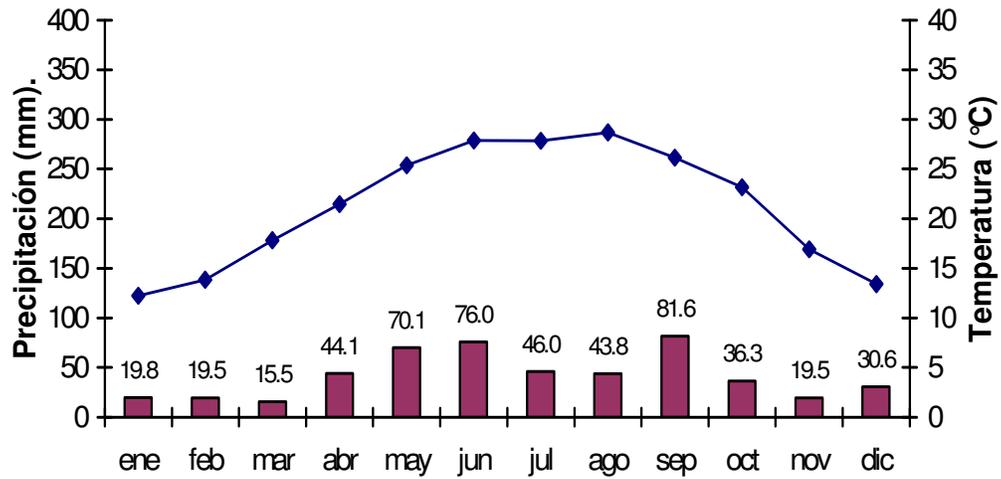


Figura 6: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1943 a 1995. Estación Las Esperanzas, M. Múzquiz, Coah, 27° 44' 24"N ; 101° 21' 03"W

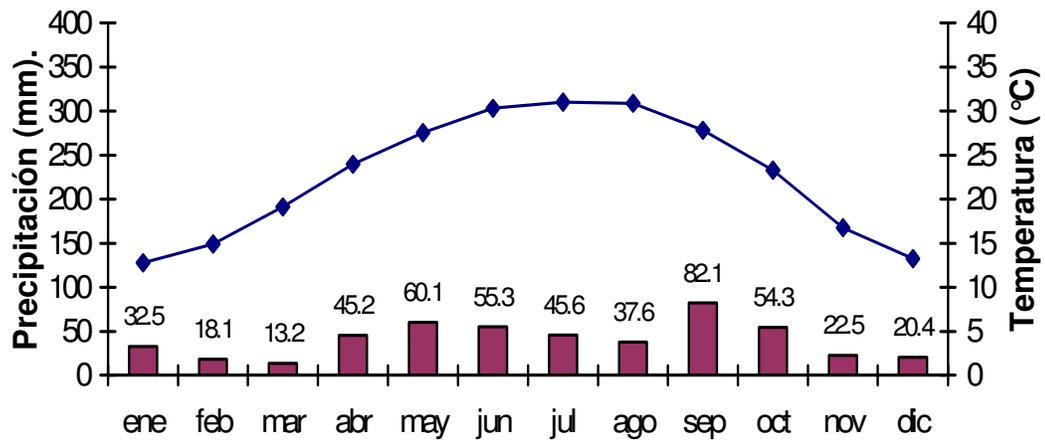


Figura 7: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1943 a 1995. Estación Juárez, Juárez, Coah, 27° 36' 43"N ; 100° 43' 30"W

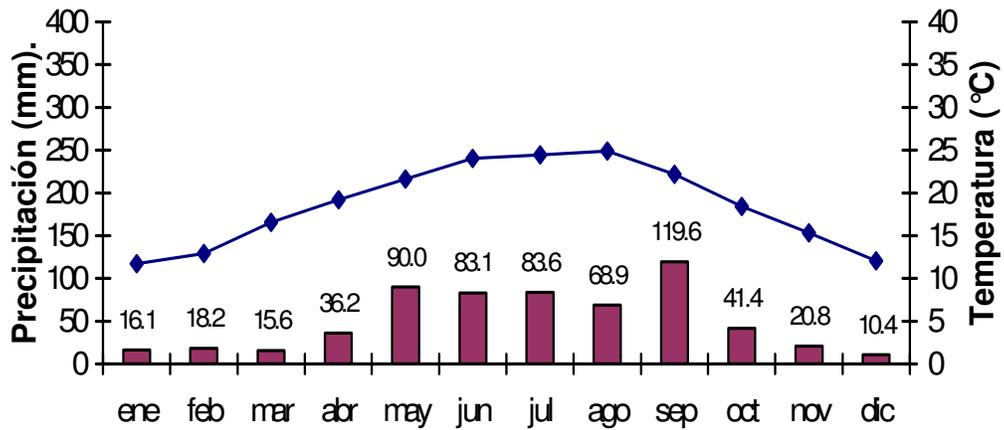


Figura 8: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1953 a 1995. Estación Múzquiz, Múzquiz, Coah, 27° 52' 09"N ; 101° 31' 10"W

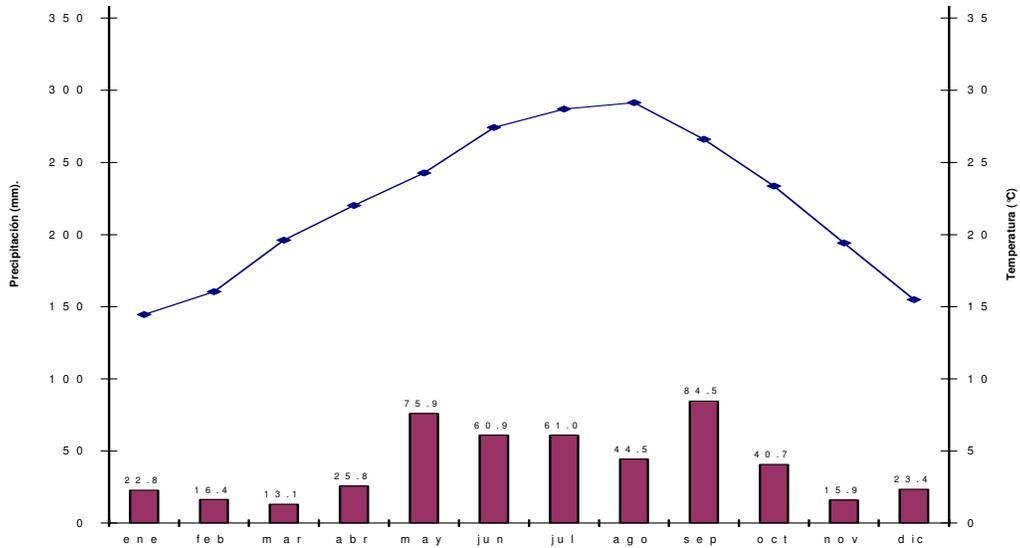


Figura 9: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1985 a 1995. Estación Palaú, M. Múzquiz, Coah, 27° 31' 12"N ; 100° 37' 00"W

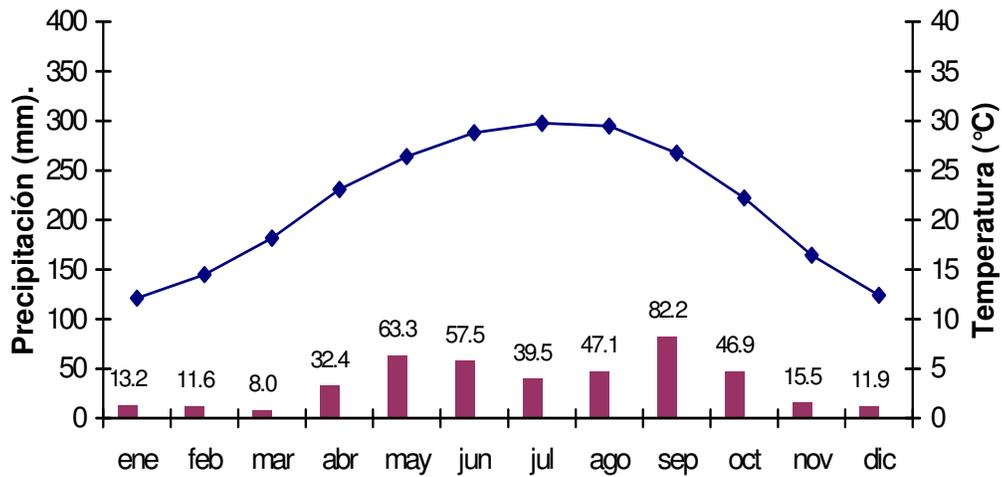


Figura 10: Precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de 1943 a 1995. Estación Sabinas, Sabinas, Coah, 27° 50' 38"N ; 101° 07' 29"W

## BIBLIOGRAFÍA

Arizpe A. 1994: Los Labriegos de Santo Domingo Crónica de la Fundación de Sabinas. Gobierno del Estado de Coahuila. Archivo Municipal de Saltillo. 1ª ed. 184 p.

García, E. 1981: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Ed. Larios. 252 p.

Gobierno del Estado de Coahuila 1993: Información básica municipal, Secretaría de Programación y Desarrollo, Coahuila México.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (y disposiciones complementarias) 1991: Editorial Porrúa. México. 784 p

Sánchez, M. 1995: La minería del carbón y su impacto geográfico-económico en el centro-oriente y noreste de Coahuila, México. Investigaciones Geográficas Boletín, No. 31. Pp: 93-112.

Vásquez, R., Villarreal, J. & Valdés J. 1997: Las plantas de pastizales del norte de México. Folleto de divulgación Vol.3 No. 6 U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila,. México. 24 p.