



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

“Impacto de la cosecha de corteza de *Amphipterygium adstringens* (Schiede ex Schlecht.). Standl. sobre las funciones reproductivas (floración y fructificación) en la localidad de San Rafael, Municipio de Coxcatlán, Puebla”

## **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**Biol. Javier Martínez Flores**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Rafael Lira Saade, FES Iztacala, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: Dr. Héctor Octavio Godínez Álvarez, FES Iztacala, UNAM  
Dr. Luis Enrique Eguiarte Fruns, Inst. De Ecología, UNAM**

**MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE, 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

“Impacto de la cosecha de corteza de *Amphipterygium adstringens* (Schiede ex Schlecht.). Standl. sobre las funciones reproductivas (floración y fructificación) en la localidad de San Rafael, Municipio de Coxcatlán, Puebla”

## **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**Biol. Javier Martínez Flores**

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Rafael Lira Saade, FES Iztacala, UNAM

COMITÉ TUTOR: Dr. Héctor Octavio Godínez Álvarez, FES Iztacala, UNAM  
Dr. Luis Enrique Eguiarte Fruns, Inst. De Ecología, UNAM

MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE, 2015

Dr. Isidro Ávila Martínez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Subcomité de Ecología y Manejo de Ecosistemas del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 9 de marzo de 2015, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **MARTÍNEZ FLORES JAVIER**, con número de cuenta 98131378, con la tesis titulada "Impacto de la cosecha de corteza de *Amphipterygium adstringens* (Schiede ex Schlecht.) Standl. Sobre las funciones reproductivas (floración y fructificación) en la localidad de San Rafael, Municipio de Coxcatlán, Puebla", realizada bajo la dirección del **DR. RAFAEL LIRA SAADE**:

Presidente: DRA. HEIKE DORA MARIE VIBRANS LINDEMANN  
Vocal: DRA. TERESA MARGARITA TERRAZAS SALGADO  
Secretario: DR. HÉCTOR OCTAVIO GODÍNEZ ÁLVAREZ  
Suplente: DRA. SILVIA AGUILAR RODRÍGUEZ  
Suplente: DR. LUIS ENRIQUE EGUIARTE FRUNS

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 10 de agosto de 2015.

*M. del Coro Arizmendi*

**DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA**  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, por permitirme realizar mis estudios de Maestría y el desarrollo del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo a través de la beca de posgrado CONACYT (CVU/Becario): 400920/269770, que recibí durante mis estudios de maestría.

Y al apoyo del Proyecto de las Plantas Útiles MGU, Kew Royal Botanic Gardens. U. K.

Agradezco a mi comité tutorial, a los doctores: Rafael Lira Saade (Tutor Principal), Héctor Octavio Godínez Álvarez y a Luis Enrique Eguiarte Fruns, por su apoyo en la instrucción y revisión en el desarrollo de mi proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Agradezco de manera muy especial al Dr. Rafael Lira Saade, por su atención, asesoramiento en toda mi formación de maestría, por la libertad y confianza para realizar mi proyecto. De igual forma agradezco a los Doctores: Héctor Octavio Godínez Álvarez y Luis Enrique Eguiarte Fruns, por sus consejos y apoyo.

Al comité jurado asignado para la revisión de esta tesis: A los Doctores Heike Vibrans Lindemann, Teresa M. Terrazas Salgado, Héctor Octavio Godínez Álvarez, Luis Enrique Eguiarte Fruns y Silvia Aguilar Rodríguez,

También a Héctor Cervantes y Martín López por su ayuda y conocimiento en los trabajos de campo.

A todos aquellos que me acompañaron en los muestreos y caminatas, en especial a los compañeros de la UBIPRO: Paulina, César, Isabel, Daniel e Ismael. También Adrian Bojórquez, Anny Meneses y Mario Ayala.

En general a todos mis amigos, maestros y compañeros del posgrado en la FES-Iztacala, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología e Instituto de Ecología.

Finalmente agradezco a las autoridades y pobladores de San Rafael Coxcatlán, Puebla, por la amabilidad y facilidades para desarrollar este proyecto.

## **DEDICATORIA**

**“A MI FAMILIA: MAXI, DCIEL, YANET, JOEL, XIMENA, SAID,  
RUBÉN, ZOE, SOFÍA Y MI AMOR LAURA. ESPERANDO A SU  
SOMBRA SUBIR POR MÍ CORTEZA, COMO EL ÁRBOL A SUS  
HOJAS CONCIENCIAS”**





### *Árbol adentro*

*“Creció en mi frente un árbol.  
Creció hacia adentro.  
Sus raíces son venas,  
nervios sus ramas,  
sus confusos follajes pensamientos.  
Tus miradas lo encienden  
y sus frutos de sombra  
Son naranjas de sangre,  
son granadas de lumbre.*

*Amanece*

*En la noche del cuerpo.  
Allá adentro, en mi frente  
El árbol habla.  
Acércate, ¿lo oyes?”*

*Octavio Paz.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>19</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE</b>	<b>20</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
5.1. REGISTRO DE LOS ÁRBOLES DE <i>Amphipterygium adstringens</i> .	23
5.2. COMPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES EN LOS DOS SITIOS DE MUESTREO	25
5.3. EVALUACIÓN DEL DAÑO POR DESCORTEZAMIENTO	25
5.4. PRODUCCIÓN DE FLORES Y FRUTOS	27
5.5. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	29
5.6. USO TRADICIONAL DE <i>Amphipterygium adstringens</i>	30
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
6.1. COMPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE LOS DOS SITIOS DE MUESTREO	30
6.1.1. Proporción de individuos con flores masculinas y femeninas	30
6.1.2. Tamaño de los árboles	31
6.1.3. Daño por descortezamiento	31
6.2. PRODUCCIÓN DE FLORES	32
6.3. EFECTO DEL DESCORTEZAMIENTO	34
6.4. DETERMINACIÓN DE LÓCULOS Y SEMILLAS PRODUCIDAS POR FRUTO	35
6.5. ENTREVISTA ETNOBOTÁNICA	36
6.5.1. Uso de la corteza de cuachalalate	36
6.5.2. Época y frecuencia de descortezamiento	37
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>39</b>

<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>
9.1. REFERENCIAS DE INTERNET	59
<b>10. ANEXOS</b>	<b>60</b>
ANEXO I. FLORES DE <i>Amphipterygium adstringens</i>	60
ANEXO II. CUESTIONARIO ETNOBOTÁNICO	61
ANEXO III. PRUEBA $\chi^2$	62

## Resumen

La cosecha de corteza es considerada menos dañina que la tala de los bosques, pero se sabe muy poco acerca de los efectos de la cosecha sobre las tasas vitales de las plantas. Los humanos al recolectar y extraer solo algunas partes de las plantas, al igual que los herbívoros, afectan negativamente la adecuación de las plantas, por ejemplo, en su crecimiento, supervivencia y reproducción. La cosecha de la corteza y las hojas que involucran partes fotosintéticamente activas puede impactar la reproducción de las poblaciones vegetales, reduciendo el número, tamaño de frutos y semillas. El árbol de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) tiene buena reputación en San Rafael, Coxcatlán, Puebla, como planta medicinal para curar varias enfermedades, como infecciones urinarias, para el control de la diabetes y para la cicatrización de heridas. En este trabajo se evaluó el estado actual de las poblaciones de árboles de cuachalalate. También se buscó un efecto de la remoción de su corteza sobre la producción de flores, frutos y semillas. Para ello se utilizó un análisis de regresión múltiple, considerando daño y talla de los árboles de cuachalalate. Se registró el conocimiento y uso del cuachalalate por parte de los pobladores de San Rafael. Se eligieron dos sitios de muestreo cercanos a dicha localidad, en ellos se registraron a los árboles dentro de cuadrantes establecidos de 50 x 10 m. El Sitio Uno tiene árboles con afectación por descortezamiento. En el Sitio Dos se registraron solo árboles sin descortezamiento. En ambos sitios de muestreo se encontró igualdad en la proporción de árboles femeninos y masculinos. No se encontraron diferencias significativas entre el tamaño en altura y diámetro de ambos sexos. Los árboles más dañados por descortezamiento fueron los masculinos. Además, los árboles de mayor diámetro tuvieron significativamente mayor área descortezada. No se encontró un efecto del descortezamiento en la producción de flores, principalmente por la escasez de individuos muestreados, o bien a que los efectos podrían ser a largo plazo.

## Abstract

The harvest of bark is considered less harmful than the felling of forests, but very little is known about the effects of harvest on the vital rates of plants. Humans to collect and extract only some parts of the plants, as well as herbivores, negatively affect the adequacy of the plants, for example, in its growth, survival and reproduction. The harvest of the bark and leaves that involve parties photosynthetically active can impact the reproduction of plant populations, reducing the number, size of fruits and seeds. Cuachalalate tree (*Amphipterygium adstringens*) has a good reputation in San Rafael, Coxcatlán, Puebla, as a medicinal plant to cure several diseases, such as urinary infections, for the control of diabetes and for the healing of wounds. In this study evaluated the current state of the populations of trees of cuachalalate. Also was sought an effect of the removal of their bark on the production of flowers, fruits and seeds. For this purpose we used a multiple regression analysis, considering damage and height of the trees of cuachalalate. It was registered the knowledge and use of the cuachalalate by the inhabitants of San Rafael. Two sampling sites were chosen near that location in them the trees were recorded in quadrants set of 50 x 10 m. The Site One has trees affected by debarking. On the Site Tow registered trees without debarking. In both sampling sites it was found in equal proportion of male and female trees. No significant differences were found between the size in height and diameter of both sexes. The most damaged by debarking trees were male. In addition, the larger diameter trees had significantly greater debarked area. It is not found an effect of the debarking in the production of flowers, mainly by the shortage of individuals sampled, or because the effects could be long term.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Productos Forestales no Maderables (PFNM), son importantes en el medio rural ya que son una fuente medicinal y de obtención de recursos económicos para los pobladores de estas zonas (Marshall et al., 2006). Sin embargo, la sobreexplotación de dichos recursos compromete la conservación de las especies útiles (Marshall et al., 2006). El conocimiento del efecto que tiene esta sobreexplotación en la conservación de los bosques y el desarrollo humano aún es limitada (Belcher y Ruiz-Pérez, 2001).

La extracción de cortezas se considera menos dañina para los ecosistemas boscosos que la cosecha de madera, por ejemplo al considerar sus efectos sobre los servicios ambientales y la diversidad biológica (Ros-Tonen y Wiersum, 2003). Pero se sabe muy poco acerca de los efectos de la cosecha de los PFNM sobre las tasas vitales de las plantas (Gaoue y Ticktin, 2008; Marshall y Newton, 2003; Ticktin, 2004). Los humanos, al igual que ocurre con los herbívoros, pueden afectar negativamente la adecuación de las plantas al remover solo una parte de éstas, por ejemplo en el crecimiento, sobrevivencia y reproducción (Sánchez-Ramos et al., 2010).

De acuerdo con varios autores (Cunningham, 2001; Gaoue y Ticktin, 2008; Ticktin, 2004), una de las maneras en que la cosecha de los PFNM, como son aquellas partes fotosintéticamente activas de las plantas (por ejemplo, corteza y hojas), puede impactar a las poblaciones vegetales alterando su reproducción en todos sentidos. En la mayoría de los casos se reduce el número y tamaño de frutos y semillas, disminuye la frecuencia y la probabilidad de su reproducción.

El daño ocasionado por el descortezamiento puede alterar la conducción de nutrientes y hormonas involucradas en la producción de flores y frutos (Cunningham, 2001; Gaoue y Ticktin, 2008; Primack, 1987). Esta conducción de los nutrientes en las plantas está controlada por el balance en la asignación o

alocación de nutrientes en las funciones de la reproducción y crecimiento vegetativo, que son las dos funciones principales en las plantas (Kigomo et al., 1994). Los recursos se asignan a diferentes partes de las plantas. Se translocan a diferentes procesos internos por las ramas o el tronco. Pueden bajar a las raíces a través del floema de los árboles, o se utilizan en la formación de flores, frutos y semillas (Levins, 1968).

El principio de alocación descrito por Levins (1968) se refiere a la asignación de recursos energéticos a las necesidades básicas de las especies vegetales: crecimiento, defensa y reproducción. La alocación de los recursos a estos procesos implica compromisos en los que una mayor aportación a una de ellas conlleva a una menor asignación a otra (Cepeda-Cornejo y Dirzo, 2010; Obeso, 2002; Stevens y Esser, 2009; Tozawa et al., 2009;).

Se ha observado una alocación diferencial de los recursos a la reproducción en especies dioicas, por ejemplo, en especies del género *Chamaedorea* (*C. alrenans*, *C. pinnatifrons* y *C. ernesti-augusti*; Arecales), donde la alocación de recursos en los árboles femeninos es mayor que en los masculinos. Esto se traduce en un menor tamaño de las plantas femeninas, pues éstas realizan además una inversión de sustancias de defensa en contra de los herbívoros. A diferencia los árboles masculinos son preferidos por los herbívoros (Cepeda-Cornejo y Dirzo, 2010). En la orquídea *Cypripedium acaule* (Orchidaceae) las plantas con mayor producción de frutos tienen un menor tamaño, en comparación con plantas obligadas a tener pocos frutos (Primack y Stacy, 1998). En otros casos las plantas parecen compensar el costo reproductivo. Por ejemplo en la especie dioica *Salix integra* (Salicaceae), se encontró que en sus poblaciones los árboles femeninos tienen un mayor costo reproductivo en términos de mayor captación de carbono que las plantas masculinas, sin que se vea afectado su crecimiento en tamaño (Tosawa, 2009).

La remoción de corteza puede exponer a la planta a la desecación y al ataque de plagas y enfermedades. Por ejemplo, en la especie *Acacia mangium* (Fabaceae) se observó que en su corteza esta especie desarrolla varias clases de hongos alrededor de las heridas después de tres semanas posteriores al descortezamiento (Schmitt et al., 1995). De igual forma *Azadirachta indica* (Meliaceae) es más propensa a la infección por hongos en su floema y xilema cuando se daña su corteza (Rajput et al., 2009).

El daño en la corteza también puede disminuir la cantidad de carbohidratos no estructurales de las plantas (Schnelle y Klett, 1992). Estos compuestos son de suma importancia para las plantas, pues son utilizados en situaciones de estrés (debido al clima, edad, enfermedad y daño). Es decir, cuando las condiciones ambientales no permiten una tasa fotosintética suficiente o son escasos los recursos para el crecimiento (Chapin et al, 1990; Richardson et al., 2013).

En el caso de la remoción de alguna parte de la planta, se puede asumir un riesgo en la alocaación de recursos a la regeneración de la parte dañada y a la reproducción (Ticktin, 2004). Se ha visto una disminución en la producción de los frutos al remover las hojas de la especie *Adansonia digitata* (Malvaceae) en la sabana Africana (Dhillon y Gustad, 2004). Pero, un caso contrario presentó otra especie africana. La corteza de *Khaya senegalensis* (Meliaceae) en Benin, África es utilizada por los miembros de la tribu Fulani como remedio en contra de enfermedades gastrointestinales, la anemia y la malaria. Las poblaciones de esta especie sujeta a una intensa cosecha de su corteza no presentaron un efecto sobre aspectos reproductivos en comparación con árboles con baja intensidad de cosecha. Sin embargo, se ha identificado una reducción en la producción del número de frutos cuando se remueven sus hojas que se utilizan como forraje para ganado (Gaoue y Ticktin, 2008). Por otro lado, existen ejemplos en diferentes partes del mundo, en los que la recuperación de los árboles posterior al descortezamiento resulta menos perjudicial. En un estudio realizado en *Taxus baccata* (Taxaceae), se encontró que la remoción de la corteza puede resultar



menos perjudicial al crecimiento y supervivencia de las poblaciones de esta especie si el corte se hace superficialmente, a una profundidad de 0.2 a 0.3 cm. En este caso no se sobrepasa el límite en grosor de la corteza que en promedio es de 0.43 cm, además de que es realizado de forma esparcida (Purohit et al., 2001). En el caso de *Prunus africana* (Rosaceae), Stewart (2009) encontró que la corteza se corta con un machete especial sin filo y sin afectar al cámbium vascular, lo cual permite la regeneración de los árboles a través de una callosidad inicial de la propia corteza. En el caso de *Garcinia lucida* (Clusiaceae) se reporta que descortezar por completo la circunferencia de los árboles aumenta su tasa de mortalidad (Guedje et al., 2007); lo mismo sucede en árboles de *Acacia* (*A. tortilis* y *A. elatior*) que son descortezados por elefantes (Ihwagi et al., 2009). Para árboles de la familia Pinaceae (*Abies homolepis* y *Picea jezoensis* var. *hondonensis*), el descortezamiento por parte de ciervos Sika (*Cervus nippon*) causa una descomposición del tronco de los árboles, que los hace más propensos a caer frente a los embates de tifones en Japón (Shibata y Torazawa, 2008).

Se ha mencionado también que el daño por la cosecha de corteza varía dependiendo de la etapa de vida de los individuos cosechados (Gaoue et al., 2013). Los árboles más jóvenes o inmaduros dentro de una población en ocasiones resisten menos los efectos del descortezamiento que los árboles maduros, con los diámetros más grandes (Purohit et al., 2001; Guedje et al., 2003) y que regularmente son los árboles reproductivamente activos.

En el caso de *Amphipterygium adstringens*, los estudios que existen se enfocan en las propiedades terapéuticas de su corteza (Cid, 2008), como su actividad adstringente, gastroprotectora, anti-úlceras o antiinflamatoria (Castillo-Juárez et al., 2007; Rosas-Acevedo et al., 2011; Oviedo-Chávez et al., 2004; Arrieta et al., 2003; Carrasco y Amézquita, 2009). Además es utilizada para el tratamiento de cáncer de estómago (Solares y Gálvez, 2000; García, 2006). Se han aislado varios compuestos de la corteza de *A. adstringens*, entre ellos, los que se encuentran en el extracto hexánico, el ácido masticadienónico y 3- $\alpha$ -

hidroximasticadienoico, que son compuestos triterpénicos tetracíclicos. A los dos compuestos se les ha atribuido la disminución de las concentraciones del colesterol en ratas (Navarrete, 1982) y un derivado del ácido masticadienónico, el cual presentó una eficacia hasta del 80% en el control de cáncer estomacal (adenocarcinoma) (Solares y Gálvez, 2000), además se le atribuye un efecto citotóxico dependiente de la concentración (Giner-Larza et al., 2002; Rosas, 2005). Aunado a ello, el extracto de acetato de etilo se encontró un efecto antígenotóxico en ratones CDI en diferentes concentraciones (Martínez y Flores, 2003).

*Amphipterygium adstringens* recibe diferentes nombres dependiendo de la región en la que se encuentre. Los nombres más populares son cuachalalate, cuachalalatetl, volador, maticerán, sumal. En la localidad de San Rafael, A. *adstringens*, se conoce como cuachalala y se encuentra en los alrededores del poblado principalmente en los cerros y barrancas (Dávila y Lira, 2002). En San Rafael, Coxcatlán, Puebla, el cuachalalate goza de alta reputación como planta medicinal, pues su corteza es empleada en infusión y como primera elección para curar infecciones urinarias, problemas gástricos, para el control de la diabetes y para la cicatrización de heridas (Canales-Martínez et al., 2005; Lira et al., 2008; Rosas-López, 2003). Los estudios sobre la corteza de cuachalalate se orientan al proceso de regeneración. Por ejemplo, en el estudio de Solares y Gálvez (2002) se reporta que en el estado de Morelos, México se realiza una intensa cosecha de la corteza de *A. adstringens* con fines medicinales. Estos autores encontraron que la regeneración de su corteza es más rápida si se realiza a finales del invierno. Para un descortezamiento de 30 mm de profundidad se necesitan de 6 a 9 meses para que la corteza se regenere (Solares y Gálvez, 2002).

El estudio anatómico de la corteza de esta especie es el realizado por Orduño (1988) quien describe la corteza de *A. adstringens* posterior al daño por descortezamiento a lo largo de 226 días. Sus resultados muestran una regeneración casi total, además de un desarreglo de los elementos celulares de los tejidos del floema diferente a las muestras de áreas no dañadas.

Se han reportado 366 especies de plantas útiles en San Rafael, además de que las formas de manejo *ex situ* son el cultivo y la tolerancia (Dávila y Lira, 2002). De estas especies, la mayoría se encuentran en unidades ambientales naturales denominadas por la gente como Apancle, Barrancas, Lomas, Cerros y Río, las cuales son reconocidas de acuerdo a varios criterios de uso, altitud, vegetación (Rosas-López, 2003). De las especies reportadas bajo algún tipo de manejo, 100 de éstas (la mayoría plantas perennes como árboles, arbustos y cactáceas de varios tipos) representan la elección primaria para las categorías de uso (comestible, medicinal, forraje, leña, materiales de construcción y ornamental) que son las más importantes en San Rafael (Rosas-López, 2003; Blanckaert et al., 2004).

*Amphipterygium adstringens* se encuentra dentro de las 157 especies utilizadas de manera silvestre en San Rafael (Dávila y Lira, 2002). De las plantas medicinales, los pobladores consideran a la corteza de cuachalalate como el recurso medicinal de mayor importancia medicinal, junto con la sangre de grado, *Jatropha neopauciflora* (Euphorbiaceae) (Dávila y Lira, 2002). Para los pobladores de la localidad de San Rafael, la recolección de flora útil es importante también para su subsistencia. Dada la importancia local de las especies de plantas útiles y especialmente el cuachalalate, se consideran prioritarias para fines de conservación en bancos de germoplasma y/o a través de distintos medios sencillos de propagación (Lira et al., 2008).

La información generada sobre los efectos de la cosecha de la corteza sobre la producción de flores, frutos y semillas de los árboles de cuachalalate servirá para el manejo y conservación de la especie.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo principal:**

Resolver diferentes preguntas relativas al estado actual de las poblaciones de árboles de cuachalalate *Amphipterygium adstringens* (Schiede ex Schlecht.).

Standl. También sobre el efecto de la remoción de su corteza sobre la producción de flores, frutos y semillas.

Objetivos particulares:

1. Comparar la proporción de individuos con flores masculinas y femeninas de cuachalalate en una población con árboles descortezados y una con árboles sin afectación por descortezamiento.
2. Analizar si existen diferencias en el tamaño de los árboles de cuachalalate en edad reproductiva entre ambos sitios de muestreo.
3. Analizar el daño por descortezamiento en los árboles y su relación con la producción de flores y frutos.
4. Describir si los recolectores tienen criterios (tamaño, época y fenología) para decidir cuáles árboles de cuachalalate son descortezados.
5. Estudiar la frecuencia con la que descortezan a los árboles de cuachalalate y el destino final de la cosecha en términos de autoconsumo o venta.

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La comunidad de San Rafael forma parte de la reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán y pertenece al municipio de Coxcatlán, Puebla. El poblado se encuentra a una altitud de 1217 msnm y su clima es semi-árido a árido, con una temperatura anual de 22°C en promedio (25°C en abril y mayo, y 18°C en enero). La época de lluvias se presenta entre junio y septiembre, y la precipitación promedio anual es de 394.6 mm (Medina, 2000).

En la zona existen dos tipos de suelo, regosol eútrico y xerosol háplico, los cuales soportan vegetación de bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, con especies como *Acacia cochliacantha*, *Agave macroacantha*, *Bursera morelensis*, *B. aptera*, *Ceiba aesculifolia* ssp. *parvifolia*, *Cephalocereus columna-trajani*,

*Escontia chiotilla*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Opuntia puberula* y *Pachycereus weberi*, entre otras (Blanckaert et al., 2004; Sánchez, 2012).

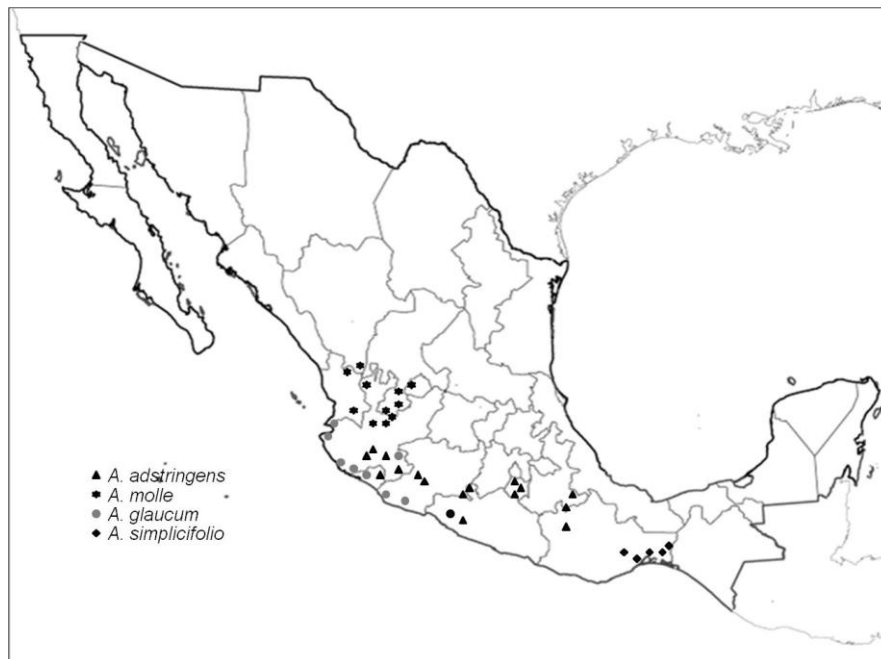
La población de San Rafael es de poco más de 300 personas en su mayoría dedicadas al cultivo de la caña, la milpa, el melón y diversas especies en huertos (Albino et al., 2011; Blanckaert et al., 2004; Lira et al., 2008; Rosas-López, 2003). El análisis de los resultados de estos estudios revela que en dicha comunidad se utilizan más de 360 especies vegetales entre especies cultivadas y silvestres.

En esta comunidad se han hecho estudios etnobotánicos generales (Rosas-López, 2003), enfocados a la composición, manejo y uso de los vegetales de los huertos (Blanckaert et al., 2004) y las plantas arvenses (Albino et al., 2011). Otros estudios hechos en la comunidad se han enfocado a la evaluación fitoquímica de las plantas medicinales empleadas para la curación de enfermedades infecciosas de origen bacteriano (Canales-Martínez et al. 2005). Destacan los estudios que han buscando documentar procesos de domesticación de varias especies perennes, por ejemplo Arellano y Casas (2003), Avendaño et al. (2009), Casas et al. (1997, 1999, 2006), Oaxaca-Villa et al. (2003) y Rodríguez- Arévalo et al. (2006).

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

La especie *Amphipterygium adstringens* es dioica y generalmente se ubica dentro de la familia Anacardiaceae o en la familia Julianiaceae (Cuevas, 2005) y ambas se toman como sinonimias de la especie. *Amphipterygium adstringens* tiene gran similitud con el género *Rhus* de Anacardaceae (Stern, 1952). Presenta canales resiníferos y sustancias químicas como los flavonoides en su corteza como sucede en Anacardiaceae (Solares y Gálvez 2002; Pennington y Sarukhán, 2005).

Dentro del género *Amphipterygium* se reconocen cuatro especies para México: *A. adstringens*, *A. molle*, *A. glaucum* y *A. simplicifolium* (Cuevas, 2005). El género *Amphipterygium* se distribuye desde México hasta América Central en la vertiente del pacífico hasta Guatemala y Costa Rica (Cuevas, 2005). En México, *A. adstringens* es una especie endémica, que se puede encontrar desde Nayarit hasta Oaxaca (Fig. 1). Domina en la selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963 y Pennington y Sarukhán, 2005). *Amphipterygium adstringens* se diferencia de la especie *A. simplicifolium* debido a que el borde de sus hojas se encuentra dentado desde la posición proximal hasta el ápice, mientras que en *A. adstringens* comienza en el último tercio de la hoja, en posición distal al ápice. *Amphipterygium simplicifolium* solo se encuentra en la zona del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca, México (Cuevas, 2005).



**Fig. 1.** Mapa de distribución de la especie *A. adstringens* y en general del género *Amphipterygium* en México (Basado en Cuevas, 2005).

*Amphipterygium adstringens*, al ser una especie dioica, tiene árboles que producen flores masculinas y árboles que producen flores femeninas. Las primeras se encuentran dispuestas en panículas tomentosas, y las flores

masculinas se disponen en las axilas de las hojas y son solitarias; ambas son de color blancas-amarillentas (Solares y Gálvez, 2002; Cid, 2008) (ANEXO I). Las flores femeninas son poco conspicuas hasta que comienzan a formar el fruto. Las semillas de *A. adstringens* contienen una nuececilla con 2 a 4 lóculos en su interior, que a su vez pueden contener o no semillas totalmente desarrolladas. (Cid, 2008; Guzmán-Pozos y Cruz-Cruz, 2014). La especie tiene frutos alados de tipo samaroides, secos e indehiscentes (Guzmán-Pozos y Cruz-Cruz, 2014) que permanecen en los árboles por varios meses al año. Los frutos y hojas de esta especie son el alimento de la guacamaya verde (*Ara militaris*), por lo que es muy importante para los ecosistemas donde se encuentra (Bonilla-Ruz et al., 2008).

Los árboles de esta especie miden hasta 10 m de altura. Tienen ramas ascendentes, cuyas puntas terminan a manera de braquiblastos. Su corteza es de color café rojizo a café oscuro, con lenticelas y en algunas ocasiones presenta protuberancias de corcho (Fig. 2). Dentro del floema se encuentran canales resiníferos que al cortar la corteza secretan resina de color blanquecino. Cabe mencionar que se ha determinado que es en la resina donde se encuentran los compuestos con propiedades medicinales (Olivera et al. 1999).



**Fig. 2.** Árbol de cuachalalate *Amphipterygium adstringens* descortezado.

Este árbol medicinal es cultivado en México, en los estados de Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla (Pennington y Sarukhán, 2005). En la comunidad de

San Rafael los árboles son aprovechados dentro de su hábitat silvestre y en ello radica la importancia de éste y muchos otros productos no maderables que se extraen de la reserva de Tehuacán-Cuicatlán (Dávila y Lira, 2002).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. REGISTRO DE LOS ÁRBOLES DE *Amphipterygium adstringens*.

Se registraron los árboles en dos sitios de muestreo, ambos similares en su condición de terreno plano y su tipo de suelo es regosol eútrico (INEGI, 2014). Además ambos sitios comparten vegetación característica de la selva baja y matorral espinoso.

Los muestreos se tomaron en cuadrantes de 50 x 10 m, de manera similar a Shibata y Torasawa (2008). Dentro de cada cuadrante, se marcaron los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) a partir de los 10 cm. Los árboles con descortezamiento tienen un diámetro a partir de ésta medida, también son los que producen las flores. El trazado de los cuadrantes en el muestreo tiene una orientación sur a norte, las particularidades de cada zona se muestran en el Cuadro 1.

La primera zona de estudio, que se llama Sitio Uno en este trabajo, se encuentra ubicada cerca del camino a la “Cueva del Oso”. Aquí se trazaron 7 cuadrantes y se marcaron 36 árboles de *A. adstringens* (10 femeninos, 15 masculinos y 11 árboles inmaduros). La segunda zona, denominada Sitio Dos, se encuentra rumbo al camino de “Las Compuertas”. En esta parte se trazaron 5 cuadrantes con 24 árboles de *A. adstringens* (12 femeninos, 11 masculinos y 1 árbol inmaduro) (Fig. 3).





**Fig. 3.** El poblado de San Rafael Coxcatlán, Puebla con **a)** los sitios de muestreo; Sitio Uno o Cueva del Oso, y **b)** Sitio Dos o Camino a las Compuertas **c)**. Los rectángulos azules y anaranjados representan los cuadrantes de 50X10m en los Sitios Uno y Dos respectivamente (Imagen modificada de Google Earth, 2013)

<b>Cuadro 1.</b> Particularidades de los dos sitios de muestreo donde se registraron los árboles de cuachalalate de este estudio.		
Sitios de Muestreo	1. Cueva del Oso	2. Las Compuertas
Área cubierta	3500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
Árboles registrados	36	24
Ubicación	18°11'N, 97°08'O y 18°12'N, 97°08'O	19°8'N, 97°07'O y 18°11'N, 97°07'O
Altitud	956 msnm	1010 msnm
Características particulares de cada sitio de muestreo	En la zona se encuentran caminos con múltiples veredas que se pierden en la vegetación.	La zona se encuentra más lejana de la localidad de San Rafael, y a diferencia de la otra zona no hay caminos.
Vegetación	Ambos sitios de muestreo comparten vegetación de selva baja y matorral espinoso con especies representativas como: <i>Bursera morelensis</i> , <i>Bursera aptera</i> , <i>Aesculifolia parvifolia</i> , <i>Placospermum buxifolium</i> , <i>Mimosa polyantha</i> , <i>Mammillaria carnea</i> y <i>Opuntia decumbens</i> .	

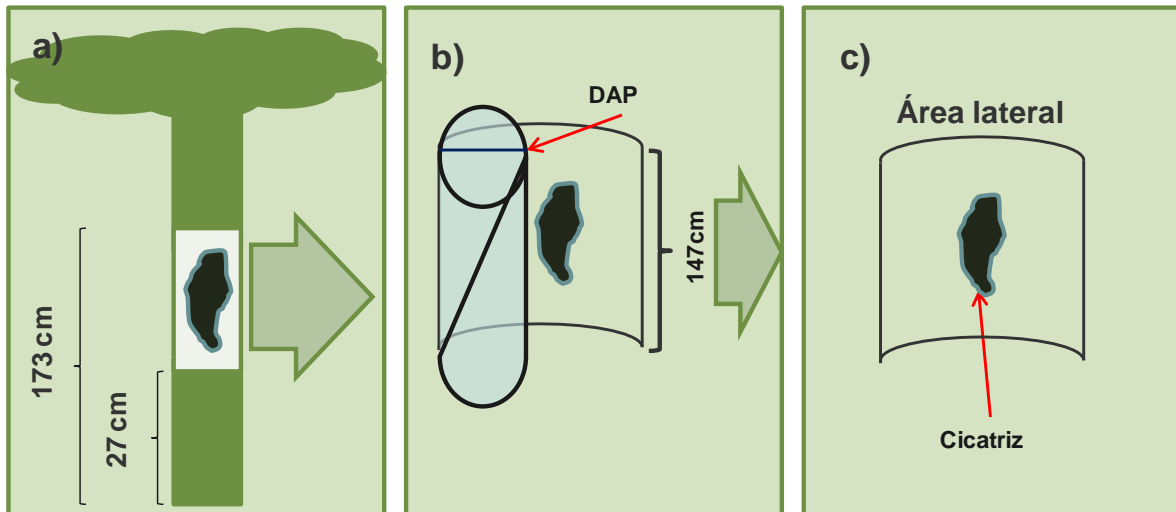
Cada árbol se georreferenció y se marcó con un número para facilitar su ubicación en el terreno, y se registró su DAP y altura. Se clasificó el sexo de los árboles (de acuerdo a su fenología) en femeninos, masculinos y aquellos cuyo sexo no es evidente, pues son árboles inmaduros que aún no producen flores.

## **5.2. COMPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES EN LOS DOS SITIOS DE MUESTREO**

Los datos obtenidos en el registro de los árboles se utilizaron para hacer comparaciones estadísticas entre los dos sitios. Primero se analizaron las diferencias en las proporciones de árboles femeninos y masculinos en los dos sitios de muestreo. Para ello se utilizó una prueba de homogeneidad no paramétrica que sigue una distribución  $X^2$  (Quinn y Keough, 2002). Luego se comparó el tamaño en altura y DAP (con datos transformados a escala log) de los árboles entre ambos sitios de muestreo con ayuda de una prueba de *t*-Student.

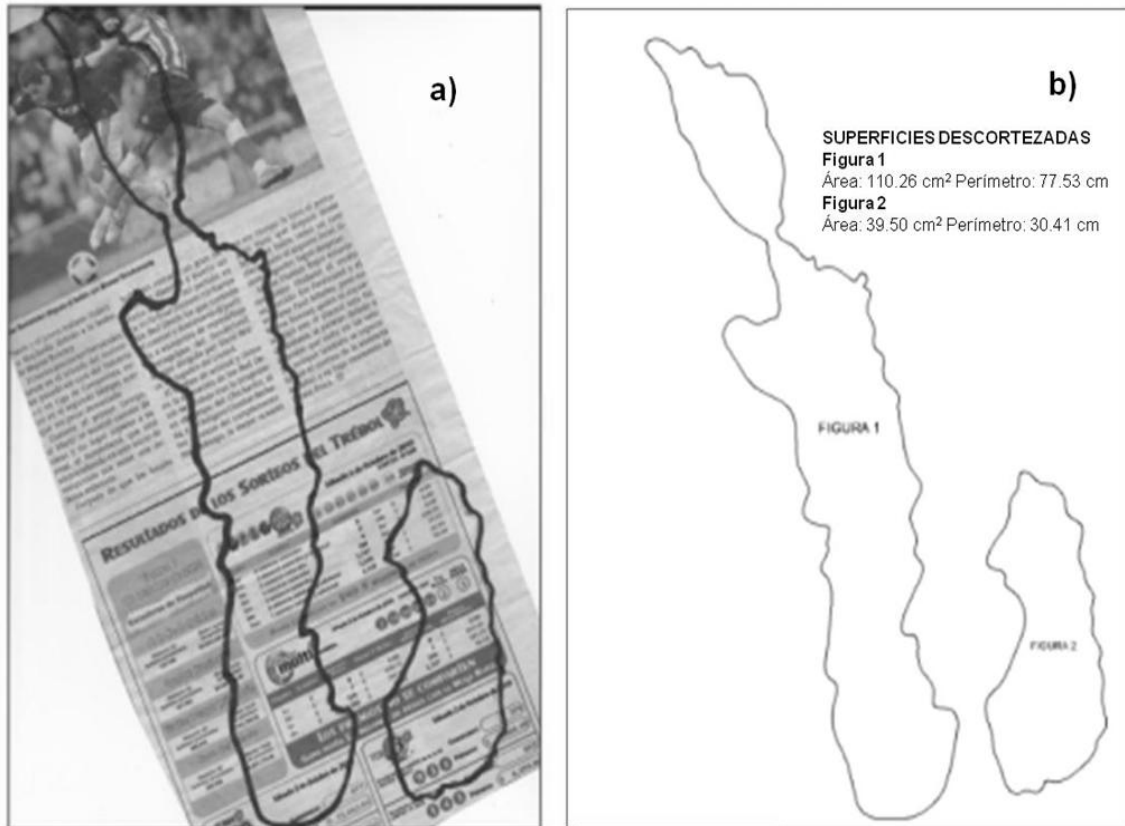
## **5.3. EVALUACIÓN DEL DAÑO POR DESCORTEZAMIENTO**

Para tener una medida común a todos los árboles, se tomó en cuenta la superficie del área lateral de un cilindro formada sobre la superficie del tronco de cada individuo descortezado (Fig. 4a; Niklas, 1994). La altura del cilindro considerado para todos los árboles fue de 146 cm, ubicada sobre el fuste de los árboles descortezados a partir de los 27 cm por arriba del suelo hasta los 173 cm. El DAP se estimó como el diámetro de la base del cilindro, y se usó para calcular el área de la base del cilindro (Fig. 4b). Esta medida común a todos los árboles sirvió para determinar el porcentaje de daño por descortezamiento (Fig. 4c).



**Fig. 4. a)** El área descortezada dibujada en papel sobre el tronco de los árboles. **b)** El diámetro a la altura del pecho (DAP) se tomó en cuenta como el diámetro de la base del cilindro. **c)** La medición de la proporción de daño por descortezamiento en el área lateral de la figura.

El área afectada por descortezamiento se calculó a partir del dibujo de la cicatriz de cada árbol en papel, que luego se escaneó para extraer su área en  $\text{cm}^2$  (Fig. 5).



**Fig. 5.** Medición del área descortezada con el programa AutoCAD 2010. **a)** Dibujo del área descortezada, tomada directamente de los árboles en campo. **b)** Figura procesada en la computadora mostrando área y perímetro.

#### 5.4. PRODUCCIÓN DE FLORES Y FRUTOS

Se evaluó la floración y la producción de frutos de forma individual para cada árbol. Se estimó el número de flores y frutos producidos. Para ello se utilizó el método de estimación por rama, donde en una rama principal elegida al azar (que a su vez está compuesta por ramas secundarias y terciarias), se contó el total de flores y frutos. Posteriormente se multiplicó por el número de ramas de igual tamaño en cada individuo. Para los árboles con pocas ramas se contó el total de flores y frutos (Cunningham, 2001; Rosas, 2006).

La época de floración se registró en tres ocasiones cuando fue posible observar las flores masculinas y femeninas. Los frutos se evaluaron hasta el

momento en que termina la floración en los árboles. A continuación se muestran las fechas del conteo de flores y frutos.

- 1) 25 junio 2012 (árboles de ambos sexos en los dos sitios de muestreo floreciendo).
- 2) 20 julio 2012 (árboles de ambos sexos en los dos sitios de muestreo floreciendo).
- 3) 12 agosto 2012 (árboles del Sitio Uno sin flores, en el Sitio Dos árboles de ambos sexos floreciendo).
- 4) 29 septiembre 2012 (conteo de frutos maduros producidos en cada árbol)

## 5.5. DAÑO POR DESCORTEZAMIENTO

Para evaluar la posible relación entre el daño ocasionado por el descortezamiento y la producción de flores y frutos en los árboles de cuachalalate, se utilizó un análisis de regresión múltiple, en el cual el daño y el tamaño de los árboles (DAP) fueron las variables explicativas y el número de flores producidas la variable dependiente (Gaoue y Ticktin, 2008).

Este análisis se hizo sólo para los árboles masculinos del Sitio Uno, ya que en el caso de los árboles femeninos la muestra es muy pequeña, pues solo se registraron cuatro árboles descortezados. Lo anterior resulta una lástima, ya que generalmente se esperaría un efecto más fuerte en los ejemplares femeninos por un mayor esfuerzo en términos de biomasa para los frutos.

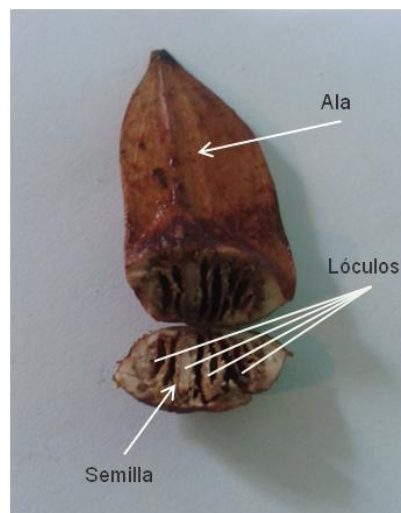
Los datos se transformaron a logaritmo natural para el número de flores, el DAP y el área dañada en términos de porcentaje, cumpliendo de este modo con los supuestos de la regresión (Gaoue y Ticktin, 2008).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{DAP} + \beta_2 X_{Daño} + \varepsilon$$

En el modelo  $\varepsilon$  representa el error no explicado por el modelo,  $\beta_0$  es el intercepto,  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión del DAP y  $\beta_2$  es el coeficiente del daño. Los coeficientes son una medida de la contribución de sus variables con la producción de flores o variable  $Y$ .

## 5.5. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Se analizó el número de semillas por fruto en la forma propuesta por Cid (2008) en su estudio sobre la propagación sexual de *A. adstringens*. Se formaron dos grupos de frutos: 200 frutos de árboles con daño por descortezamiento del Sitio Uno y 200 frutos de árboles del Sitio Dos de árboles sin daño por descortezamiento. En cada uno de ellos se contó el número de lóculos y semillas totalmente desarrolladas (Fig.6).



**Fig. 6.** Corte transversal del fruto de cuachalalate, para contar el número de lóculos y semillas.

Para hacer una comparación estadística entre la proporción de frutos con al menos una semilla por cada sitio de muestreo, se utilizó una comparación estadística de proporciones en una distribución  $z$  (o normal estándar).

## **5.6. USO TRADICIONAL DE *Amphipterygium adstringens***

Para evaluar la forma de manejo de la corteza de cuachalalate, se aplicaron 45 entrevistas a personas de la localidad de San Rafael, de las cuales 29 fueron mujeres y 16 hombres. Las edades de los entrevistados fluctúan entre 25 a 78 años y el promedio es alrededor de 51 años. Cada persona entrevistada pertenece a un hogar diferente de la comunidad. Se eligieron las personas que se entrevistaron a partir de una consulta a un miembro activo de la comunidad de San Rafael (Martín López Carrera), quien conoce a las personas de las distintas familias que visitan y trabajan en el campo.

La entrevista que se aplicó fue semi-estructurada (Anexo II) y tuvo como finalidad principal conocer los criterios utilizados por los pobladores de San Rafael para descortezar árboles de cuachalalate, así como la frecuencia (en términos del último año) con la que se descortezan, y el destino, en términos de autoconsumo o venta, de la corteza recolectada.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. COMPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE LOS DOS SITIOS DE MUESTREO**

#### **6.1.1 Proporción de individuos con flores masculinas y femeninas**

Los árboles de *A. adstringens* se encuentran en las cercanías de San Rafael formando grupos, los dos sitios de muestreo presentan esta agrupación. También se observa este patrón en las laderas de barrancas y cerros de los alrededores, además de dispersos entre la vegetación. Al analizar la composición de sexos en los sitios de muestreo no se encontró una diferencia significativa entre la proporción de árboles femeninos y masculinos entre ambos sitios. Es decir que en ambos sitios se encuentran representados los dos sexos prácticamente en proporción 1:1,  $X^2(1, n=48) = 0.716, P > 0.05$  (Anexo III).

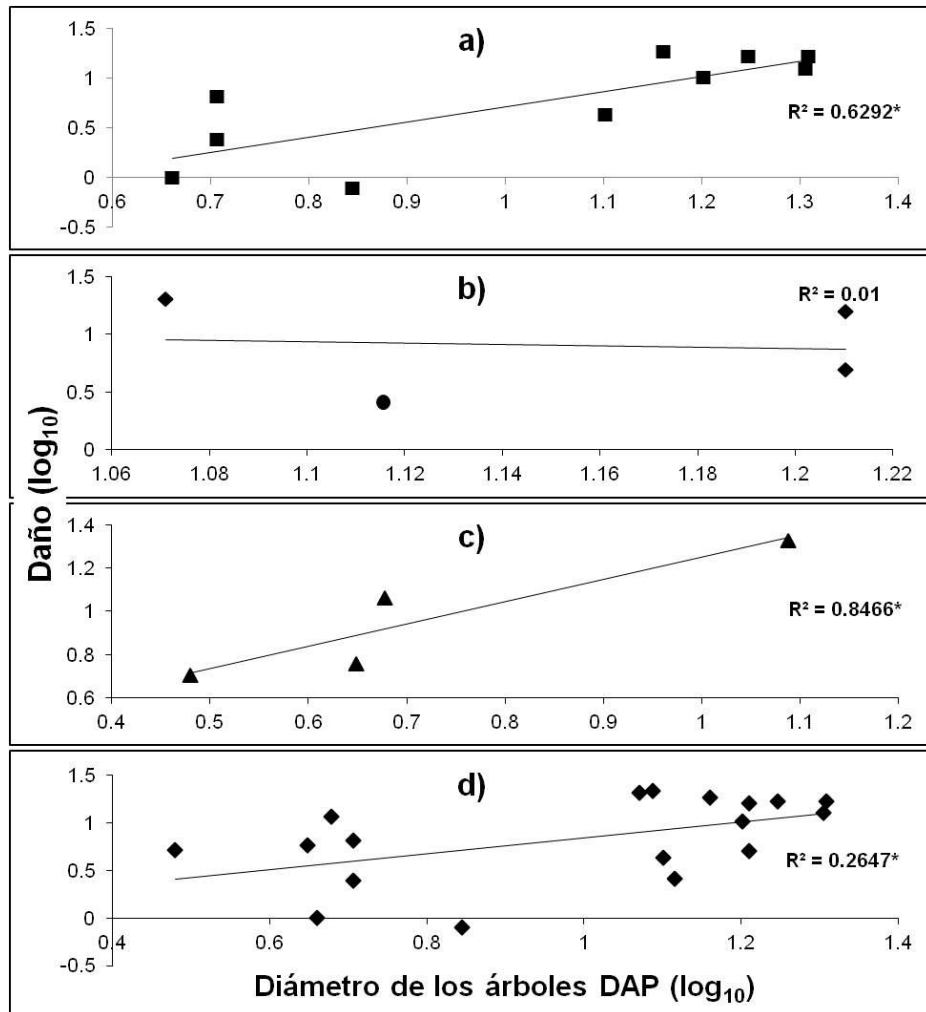
### **6.1.2. Tamaño de los árboles**

Los resultados muestran que en ambos sitios de muestreo los árboles en promedio tienen el mismo tamaño, ya que no se encontraron diferencias significativas en la talla de árboles masculinos y femeninos, ni en ambas poblaciones por separado (Sitio Uno  $t = -0.569$ ;  $gl = 23$ ;  $P = 0.574$ ; Sitio Dos  $t = 0.723$ ;  $gl = 21$ ;  $P = 0.478$ ), o en conjunto ( $t = -1.062$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 0.293$ ), el promedio del DAP de los árboles masculinos y femeninos fue de 5.22 m y de 5.63 m de altura respectivamente. Lo mismo ocurrió con el diámetro de los árboles, para el Sitio Uno ( $t = -0.589$ ;  $gl = 23$ ;  $P = 0.477$ ), para el Sitio Dos ( $t = 1.049$ ;  $gl = 21$ ;  $P = 0.306$ ) y al juntar todos los datos ( $t = 0.0584$ ;  $gl = 46$ ;  $P = 2.012$ ), el promedio del diámetro de los árboles masculinos y femeninos fue de 5.22 m y de 5.63 m respectivamente.

### **6.1.3. Daño por descortezamiento**

De los árboles registrados, los masculinos del Sitio Uno presentaron más individuos afectados con el 67% del total, mientras que solo 36% de los femeninos presentaron daño ( $\alpha = 0.05$ ;  $z = 1.60$ ). Además de que los árboles de mayor diámetro (DAP) tuvieron una mayor área descortezada (Fig.7).



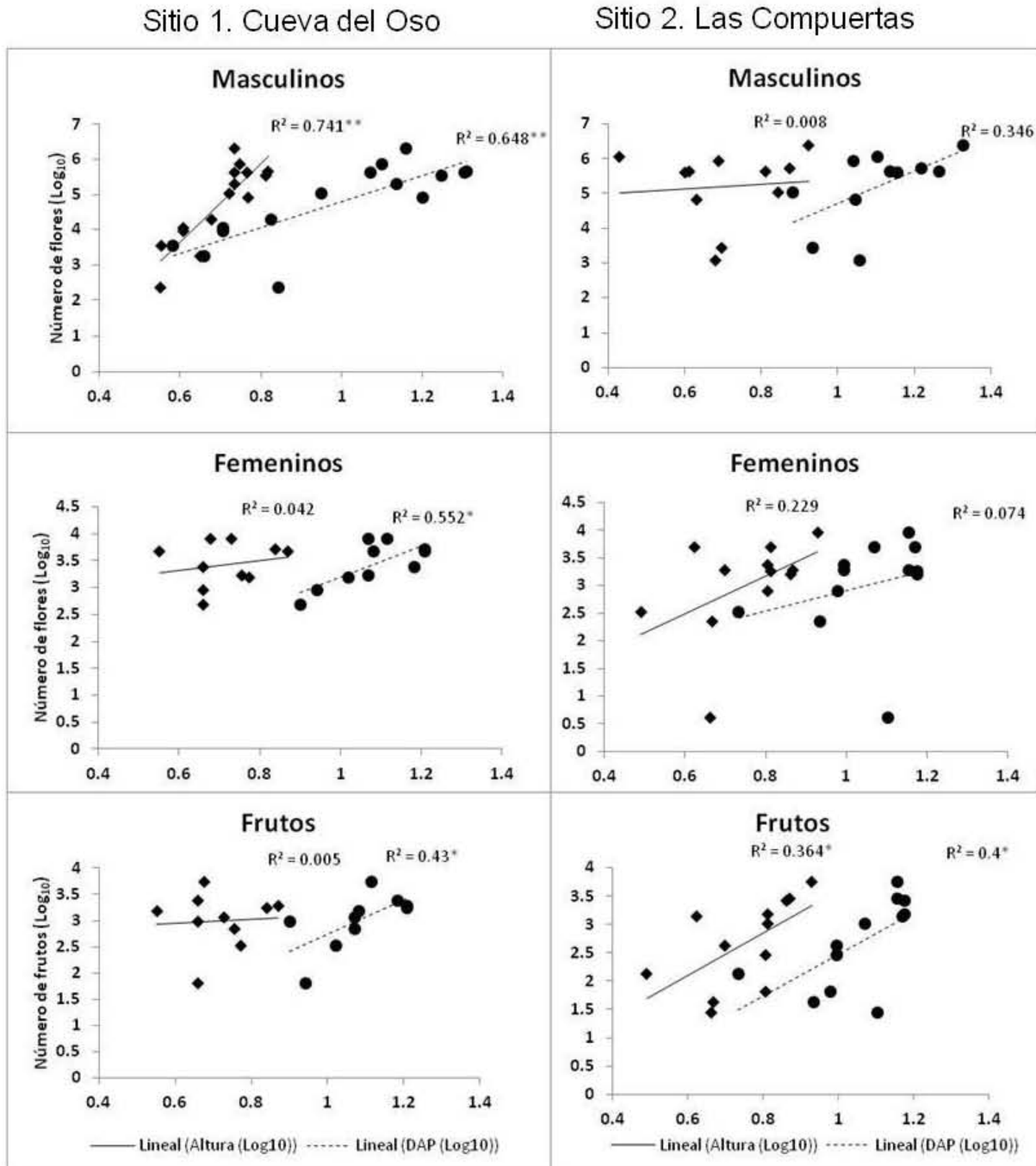


**Fig. 7.** Daño en los árboles del Sitio Uno con afectación por descortezamiento. **a)** Masculinos, **b)** Femeninos, **c)** Árboles inmaduros y **d)** Total de árboles con descortezamiento (todas las categorías anteriores); ( $\alpha=0.05^*$ ).

## 6.2 PRODUCCIÓN DE FLORES

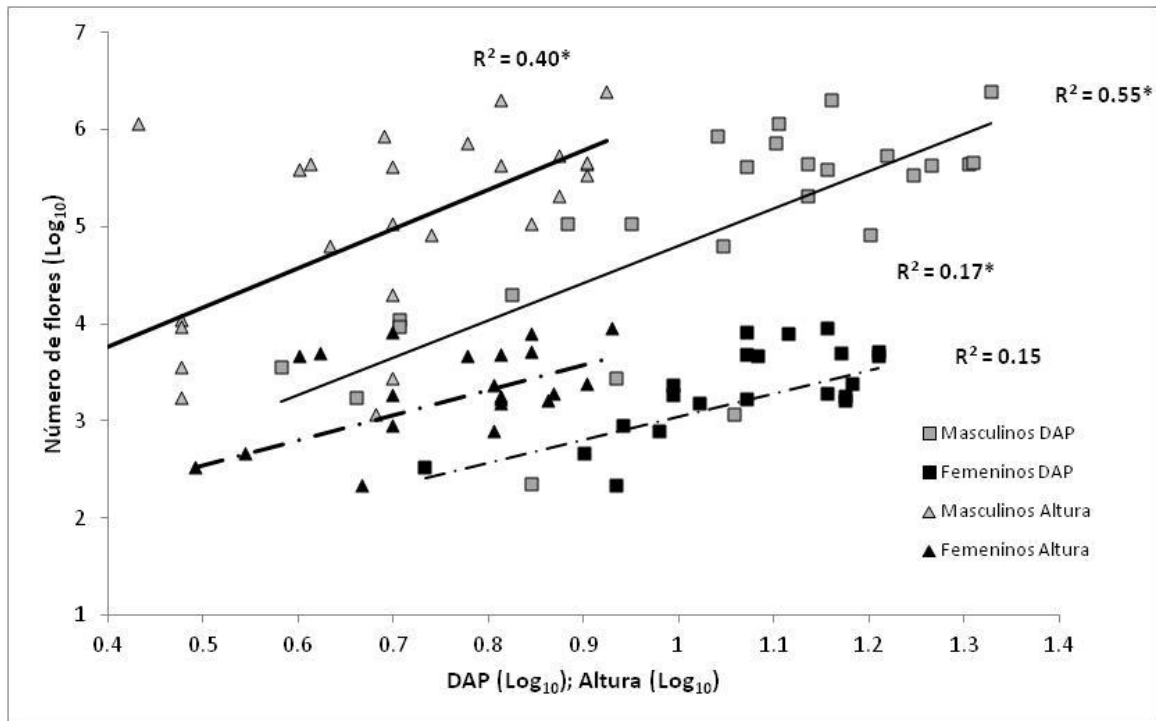
En la zona de estudio se pudo observar que los árboles de cuachalalate florecen de manera intermitente durante una breve temporada comprendida entre los meses de junio a agosto. En septiembre se contaron los frutos totalmente maduros. Los árboles masculinos y femeninos florecen al mismo tiempo en cada episodio de floración.

En la Fig. 8 se observa que los árboles con mayor tamaño en altura y diámetro también son los que presentaron mayor número de flores y frutos.



**Fig. 8.** Flores y frutos producidos en las dos poblaciones de árboles. En las regresiones lineales  $\alpha=0.05^*$ ;  $0.01^{**}$ .

La tendencia anterior que indica una mayor producción de flores y frutos a mayor tamaño del árbol también se observa al graficar el total de los árboles registrados (Sitios Uno y Dos), tanto el DAP como la altura, son significativos en su relación con el número de flores producidas (Fig. 9).



**Fig. 9.** Regresión del tamaño de los árboles y la producción de flores, para el total de árboles registrados,  $\alpha = 0.05^*$ .

Los resultados en la producción de flores muestran que el DAP es una buena variable que explica la producción de flores en los árboles de cuachalalate. Lo anterior permitió hacer un análisis de regresión múltiple utilizando el DAP e incluyendo la variable del porcentaje de daño para buscar el posible efecto en la producción de flores.

### 6.3 EFECTO DEL DESCORTEZAMIENTO

El modelo de regresión lineal múltiple corregido con sus coeficientes resultó como sigue:

$$Y = 1.2321 + (3.071X_{DAP}) + (-0.187X_{da o}) + \epsilon$$

La regresión múltiple no muestra un efecto significativo entre daños y la producción de las flores masculinas ( $R^2= 0.2129$ ;  $F_{2,7}= 2.894$ ,  $P=0.094$ ). Es pequeña la contribución que hace el daño (-0.187), en comparación con el DAP (3.071), que explica mejor la producción de flores. En términos absolutos, el daño máximo y mínimo registrado en los árboles masculinos fue de 1886.30cm<sup>2</sup> y 30cm<sup>2</sup> respectivamente y en promedio 718.86cm<sup>2</sup>.

#### **6.4. DETERMINACIÓN DE LÓCULOS Y SEMILLAS PRODUCIDAS POR FRUTO**

En los frutos de árboles descortezados del Sitio Uno, el 61% de los frutos presentó 4 lóculos, el 32% tenía 3 lóculos y el 7% presentó 2 lóculos. Del total de 200 frutos analizados, solo el 38% presentó al menos una semilla, de ellos, el 84.2% de los frutos contienen una semilla y el 15.8% dos semillas.

En los frutos del Sitio Dos, el 62% de los frutos presentó 4 lóculos, el 29% tenía 3 lóculos y el 9% tenía sólo 2 lóculos. De igual manera de 200 frutos analizados, el 45% de los frutos presentó al menos una semilla, de estos, el 71% presentó una semilla y el 28.9% dos semillas.

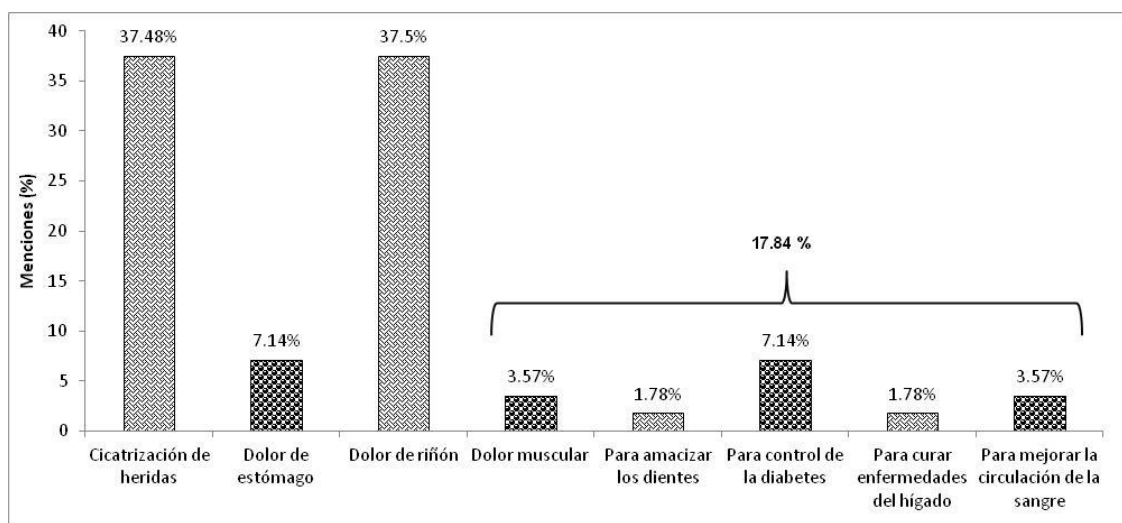
Los frutos con al menos una semilla de Sitio Uno fue del 38%, mientras que en el Sitio Dos el 45% de los frutos presentaron semilla. La comparación estadística entre ambos porcentajes no mostró una diferencia significativa ( $\alpha =0.05$ ;  $z =-1.007$ ).

Los resultados muestran que el descortezamiento no presentó un efecto sobre la producción de semillas de cuachalalate.

## 6.5. ENTREVISTA ETNOBOTÁNICA

### 6.5.1. Uso de la corteza de cuachalalate

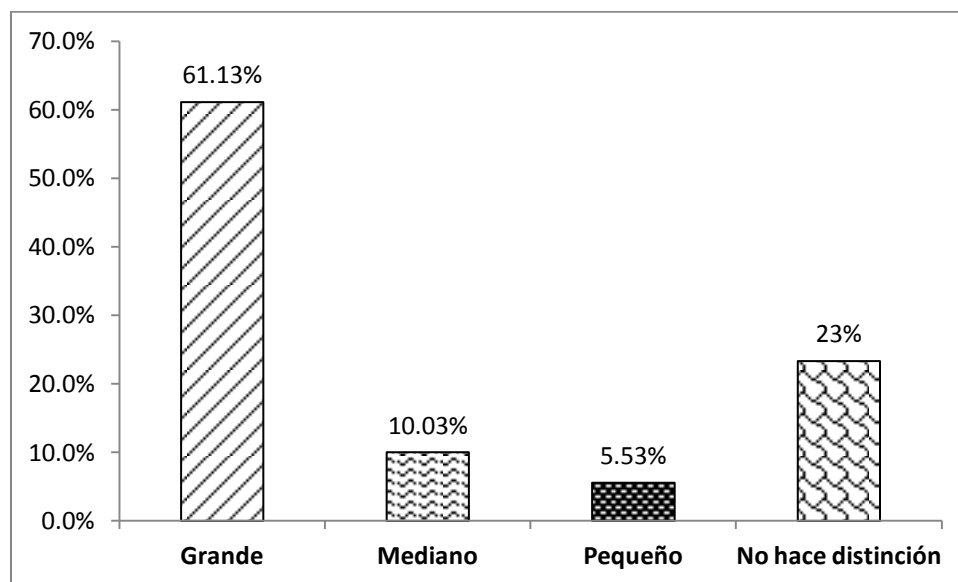
El 86% de las personas entrevistadas descortezaron y utilizaron en su familia la corteza del árbol de cuachalalate con algún fin medicinal. El 8% mencionó vender corteza de cuachalalate en el mercado local en 10\$ por bolsa de 100 gr. En su mayoría los entrevistados dijeron que se utiliza para curar malestares en las vías urinarias (37%) o como cicatrizante (37%) y el 7% de las menciones se refirieron a malestares en el estómago. En el restante 18% se agruparon las enfermedades como la diabetes, la circulación de la sangre y enfermedades del hígado (Fig. 10).



**Fig. 10.** Enfermedades y malestares asociados con el uso de corteza de *Amphipterygium adstringens* por los pobladores de San Rafael.

En cuanto al tamaño que eligen las personas para descortezar, el 57% de las personas en la entrevista prefirieron descortezar árboles grandes de cuachalalate, mientras que el 20% de ellas indicó que les es indiferente el tamaño del árbol a ser descortezado, y sólo una persona mencionó que elige los árboles más tiernos (Fig. 11).

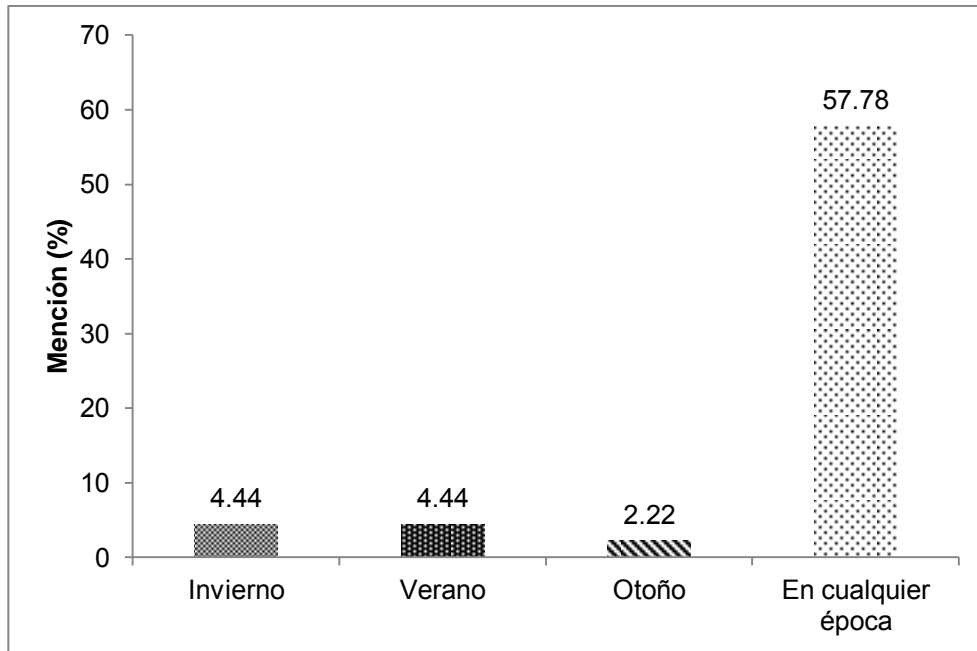
No se encontró que los pobladores tengan una preferencia por los árboles masculinos o femeninos, tampoco distinguen el sexo de los árboles. Sin embargo, los datos en el muestreo, indican más árboles femeninos con afectación.



**Fig. 11.** Elección de tamaño de árboles descortezados.

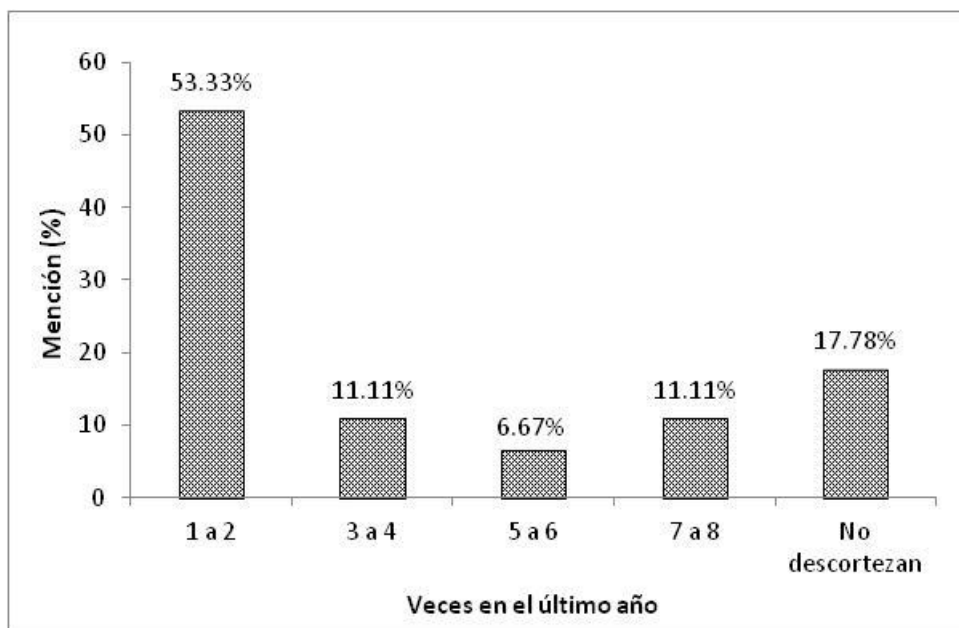
### **6.5.2. Época y frecuencia de descortezamiento**

En este estudio se encontró que la mayoría de los pobladores entrevistados no tienen una época específica para descortezar a los árboles (57%), y sólo el 10% de las respuestas en la entrevista mencionan alguna estación del año (Fig.12).



**Fig. 12.** Preferencia de la época de recolección de corteza de cuachalalate.

El 53% de los entrevistados que descortezan árboles, mencionaron que recolectan corteza una o dos veces por año. La cantidad varía dependiendo de lo que necesiten. Cuando la extraen suelen almacenarla para su consumo a lo largo del año. El 11% de las personas recolectaron frecuentemente corteza (de 7 a 8 veces por año). Éstos colectores más activos la utilizaron para el tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes de algún miembro de la familia (17%) o para venderla (8%) (Fig. 14).



**Fig. 13.** Frecuencia en la que los entrevistados extrajeron corteza de cuachalalate en promedio al año.

## 7. DISCUSIÓN

En este estudio ambos sitios de muestreo son de fácil acceso, e incluso el Sitio Uno, Cueva del Oso, es una zona de paso de “chiveros” y es el más cercano a San Rafael, lo que pudiera explicar el aprovechamiento más intenso de la corteza en comparación con el Sitio Dos, que está más alejado. Los árboles de cuachalalate en San Rafael se encuentran principalmente esparcidos o formando manchones entre la vegetación (Sánchez, 2012). La forma agrupada de distribución de *A. adstringens* también se ha descrito en el estado de Morelos, México (Solares et al., 2012), y puede deberse a la forma de dispersión de las semillas en los frutos alados de esta especie, principalmente por anemocoria (viento) y zoocoria por la guacamaya verde (*Ara militaris*) que se alimenta de sus frutos (Guzmán-Pozos y Cruz-Cruz, 2014; Bonilla-Ruz et al., 2008).

En este estudio la comparación entre los árboles con flores masculinas y femeninas en ambos sitios de muestreo reveló una proporción 1:1. Esta proporción también se ha reportado para otras especies dioicas, y se ha propuesto



que esta relación permite una reproducción exitosa (Lombardi y Nalvarte, 2000), especialmente para especies como ésta, que depende del viento para su polinización (Renner y Ricklefs, 1995; Queenborough et al., 2007). La distribución de las poblaciones de árboles de las especies dioicas es importante por lo tanto para el intercambio genético (Lombardi y Nalvarte, 2000). Cabe mencionar que los pobladores entrevistados no tienen una preferencia específica por algún sexo de los árboles en específico lo que pudiera contribuir a la presencia de estas proporciones. Del mismo modo la preferencia específica por una especie que forma agrupaciones en una comunidad vegetal, se puede ver afectada por una sobre representación del establecimiento de otras especies, lo que provoca un cambio en la diversidad de los bosques tropicales a largo plazo (Gutiérrez-Granados y Dirzo, 2009).

No siempre se ha reportado una proporción 1:1 de los sexos en las poblaciones de *A. adstringens*, en particular en sitios donde su cosecha es intensa, como es el caso del estado de Morelos. Solares y Gálvez (2000) encontraron una mayor proporción de árboles masculinos en una de sus poblaciones afectadas por descortezamiento. Una baja representación de individuos de alguno de los dos sexos en sus poblaciones puede afectar el potencial demográfico de sus poblaciones, en especial si hay una preferencia en el descortezamiento por los árboles femeninos quienes producen las semillas y por lo tanto tienen un mayor impacto (Thomas y La Frankie, 1993; Stevens y Esser, 2009; Tosawa et al., 2009).

En este estudio los árboles con mayor afectación por descortezamiento fueron los masculinos, y aún así se registró una proporción de los sexos 1:1 de individuos en edad reproductiva en ambos sitios de muestreo. Los pobladores reconocen a los árboles de cuachalalate principalmente por la comparación de su tronco con el de otras especies de árboles. Del mismo modo en su mayoría, prefieren descortezar árboles grandes los cuales también son los que presentan mayor daño.

En la especie *Hintonia standleyana* (Rubiaceae) en Copalillo, Guerrero, donde se sabe que descortezar árboles solo en un 30 o 50% de su superficie y en forma esparcida, permite su recuperación en cuatro o cinco años; sin embargo, descortezar al 100% el fuste de los árboles no les da oportunidad de sobrevivir (Fierro et al., 2000), por lo que las poblaciones de esta especie se encuentra amenazadas por esta práctica (Beltrán, 2013).

El tamaño de los individuos masculinos y femeninos registrados en este estudio no presentó diferencias significativas en ambos sitios de muestreo. Entre los árboles, los individuos con mayor tamaño son los que individualmente tienen una mejor supervivencia y una mayor producción de semillas (Harper, 1977). El ataque al floema de los árboles puede disminuir la translocación de los nutrientes y elementos que permiten el crecimiento de la planta (Taiz y Zeiger, 2002) y la reproducción (Ticktin, 2004). En los árboles el costo reproductivo varía con el tamaño de los individuos, con el aumento en tamaño, la inversión en la reproducción y crecimiento vegetativo regularmente muestran un aumento y disminución proporcional respectivamente (Obeso, 2002). En este estudio se observó esta tendencia, pues los árboles más grandes producen mayor número de flores y frutos.

No se encontró un efecto del descortezamiento en la producción de flores masculinas y algún efecto en la producción de las semillas en los frutos de los árboles. Lo anterior concuerda con lo descrito por Gaoue y Ticktin (2008) para *Kaya senegalensis* (Meliaceae), donde no se encontró un efecto significativo de la remoción de su corteza en la producción de flores y frutos, aunque si lo hubo en el caso de la remoción de sus hojas.

En el caso de otras especies dioicas como en *Salix integra* Thunb. (Salicaceae), se ha descrito que el tamaño de los individuos masculinos y femeninos no varía debido a un posible costo reproductivo. Los árboles femeninos al producir los frutos aumentan su tasa fotosintética, por lo que el costo

reproductivo no es evidente (Tosawa, 2009). En contraste, se ha registrado que los árboles masculinos de otra especie dioica, *Populus tremuloides* (Salicaceae), tienen mayor tamaño que los árboles con flores femeninas, y a ello se le ha atribuido la reducción en el crecimiento debido al costo reproductivo que invierten al producir las flores, los frutos y las semillas (Stevens y Esser, 2009; Obeso, 2002 y Tozawa et al, 2009).

Cabe destacar que en este estudio no se registraron árboles de cuachalalate descortezados por completo alrededor de su tronco, como ocurre con esta misma especie en el estado de Morelos. Allí hasta el 50% de la veces se descortezaba todo el fuste, desprotegiendo al xilema, lo que redundaba en desecación o bien en una mayor probabilidad de ataque de plagas y enfermedades (Solares et al., 2006). Lo anterior también ha sido mencionado para otras especies, como *Taxus baccata* en la Reserva de la Biosfera Nanda Devi en India, donde este modo de descortezar provoca la disminución en el crecimiento y la supervivencia de sus poblaciones a largo plazo (Purohit et al., 2001). En *Prunus africana*, la cosecha se ve reflejada en su estructura poblacional que con el tiempo disminuye el tamaño de los individuos de las distintas clases diamétricas en sus poblaciones (Stewart, 2009).

Dentro de los procesos iniciales que implementan los árboles de *A. adstringens* ante el descortezamiento, se encuentra la liberación de resina de los canales resiníferos de la corteza o madera en los primeros minutos posteriores al daño. Esto evita la desecación y el ataque de plagas, además promueve la rápida formación del callo de regeneración que protege y evita la pérdida de fluidos y el daño a los tejidos conductores en los árboles (Shigo, 1984; Stobbe et al., 2002; Orduño, 1998; Solares et al., 2006). En estos procesos se utilizan las sustancias de reserva como carbohidratos, proteínas y minerales y en especial los carbohidratos no estructurales contenidos en los tejidos vivos de las plantas (Schnelle y Klett, 1992), además de los nutrientes provenientes de la fotosíntesis y los que normalmente se encuentran en el floema de los árboles.

La información acerca del empleo de la corteza de cuachalalate en San Rafael concuerda con lo reportado en estudios sobre la farmacognosia de la corteza de *A. adstringens*, principalmente para contrarrestar los malestares en las vías urinarias, como cicatrizante y malestares gástricos.

Para los pobladores de San Rafael, la venta de corteza no es una actividad intensa pues utilizan la corteza principalmente para autoconsumo. En otros sitios de México donde la corteza de cuachalalate tiene importancia comercial, su demanda se ha elevado y ha provocado una extracción desmedida y mal realizada en la mayoría de los casos. La extracción de corteza de *A. adstringens* en México se ha calculado en más de 50 toneladas al año (Solares, 2009; Solares et al., 2012). En los lugares donde se extrae, el mal manejo de la cosecha de la corteza de los árboles provoca escasez del recurso y un aumento en la distancia recorrida para la recolección. En un estudio realizado por Sánchez, (2012), menciona que de acuerdo a la percepción de los pobladores, los árboles de cuachalalate eran más abundantes en las cercanías del pueblo en el pasado que en la actualidad (Sánchez, 2012). La escasez de árboles aprovechados en las cercanías del poblado de San Rafael dificultó la tarea de registrar mayor número de árboles para este estudio. El aprovechamiento más intenso en los alrededores de los poblados también se ha visto con otras especies de árboles cuya corteza se utiliza con fines medicinales. Este es el caso de las especies utilizadas alrededor de la Cuenca del Balsas, México: Cancerina (*Hemiangium excelsum* (Kunth) A.C. Sm), cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), las especies de quina (quina roja *Simira mexicana* (Bullock) Steyerl); quina roja (*Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. & Schult; quina blanca *Tonduzia longifolia* (A. DC.) Markgr; y quina amarilla (*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) (Beltrán, 2013).

La venta de corteza del árbol del cuachalalate podría ser una actividad remunerante si se realiza de manera adecuada. En el estado de Morelos, Solares y Gálvez (2002) han propuesto un manual de uso sustentable en el que se

describen las características ambientales y de manejo que son necesarias para propagación y utilización del cuachalalate como recurso comercial. Los resultados de dicho manual en las plantaciones piloto muestran que en una plantación con árboles de 10 años de edad, es posible tener individuos de 15 cm de diámetro cuya corteza se puede aprovechar, y su rendimiento es de 3,000 Kg/ha. Con dicha tecnología, es posible obtener \$100,000.00 pesos por hectárea al año en la venta de la corteza a partir del primer descortezamiento (Solares, 2009). El mercado potencial para este tipo de plantaciones son las mismas comunidades rurales, la “Unión de Productores maderables y no maderables de la selva baja del estado de Oaxaca, U.S.P.R.L” y los lugares de acopio (Morelos, Guerrero y Puebla), así como la CONAFOR-SEMARNAT (Solares, 2011). En contraste, cuando el proceso de descortezamiento no se realiza adecuadamente, como ocurre en los estados de Morelos, Guerrero y Oaxaca, los árboles de *A. adstringens*, se ven amenazado debido al descortezamiento desmedido para fines comerciales (Boyás et al., 2001).

Una propuesta reciente para la conservación de la especie *A. adstringens*, es extraer sólo la resina de los árboles de *A. adstringens*, a favor de producir el mínimo daño a los tejidos de conducción floema y xilema (Olivera et al., 1999). Un ejemplo de este tipo de extracción se lleva a cabo en varias especies mexicana de *Bursera*, que incluyen copales, donde los recolectores hacen cortes en la corteza sin lastimar o secar a los árboles. Además, los dejan descansar unos meses antes de la próxima extracción (Linares y Bye, 2008). En la resina de *A. adstringens*, se encuentran las sustancias con propiedades terapéuticas como el ácido masticadienoico. Éste compuesto se encuentra más abundante en la época invernal, por lo que la recuperación de la corteza recolectada en este periodo es más rápida, pues los árboles se encuentran en latencia previo a reactivar los meristemas en la primavera (Solares y Gálvez, 2002). Cabe mencionar que en San Rafael no se detectó una preferencia de la época en la que se cosecha la corteza de *A. adstringens*.

En el presente estudio, se obtuvo una baja proporción de frutos que presentan semillas totalmente desarrolladas: 38% en el Sitio Uno y 45% en el Sitio Dos. Lo anterior concuerda con lo descrito con en los estados de Morelos, Guerrero y Oaxaca (Boyás et al, 2001; Cid, 2008; Guzmán-Pozos y Cruz-Cruz, 2014). El bajo porcentaje de germinación en *A. adstringens* se debe a la falta de semillas desarrolladas en su totalidad dentro de los lóculos de los frutos. Esto se ha atribuido principalmente a procesos de partenocarpia, que se llevan a cabo por la falta de polinización en la flor, o a una polinización que se lleva a cabo pero no la fecundación (Cid, 2008). También es posible a que después de la fecundación ocurra el aborto del embrión debido a causas aún no determinadas (Cid, 2008). Se ha observado bajo condiciones controladas (cámara ambiental 28°C y fotoperiodo 12 hrs) que el porcentaje de frutos con semillas que germinan es alrededor del 30% (Arévalo, 2014; Cid, 2008). Esto dificulta la recuperación y conservación de sus poblaciones (Arévalo, 2014; Cid, 2008).

Por último, aunque los Productos Forestales no Maderables se han propuesto como fuentes de ingresos en las zonas rurales, se ha mencionado que la ganancia que obtienen los colectores de dichos productos no retribuyen justamente los costos y la labor involucrada (Belcher et al., 2005). También se ha dicho que con frecuencia las inversiones que se hacen para el desarrollo de los PFNM, no producen los beneficios esperados para el alivio de la pobreza. En algunas ocasiones la cosecha de estos productos es una forma de compensar bajos resultados económicos en otras actividades, como la agricultura (Marshall et al., 2006).

## **8. CONCLUSIONES**

Se encontró que las poblaciones de *A. adstringens* en San Rafael, Coxcatlán, tienen individuos de ambos sexos en proporción 1:1 y no existen diferencias en la talla de los árboles de ambos sitios de muestreo. Por otro lado, no se encontró una correlación entre el área afectada por la remoción de corteza sobre la producción

de flores y frutos de *A. adstringens*, aunque los efectos podrían darse a largo plazo. Los criterios utilizados por los pobladores que extraen corteza de los árboles no afectan algún sexo en específico de la especie y prefieren los árboles grandes para hacerlo. No existe una época específica para descortezar a los árboles y la venta de corteza no es una actividad que realicen los pobladores.

Finalmente se recomienda realizar la búsqueda del efecto de la remoción de la corteza de *A. adstringens* sobre la floración y fructificación, en lugares donde la cosecha sea más intensa y el número de individuos sea mayor para obtener mayor cantidad de datos que permitan obtener mejores resultados. En lo referente al número de muestreos, se recomienda que sean más numerosos y por varios años. Por ejemplo en las plantaciones que se han reportado en los estados de Morelos y Puebla, donde los árboles son plantados al mismo tiempo y por lo tanto se tiene un mejor control de la edad y aprovechamiento a los que son expuestos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Albino-García, C.O., M. López, H. Cervantes, L. Ríos-Casanova y R. Lira. 2011. Diversidad y etnobotánica de las plantas arvenses presentes en milpas de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1005-1019.
- Arellano, E. y A. Casas. 2003. Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central México. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 439-453.
- Arévalo F, I. H. 2014. Variación interpoblacional en la depredación de semillas de *Amphipterygium adstringens* (Schltdl). Standl. (Anacardiaceae) y su efecto en la germinación. (Tesis de Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 60 p.
- Arrieta, J., J. Benítez., E. Flores., C. Castillo y A. Navarrete. 2003. Purification of gastroprotective triterpenoids from the stem bark of *Amphipterygium adstringens*; role of prostaglandins, sulfhydryls, nitric oxide and capsaicin sensitive neurons. *Planta Medica*. 69(10):905-909.
- Avendaño, A., A. Casas, P. Dávila y R. Lira. 2009. In situ management and patterns of morphological variation of *Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia* (Bombacaceae) in the Tehuacán-Valley. *Economic Botany* 63: 138-151.
- Belcher, B., M. Ruiz-Pérez y R. Achdiawan. 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: Implications for livelihoods and conservation. *World Development*. 33(9): 1435-1452.



- Belcher, B. y M. Ruiz-Pérez. 2001. An international comparison of cases of forest product development: overview, description and data requirements. CIFOR. Working paper No. 23. Bogor, Indonesia.
- Beltrán R, L. A. 2013. Estructura morfológica-poblacional de *Hintonia latiflora* (Rubiaceae) relacionada con el descortezamiento, en la Cuenca Alta del Balsas México. (Tesis de Maestría en Ciencias). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, México. 180pp.
- Blanckaert, I., R. Swennen, M. Paredes, R. Rosas y R. Lira. 2004. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *Journal of Arid Environments* 57: 179-202.
- Bonilla-Ruz, C., M de los R. Aguilar-Santelises., R. García., R. Martínez-Domínguez y L. S. Cruz. 2008. Monitoreo de la población de la guacamaya verde en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. DT005. México D. F.
- Boyás D. J. C., M. A. Cervantes-S., J. M. Javelly-G., M. M. Linares-A., F. Solares-A., R. M. Soto-E., I. Naufal-T. y L. Sandoval-C. 2001. Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Centro de Investigación Regional del Centro.Campo Experimental Zacatepec, Morelos, México. 181 p.
- Canales-Martínez, M., T. Hernández., J. Caballero., A. Romo De Vivar., G. Ávila., A. Durán y R. Lira. 2005. Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicine plants used by the people of the San Rafael Coxcatlán, Puebla, México. *Journal of Ethnopharmacology* 97: 429-439.

- Carrasco C, A. L y E. R Amézquita. 2009. Actividad antibacteriana de compuestos aislados de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) sobre bacterias patógenas de la cavidad oral. (Tesis de Licenciatura Químico Farmacéutico Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, México. 66pp.
- Casas, A., B. Pickersgill., J. Caballero y A. Valiente-Banuet. 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtli *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, México. *Economic Botany* 51: 279-292.
- Casas, A., J. Caballero., A. Valiente-Banuet., J.A. Soriano y P. Dávila.1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central México. *American Journal of Botany* 86: 522-533.
- Casas, A., J. Cruse., A. Morales., A. Otero-Arnaiz y A. Valiente-Banuet. 2006. Maintenance of phenotypic and genotypic diversity of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous people in Central Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 879-898.
- Castillo-Juárez, I., F. Rivero-Cruz., H. Celis e I. Romero. 2007. Anti-*Helicobacter pylori* activity of anacardic acids from *Amphipterygium adstringens*. *Journal of Ethnopharmacology* 114:1 72-77.
- Cepeda-Cornejo, V y R. Dirzo. 2010. Sex-related differences in reproductive allocation, growth, defense and herbivory in three dioecious neotropical palms. *PLoS ONE*. 5(3). e9824.

- Chapin, F. S., E. D. Schulze., H. A. Mooney. 1990. The ecology and economics of storage in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 423-447.
- Cid T, K. S. 2008. Propagación sexual de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), especie de uso medicinal. (Tesis de Licenciatura en Biología) FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 94pp.
- Cuevas F, X. M. 2005. A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae). *Boletín Inbug*. 13:1 27-47.
- Cunningham, A. B. 2001. Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation. *People and plants. Conservation manual*. Earthscan, London.
- Dávila A, P. y R. Lira S. 2002. La flora útil de dos comunidades indígenas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Coxcatlán y Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. T015. México D. F.
- Dhillon, S. S y G. Gustad. 2004. Local management practices influence the viability of the baobab (*Adansonia digitata* Linn.) in different land use types, Cinzana, Mali. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 101: 85-103.
- Fierro, A., C. Guerrero., P. Hersch-Martínez y A. Pérez. 2000. Seis especies medicinales silvestres cuya corteza presenta importancia medicinal, proveniente de la selva baja caducifolia: algunas condiciones para su propagación. Pp. 543-550. En: Monroy. R., H. Colín. y C. Boyás (Eds). *Los sistemas agroforestales de Latinoamérica y la selva baja caducifolia en México*. Instituto de Investigaciones para la Cooperación Agrícola. Instituto

de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Mor.

Gaoue, O. G y T. Ticktin. 2008. Impacts of bark and foliage harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin. *Journal of Applied Ecology* 45: 34-40.

Gaoue, O. G., C. C. Horovitz., T. Ticktin., U. K. Steiner y S. Taljapurkar. 2013. Defoliation and bark harvesting affect life-history traits of a tropical tree. *Journal of Ecology*. 101(6): 1563-1571.

García G, K. Y. 2006. Principales usos y posibles acciones farmacológicas de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schltedl). *InFÁRMate* 7:1-7.

Giner-Larza, E. M., S. Máñez., R. M. Giner., M. C. Recio., J.M Prieto., M- Cerdá-Nicolás y J. L. Ríos.2002. Antiinflammatory triterpenes from *Pistacia terebinthus* galls. *Planta Medica*. 68(4): 311-315.

Guedje, N. M., J. Lejoly., B. A. Nkongmenneck y B. J. W. Jonkers. 2003. Population dynamics of *Garcinia lucida* (Clusiaceae) in Cameroonian Atlantic forests. *Forest Ecology and Management* 177 231-241.

Guedje, N. M., P. A. Zuidema, H. During, B. Foahom y J. Lejoly. 2007. Tree bark as a non-timber forest product: the effect of bark collection on population structure and dynamics of *Garcinia lucida* Vesque. *Forest Ecology and Management* 240:1–12 pp.

Gutiérrez-Granados, G y R. Dirzo. 2009. Remoción de semillas, herbivoría y reclutamiento de plántulas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) en sitios

con manejo forestal contrastante de la selva Maya, Quintana Roo, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 85: 51-58.

Guzmán-Pozos, A. M y Cruz-Cruz. E. 2014. Características físicas de frutos de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl) de tres procedencias. Revista Fitotecnia Mexicana. 37(3): 255 – 260.

Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, New York, USA. 892 pp.

Ihwagi, F. W., F. Vollrath, R. M. Chira, I. Douglas-Hamilton y G. Kironchi. 2009. The impact of elephants, *Loxodonta africana*, on woody vegetation through selective debarking in Samburo and Buffalo Springs National Reserves, Kenya. African Journal Ecology. 48: 87-95.

Kigomo, B. N., S. R. Woodell y P. S. Savill. 1994. Phenological patterns and some aspects of reproductive biology of *Brachylaena hullensis* O. Hoffm. African Journal of Ecology. 32, 296-307.

Levins, R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. (MPB-2). Princeton University Press.

Linares, E y R. Bye. 2008. El copal en México. CONABIO. Biodiversitas 78:8-11.

Lira, R., I. Rodríguez., L. García., H. Cervantes., C. M. Flores., J. Vázquez., I. Peñalosa., L. Hernández., M. Urzúa., M. Moreno., G. Ávila., T. Hernández., M. Canales., A. M. García-Bores., R. Serrano., O. Coronado y M. López. 2008. 2o Informe del proyecto Ex situ conservation of useful species in Tehuacán-Cuicatlán, Valley through seed banking and propagation. KEW Royal Botanic Gardens/FES Iztacala, UNAM, 20 pp.

- Lombardi, I. I y W. A. Nalvarte. 2000. Establecimiento y manejo de fuentes semilleras, ensayos de especies y procedencias forestales. Aspectos Técnicos y Metodológicos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) y Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). 75 pp.
- Marshall, E., K. Schreckenberg., A. C., Newton (Eds). 2006. Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- Marshall, E. y A.C. Newton. 2003. Non-timber forest products in the community of El Terrero, Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico: is their use sustainable? *Economic Botany* 57: 262–278.
- Martínez, E. y G. Flores. 2003. Estudio de la acción anticlastogénica del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) sobre la inducción de micronúcleos producidos por ifosfamida. (Tesis de Licenciatura Químico Farmacéutico Biólogo). FES-Cuautitlán. UNAM.
- Medina, J. 2000. Determinación del vigor y estado reproductivo de *Stenocereus stellatus* (Cactáceas) a lo largo de una cronosecuencia edáfica. (Tesis de Licenciatura en Biología). FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 48pp.
- Miranda, F y E. X. Hernández. 1963. Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-178.

- Navarrete, C. 1982. Estudio químico y pruebas farmacológicas preliminares de la corteza de *Juliana adstringens* (cuachalalate). Tesis de licenciatura. México: U.N.A.M., E.N.E.P. Zaragoza. 60pp
- Niklas, K. 1994. Plant Allometry of Chicago Press, Chicago.
- Oaxaca-Villa, B., A. Casas y A. Valiente-Banuet. 2006. Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 53: 277-287.
- Obeso, J. R. 2002. The cost of reproduction in plants. New Phytologist. 155:321-348.
- Olivera O, A. G., H. M. Soto, V.M. Martínez, S. T. Terrazas y A. F. Solares. 1999. Phytochemical study of cuachalate (*Amphipterygium adstringens*, Schiede ex Schlecht). Journal of Ethnopharmacology 68:109–113.
- Orduño C, A. 1998. Anatomía de la corteza de cuatro especies de la selva baja caducifolia del estado de Morelos: origen, desarrollo y regeneración. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, México. 88pp.
- Oviedo-Chávez, I., T. Ramírez-Apan., M. Soto-Hernández y M. Martínez-Vázquez. 2004. Principles of the bark of *Amphipterygium adstringens* (Julianaceae) with anti-inflammatory activity. Phytomedicine. 11:5 436-445.
- Pennington T. D y J. Sarukhán. 2005. Árboles Tropicales de México. Manual para identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 523pp.

- Primack, R. B. 1987. Relationship among flowers, fruits and seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 409-430.
- Primack, R. y E. Stacy. 1998. Cost of reproduction in the pink lady's slipper orchid (*Cypripedium acaule*, Orchidaceae): an eleven-years experimental study of tree populations. *American Journal of Botany*. 85(12): 1672-1679.
- Purohit, A., R. K Maikhuri, K. S. Rao y S. Nautiyal. 2001. Impact of removal on survival of *Taxus baccata* L. (Himalayan yew) in Nanda Devi Biosphere Reserve, Garhwal Himalaya, India. *Current Science*. 81: 586-590.
- Queenborough, S. A., D. F. R. P. Burslem., N. C Garwood y R. Valencia. 2007. Determinants of biased ratios and inter-sex cost of reproduction in dioecious tropical forest trees. *American Journal of Botany*. 94(1): 67-78.
- Quinn, G. P y M. J. Keough. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press. pp 382-383.
- Rajput, K.S., G. V. Sanghvi., R. D. Koyani y K. S. Rao. 2009. Anatomical changes in the stems of *Azadirachta indica* (Meliaceae) infected by pathogenic fungi. *International Association of Wood Anatomist Journal* 30: 27-36.
- Renner, S. S. y R. E. Ricklefs. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany*. 82(5): 596-606.
- Richardson, A. D., M. S. Carbone., T. F. Keenan., C. I. Czimczik., D. Y. Hollinger., P. Murakami., P. G. Schaberg y X. Xu. 2013. Seasonal dynamics and age of stemwood nonstructural carbohydrates in temperate forest trees. *New Phytology* 197: 850-861.



- Rodríguez-Arévalo, I., A. Casas, J. Campos y R. Lira. 2006. Uso, manejo y procesos de domesticación de *Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber) Buxb. (Cactaceae), en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Interciencia* 31: 677-685.
- Ros-Tonen, M. A. F y K. F. Wiersum. 2003. The importance of non-timber forest products for forest-based rural livelihoods: an evolving research agenda. GTZ/CIFOR Internacional conference on livelihoods and biodiversity. Bonn, Germany. 25p
- Rosas-Acevedo, H; T. Terrazas, M. E. González-Trujano; Y. Guzmán y M. Soto-Hernández. 2011. Anti-ulcer activity of *Cyrtocarpa procera* analogous to that of *Amphipterygium adstringens*, both assayed on the experimental gastric injury in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 134. 67-73
- Rosas A, H. 2005. Estudio químico y biológico de la corteza de *Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht. (Tesis de Doctor en Ciencias). Texcoco, Estado de México. Colegio de postgraduados, Institución de enseñanza e investigación, Campus Montecillo.
- Rosas L, R. 2006. Aspectos etnobotánicos y demográficos de *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pavon) Hawkins, especie útil de Zapotitlán Salinas, Puebla. (Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas). Universidad Nacional Autónoma de México, 69 pp.
- Rosas-López, R. 2003. Estudio etnobotánico de San Rafael-Coxcatlán. (Tesis de Licenciatura en Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 145 pp.
- Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo., A. O. Mora y J. G. Martínez-Ávalos. 2010. Estudio de la herbivoría de la palma canedor (*Chamaedorea radicalis*)

- Mart., En la sierra madre oriental de Tamaulipas, México. *Acta zoológica Mexicana*. 26(1): 153-172.
- Sánchez, H. D. 2012. Disponibilidad espacial y temporal de las plantas útiles más importantes de San Rafael, Municipio de Coxcatlán, Puebla. (Tesis de Licenciatura en Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 46 pp.
- Schmitt, U., W. Lies., H. L. Thong y W. Killmann. 1995. The mechanisms of wound response in *Acacia mangium*. *IAWA journal*. 16(4): 425-432.
- Shibata, E y Y. Torasawa. 2008. Effect of bark striping by deer, *Cervus nippon*, on wind damage to coniferous trees in subalpine forest of central Japan. *The Japanese Forest Society and Springer*. 13:296-301.
- Shigo, A. L. 1984. Compartmentalization: a conceptual framework for understanding how trees grow and defend themselves. *Annual Review of Phytopathology*. 22, 189–214.
- Schnelle. M.A y J. E. Klett. 1992. Effects of pruning and bark ringing on total nonstructural carbohydrates in crabapple. *Journal of Arboriculture* 18: 192-196.
- Solares, A. F. 2009. Como se establece una parcela de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.). SAGARPA, INIFAP y CIRPAS. Morelos, México. Folleto informativo No 14. 6p.
- Solares, A. F. 2011. Tecnologías Forestales. Tropicales no maderables: Manejo de plantaciones de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht) en trópico seco. pp.107-108. En: Reporte anual 2011. Ciencia y Tecnología para el Campo Mexicano. INIFAP.

- Solares, A. F y M. C. Gálvez. 2000. Estudio químico-biológico para una producción sostenida de corteza de cuachalalate. En: Alternativas de manejo y conservación de especies forestales de trópico seco: estudio sobre usos potenciales. Avances de investigación. Informe técnico 2000-2001. INIFAPCEZACA. Zacatepec , Morelos. México. 44p.
- Solares, A. F. y C. Gálvez. 2002. Manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex-Schlect.). Publicación Especial 34. SAGARPA-INIFAP. México, 19 pp.
- Solares, A. F., M. J. Jasso, H. J. Vargas, H. M. R. Soto y F. C. Rodríguez. 2006. Capacidad de regeneración en grosor y lateral en la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlect.) en el estado de Morelos. Ra Ximhai, 2:2 481-495.
- Solares A, F., A. J. M. P. Vázquez y C. M. C. Gálvez. 2012. Canales de comercialización de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlect) en México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 3(12): 29-42.
- Stern, W. L. 1952. The comparative anatomy of the xylem and the phylogeny of the Julianaceae. Am. J. Bot. 39: 220-229. En: Cuevas F. X. M. 2005. A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae). Boletín Inbug. 13:1 27-47.
- Stevens, M. T y S. M. Esser. 2009. Growth-defense tradeoffs differ by gender in dioecious trembling aspen (*Populus tremuloides*). Biochemical Systematic and Ecology. (37) 567-573.

Stewart, K. 2009. Effects of Bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management* 258: 1121-1128.

Stobbe, H., U. Schmitt, D. Eckstein y Dujesiefken. 2002. Developmental stages and fine structure of surface callus formed after debarking of living lime trees (*Tilia* sp.). *Annals of Botany*. 89:773-782.

Taiz, L. y E. Zeiger. 2002. *Plant physiology*. 3<sup>rd</sup>. Ed. Sinauer Associates Inc. Massachussets. 690 p.

Thomas, S. C y J. V. LaFrankie. 1993. Sex, Size, and interyear variation in flowering among dioecious trees of the Malayan rain forest. *Ecology*. 74: 1529-1537.

Ticktin, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*. 41: 11-21.

Tozawa, M., N. Ueno y K. Seiwa. 2009. Compensatory mechanisms for reproductive costs in the dioecious tree *Salix integra*. *Botany*. 87: 315-323.

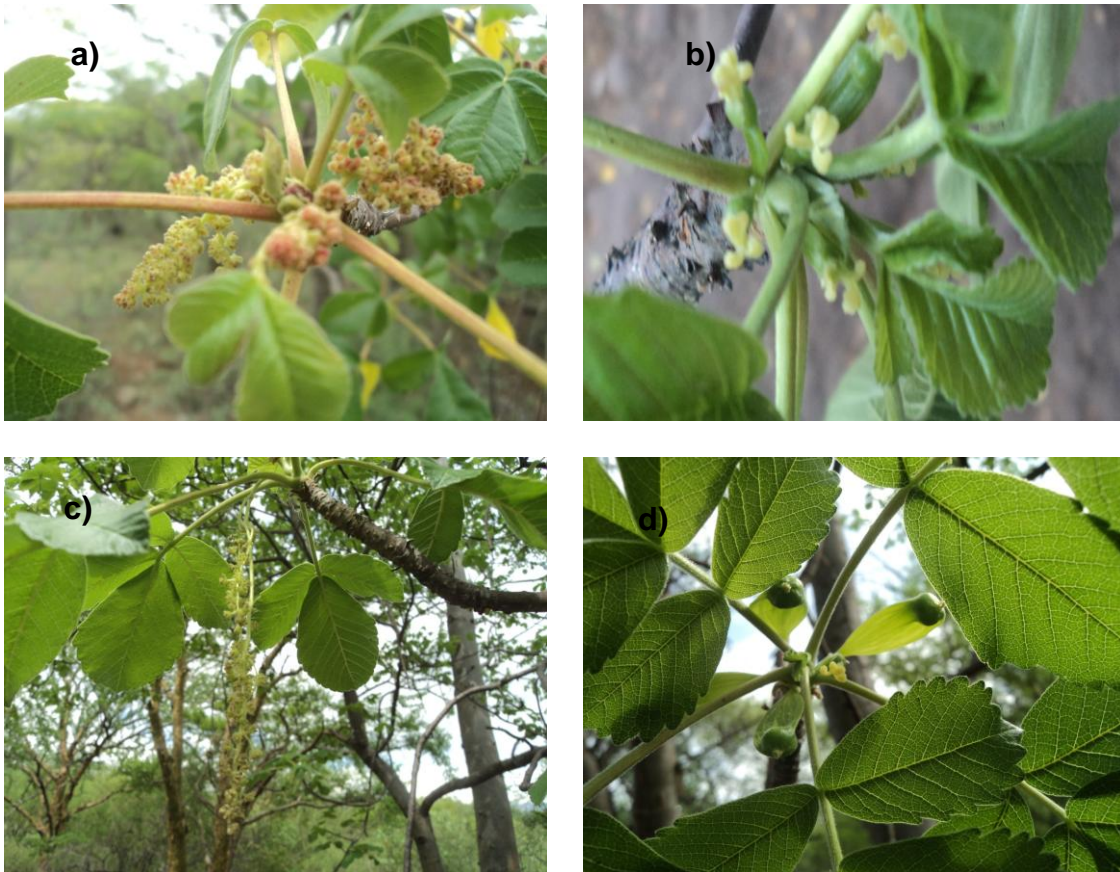
## 9.1. REFERENCIAS DE INTERNET

Google Earth<sup>®</sup>, 2013.

INEGI<sup>®</sup>, 2014.

## 10. ANEXOS

### ANEXO I. FLORES DE *Amphipterygium adstringens*



**Fig.13.** En **a)** se aprecian las flores masculinas dispuestas en panículas, en **c)** la panícula expone por completo sus flores; en **b)** se aprecian las flores femeninas en las axilas de las hojas, las cuales son poco evidentes a simple vista y en **d)** se pueden ver las nuevas flores y los frutos.

## ANEXO II. CUESTIONARIO ETNOBOTÁNICO

1. ¿Ha utilizado alguna vez la corteza del árbol de cuachalalate para curar algún malestar o enfermedad? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Especificar:

\_\_\_\_\_

2. ¿Con qué frecuencia corta la corteza de cuachalalate?

\_\_\_\_\_

3. Cuando usted toma la corteza del árbol de cuachalalate, ¿elige al árbol por su tamaño? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, Si es así, ¿cuál es el tamaño que prefiere? \_\_\_\_\_ ¿Y cómo le hace para reconocer al árbol de cuachalalate? \_\_\_\_\_

4. ¿Sabe sí, entre los árboles de cuachalalate hay árboles masculinos y femeninos?

\_\_\_\_\_

5. ¿Usted elige al árbol por ser masculino o femenino? Si es así, ¿cómo le hace para reconocer uno de otro?

\_\_\_\_\_

6. ¿Usted elige al árbol por la presencia de flores o frutos?

\_\_\_\_\_

7. ¿Usted extrae corteza del árbol de cuachalalate en una época del año específica?

\_\_\_\_\_

8. Si usted ha extraído corteza del árbol de cuachalalate, ¿la ha vendido? o ¿usted mismo la utiliza?

\_\_\_\_\_

9. Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### ANEXO III. PRUEBA $\chi^2$

Cuadro 2. Valores esperados y observados en la prueba  $\chi^2$ , valores observados (%) y Esperados.

Proporción de árboles femeninos y masculinos			
%	Masculinos	Femeninos	Total
Sitio 1	60% 13.54	40% 11.46	100%
Sitio 2	47.83% 12.46	52.17% 10.54	100%
Promedio	54.17	45.83	100%