

LA CUENCA SAN MARTÍN Y SITUACIÓN DEL AHUEHUETE (*Taxodium mucronatum* Ten.) EN EL RÍO SABINAS, COAHUILA.

JOSÉ VILLANUEVA DÍAZ, VICENTA CONSTANTE GARCÍA, JULIÁN
CERANO PAREDES, ALDO RAFAEL MARTÍNEZ SIFUENTES



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
Relación Agua-Suelo-Planta -Atmósfera
Gómez Palacio, Durango, Noviembre 2014
Folleto Técnico Núm. ISBN: 978-607-37-0319-2

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Lic. Jesús Aguilar Padilla
Subsecretario de Agricultura

Prof. Arturo Osornio Sánchez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Ricardo Aguilar Castillo
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Luis Fernando Flores Lui
Director General

Dr. Manuel Rafael Villa Issa
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. Jorge Fajardo Guel
Coordinador de Planeación y Desarrollo

M.A. Eduardo Francisco Berterame Barquin
Encargado del Despacho de Administración y Sistemas

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director del CENID Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera

**LA CUENCA SAN MARTÍN Y SITUACIÓN DEL AHUEHUETE
(*Taxodium mucronatum* Ten.) EN EL RÍO SABINAS, COAHUILA.**

**Dr. José Villanueva Díaz
Ing. Vicenta Constante García
M.C. Julián Cerano Paredes
Ing. Aldo Rafael Martínez Sifuentes**

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

**Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en
Relación Agua Suelo Planta Atmósfera**

Noviembre de 2014

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y
Pecuarias**

**Avenida Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
C.P. 04010, México, D.F.
Teléfono (55) 3871 – 8700
<http://www.inifap.gob.mx>**

ISBN: 978-607-37-0319-2

Primera edición 2014; Derechos Reservados ©

**No está permitida la reproducción total de esta publicación, ni la
transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea
electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso
previo y por escrito de la institución**

CONTENIDO

Introducción..... 1

Descripción ecológica de la Cuenca San Martín..... 2

Localización geográfica..... 2

Vegetación..... 3

Nivel de fragmentación de la vegetación riverense..... 5

Suelo..... 7

Geología..... 8

Clima..... 8

Hidrología..... 9

Fisiografía..... 9

Localización del río Sabinas..... 10

Vegetación riparia en el río Sabinas..... 12

Bosque de galería con sabino..... 13

Distribución del sabino en la Cuenca San Martín..... 15

Impacto ambiental y contaminación ecológica..... 16

Conclusiones..... 22

Agradecimientos..... 23

Literatura citada..... 23

Lista de Figuras

Figura 1	Ubicación geográfica de la Cuenca San Martín en el estado de Coahuila, donde queda integrado el río Sabinas.....	3
Figura 2	Bosque de galería de sabino en los márgenes del río Sabinas en el estado de Coahuila. Algunos especímenes de sabino en este sitio superan los 3.0 m de diámetro y edades mayores a 300 años.....	4
Figura 3	Mapa de Uso de suelo y vegetación existente en la Cuenca San Martín en el Estado de Coahuila.....	5
Figura 4	El Río Sabinas ha sido objeto de intensa degradación, afectando la estructura y dinámica del sabino y desplazando especies de fauna propias de la región como el oso negro y diversas especies de reptiles. Este es un transecto con sabino en el río Sabinas, donde murió un número indeterminado de individuos adultos de esta especie. Aunque algunas acciones de restauración se han implementado en estos sitios, el período de recuperación tarda varias décadas.....	6
Figura 5	Rasgos edafológicos asociados a la Cuenca San Martín en Coahuila.....	7
Figura 6	Esquema de la geología dentro de la Cuenca San Martín, Coahuila.....	8
Figura 7	Localización geográfica del río Sabinas con sus tributarios en el estado de Coahuila.....	11
Figura 8	Hato de cabras ramoneando a orillas del bosque de galería en el río Sabinas, Coahuila. El ganado caprino es muy destructivo y debería normarse su exclusión de áreas riverañas.....	13
Figura 9	Ejemplar de sabino en un paraje del río Sabinas, Coahuila.....	14
Figura 10	Distribución del sabino en la cuenca San Martín en el estado de Coahuila.....	16
Figura 11	Comparación en crecimientos radial de dos árboles de sabino, uno de ellos muerto por problemas de contaminación. El gráfico muestra como a partir de 1993 el crecimiento del árbol muerto es menor que el del vivo y el árbol finalmente muere en el año 2002.....	17

Figura 12	Serie dendrocronológica del sabino en el río Sabinas, Coahuila con una extensión de 328 años (1685-2012). La línea horizontal punteada el promedio de la serie estandarizada, la línea gris representa los valores interanuales de los índices y la línea oscura es una curva flexible que se ha insertado a los valores anuales de la serie para resaltar eventos de baja frecuencia como son sequías y períodos húmedos. Valores debajo de la línea punteada se relacionan con sequías y por encima de la media, indican períodos húmedos.....	18
Figura 13	Localización de asentamientos humanos aledaños al río Sabinas. Se observa la fragmentación del bosque de galería con sabino cerca de estos asentamientos. El vigor del arbolado también disminuye en estos sitios y algunos sectores del río presentan arbolado muerto.	20
Figura 14	Grado y tipo de impacto antropogénico encontrado en el Río Sabinas. CONANP 2011.....	21

LA CUENCA SAN MARTÍN Y SITUACIÓN DEL AHUEHUETE (*Taxodium mucronatum* Ten.) EN EL RÍO SABINAS, COAHUILA.

José Villanueva Díaz, Vicenta Constante García, Julián Cerano Paredes,
Aldo Rafael Martínez Sifuentes

Introducción

El río Sabinas recibe su nombre debido a que en sus riveras destacan imponentes poblaciones casi puras o entremezcladas de una especie conocida como sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.). Este sistema hidrológico nace en la sierra Hermosa de Santa Rosa, a una altura de 2,000 m, en el municipio de Múzquiz, Coahuila. El río Sabinas pertenece a la cuenca hidrológica del río Bravo y su cauce es de vital importancia para los asentamientos humanos de Múzquiz, San Juan de Sabinas, Sabinas y Juárez, ya que la economía de estas poblaciones se fundamenta en sistemas productivos agropecuarios, explotación minera y a ciertas actividades de recreación. La subcuenca del río Sabinas constituye el área de producción de agua dulce para consumo humano, así como para el mantenimiento de humedales de alta biodiversidad, que además constituyen sitios de esparcimiento familiar.

La vegetación arbórea que se desarrolla a orillas de arroyos o ríos se le conoce como bosque de galería, vegetación riparia o ribereña, considerándose uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos (Naiman *et al.*, 1993); no obstante ocupar una mínima superficie en México, este tipo de vegetación es de vital importancia ecológica y a la vez, previene la erosión del suelo, filtra sedimentos, nutrientes y contaminantes, además de mejorar la calidad del agua y favorecer la vida acuática (Patten, 1998).

El sabino es una especie de hábitat rivereño o bien se encuentra arraigado a sitios con abundante agua, generalmente viven en corrientes permanentes o semipermanentes y ocasionalmente se le encuentra en sitios sin el contacto directo con el agua, pero con un manto freático superficial, donde tiene acceso directo al vital líquido (Carranza, 1992; Villanueva *et al.*, 2003).

Las diversas actividades humanas en esta región, magnificadas por la explotación minera de carbón mineral han impactado de manera significativa el ecosistema del río Sabinas, al alterar el comportamiento hidrológico, modificar el curso del río mediante la extracción de material pétreo, favorecer la contaminación por desechos industriales de las actividades mineras, vertido de desechos sólidos y aguas residuales al lecho del río, sin ningún tratamiento previo; otras acciones que impactan negativamente este ecosistema es el sobrepastoreo sin control directamente en los márgenes del río o en zonas aledañas al cauce; daños directos al arbolado mediante el corte de ramas y heridas provocadas al fuste e incendios intencionales. Estas acciones combinadas, aunada a la presencia de una sequía extrema ocurrida en la última década han diezmando notablemente las poblaciones de esta especie, al favorecer la presencia de plagas, situación que demanda urgentemente acciones de conservación y de restauración en ciertos transectos de los márgenes donde la especie aun está presente.

En el presente folleto se analizan las características físicas y biológicas de la cuenca San Martín, el impacto que ha provocado acciones antropogénicas en la vegetación riparia y su influencia en las poblaciones de sabino, especie arbórea de gran importancia en el dinámica de este ecosistema y en el funcionamiento hidrológico de la cuenca en general.

Descripción ecológica de la Cuenca San Martín

Localización Geográfica

La Cuenca San Martín se encuentra dentro de la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos, comprende un área total de 10,181 km², y se encuentra situada dentro de las coordenadas geográficas 27° 09' 18" a 28° 57' 58" Latitud N y 100° 35' 33" a 102° 23' 53" Longitud W, dichas coordenadas comprenden territorio perteneciente a los estados de Coahuila y Nuevo León, e incluye a los municipios de Múzquiz, Zaragoza, Morelos, San Juan de Sabinas, Sabinas, Villa Unión, Juárez, Progreso, y Allende en Coahuila y Lampazos de Naranjo, Nuevo León (Figura 1).

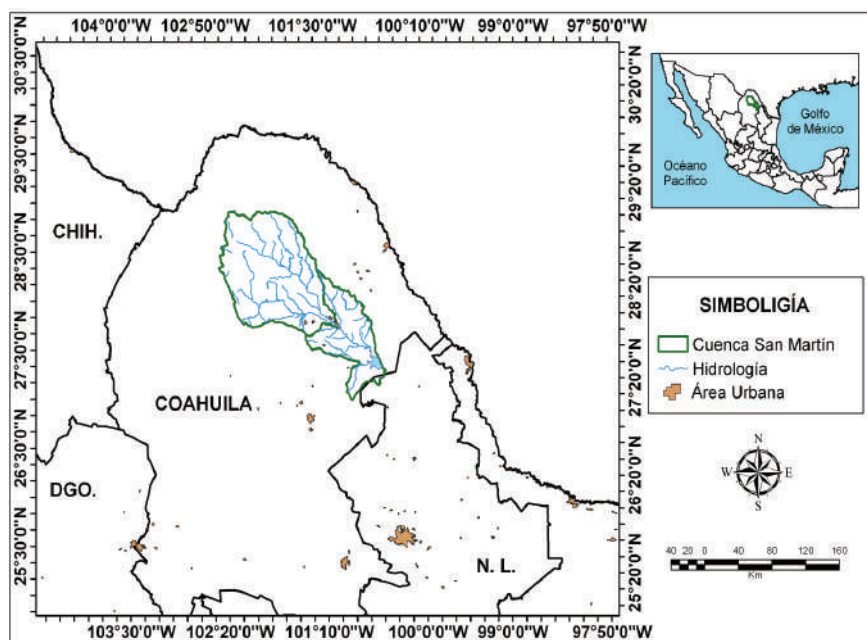


Figura 1. Ubicación geográfica de la Cuenca San Martín en el estado de Coahuila, donde el río Sabinas es la corriente principal, que desemboca en la presa Venustiano Carranza, mejor conocida como Don Martín.

Vegetación

La vegetación predominante en la región se caracteriza por enmarcar una amplia ecotonía, pues en ella se pueden apreciar especies correspondientes al matorral tamaulipeco característico de la Planicie Costera del Noreste y en áreas específicas pueden observarse infiltraciones de elementos vegetales propios del Desierto Chihuahuense del altiplano Mexicano (INIGI, 2002a). La especie típica del área es el sabino que alcanza grandes dimensiones; asociado se encuentra el álamo sicómoro (*Platanus glabrata*), el nogal (*Carya illinoensis*), el sauce (*Salix goodingii*), y botón de sauce (*Cephalantus occidentalis*) (Figura 2).



Figura 2. Bosque de galería de sabino en los márgenes del río Sabinas en el estado de Coahuila. Algunos especímenes de sabino en este sitio superan los 3.0 m de diámetro y edades mayores a 300 años.

Los tipos de vegetación concurrentes en esta región están representados por cuatro tipos principales de comunidades: matorral espinoso tamaulipeco en una proporción de 29%, constituido principalmente por vegetación arbustiva espinosa, caducifolia; matorral desértico micrófilo en 20%, constituido por vegetación arbustiva de hojas pequeñas; matorral desértico rosetófilo, que presenta un gran variedad de cactáceas presentes en los piemontes de cerros, lomeríos y montañas y pastizal natural en 13%, integrado principalmente por gramíneas nativas (Arriaga *et. al*, 2000). Aunado a los diferentes tipos de vegetación y acorde a las condiciones fisiográficas está presente también vegetación riparia (Figura 3).

Todas las comunidades vegetales son de importancia ecológica, social y económica para la región, ya que constituyen el hábitat para la fauna silvestre, influyen en la calidad y cantidad de agua de los ríos, tienen uso recreativo,

además de proporcionar forraje, leña y otros materiales de utilidad para la población (Villarreal *et. al*, 2006).

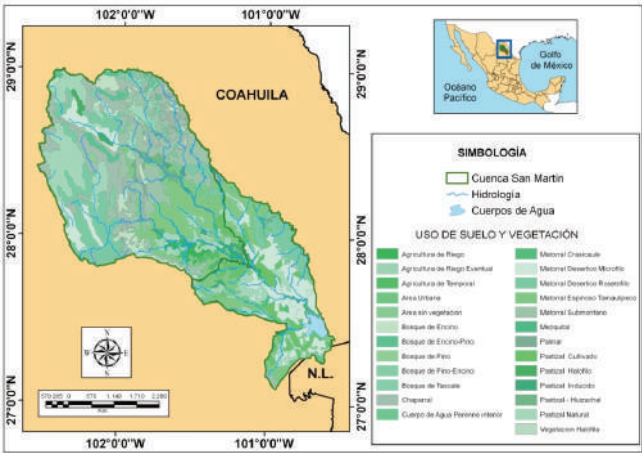


Figura 3. Mapa de Uso de suelo y vegetación existente en la Cuenca San Martín en el Estado de Coahuila.

Nivel de fragmentación de la vegetación riverieña

Las riberas de los ríos San Juan, Álamos y Sabinas fungen como un importante corredor, pero aun así, aledañas a éstas, se encuentran áreas fragmentadas, correspondientes principalmente a agricultura en sus diferentes variantes, así como el establecimiento de pastizales inducidos con fines ganaderos, que afectan el desplazamiento de especies, particularmente de fauna. Esta fragmentación se observa de manera marcada y dirigida, cerca de las áreas urbanas mayores, pero en las partes altas el grado de fragmentación aun es mínimo (Arriaga *et. al*, 2000). El mayor grado de perturbación se debe a extracciones irregulares de depredadores, principalmente de osos, pumas, así como de venado cola blanca y la víbora de cascabel (*Crotalus atrox*). La explotación de minas de carbón en sitios aledaños a los márgenes del río, provoca grandes hoyancos y cambios en el gradiente hidráulico de la corriente principal, que se dirige por gravedad a estos

orificios de grandes proporciones hasta que están literalmente llenos, lo que deja al cauce principal sin caudal en algunas sectores del río por varios años, lo que se ha traducido en la mortandad de árboles en transectos de bosque de galería, situación que impacta la ecología del paisaje y la dinámica ecológica e hidrológica del ecosistema riverero (Figura 4).



Figura 4. El Río Sabinas ha sido objeto de intensa degradación, afectando la estructura y dinámica del sabino y desplazando especies de fauna propias de la región, como el oso negro y diversas especies de reptiles. Este es un transecto con sabino en el río Sabinas, donde murió un número indeterminado de individuos adultos de esta especie. Aunque algunas acciones de restauración se han implementado en estos sitios, el período de recuperación tarda varias décadas.

La descripción de las características climáticas, edáficas, geológicas, hidrológicas, entre otras, es de gran importancia para analizar el potencial de la cuenca en términos de su uso, producción de agua, condiciones actuales de la vegetación, capacidad de carga con fines ganaderos, potencial de especies útiles; información

básica para una planeación adecuada de los recursos bióticos y abióticos que caracterizan a esta cuenca. A continuación se describen las unidades dominantes en cada una las áreas.

Suelo

La superficie total de suelo está constituida por cuatro tipos principales, en primer lugar se encuentra la clase Calcisol háplico (CLh), la cual ocupa una superficie aproximada de 33%, que se caracteriza por presentar altos contenidos de carbonato de calcio y magnesio; en segundo lugar se ubica el tipo Vertisol éutrico (VRe), con una superficie del 29%, caracterizado por sus altos niveles de arcilla; el tercer lugar se encuentra constituido por el Leptosol cálcico (LPC), que se caracteriza por su escasa profundidad y alta fertilidad, además de presentar apariencia arcillosa y finalmente se encuentra el suelo denominado Regosol calcárico (RGc), destacado entre los suelos de su clase, por poseer la mayor fertilidad y contenido de calcio (INEGI, 2002b) (Figura 5).

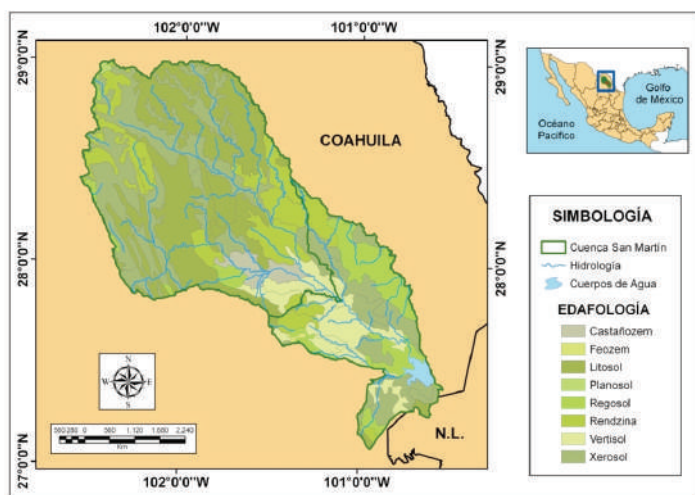


Figura 5. Rasgos edafológicos asociados a la Cuenca San Martín en Coahuila.

Geología

En términos geológicos, la cuenca se compone de rocas calizas, caliza-lutita y conglomerado, no obstante, la caliza constituye la estructura geológica que predomina ampliamente abarcando un 42% del total de las unidades geológicas, seguida de la caliza-lutita con un 8% (INEGI, 2002c) (Figura 6).

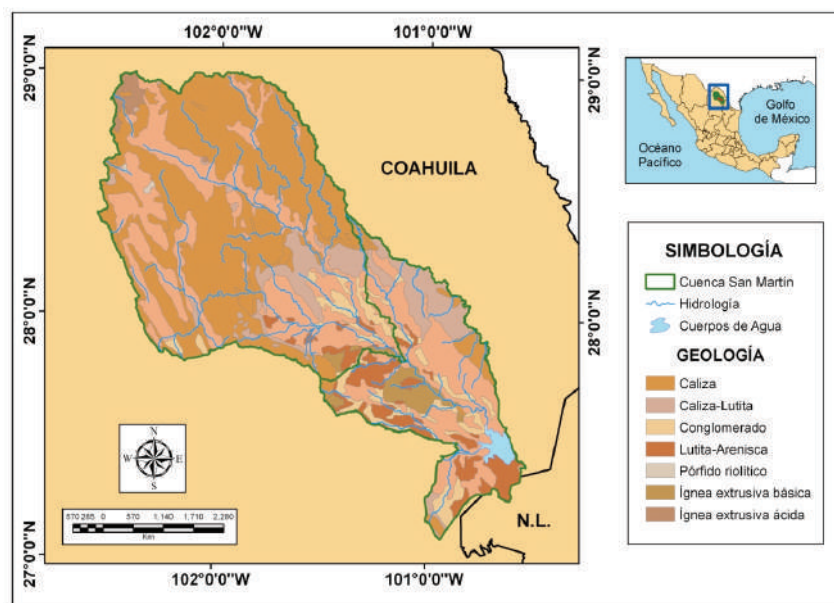


Figura 6. Esquema de la geología dentro de la Cuenca San Martín, Coahuila.

Clima

En la cuenca del Río Sabinas se encuentran los siguientes tipos de clima (Arriaga *et al.*, 2000):

BS1hw: comprende un 39 % del área. Semiárido, templado, con una temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C,

temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C y con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual (García, 2004).

BSoh(x'): Se encuentra en un 35% del área. Árido, semicálido, con una temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C y lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

BSo(h')(x'): Se encuentra en un 14% del área. Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; y con lluvias presentes entre verano e invierno mayores al 18% anual.

BSohw: Se encuentra en un 11% del área. Árido, semicálido, con una temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; y con lluvias de verano del 5% a 10.2% anual.

Hidrología

El área comprendida forma parte de la cuenca Presa Falcón-Río Salado, la cual tiene una superficie en el Estado de Coahuila de 46,001.62 Km². El Río Salado constituye la corriente principal, tiene origen en el estado de Coahuila en la convergencia de los arroyos Aura, Seco y Pájaros Azules que pasa por la Presa Venustiano Carranza (Don Martín) dirigiéndose al norte-sureste atravesando las llanuras nororientales de Coahuila para luego seguir por Nuevo León, hasta alcanzar la presa Falcón en el Estado de Tamaulipas y desembocar. Se encuentran como subcuencas: Río Salado-Anáhuac, Presa Venustiano Carranza, Río Sabinas, Río Álamos, Río Salado de Nadadores, Cuatro Ciénegas, Arroyo Chapote y Arroyo Huizache (INEGI, 1983).

Fisiografía

La cuenca se localiza en las subprovincias fisiográficas denominadas: Llanuras de Coahuila y Nuevo León: Sierras y Llanuras Coahuilenses y la Serranía del Burro, ambas perteneciendo a la Provincia: Grandes Llanuras de Norteamérica (INEGI,

1983). Algunos autores la citan como la Provincia Costera del Golfo (Leopold, 1950), también denominada Provincia Costera del Noreste.

Las Llanuras de Coahuila y Nuevo León cubren 25,665.89 km² del área estatal y comprende totalmente los municipios de Allende, Hidalgo, Jiménez, Nava y Piedras Negras; y secciones considerables de Acuña, Candela, Escobedo, Guerrero, Juárez, Morelos, Múzquiz, Progreso, Sabinas, San Juan de Sabinas, Villa Unión y Zaragoza.

Las Sierras y Llanuras Coahuilenses comprenden los municipios de Abasolo, Frontera, Lamadrid, Nadadores, Sacramento y San Buenaventura; fracciones de los de Acuña, Candela, Castaños, Cuatro Ciénegas, Escobedo, Monclova, Múzquiz, Ocampo, Progreso y Ramos Arizpe; así como porciones pequeñas de los municipios de San Juan de Sabinas y Zaragoza. Esto equivale a decir, en términos de superficie, que la subprovincia ocupa, dentro del estado de Coahuila, 43,937.56 km². A esta subprovincia pertenecen 41,820.84 ha del área de influencia del Río Sabinas, las superficies divididas en unidades fisiográficas, dentro de esta subprovincia son: 32,817 ha para bajadas con lomeríos, 8,778.52 para lomerío y 225 para valle de laderas tendidas.

Localización del Río Sabinas

El Río Sabinas afluente principal de la cuenca San Martín, se localiza en la parte nororiental del estado de Coahuila en la región hidrológica denominada Bravo-Conchos, con dirección oeste-este en un intervalo altitudinal aproximado de 1,000 a 300 m, conformándose como tributarios del río Bravo (CONAGUA, 2006). Nace en la sierra Santa Rosa (28°02' N, 101°48' W) con el nombre local de San Juan, se une al río Álamos cerca de Múzquiz, continuando con el nombre de Sabinas. Tiene aproximadamente 180 km de longitud y termina en la presa Venustiano Carranza (Don Martín) (27°30' N, 100°43' W), donde se une al Salado y continúa con ese nombre hacia el estado de Nuevo León (Figura 6). El Río Sabinas constituye un ícono del estado de Coahuila, al considerar su importancia ecológica

Figura 7. Localización geográfica del río Sabinas con sus tributarios en el estado de Coahuila.

Vegetación riparia en el río Sabinas

Bajo la denominación riparia se conoce a la vegetación presente en márgenes de los ríos y arroyos. En general, se toma en consideración las comunidades de plantas relacionadas con un nivel freático superficial, que mantienen niveles de humedad especial. Es importante mencionar que la vegetación acuática en general es poco abundante en este río, sobre todo la vegetación flotante. Cubre una superficie de 4,300 ha a lo largo de las riveras del río y sus afluentes. La vegetación riparia en el área está integrada por especies perennes, siendo estas generalmente árboles, arbustos y hierbas, los cuales se arraigan en las márgenes de cuerpos de agua y son escasas las especies estrictamente acuáticas. El estrato herbáceo incrementa la diversidad del ecosistema con la aparición de las hierbas de las comunidades aledañas, la mayoría de las cuales aparecen en el verano, siendo de hábito anual. Los árboles son los elementos característicos y sobresalientes en esta comunidad, alcanzan dimensiones extraordinarias para el área, con copas bien desarrolladas y troncos y raíces robustas. La especie típica del río son los sabinos o ahuehuetes que alcanzan las mayores dimensiones y asociado a esta especie se encuentra el álamo sicomoro (*Platanus glabrata*), nogal (*Carya illinoensis*), sauce (*Salix goodingii*), y *Cephalanthus occidentalis*. Otros elementos frecuentes son el huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), retama (*Parkinsonia aculeata*), mora (*Morus celtidifolia*) y el palo blanco (*Celtis laevigata*) (Villareal et al., 2006).

En las laderas de los bancales es común encontrar matorrales de jarilla (*Baccharis glutinosa*, *B. salicina*), tule (*Typha dominguensis*) y junquillos (*Cladium jamaicense*, *Eleocharis celulosa*) y otras ciperáceas, además de *Aster spinosus*, *A. subulatus* y hierbas como *Bacopa monnieri* y *Samolus ebracteatus*. Entre las trepadoras más importantes están la hiedra (*Toxicodendron radicans*) y vid silvestre (*Vitis cinerea*). La presencia de algunos helechos es común. Este tipo de

comunidad se localiza en el área exclusivamente a la vera del río y sus afluentes. La estructura de la vegetación acuática corresponde a ambientes lóticos, con excepción de los charcos temporales. La composición florística indica la influencia de lugares fríos aunque también existen elementos tropicales. Es evidente la perturbación originada por diversas actividades antropogénicas que ha derivado en la presencia de ciertas especies indicadoras de disturbio como son *Eichhornia crassipes* (lirio acuático), *Helenium*, *Eclipta prostrata*, *Cyperus ochraceus* y *Aster subulatus*. Actividades ganaderas particularmente caprinos originan un impacto significativo en la dinámica del sabino en este y otros ecosistemas riparios del norte de México, ya que por sus características alimenticias, ramonean todo tipo de vegetación incluyendo el follaje del sabino (Figura 8).



Figura 8. Hato de cabras ramoneando a orillas del bosque de galería en el río Sabinas, Coahuila. El ganado caprino es muy destructivo y debería normarse su exclusión de área riverañas.

Bosque de galería con sabino

En el norte y centro de México existen ecosistemas riparios con dominancia de sabino en poblaciones puras o mezcladas y que caracterizan muchos de los ríos

del país (Rzedowski,1986). Este ecosistema se caracteriza por presentar una gran biodiversidad, además de aportar diversos beneficios ecológicos y de ámbito social, al fungir como corredores biológicos, propiciar microclimas especiales, aunado a su capacidad de filtrar contaminantes y constituir sitios de recreación debido a su incomparable belleza escénica (Figura 9). Hoy en día esta especie riparia se encuentra seriamente amenazada, a causa de diversos factores como lo son el cambio de uso de suelo, problemática en calidad de agua (contaminación), confinamiento y desvío de corrientes, daños a causa de actividades de sobrepastoreo, incendios provocados de manera intencional, cortaduras de ramas para el cercado de potreros o para evitar el sombreo de parcelas agrícolas aledañas a los bancales de los ríos (Villanueva *et al.*, 2007a).

La edificación de presas de manera directa en los afluentes y corrientes principales donde se ubican los bosques galería, repercuten y constituyen una fuente de disturbio para el ecosistema ahí presente, dado que modifican la ecología del paisaje, alteran el microclima y el ciclo hidrológico, así como la biodiversidad misma (Tyrtania, 1992; WWF, Fundación Gonzálo Río Arronte, 2008; Villanueva *et al.*, 2011).



Figura 9. Ejemplar de sabino en un paraje del río Sabinas, Coahuila.

Distribución del sabino en la Cuenca San Martín

Para determinar la distribución y la extensión de los bosques de galería con sabino en los tributarios y afluente principal de la cuenca San Martín, se realizó un análisis detallado de la trayectoria comprendida de este tipo de vegetación, procedimiento elaborado mediante la técnica de edición y rodalización a través de vectores de polígonos elaborados con el programa ArcGIS en su versión 9.3. Esta técnica se fundamenta en la creación de una serie de polígonos, mediante la herramienta de edición de vectores de ArcGIS 9.3.

Para el diseño de la serie de polígonos, se tomaron previamente imágenes de Google Earth de todo el transecto, insertando puntos de referencia cada 1,000 m a lo largo del Río Sabinas, para luego ser procesados en ArcGIS y considerados como puntos de referencia para su geo-referenciación posterior. Al importar las imágenes de Google Earth y haber creado el mosaico, el siguiente paso fue utilizar la herramienta de edición para efectuar la rodalización completa de todo el arbolado de sabino presente a orillas del río.

La longitud total de la rivera del río sabinas y de sus tributarios con la presencia de sabino totalizó 116 km. En los márgenes del río Sabinas es donde se ubican las mayores poblaciones de esta especie, aunque se distribuye también en algunos tributarios como el de Nueva Rosita, El área total estimada con sabino es de 393.5 ha (Figura 10).

La construcción de estructuras hidrológicas tiene un impacto significativo en la estabilidad ecológica y dinámica de las poblaciones riparias de sabino, que aunado a otras acciones de disturbio, como contaminación por aguas negras, alteran la continuidad del bosque de galería, como se aprecia en 14 km después de la presa Venustiano Carranza (Don Martín), donde la especie se encuentra sólo de manera esporádica.

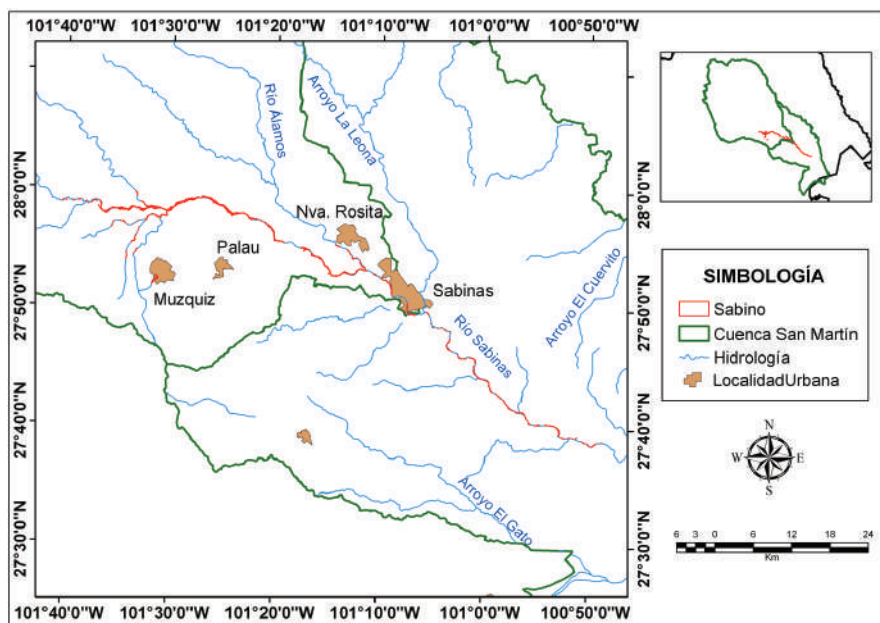


Figura 10. Distribución del sabino en la cuenca San Martín en el estado de Coahuila. La longitud total con la especie es de 116 km concentrado principalmente a lo largo del río Sabinas (línea roja).

Impacto ambiental, variación climática y contaminación ecológica

Las diversas acciones humanas han afectado seriamente la biodiversidad de los ecosistemas rivereños en el río sabinas, con un impacto evidente en la fauna silvestre y en las poblaciones de sabino ubicadas a lo largo de los tributarios y corrientes principales en la cuenca San Martín. Esta condición es más evidente en sitios aledaños a núcleos de población urbana o rural, donde las poblaciones de sabino han sido fraccionadas o desaparecidas debido a problemas serios de contaminación ambiental.

El tiempo en que un individuo adulto tarda en morir por efectos de contaminación es variable, pero rodales muertos en el río Sabinas perecieron en un período menor a 10 años, como lo demuestra la comparación entre el crecimiento radial de un individuo vivo y uno muerto creciendo en condiciones ecológicas similares.

Después del crecimiento extraordinario que ocurrió en 1992, el árbol que perece, disminuyó su crecimiento a partir de 1993, este crecimiento reducido continuó hasta el año 2002, cuando el árbol finalmente murió (Figura 11). Resultados similares se han observado en otros sitios con sabino en el norte de México, donde la desviación de corrientes de agua o construcción de presas han originado mortandad masiva de arbolado (Villanueva *et al.*, 2013).

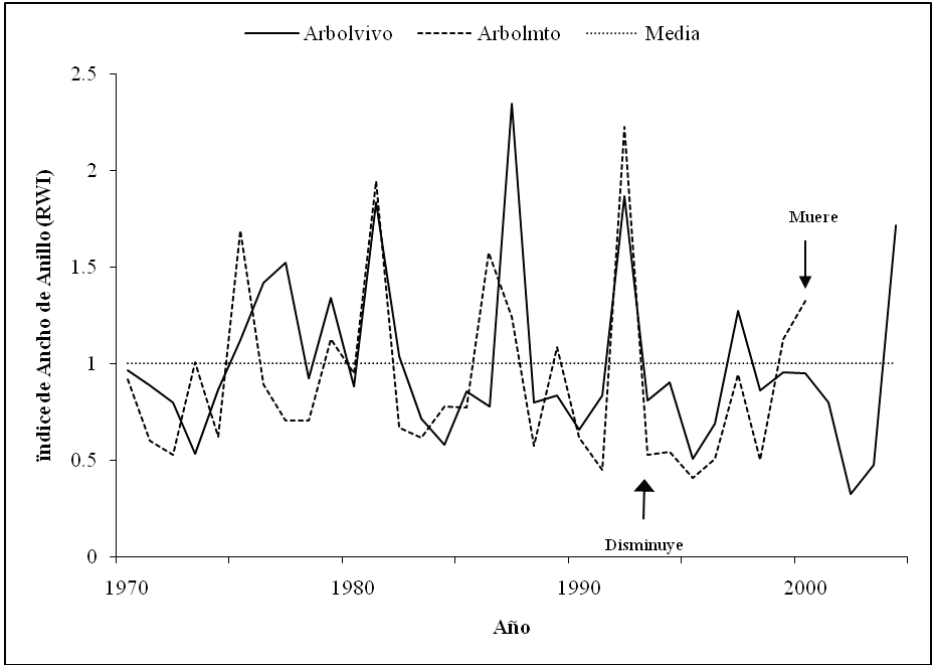


Figura 11. Comparación en crecimientos radial de dos árboles de sabino, uno de ellos muerto por problemas de contaminación. El gráfico muestra como a partir de 1993 el crecimiento del árbol muerto es menor que el del vivo y el árbol, finalmente muere en el año 2002.

La desaparición de árboles de sabino longevo, no sólo impacta la biodiversidad, sino que también se lleva consigo todo un cúmulo de información climática almacenada en sus anillos de crecimiento y que es de utilidad para analizar la variabilidad del clima por siglos o milenios como ha sido determinado en estudios

de este tipo realizados con series dendrocronológica en poblaciones de ahuehuete del centro de México (Stahle *et al.*, 2011; Villanueva *et al.*, 2014). Para el caso particular del río Sabinas, se tiene una cronología que se extiende para el período 1685-2012 (328 años), donde la presencia frecuente de escaso crecimiento (valores por debajo de 1.0) y algunos otros períodos húmedos bien marcados (valores por encima de 1.0). De esta manera algunas de las sequías más intensas que se presentaron en esta cuenca, ocurrieron en las décadas de 1690, 1760, 1790, 1810-1820, 1860, 1890, 1920, 1950, 1970 y 2000; mientras que los períodos húmedos aunque fueron menos comunes ocurrieron en las décadas de 1680, 1800, 1850, 1870, 1930 y 1980. Las sequías en el noreste de México ocurren en períodos aproximados de 50 a 60 años y están ligadas en alto grado a la dominancia de condiciones climáticas asociadas con la fase fría del fenómeno del Niño Oscilación del Sur (Cerano *et al.*, 2011; Stahle *et al.*, 2011). Para el caso el caso de la cuenca San Martín, la influencia de estos fenómenos presenta un comportamiento similar al detectado en sitio más cercanos a la Sierra Madre Oriental (Villanueva *et al.*, 2007b).

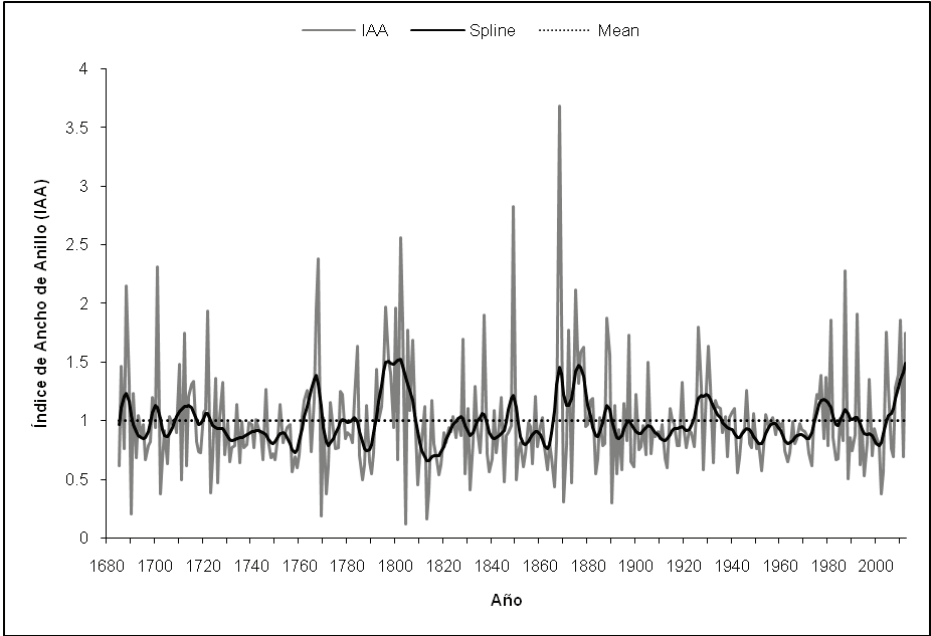


Figura 12. Serie dendrocronológica del sabino en el río Sabinas, Coahuila con una extensión de 328 años (1685-2012). La línea horizontal punteada el promedio de la serie estandarizada, la línea gris representa los valores interanuales de los índices y la línea oscura es una curva flexible que se ha insertado a los valores anuales de la serie para resaltar eventos de baja frecuencia como son sequías y períodos húmedos. Valores debajo de la línea punteada se relacionan con sequías y por encima de la media, indican períodos húmedos.

La edad de de un muestreo de más de 200 árboles en parajes del río Sabinas indicó edades en el rango de 65 a 300 años y diámetros de 56 a 310 cm, con desviaciones estándar de 51 años y 49 cm, respectivamente. En el cuadro 1 se plasman algunos datos dasométricos e 10 individuos, que ejemplifican esta información.

Cuadro 1. Edades determinadas para algunos individuos de sabino muestreados en parajes del río Sabinas, Coahuila

Clave del árbol	Diámetro (cm)	Edad estimada ¹
1RSA	85	64
2RSA	70	89
3RSA	120	110
4RSA	64	125
5RSA	135	130
6RSA	70	150
7RSA	184	170
8RSA	133	206
9RSA	216	280
10RSA	280	294

¹Para la estimación de edad se obtuvieron dos núcleos de crecimiento por árbol con un taladro de Pressler y la edad se estimó mediante técnicas dendrocronológicas convencionales (Stokes y

Smiley, 1968). Cuando no se alcanzó el centro del árbol, se hizo una estimación del número de crecimientos en el radio faltante y se sumó al determinado en la muestra obtenida. Así mismo, se añadió un número de años para compensar la altura de muestreo, que normalmente fue a la altura del pecho.

En el caso del río sabinas los problemas de disturbio al ecosistema ripario son evidentes, particularmente donde el cauce principal del río atraviesa diferentes asentamientos humanos, como son las poblaciones de Múzquiz, Sabinas, San Juan de Sabinas y Juárez, aunque este último con menor grado de contaminación (Figura 13).

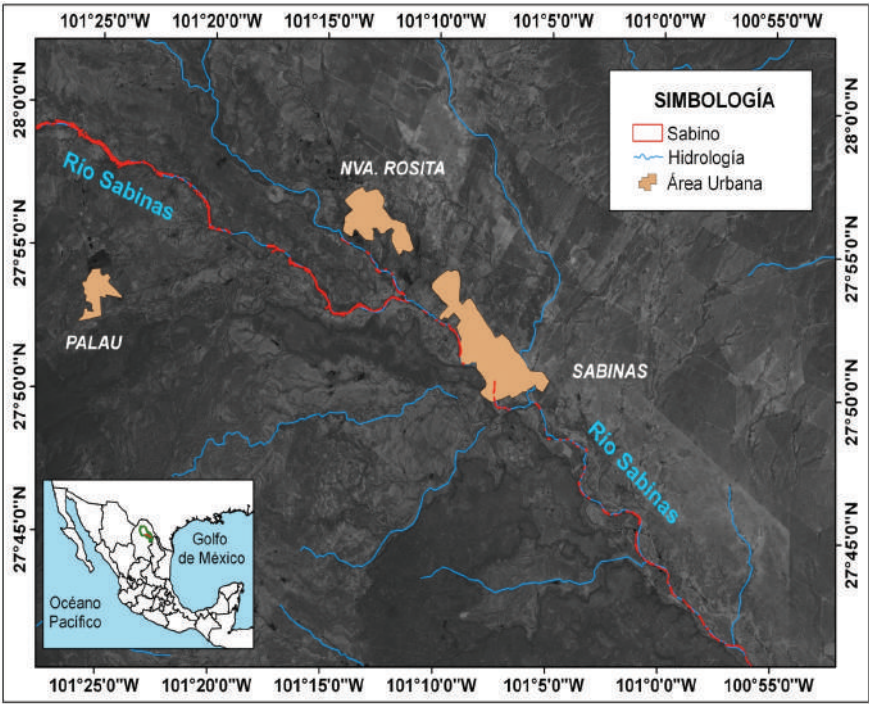


Figura 13. Localización de asentamientos humanos aledaños al río Sabinas. Se observa la fragmentación del bosque de galería con sabino cerca de estos asentamientos. El vigor del arbolado también disminuye en estos sitios y algunos sectores del río presentan arbolado muerto.

La ciudad de Sabinas, Coahuila es la localidad urbana con mayor índice poblacional y es aquí donde el daño ecológico es más evidente, situación que se constata por la mortandad de ejemplares centenarios de sabino e intoxicación de la vida acuática, ocasionado por el vertido al cauce de contaminantes como azufre y sosa cáustica derivados de la extracción y procesamiento del carbón mineral. Este efecto se magnifica con la extracción de material pétreo del lecho del río, situación que deriva en problemas de estabilidad del cauce y de erosión de suelo

Acorde a la CONANP (2011), el daño antropogénico ocasionado al Río Sabinas se puede diversificar en función a su origen e impacto producido:

- o Recreativo: vehículos, paseantes, aros de fogata, sitios de convivencia activos, infraestructura y fecalismo al aire libre.
- o Domésticos: bañistas, excretas, graffiti, lavado con detergente.
- o Tradicionales: senderos sociales, señalización, trabajadores y pescadores.
- o Sobre árboles: tocones, quemados y derrumbados.

En término de porcentajes, estos impactos se distribuyen acorde a la figura 14.



Figura 14. Grado y tipo de impacto antropogénico encontrado en el Río Sabinas. Fuente: CONANP, 2011.

Conclusiones

La cuenca del San Martín es de gran importancia social y económica, ya que a través de sus afluentes y corrientes principales como el río Sabinas, constituye la fuente hidrológica más importante para consumo humano, producción agropecuaria y recreación de las poblaciones de Múzquiz, San Juan de Sabina, Sabinas y Juárez. Este corredor biológico alberga gran diversidad de elementos de flora y fauna, que de manera integral constituyen una riqueza biológica y brindan un panorama de gran belleza escénica para la Región Carbonífera. A pesar de los beneficios que esta cuenca proporciona a sus habitantes, el cambio de uso del suelo y acciones relacionadas con aprovechamientos de la explotación de carbón mineral, vertido de aguas residuales y urbanas, sin previo tratamiento han originado una fragmentación del bosque de galería dominado por sabino, disminuido la biodiversidad de flora y fauna acuática y terrestre y ocasionado la muerte masiva de árboles maduros de sabino, del cual depende la estabilidad de los bancales de los cauces principales y la calidad misma de recurso hídrico. La presencia de sabinos en la cuenca debe haberse extendido originalmente por varios cientos de kilómetros, pero el descuido, remoción del arbolado y fuertes problemas de contaminación redujeron la población de esta especie, que actualmente está presente en sólo 116 km de longitud, principalmente a lo largo del río Sabinas. Las poblaciones de esta especie a pesar de su todavía considerable extensión, están amenazadas por el uso desmedido del recurso hídrico, contaminación y sequías recurrentes que han afectado el norte de México en las últimas décadas, probablemente influenciado también por el calentamiento global.

La concientización de la población en términos de cuidar este importante recurso, la presencia de organismos no gubernamentales que pugnen por una conservación integral de la cuenca y la regulación estricta para evitar el vertido de

contaminantes de origen industrial y de aguas sin tratar al lecho del río, aunado a otras acciones como evitar el pastoreo de la rivera con ganado vacuno y caprino, fomentar una educación de limpieza del río por los paseantes, evitar incendios intencionales, podrán hacer del río Sabinas un ejemplo de conservación de un ecosistema ripario de gran importancia para el desarrollo del norte de México.

Agradecimientos

La investigación para el desarrollo de este documento fue financiada por el Instituto Interamericano para Investigación de Cambio Climático (IAI), proyecto CRN # 2047, con fondos del US/National Science Foundation (Grant GEO-0452325)

Literatura citada

- Arriaga L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Carranza, E. 1992. Taxodiaceae. En: J. Rezedowski, G. Calderón de Rezedowski. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 4. pp. 1 – 7.
- Cerano Paredes, J., J. Villanueva D., R.D. Valdéz C., E.H. Cornejo O., I. Sánchez C., V. Constante G. 2011. Variabilidad histórica de la precipitación reconstruida con anillos de árboles para el sureste de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 3(4): 32-46.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2006. Statistics on water in Mexico. SEMARNAT. México, D.F. 186 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2011. El Río

Sabias, Coahuila, panorama de usos, perjuicios y beneficios. Autlán, Jalisco, México.

Comisión Nacional Para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. Cuenca del Río Sabinas. México.

García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana. Quinta edición corregida y aumentada. Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, México, D.F. 90 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2002a. Información vectorial de shape temático de uso de suelo y vegetación nacional. Aguascalientes, Aguascalientes. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2002b. Información vectorial de shape temático de edafología nacional. Aguascalientes, Aguascalientes. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2002c. Información vectorial de shape temático de geología nacional. Aguascalientes, Aguascalientes. México.

Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of México. Ecology 31(4): 507-518.

Naiman R. J., H. Decamps y M. Pollock. 1993. The rola of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. Ecological applications 3:209.212.

- Patten D. T. 1998. Riparian ecosystems of semi-arid North America: Diversity and human impacts, *Wetlands* 18: 498-512.
- Rzedowski J. 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. México D.F. 432 p.
- Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Coahuila. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 1999. Plan de acciones para la conservación ecológica del Río Sabinas. México.
- Stahle, D.W., D.J. Burnette, J. Villanueva-Diaz, R.R. Heim Jr., F.K. Fye, J. Cerano Paredes, R. Acuna Soto, M.K. Cleaveland. 2011. Pacific and Atlantic influences in Mesoamerican over the past millennium. *Climate Dynamics*: DOI 10.1007/s00382-011-1205-z.
- Tyrtania, L. 1992. La evolución de los lagos artificiales: el impacto ecológico de la presa Miguel Alemán. *Alteridades* 2(4): 103-108.
- Villanueva, D. J., A. Hernández R. F. García F., E. Cornejo O., D.W. Stahle, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland. 2003. Análisis estructural de un rodal de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) y vegetación circunvecina en los Peroles, San Luis Potosí, México. *Ciencia Forestal* 28(94): 57 – 79.
- Villanueva D. J., D. W. Stahle, B. H. Luckman, J. Cerano P., M. D. Therrell, R. Morán M. and M. K. Cleaveland. 2007a. Potencial dendrocronológico de *Taxodium mucronatum* Ten. y sus acciones para su conservación en México. *Ciencia Forestal* 32(101): 9-37.
- Villanueva-Diaz, J, D.W. Stahle, B.H. Luckman, J. Cerano-Paredes, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland. 2007b. Winter-spring precipitation reconstructions from tree rings for northeast Mexico. *Climatic Change* 83: 117 – 131.

- Villanueva D. J., R. Trucios C., J. C. Ríos S., J. Cerano P., M. Rivera G., J. Estrada A., V. Constante G. y M. M. Tostado P. 2011. Respuesta hidrológica del sabino en bosques de galería del Río San Pedro Mezquital, Durango. *Agrofaz* 11(4): 77-86.
- Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., V. Constante G., D.W. Stahle, A. Martínez S., O. Durán G. 2013. Dinámica de poblaciones de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el río San Pedro Mezquital. Folleto Técnico No. 33. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango. 27 Pp.
- Villanueva-Díaz, J. J. Cerano-Paredes, A. Gómez-Guerrero, A. Correa-Díaz, L.U. Castruita-Esparza, R. Cervantes-Martínez, D.W. Stahle, A.R. Martínez-Sifuentes. 2014. Cinco siglos de historia dendrocronológica de los ahuehuetes (*Taxodium mucronatum* Ten.) del Parque El Contador, San Salvador Atenco, Estado de México. *Agrociencia* 48:725-737.
- Villarreal Q., J.A., M.A. Carranza P., E. Estrada A. 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta botánica Mexicana*. 75: 1-20.
- WWF Fundación "Gonzálo Río Arronte" I.A.P. (FGRA). 2008. Propuestas de caudal ecológico en México. Documento interno, Durango, Dgo. México. 20 p.



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



COMITÉ EDITORIAL DEL CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Ávalos

M.C. Miguel Rivera González

Revisores técnicos

Dr. Luis Ubaldo Castruita Esparza

M.C. Arian Correa Díaz

Edición y Diseño

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de Noviembre del año 2014 en los talleres de Carmona Impresores S.A. de C.V., Blvd. Paseo del Sol No. 115 Col. Jardines del Sol C.P. 27014 Torreón, Coahuila, México. Su tiraje consta de 600 ejemplares.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN LA RELACIÓN AGUA SUELO PLANTA ATMÓSFERA

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director
Ing. Armando Estrada González
Jefe de Operaciones
Lic. Flor Carina Espinoza Delgadillo
Jefe Administrativo

Personal Investigador

M.C. Palmira Bueno Hurtado
Dr. Ernesto Alonso Catalán Valencia
M.C. Julián Cerano Paredes
Ing. Vicenta Constante García
M.C. Gerardo Delgado Ramírez
M.C. Gerardo Esquivel Arriaga
Dr. Juan Estrada Ávalos
Dr. José Luis González Barrios
Dr. Guillermo González Cervantes
Dr. Marco Antonio Inzunza Ibarra
M.C. Rosario Jacobo Salcedo
M.C. Hilario Macías Rodríguez
Dr. Jesús Arcadio Muñoz Villalobos
M.C. María del Carmen Potisek Talavera
M.C. Miguel Rivera González
M.C. Abel Román López
Dr. Ignacio Sánchez Cohen
M.C. Ramón Trucios Cacicano
Dr. Miguel Agustín Velásquez Valle
Dra. Ma. Magdalena Villa Castorena
Dr. José Villanueva Díaz

WWW.INIFAP.GOB.MX

La cuenca San Martín que alimenta el cauce principal del río Sabinas, constituye uno de los sistemas hidrológicos medulares para la Región Carbonífera en el Estado de Coahuila, al depender de sus recursos hídricos para sustento de la población urbana y rural, para consumo humano y para fines productivos. El ecosistema riverero del río Sabinas, se distingue por la presencia de ahuehuete o sabino, que actualmente ocupa una extensión discontinua de 116 km en ambos márgenes de su cauce principal. El disturbio a que ha sido sujeta la vegetación riverera a consecuencia de actividades de producción de carbón mineral, desechos urbanos y daños directos a la vegetación, requieren atención urgente con fines de restauración de este importante ecosistema. El documento muestra la caracterización de la cuenca San Martín, distribución del sabino e indica algunas acciones urgentes para conservar y restaurar este sistema hidrológico, otrora orgullo de la Región Carbonífera.