

Árboles longevos de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el río San Pedro Mezquital

José Villanueva Díaz, Vicenta Constante García, Julián Cerano Paredes,
Miriam M. Tostado P., Juan Estrada Ávalos, D.W. Stahle



CENID-RASPA

Gómez Palacio, Dgo. Diciembre de 2011

Folleto Técnico Núm. 23 ISBN: 978-607-425-752-6



Vivir Mejor

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MC. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación y
Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Lic. Ricardo Noverón Chávez
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director

**Árboles longevos de sabino
(*Taxodium mucronatum* Ten.)
en el río San Pedro Mezquital**

Dr. José Villanueva Díaz
Ing. Vicenta Constante García
M.C. Julián Cerano Paredes
M.C. Miriam M. Tostado P.
Dr. Juan Estrada Ávalos
Dr. D.W. Stahle

**CENID - RASPA
2011**

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

Progreso N°. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.
Teléfono: (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-425-752-6

Primera Edición 2011

Derechos Reservados ©

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

Contenido

1. Introducción.....	1
2. Distribución del sabino en el continente Americano.....	3
3. Distribución del sabino en el Río San Pedro-Mezquital....	4
4. Características fisonómicas de los árboles longevos.....	7
5. Estimaciones de edad del sabino.....	12
6. Ubicación de árboles longevos en el RSPM.....	14
7. Acciones de conservación de parajes con árboles longevos.....	17
8. Agradecimientos.....	20
9. Literatura Consultada.....	20

Lista de figuras

Figura 1. Cuenca del Río San Pedro-Mezquital, río principal y afluentes tributarios.....	5
Figura 2. Sitios verificados con la presencia de sabino en el RSPM.....	6
Figura 3. Árbol longevo con cerca de 800 años de edad....	8
Figura 4. Especímenes de sabino longevos en el RSPM....	8
Figura 5. Cactácea creciendo sobre el tronco de un sabino en el RSPM.....	9
Figura 6. Sección transversal de una porción de raíz de sabino.....	10
Figura 7. Paraje con sabinos longevos.....	11
Figura 8. Obtención de un núcleo de crecimiento.....	13
Figura 9. Sitios con arbolado longevo en los parajes "El Saltito" y "Saltillos" del Río Durango.....	16
Figura 10. Sección transversal de madera de sabino mostrando la formación de anillos de crecimiento anual.....	16

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas riparios o bosques de galería, constituyen un tipo de vegetación de gran importancia ecológica para el adecuado funcionamiento de las cuencas hidrológicas, ya que a través de sus cauces, se conduce los escurrimientos y flujo base, componentes indispensables del ciclo hidrológico. Por ubicarse en los bancales o márgenes de los afluentes primarios y secundarios de ríos o cuerpos de agua son sujetos a diversos usos, situación que provoca un impacto en su dinámica, biodiversidad y en el volumen y calidad de agua (Coccon, 2003). Estos sistemas que a través de miles de años han creado un cauce relativamente estable y generado un microclima especial, también constituyen corredores biológicos y son sitios de recreación y de biodiversidad (Obedzinski *et al.*, 2001). La condición de estos sistemas es un fiel reflejo del manejo al que ha estado sujeta la cuenca en su totalidad, de ahí que, un entendimiento de la dinámica de las especies dominantes es básico para determinar los elementos técnicos con los que se puede diseñar planes de manejo en términos de conservación, mejoramiento y restauración (Villanueva *et al.*, 2008).

El sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) es un elemento arbóreo dominante en los ecosistemas riparios de la cuenca del Río San Pedro-Mezquital (RSPM), pero el uso indiscriminado del agua que alimenta la permanencia de este ecosistema ha alterado su funcionamiento en diversos parajes del río, en particular, de aquellos sitios cercanos a grandes asentamientos urbanos, cuyos residuos de origen urbano e industrial son vertidos sin tratamiento alguno en los afluentes de este río. Un volumen significativo del agua de este sistema hidrológico se encuentra confinado en grandes reservorios (represas) y el agua remanente que circula por el cauce principal es con frecuencia desviada o bombeada con fines agrícolas o pecuarios, particularmente en época de estío, de tal manera, que en algunos parajes de este sistema ripario, el agua no se observa o el volumen que circula es muy reducido, situación que afecta la salud de los individuos, acelera su muerte y por ende el funcionamiento del propio bosque de galería.

La dinámica de ecosistemas requiere de clases arbóreas específicas que aseguren el adecuado funcionamiento del mismo y en este aspecto, los árboles maduros, particularmente los longevos resultan de gran importancia ecológica, al constituir una fuente de simiente para la regeneración y estabilidad del ecosistema, así como un nicho ecológico para el establecimiento de otras especies vegetales, que fomentan su interacción, además de favorecer un microclima especial que permite la presencia de aves locales, migratorias y fauna en general de estos ecosistemas (Villanueva *et al.*, 2003a).

Los beneficios ecológicos que genera la presencia de árboles longevos se centra en que su conformación física y su sistema aparejado con su sistema radical extenso y profundo, favorece la estabilidad de los márgenes y cauces del río, sirviendo de filtro a contaminantes, las ramas huecas del arbolado se utilizan como sitios de anidamiento y resguardo, sus semillas son fuente de alimento, refugio de fauna silvestre y le imprimen una belleza escénica peculiar al paisaje donde se ubican. Es necesario implementar acciones de conservación y de proyectos con potencial ecoturístico, que generen bienes económicos en beneficio de las comunidades rurales que cohabitan con estos ecosistemas rivereños, aspecto que actualmente es desapercibido o no ha tenido el impulso suficiente (Villanueva *et al.*, 2003).

El objetivo de este estudio es difundir la importancia de los sitios con arbolado longevo de sabino (con más de 500 años de edad) en el RSPM, y analizar posibles alternativas de manejo con el fin de fomentar su protección, conservación y restauración en cada paraje que así lo requiera, acorde a la problemática que impera en la cuenca hidrográfica.

Distribución del sabino en el continente Americano

Diversos estudios indican que el género *Taxodium* evolucionó durante la era Cenozoica, hace más de 65 millones de años. En el Mioceno, el género se extendió desde Eurasia, se internó por el estrecho de Bering a Norteamérica, México y Guatemala (Brown y Montz, 1986; Thomas y Spicer, 1987). Durante el Cuaternario, se llevó a cabo un retraimiento de la distribución del género y este se confinó a corrientes permanentes o semipermanentes de agua, como se observa en la actualidad en bosques de galería de México y Guatemala (Martínez, 1963).

El sabino es quizás la especie más longeva en México, que llega con frecuencia a superar los mil años de edad (Villanueva et al., 2006, 2010; Stahle et al., 2011), semi-caducifolia o caducifolia que se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos de América, gran parte de la República Mexicana y región occidental de Guatemala.

El género *Taxodium* (proviene de las raíces griegas *Taxus* = Tejo y *eidos* = parecido o semejante; es decir que se asemeja al árbol de Tejo. Generalmente se clasifica como una sola especie con dos variedades, todas nativas de Norte América, aunque diversos taxónomos lo separan en tres: *Taxodium distichum* (baldcypress o ciprés del sur), *Taxodium ascendens* Brongn. (ciprés de los pantanos), distribuido en las costas del sureste desde Virginia a Florida y Louisiana, Estados Unidos de América y *Taxodium mucronatum* (ahuehuete o sabino) que crece desde el extremo sur de Texas, en gran parte de México y hasta el extremo occidental de Guatemala (Mattoon, 1915; Martínez, 1963; Little, 1971; Brown y Montz, 1986, Denny y Arnold, 2007).

La palabra ahuehuete procede del Nahuatl, "atl" que significa agua y "huehuetl", viejo o abuelo, por lo que su acepción es "viejo del agua" y se considera el árbol nacional de México (Luque, 1921). Se distribuye en casi todo el territorio nacional (excepto las penínsulas de Baja California y Yucatán), siempre y cuando exista una fuente permanente, semipermanente de agua

o en su defecto un manto freático muy superficial, de ahí que esta especie se localice en riveras de ríos, manantiales, y en humedales de los diversos ecosistemas de México (Martínez, 1963, Rzedowski, 1986). En México, *T. mucronatum* se localiza desde 250 msnm en algunos sitios del estado de Nuevo León y Tamaulipas; mientras que supera los 2,500 m observándose ejemplares hasta los 2,800 m de elevación, situación que le hace estar presente en una amplia diversidad de ecosistemas, desde zonas áridas, templadas, hasta semitropicales, siempre y cuando exista humedad disponible en el suelo, a pesar de su tolerancia a períodos secos (Carranza, 1992; Villanueva *et al.*, 2003).

Distribución del sabino en el Río San Pedro-Mezquital

El área rivereña de río San Pedro-Mezquital, se ubica dentro de la Región Hidrológica (RH 11, PRESIDIO-SAN PEDRO) en el estado de Durango, el cual irriga en su trayectoria gran parte del Valle de Guadiana. Con la unión de sus principales afluentes, bordea a los pueblos de Atotonilco, El Troncón, Mezquital y San Agustín de Buenaventura, con una longitud total de 498 km, de los cuales 346 km, se ubican en el estado de Durango y 152 km, en el estado de Nayarit (Figura 1). El clima dentro de Durango se caracteriza por temperaturas cálidas de 12.5°C a 26.3°C (INEGI, 2002). En las partes altas de la sierra, se presentan nevadas en época de invierno; con respecto a las lluvias, estas son abundantes durante el verano y se tiene presencia de "agua nieve" durante parte del período invernal.

En el área riparia predomina un sustrato geológico dominado por rocas sedimentarias de tipo conglomerado, así como ígneas extrusivas, entre las que se encuentra el basalto, riolita y toba ácida. Edafológicamente los suelos se clasifican como fluviosoles, leptosoles y phaeozem con una vegetación de tipo pastizal, matorral crasicaule y nopalera (INEGI, 2002).

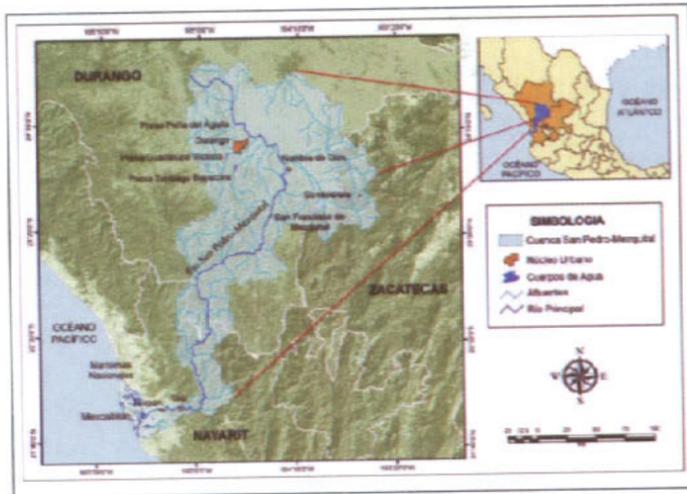


Figura 1. Cuenca del Río San Pedro-Mezquital, río principal y afluentes tributarios.

La vegetación a lo largo del río está constituida por sabino, sauz (*Salix bonplandiana* Britt. & Shafer), fresno (*Fraxinus berlandieriana* DC) y álamo (*Populus fremontii* S. Wats. var. *mesetae*), así como por vegetación de tipo desértico con la dominancia de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd.), granjeno (*Celtis pallida* L. Willd.), gatuño (*Mimosa biuncifera* Benth.), jarilla (*Baccharis salicifolia* Ruiz & Pavón), maguey (*Agave* spp.), entre otras (González et al., 2007). La parte baja de la cuenca está ocupada principalmente por agricultura y humedales costeros. Dentro del estado de Nayarit se encuentra la parte baja de la cuenca del Río San Pedro Mezquital; aquí la temperatura media anual varía de 14°C a 26°C y precipitación anual que fluctúa de 700 mm a 2000 mm, donde la época de mayor precipitación se presenta entre los meses de junio a noviembre.

Los bosques de galería del río San Pedro-Mezquital dentro de la cuenca del mismo nombre, al igual que otros ecosistemas riparios de México, muestran un disturbio que se puede catalogar en el rango de moderado a severo en sus casi 500 km de longitud del río. La presencia de sabino en este ecosistema rivereño, se observa desde aguas abajo de las presas "Guadalupe Victoria",

“Presa del Águila”, y “Santiago Bayacora”, aunque en este último reservorio, la presencia de sabino no fue inmediata y se observaron individuos aislados aproximadamente a 6 km aguas abajo de la cortina (Figura 2). La distribución de sabino en el RSPM se corroboró hasta aproximadamente 8 km, aguas abajo del poblado “El Mezquital”, la especie quizás continúe de manera esporádica en el río posterior a este punto, aunque no se pudo constatar su presencia debido a lo inaccesible del terreno y a otros aspectos; no obstante, la longitud total explorada con sabino fue de 261 km, lo que constituye aproximadamente el 52% de la longitud total estimada del río.

Adicionalmente, se efectuó un análisis de imágenes del terreno contiguo al área de estudio con programa Google Earth las cuales no muestran la presencia de sabino fuera de los sitios analizados, posiblemente debido a cauces con pendientes abruptas, escurrimientos sólo estacionales y volúmenes de alta intensidad que remueven la regeneración que se pudiera establecer, limitando de esta manera su presencia.

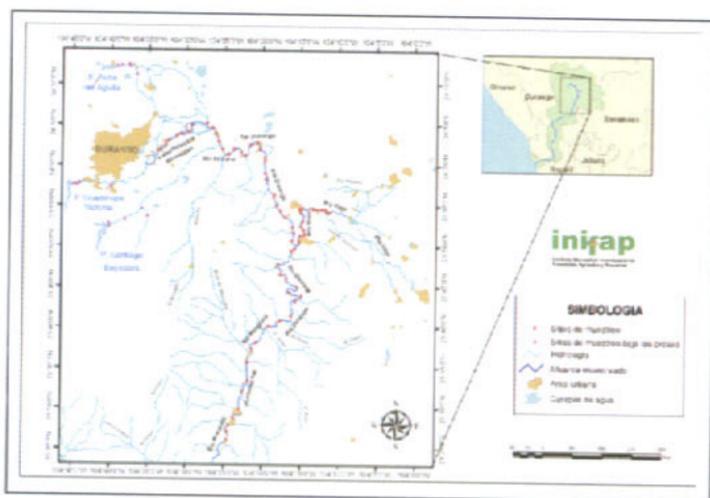


Figura 2. Sitios verificados con la presencia de sabino en el RSPM. La longitud total explorada con sabino en la cuenca del RSPM fue de 261 km, más del 50% de la longitud total del río, desde que nace en Durango hasta su desembocadura en marismas nacionales del estado de Nayarit.

Características fisonómicas de los árboles longevos

Para el sabino así como para otras especies, se tiene el concepto generalizado de que los árboles viejos son aquellos individuos vigorosos, de follaje exuberante y de dimensiones colosales que se ubican en suelos profundos y fértiles, con una provisión adecuada de nutrientes y de humedad (Fritts, 1976). Esta creencia es errónea, ya que el hábitat de estos individuos es completamente distinto, es decir, suelos someros, escarpados, de escasa fertilidad, muchas veces situados en sitios con vientos frecuentes e intensos, dependientes únicamente del agua que se almacena en el perfil del suelo antes o durante la estación de crecimiento, es decir, no tienen aportación de agua de áreas aledañas y sobreviven únicamente con el agua de lluvia, excepto para el sabino de hábitat ripario presente en corrientes perennes o intermitentes de gran parte de los ríos en México (Villanueva *et al.*, 2010).

Cada especie exhibe características fenotípicas muy peculiares de añejamiento, inherentes a su genotipo y a la influencia de factores externos, como de competencia entre la misma especie y entre especies distintas, factores climáticos, entre otros; para el caso del sabino, el tallo y gran parte de las ramas terminales se tuercen longitudinalmente (Figura 3), la corteza exhibe un arreglo en espiral, copa aplanada y de reducida superficie, debido a la muerte de los extremos superiores de las ramas; las ramas principales son escasas y colgantes, la corteza es normalmente de mayor grosor y en ciertos especímenes pareciera sufrir desprendimiento de la capa exterior; la coloración del tallo es más acanelada, pero en algunos otros individuos se torna de grisácea a blancuzca. En general, el tronco presenta pudriciones en su parte interna derivado de daños físicos o producidos por una menor oxigenación (Figuras 4).



Figura 3. Árbol longevo con cerca de 800 años de edad, localizado entre los parajes Saltito y Saltillos en el RSPM. El fuste principal en espiral es una característica inconfundible de árboles longevos.



Figura 4. Especímenes de sabino longevos en el RSPM. En este caso, la coloración del fuste principal es blanquecina y también se observa la torcedura del tallo principal, particularmente en el ejemplar ubicado en el costado derecho. La competencia entre estos individuos también favorece crecimientos radiales reducidos y cuando se observa una sección transversal al microscopio, se detectan secciones con anillos muy estrechos, que se vuelven indistinguibles para ciertos periodos, particularmente durante sequías prolongadas.



Figura 5. Cactácea creciendo sobre el tronco de un sabino en el RSPM. La presencia de cactáceas y otras especies arbustivas enraizadas en troncos y ramas del sabino es un signo de longevidad del individuo donde se establecen.

Los especímenes más longevos, sirven de repisa para diversas plantas epífitas, principalmente especies de las familias Cactaceae, Orchidaceae, Gramineae y Bromeliaceae que toman ventaja de la acumulación paulatina en el tiempo de material orgánico producto de la descomposición de la corteza, madera y acumulación de suelo en oquedades, dejado por las grandes avenidas; este sustrato es aprovechado entonces para la germinación y desarrollo posterior de las especies señaladas (Villanueva *et al.*, 2006) (Figura 5). En términos de las raíces, estas son vigorosas y extendidas, expuestas a la intemperie, en muchos casos, debido a problemas ocasionados por erosión hídrica, que a su vez es favorecida por el sobrepastoreo y cambios de uso del suelo; no obstante, no se ha observado o analizado a detalle una característica peculiar de añejamiento en la raíz de un árbol longevo, que las diferencie del resto de los individuos jóvenes, amén de contener también un número mayor de anillos de crecimiento, los cuales también son visibles en las raíces de esta especie (Figura 6).

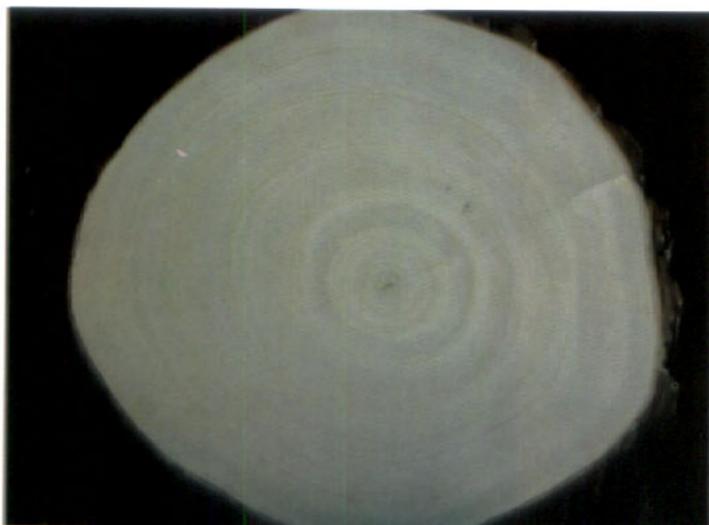


Figura 6 . Sección transversal de una porción de raíz de sabino, mostrando la presencia de anillos de crecimiento anual.

Con base a la experiencia de muestreos de sabino llevados a cabo en diversos ecosistemas rivereños de gran parte de México, se ha determinado que los árboles de mayor longevidad se ubican en sitios protegidos de manera natural a avenidas extremas, aledaños a paredes rocosas de barrancas, en medio de las corrientes protegidas por grandes rocas y en lugares donde se forman lagunas con muy baja pendiente, y donde pareciera que el agua permanece estancada y con un tirante de agua relativamente superior a la profundidad media del resto de la corriente (Villanueva *et al.*, 2009) (Figura 7).

Estos árboles longevos también se encuentran arraigados a sitios muy rocosos de origen volcánico o metamórfico, de pobre fertilidad, situación que inhibe su desarrollo; en otros casos, árboles longevos se han detectado en suelos extremadamente ricos en yeso con alto contenido de magnesio y la presencia de un manto freático muy superficial (Villanueva *et al.*, 2003a).

Una característica peculiar del sabino es su tendencia a fusionarse con árboles adyacentes de la misma especie, esta situación, le permite constituir individuos con un gran porte, particularmente en diámetro, situación que le confiere al nuevo individuo mayor fortaleza para soportar los embates de grandes avenidas y resistencia física a vientos fuertes y a otras eventualidades como incendios naturales o intencionales.



Figura 7. Paraje con sabinos longevos, establecidos en un sitio con agua relativamente en calma y una profundidad mayor al resto de la corriente. La oxigenación escasa en estas condiciones pudiera ser un factor que inhibiera los crecimientos del sabino y promoviera su longevidad. Así mismo, los árboles se encuentran dentro de la corriente, lo que los protege de sufrir daños por el hombre. Los árboles en estas condiciones pueden superar los mil años de edad.

La composición química del suelo, particularmente de aquellos sustratos ricos en magnesio se presume está asociado con la longevidad de la especie (Stahle *et al.*, 2005); si se encontrara una explicación fisiológica de la influencia de este elemento en la esperanza de vida de las especies, entonces sería factible mediante análisis de suelo y con el apoyo de sistemas de información geográfica, determinar sitios potenciales con árboles longevos de sabino en México para fines de protección, conservación y restauración.

Las características señaladas son las más representativas de árboles longevos, aunque ocasionalmente se encuentran especímenes longevos en rodales con altas densidades de individuos, que por cuestiones de competencia entre la especie y con otras especies se apartan de las características indicadas, aunque para determinar la edad de estos individuos, forzosamente se tiene que obtener núcleos de crecimiento de preferencia hasta el centro del árbol, ya que a simple vista es difícil de estimar su longevidad, puesto que generalmente son individuos de fuste delgado y muchas veces no presentan la forma en espiral del tallo y tampoco ramas colgantes, que caracterizan a la mayoría de árboles longevos.

Estimaciones de edad del sabino

Uno de los problemas frecuentes para determinar la edad de esta especie es su tendencia a presentar pudriciones y ahuecamientos en la parte central del tronco y ramas principales, situación que es favorecida por acciones antropogénicas (incendios provocados, cortadura de ramas, heridas en tallos y ramas, contaminación del río por desechos urbanos e industriales, entre otros) y naturales, como es el caso del daño mecánico ocasionado por el golpeteo directo de rocas (durante avenidas extraordinarias) en los fustes de especímenes ubicados justo en donde coinciden dos o más corrientes permanentes o semipermanentes, también la presencia de daños por rayos, vientos fuertes y problemas de menor oxigenación por falta del movimiento del agua en algunas partes del río; estos daños que limitan la extracción con el taladro de Pressler a través de secciones radiales de crecimiento (virutas o incrementos) reducen la probabilidad de obtener una aproximación más real a la edad del individuo (Villanueva *et al.*, 2005); así, en árboles en los que se obtuvieron incrementos radiales sólidos de 700 o más años, la parte podrida faltante del radio para llegar al centro del árbol, pudiera contener varios cientos de años no contabilizados y en realidad el árbol pudiera llegar a mil años o sobrepasar esta edad (Figura 8).



Figura 8. Obtención de un núcleo de crecimiento (incremento, viruta) con un taladro de Pressler, de un árbol longevo con problemas de pudrición. Los taladros de diámetro interno más grueso (12 mm) son más deseables que los taladros convencionales (5.1 mm), ya que se obtiene una mayor proporción de madera para analizar los anillos de crecimiento. Una limitante es su longitud, ya que las barrenas convencionales no sobrepasan los 50 cm de largo, cuando el radio de gran parte de los árboles de sabino supera este valor.

Para una aproximación más real de la edad del árbol, al número de años obtenido del incremento sólido (viruta), se le añade un determinado número de años estimado en el radio faltante para alcanzar el centro del árbol y que muestra pudriciones; además, se agrega un número de años adicionales, tiempo que tarda el árbol en alcanzar la altura donde se obtuvo la muestra. De esta manera, la edad estimada estará lo más cercano posible al año de su establecimiento (Villanueva *et al.*, 2003b).

Una forma de corroborar los pulsos de establecimiento de árboles y determinar períodos de germinación es mediante estudios de dinámica poblacional, en los que mediante gráficos de clases de edad, se puede visualizar pulsos de reclutamiento y determinar en que períodos el establecimiento arbóreo fue mayor (Daniel *et al.*, 1979); lo anterior, se puede verificar si se cuenta con registros climáticos, reconstrucciones paleoclimáticas o evidencia histórica de la presencia de eventos hidroclimáticos

extremos, por ejemplo, períodos muy húmedos que favorecieron el establecimiento masivo de plántula. Cuando se observan estos pulsos de regeneración aunada con información climática, entonces, se puede tener mayor confiabilidad en definir los períodos en los que pudo haber ocurrido dicho establecimiento (McPherson y Villanueva, 2001).

Ubicación de árboles longevos en el RSPM

Dentro de la extensión total explorada del RSPM, sólo un transecto de aproximadamente 20 km de longitud posee individuos longevos de sabino, algunos de los cuales pueden superar el milenio de edad (Cuadro 1, Figura 9); esta sección se ubica entre las coordenadas 23° 56' 21 .9"N, 104° 18' 28.2" WG y 23° 59' 01.9", 104 19' 43.7" WG con una elevación media de 1843 m, para un mejor ubicación dentro del río Mezquital se puede decir que éste transecto queda comprendidos entre los parajes "El Saltito" y "Saltillos" la distribución del arbolado longevo en esta sección del río, no presenta un patrón continuo con especímenes viejos, más bien estos individuos aparecen de manera dispersa, en ocasiones aislados y entremezclándose con el renuevo, apareciendo entre individuos de jóvenes a maduros en ambos márgenes del río, localizados en microsítios con cierta protección física proporcionada por el entorno, como son barrancas aledañas, barreras físicas de rocas, en donde el suelo es rocoso, somero y de escasa fertilidad.

Estos organismos centenarios y milenarios constituyen una de las fuentes de mayor resolución para estudios paleoclimáticos, además de contener en sus anillos de crecimiento anual información que permite determinar la influencia de fluctuaciones en la disponibilidad de agua, así como el efecto del disturbio de origen antropogénico (Cortés *et al.*, 2010) (Figura 10). En este estudio, como árboles longevos, se consideran aquellos ejemplares que sobrepasan los 500 años de edad, ya que individuos inferiores a esta edad y sobre todo en el rango de 100 a 300 años son muy comunes en un gran número de parajes estudiados en el RSPM.

Cuadro 1. Localización geográfica de individuos longevos entre los parajes Saltito-Saltillos en el Río Durango.

Clave de muestra	Diámetro (cm)	Edad (años)	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Características del árbol
JM01	---	800	23° 57.00'	104° 19' 27.5"	1815	Torcido, dos km, arriba del paraje Saltito
SPM29	119.0	897	23° 59' 0.67"	104° 19' 41.9"	1843	Centro del fuste principal podrido, desramado
STO32	130.0	700	23° 56' 21.9"	104° 18' 28.2"	1843	Individuo sano, aldeaño a barranca.
STO47	98.0	820	23° 58' 33.9"	104° 19' 27.5"	1833	Protuberancias en el fuste principal.
STO54	186.0	819	23° 59' 18.6"	104° 19' 41.0"	1843	Individuo sano
STO58	170.0	832	23° 59' 18.6"	104° 19' 41.0"	1843	Fuste principal quemado
STO63	202.0	740	23° 56' 22.4"	104° 18' 28.4"	1794	Presenta corte de ramas
STO68	136.0	700	23° 59' 23.9"	104° 19' 40.0"	1792	Presenta corte de ramas
STO69	175.0	740	23° 59' 24.3"	104° 19' 41.0"	1793	Fusionado con otro árbol
STO82	175.0	820	23° 56' 22.4"	104° 18' 28.4"	1794	Ramas colgantes y fuste torcido
STO137	160	810	23° 59' 0.8"	104° 19' 43.5"	1840	En cauce del río, fuste en espiral
STO138	175	700	23° 59' 0.8"	104° 19' 43.5"	1840	En cauce del río, fuste en espiral
STO157	200	740	23° 57' 15.7"	104° 19' 28.8"	1843	Árboles en una isla, presentan fuste torcido
STO160	170	760	23° 59' 01.7"	104° 19' 43.7"	1843	Individuo con fuste torcido
STO161	180	800	23° 59' 01.7"	104° 19' 43.7"	1843	Individuo con fuste torcido
STO162	200	750	23° 59' 01.7"	104° 19' 43.7"	1843	Daños en ramas
STO164	119	780	23° 59' 01.7"	104° 19' 43.7"	1843	Ramas colgantes y fuste torcido

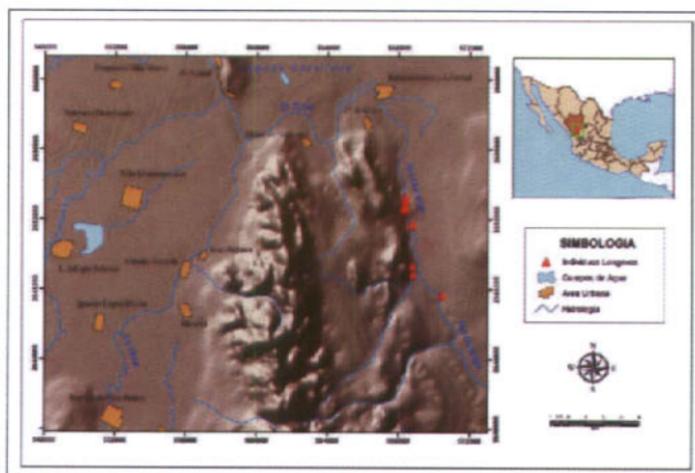


Figura 9. Sitios con arbolado longevo en los parajes “El Saltito” y “Saltillos” del Río Durango.



Figura 10. Sección transversal de madera de sabino mostrando la formación de anillos de crecimiento anual y su alta sensibilidad a variables climáticas, determinada por la formación de anillos anchos y angostos.

Acciones de conservación de parajes con árboles longevos

La conservación de especímenes longevos debe considerar de manera integral a todo el ecosistema, desde el manejo forestal sustentable de las partes altas de las cuencas donde se generan los recursos hídricos, que luego son conducidos por gravedad por los afluentes y cauce principal, donde se ubica el ecosistema ripario, hasta las partes bajas donde se realiza el mayor aprovechamiento del agua tanto superficial como subterránea. Esta acción, sin embargo, demanda de un gran esfuerzo de la parte social involucrada en el aprovechamiento de los recursos forestales, hídricos y de todo el uso que se realiza de la vegetación para actividades agrícolas, pecuarias, urbanas, industriales y de otra índole. El manejo integral sustentable de la cuenca, debe tener un impacto favorable en los ecosistemas riparios, cuando se les provee de agua suficiente y de adecuada calidad, que mantenga al menos un gasto mínimo ecológico para el propio funcionamiento del ecosistema (WWF, 2008).

Para la futura protección y conservación de estos especímenes longevos es necesario dar a conocer que acciones como la construcción de presas con fines agrícolas, la desviación de agua directamente del río hacia parcelas irrigadas, la descarga de aguas residuales sin tratamiento, vandalismo, incendios intencionales o por descuido, corte de ramas para cercado de potreros y de parcelas anexas a los márgenes del río, ocasionan un gran daño en el arbolado de sabino, al acelerar su pudrición aun en individuos jóvenes, ya que éstos daños favorecen la entrada de patógenos al interior del árbol propiciando su muerte prematura.

Otra de las acciones para proteger estos individuos consisten en dar a conocer su ubicación, especialmente a la población rural y urbana, así como a autoridades a las cuales compete la protección de dichos ejemplares; las buenas condiciones del arbolado en general representan una estabilidad de los banales, dado que favorecen la calidad de agua y fomenta

la presencia de fauna acuática y subacuática. El dar a conocer esta información promoverá una cultura ambiental en la sociedad, generando un microclima especial, que beneficia a los actores principales de estos ecosistema y por ende a los asentamientos humanos aledaños a la rivera.

Para disminuir la problemática de disturbio que presenta esta área, acciones como la utilización del arbolado vivo como postes para delimitar terrenos a la orilla del río, el daño directo al arbolado mediante el corte de ramas, incendios y daños mecánicos intencionales, así como la desviación de afluentes y extracción directa de volúmenes de agua, deben minimizarse, para que este sitio recobre su potencial escénico; en este apartado es importante resaltar que el pastoreo intensivo es una de los principales problemas a lo largo del RSPM, éste favorece la compactación del suelo, lo que genera posiblemente la sustitución de especies rivereñas por especies de matorral desértico, lo cual conjuntamente con los desechos sólidos y líquidos en él vertidos, provoca no sólo problemas de erosión y de contaminación del cauce, si no también daño directo a las raíces de los árboles y por ende a su integridad como individuos.

Por lo anterior se recomienda que, la unidad animal que presenta el RSPM debe ajustarse a la capacidad de carga del sitio o bien excluirse por completo de la rivera, situación que seguramente tendrá un efecto positivo en la regeneración del sabino y en disminuir los daños al arbolado también producidos por los dueños o pastores de los hatos ganaderos. Adicionalmente, es necesario establecer bebederos dentro de los potreros, para que los propietarios no tengan que llevar al ganado a las orillas del río, y así evitar la destrucción de la vegetación riparia, ya que a simple vista son evidentes los impactos que tiene el ganado sobre la calidad del agua.

Se recomienda continuar estudiando las relaciones entre las variables de franjas riparias, el estado de la calidad del agua y los impactos que ocasionan la ganadería y agricultura desarrollada a los costados de los cauces, con el fin de generar

estrategias que apoyen la recuperación y preservación de la integridad del ecosistema. Así mismo, con base en los conocimientos que se generen acerca de los bosques riparios, es necesario promover la aplicación de la normatividad en relación a la conservación y restauración, además de hacer que se respeten las franjas de bosque ripario de acuerdo a la legislación y normas aplicables en la actualidad.

Existe falta de conocimiento por parte de las comunidades con los conceptos y actividades que implican los programas de servicios ambientales, por lo que es necesario implementar cursos de información con la finalidad de dar a conocer la filosofía que involucran el pago de servicios ecosistémicos, lo anterior dará la pauta para un mejor entendimiento de este tipo de esquemas que ofrece beneficios a los misma habitantes de las poblaciones, siempre y cuando realicen actividades con el objetivo de mejorar y/o proteger su recurso natural, en este caso las aéreas de rivera.

Finalmente, el desarrollo de proyectos ecoturísticos se debe enmarcar en un ámbito donde se realcen los atributos visuales del entorno, como belleza escénica del paisaje, la presencia de árboles longevos (georeferenciados y fechados), la biodiversidad y la importancia ecológica del bosque de galería; la integración de estos elementos en un proyecto que vaya aparejado con el convencimiento de los propios ejidatarios y pequeños propietarios en conservar este recurso, esto podrá favorecer la permanencia de este ecosistema riveraño, que todavía se puede considerar como uno de los pocos en el país con menor disturbio ecológico.

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado con fondos de la World Wildlife Fund, Inc (WWF), número de acuerdo OK59, proyecto "Dinámica poblacional de sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) en la cuenca del río San Pedro-mezquital"; así como con financiamiento otorgado a través del Instituto Interamericano para Investigación de Cambio Climático (IAI), proyecto CRN # 2047, a su vez financiado por el US/National Science Foundation (Grant GEO-0452325).

Literatura Consultada

- Brown, C.A., G.N. Montz. 1986. Baldcypress: the tree unique, the wood eternal. Claitor's Publishing Division, Baton Rouge, LA. 139 p.
- 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.
- Coccon, E. 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. Ciencias 77: 46-53.
- Cleaveland, M.K. and D.W. Stahle. 1989. Tree-rimng analysis of surplus and deficit runoff in the White River, Arkansas. Water Resources Research 25: 1391-1401.
- Cortés Barrera, E.N., J. Villanueva D., J. Estrada A., C. Nieto de Pascual P., V. Guerra de la Cruz, O. Vázquez C. 2010. Utilización de *Taxodium mucronatum* Ten. Para determinar la variación estacional de la precipitación en Guanajuato. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 1(1): 159-170

- Daniel, T.W., J.A. Helms, and F.S. Baker. 1979. Principles of silviculture. Second Edition. McGraw-Hill Publishing Company. New York. 500 pp.
- Denny, G.C., M.A. Arnold. 2007. Taxonomy and nomenclature of baldcypress, pondcypress, and Montezuma cypress: one, two, or three species? *HortTechnology* 17(1): 125-127.
- Fritts, H.C. 1976. Tree-rings and climate. Academic Press, London. 567 p.
- González Elizondo, M. Socorro, M. González E., y M.A. Márquez L. 2007. Vegetación y ecoregiones de Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Durango, Dgo. 219 p.
- INEGI. 2002. Carta de uso del suelo y vegetación serie II del estado de Durango.
- Little, E.L. Jr. 1971. Atlas of the United States trees, Volume 1, conifers and important hardwoods. Miscellaneous publications. 1146, Washington, D.C., Department of Agriculture, Forest Service. 400 p.
- Luque, E. 1921. Voto razonado para elegir el árbol nacional. Sociedad Forestal Mexicana. *Revista México Forestal* 1 (9 – 10): 3.
- McPherson, G.R. and J. Villanueva-Díaz. 2001. Land use, climate, soils, and forest structure in the Animas Mountains and the Sierra los Ajos. In: Changing plant life of la frontera: observations on vegetation in the U.S./Mexico borderlands. G.L. Webster, C.J. Bahre (editors). Pp. 143 – 155. University of New Mexico Press. Albuquerque. 260 pp.
- Mattoon, W. R. 1915. The southern cypress. Bulletin No. 272. United States Department of Agriculture. Contributions from the Forest Service. Washington, D.C. USA. 73 p.

- Martínez, M. 1963. Las pináceas mexicanas. 3^a. Edición. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F. 345 p.
- Obedzinski, R.A., C.G. Shaw, and D.G. Neary. 2001. Declining woody vegetation in riparian ecosystems of the western United States. *Western Journal of Applied Forestry* 16(4): 169-181.
- Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México, D.F. 432 p.
- Stahle, D.W., R.D. Griffin, M.K. Cleaveland, and F.K. Fye. 2005. Ancient baldcypress forests buried in South Carolina. Technical Report. University of Arkansas, Fayetteville, AR. 29 pp.
- Stahle, D.W., J. Villanueva-Díaz, D.J. Burnette, J. Cerano-Paredes, R.R. Heim Jr., F.K. Fye, R. Acuna-Soto, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland, D.K. Stahle. 2011. Major Mesoamerican droughts of the past millennium. *Geophysical Research Letters* 38, L05703.
- Stromberg, J.C., S.I. Litalien, and M.D. Dixon. 2010. Effects of streamflow patterns on riparian vegetation of a semiarid river: implications for a changing climate. *River Research Applications* 26(6): 712-729.
- Timoney, K.P., G. Peterson, and R. Wein. 1997. Vegetation development of boreal riparian plant communities after flooding, fire, and logging, Peace River, Canada. *Forest Ecology and Management* 93: 101-120.
- Thomas, B.A., and R.A. Spicer. 1987. The evolution and paleobiology of land plants. Dioscorides Press Inc., Portland, Oregon. 309 p.
- Villanueva, D. J., A. Hernández R., F. García S., E. Cornejo O., D. W. Stahle, M. D. Therrell, M. K. Cleaveland. 2003a. Análisis

- estructural de un rodal de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en Los Peroles, San Luis Potosí, México. *Revista Ciencia Forestal en México* 28 (94): 57 – 79.
- Villanueva D.J., D.W. Stahle, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland, F. Camacho Morfín, P. Nuñez Díaz de la Fuente, S. Gómez Chávez, J. Sánchez Sesma y J.A. Ramírez García. 2003b. Registros climáticos de los ahuehuetes de Chapultepec en los últimos 450 años. *Boletín del Archivo Histórico del Agua* 8(23): 34 – 42.
- Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., D.W. Stahle, M.D. Therrell, L. Vázquez Selem, R. Morán Martínez, B.H. Luckman. 2006. Árboles viejos del centro-norte de México: Importancia ecológica y paleoclimática. Folleto Científico No. 20. INIFAP CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango. 46 p.
- Villanueva D. J, D.W. Stahle, B.H. Luckman, J. Cerano P., M.D. Therrell, R. Morán, M., M. K. Cleaveland. 2007. Potencial dendrocronológico de *Taxodium mucronatum* Ten. y acciones para su conservación en México. *Ciencia Forestal* 32 (101): 9 – 37.
- Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., V. Constante G., J. Estrada A. 2009. Bosques de galería con ahuehuate (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el Río Nazas: tasas de crecimiento y respuesta climática. *Agrofaz* 9(3): 134-143.
- Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., D.W. Stahle, V. Constante G., L. Vázquez S., J. Estrada A., J. de Dios Benavides S. 2010. Árboles longevos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(2): 1-23.
- WWF-Fundación “Gonzálo Río Arronte” I.A.P. (FGRA). 2008. Propuestas de caudal ecológico en México. Documento interno en formato pdf. 20 p.

inirap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

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



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

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

M.C. Luis Ubaldo Castruita Esparza

M.C. Omar Durán Guerra

Edición y diseño:

Lic. Leticia Zamora Téllez

Ing. Aldo Rafael Martínez Sifuentes

La presente publicación se terminó de imprimir en Diciembre de 2011 en los Talleres del Grupo Colorama, Adolfo Aymes No 50 Cd. Industrial, Torreón, Coah.

Su tiraje consta de 600 ejemplares

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-
ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ

Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO

Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Investigador	Red de Investigación e Innovación
Catalán Valencia Ernesto Alonso	Modelaje
Cerano Paredes Julián	Servicios Ambientales
Constante García Vicenta	Servicios Ambientales
Estrada Ávalos Juan	Agua y Suelo
González Barrios José Luis	Agua y Suelo
González Cervantes Guillermo	Agua y Suelo
Inzunza Ibarra Marco Antonio	Agua y Suelo
Macías Rodríguez Hilario	Agua y Suelo
Muñoz Villalobos Jesús Arcadio	Agua y Suelo
Potisek Talavera María del Carmen	Agua y Suelo
Rivera González Miguel	Agua y Suelo
Román López Abel	Agua y Suelo
Trucíos Caciono Ramón	Agua y Suelo
Valenzuela Núñez Luis Manuel	Servicios Ambientales
Velásquez Valle Miguel Agustín	Modelaje
Villa Castorena María Magdalena	Agua y suelo
Villanueva Díaz José	Servicios Ambientales



Vivir Mejor

www.gobiernofederal.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

www.inifap.gob.mx

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias