



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE BOTÁNICA**

Estructura morfológica-poblacional de *Hintonia latiflora*  
(Rubiaceae) relacionada con el descortezamiento, en la  
Cuenca Alta del Balsas México

LEONARDO ALEJANDRO BELTRÁN RODRÍGUEZ

T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

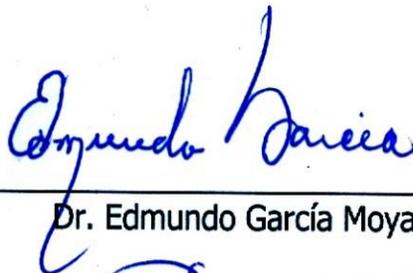
2013

La presente tesis titulada: Estructura morfológica-poblacional de *Hintonia latiflora* (Rubiaceae) relacionada con el descortezamiento, en la Cuenca Alta del Balsas México, realizada por el alumno: Leonardo Alejandro Beltrán Rodríguez bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



---

Dr. Edmundo García Moya

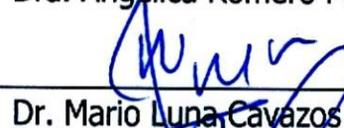
ASESORA



---

Dra. Angelica Romero Manzanares

ASESOR



---

Dr. Mario Luna Cavazos

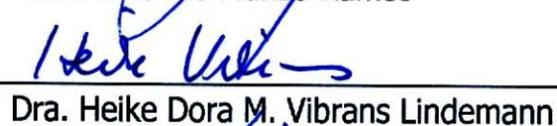
ASESOR



---

Dr. Fernando Manzo Ramos

ASESORA



---

Dra. Heike Dora M. Vibrans Lindemann

ASESOR



---

Dr. Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre 2013.

**ESTRUCTURA MORFOLÓGICA-POBLACIONAL DE *Hintonia latiflora* (RUBIACEAE)  
RELACIONADA CON EL DESCORTEZAMIENTO, EN LA CUENCA ALTA DEL  
BALSAS MÉXICO**

Leonardo Alejandro Beltrán Rodríguez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2013

**Resumen**

*Hintonia latiflora* “quina amarilla” habita en el Bosque Tropical Caducifolio, es medicinal por lo que se comercializa la corteza interna. La recolecta es excesiva y las poblaciones están cada vez más distantes y escasas. No se cuenta con información biológica, ecológica y social que permita establecer criterios para la gestión y conservación de la especie, por ello, el presente estudio se desarrolló en Tlalcozotitlán, Guerrero, el sitio de cosecha comercial de quina. Se documentó la historia natural y antropógena de *H. latiflora* sustentada en la literatura científica y en observaciones de campo; se investigó la estructura poblacional, la influencia de la cosecha de corteza sobre caracteres arquitectónicos, reproductivos y en la densidad, además, se estudió la relación entre los factores físicos del medio y la morfología de los individuos. También se analizó la influencia de múltiples actores sociales en la gestión de *H. latiflora* y los factores que regulan o activan el proceso de recolección. Con base en literatura consultada se encontró que el tipo de suelo, asociaciones simbióticas y presencia de ciertos macronutrientes influyen en la sobrevivencia; observaciones de campo confirmaron que la flor es protándrica y la polinización autógena y exógena; la densidad poblacional es de cuatro ind. ha<sup>-1</sup> en promedio y depende de los factores limitativos y de la intensidad de recolección. La estructura poblacional tiene sesgo positivo. La alta intensidad de cosecha influyó ( $p < 0.05$ ) sobre la altura, diámetro basal, densidad y número de frutos en individuos adultos. La pendiente, orientación, pedregosidad y profundidad del suelo influyeron en la arquitectura de plantas juveniles y adultas. La capacidad de autogestión por parte de los recolectores es limitada y se advierte dependencia de los programas de gobierno y de la demanda del recurso. La información generada podría ser la base para propuestas de gestión socio-ecológicas que permitan acciones tendientes a la conservación de *H. latiflora* en el área de estudio.

**Palabras clave:** quina amarilla, historia natural, factores físicos, estructura poblacional, corteza medicinal, gestión comunitaria.

**MORPHOLOGICAL AND POPULATION STRUCTURE OF *Hintonia latiflora*  
(RUBIACEAE) IN RELATION TO DEBARKING, IN THE HIGH BASIN OF THE  
BALSAS RIVER MÉXICO**

Leonardo Alejandro Beltrán Rodríguez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2013

**Abstract**

*Hintonia latiflora* “yellow quina” grows in the Tropical Deciduous Forest, is medicinal so its inner bark is marketed. The species is over-harvested and the populations are increasingly distant and scarce. There is no biological, ecological and social information to establish criteria for the management and conservation of the species, therefore, this study was conducted in Tlalcozotitlán, Guerrero, a site of commercial harvest of quina. The natural and anthropogenic history of *H. latiflora* was documented based on the scientific literature and field observations; the population structure, the influence of bark harvesting on plant architecture, reproduction and density, and the relationship between physical environmental factors and morphology was studied. Also, the influence of multiple stakeholders on the management of *H. latiflora* was analyzed, and the factors that regulate or stimulate the collection process. The literature indicates that the soil type, symbiotic associations and the presence of certain macronutrients influence survival; Field observations confirmed that the flower is protandrous and it has exogamous and autogamous pollination; population density is four individual per hectare on average and depends on limiting ecological factors and intensity of collection. The population structure has a positive bias. The high intensity of harvest influenced ( $p < 0.05$ ) the height, basal diameter, density and number of fruits in adult individuals. The slope, orientation, soil depth and rockiness influenced the architecture of sapling and adult plants. The ability of self-management of the collectors is limited; they largely depend on government programs and the demand for the resource. The information could be the basis for management proposals to enable socio-ecological actions to conserve *H. latiflora* in the study area.

**Kew words:** yellow quina, natural history, physical factors, population structure, medicinal bark, community management.

## **DEDICATORIA**

A mi hijo, Raúl Nicolás Beltrán Sánchez, y a su hermosa madre, Selene Sánchez Mendoza, quienes me han brindado la oportunidad de vivir eso que llaman felicidad; los amo.

A mis padres y hermano, por orientarme, acompañarme y apoyarme en el camino, y por sembrar en mí el interés y respeto por mis raíces, historia y cultura; muchas gracias!!

A mis abuelitas y abuelito, que han estado presentes en la trayectoria de mi vida, nutriéndola de amor y de consejos.

A esta vida, por permitirme explorar, equivocarme y aprender; pero sobre todo, por estar aquí, cumpliendo mis sueños.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer al Colegio de Postgraduados por la preparación académica brindada durante mi estancia en la Maestría, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de la misma.

Agradezco de igual modo a todos los profesores que me compartieron sus conocimientos en las asignaturas cursadas, especialmente Botánica Sistemática Avanzada, Sistemática Aplicada, Etnobotánica, Recursos Naturales, Ecología Vegetal, Organizaciones Autogestivas Campesinas y Anatomía y Morfología de Frutales.

A los miembros del consejo, Dr. Edmundo García Moya, por la dirección del trabajo, las enseñanzas y la insistencia en una formación científica híbrida de alta calidad; Dra. Angélica Romero Manzanares, por la sólida formación académica que me brindó, por inculcarme sencillez y demostrar interés en mi desarrollo profesional; Dr. Mario Luna Cavazos, por los comentarios y aportaciones en los múltiples borradores de esta tesis, y por su apoyo y capacitación en la estadística multivariada; Dr. Fernando Manzo Ramos, por el tiempo e interés dedicado para las reflexiones sobre las teorías sociales en torno a la gestión de las especies forestales, y su invaluable apoyo en mi crecimiento cognitivo; Dra. Heike Vibrans, por la orientación y los consejos brindados durante el desarrollo de la tesis, y por agudizar el sentido de la investigación y redacción científica y; Dr. Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez, por las valiosas aportaciones conceptuales y las sugerencias vertidas en el documento.

Con mucho respeto y admiración, agradezco a los doctores Stephen D. Koch Olt, Eduardo García Villanueva y Jacinta Palerm Viqueira, por las enseñanzas académicas que me han brindado y por la amistad surgida en el desarrollo de éstas.

Al Herbario Hortorio CHAPA, por las facilidades prestadas para la revisión de ejemplares y el uso de equipo e instalaciones.

A mis amigos y compañeros del postgrado, por el apoyo, sinceridad y retroalimentación académica y personal; en especial a Sele, Moni, Juanito, Gera, Mara, Alan y Julián.

Por último, agradezco profundamente a las autoridades comunales del Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán periodo 2011-2014, a las familias recolectoras con las que conviví e intercambié experiencias, a los compradores y vendedores regionales de plantas medicinales, y a dos grandes amigos del poblado que apoyaron en todo el trabajo de campo, Emiliano y Roberto.

*“Tradicionalmente, los ecólogos han intentado estudiar ecosistemas prístinos para tratar de entender el trabajo de la naturaleza sin la confusa influencia de la actividad humana. Pero este enfoque se colapsa en el despertar de la comprensión científica de que no quedan lugares sobre la tierra fuera de la sombra de la humanidad. Más aún, muchos científicos ahora saben que, eventualmente, todos los ecosistemas tendrán que ser manejados en uno u otro grado, y para hacer esto bien, se necesitará del consejo científico confiable”.*

R. Gallagher y B. Carpenter (1997)  
*Science* 277: 485.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	
La cosecha de plantas medicinales en el contexto internacional	1
La cosecha de plantas medicinales en México	2
El Bosque Tropical Caducifolio en México	2
Aprovechamiento de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio: situación actual y tendencias	5
El Bosque Tropical Caducifolio en la Cuenca del Alto Balsas: cosecha de plantas medicinales y problemática de quina amarilla	7
Pregunta general	9
Objetivo general	9
Hipótesis	10
Área de estudio	11
Medio físico	11
Medio biótico	14
Aspectos históricos, sociales, económicos y culturales	17
Literatura citada	23

### **CAPÍTULO I. HISTORIA NATURAL Y ANTROPÓGENA DE *Hintonia latiflora* (RUBIACEAE), UNA ESPECIE MEDICINAL DEL COMPLEJO QUINA AMARILLA**

Resumen en español	31
Resumen en inglés (Abstract)	31
Introducción	32
Métodos	33
Resultados	36
Discusión	52
Conclusiones	55
Literatura citada	57

**CAPÍTULO II. AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ARQUITECTÓNICA DE *Hintonia latiflora* POR DESCORTEZAMIENTO Y OTROS FACTORES ECOLÓGICOS**

Resumen en español	64
Resumen en inglés (Abstract)	64
Introducción	65
Materiales y método	69
Resultados	74
Discusión	83
Conclusiones	89
Literatura citada	91

**CAPÍTULO III. GESTIÓN MULTINIVEL DE PLANTAS MEDICINALES EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA CUENCA ALTA DEL BALSAS, MÉXICO**

Resumen en español	97
Resumen en inglés (Abstract)	98
Introducción y antecedentes	98
Método	102
Resultados y discusión	106
Conclusiones	143
Literatura citada	146

**DISCUSIÓN GENERAL** 153

**CONCLUSIONES GENERALES** 158

**CONSIDERACIONES FINALES** 160

**LITERATURA CITADA** 161

**ANEXOS** 164

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Características geográficas y ecológicas de las zonas de cosecha de <i>Hintonia latiflora</i> en Tlalcozotitlán, Guerrero, México.....	70
<b>Cuadro 2.</b> Tratamientos, niveles* de cosecha y organización de las repeticiones por tratamientos.....	73
<b>Cuadro 3.</b> Características socio-demográficas y de recolección de plantas medicinales en los asentamientos humanos que integran el Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México.....	114
<b>Cuadro 4.</b> Programas de gobierno del periodo 2004-2012 que han beneficiado al Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México.....	119
<b>Cuadro 5.</b> Principales características de los compradores regionales de plantas medicinales en el Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México	128
<b>Cuadro 6.</b> Plantas medicinales recolectadas en el Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero en los años 2011 y 2012, y compradores regionales a través de quienes se comercializa.....	133
<b>Cuadro 7.</b> Características de las familias recolectoras de plantas medicinales y de la actividad de recolecta que desarrollan en comunidades de Tlalcozotitlán y Hueyatl, Guerrero en los años 2011 y 2012.....	136

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b>	Localización del Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, en el Municipio de Copalillo, Guerrero.....	11
<b>Figura 2.</b>	Tipos de vegetación del Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero. A la izquierda se observa un Bosque Tropical Caducifolio alterado por agricultura, y a la derecha un Matorral xerófilo relativamente conservado.....	16
<b>Figura 3.</b>	Vista panorámica de la comunidad de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero.....	19
<b>Figura 4.</b>	Agricultura de vega en la comunidad de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero.....	21
<b>Figura 5.</b>	<i>Hintonia latiflora</i> : (A) Tronco cubierto por corcho, (B) ramificación dicotómica, (C) fruto.....	38
<b>Figura 6.</b>	Distribución de <i>Hintonia latiflora</i> en México y Centroamérica.....	39
<b>Figura 7.</b>	Fenología de <i>Hintonia latiflora</i> en Tlalcozotitlán, Guerrero, México	41
<b>Figura 8.</b>	Arquitectura de <i>Hintonia latiflora</i> , Modelo Leeuwenberg.....	45
<b>Figura 9.</b>	Práctica de recolección de <i>Hintonia latiflora</i> .....	50
<b>Figura 10.</b>	Precio de venta (pesos mexicanos) de <i>Hintonia latiflora</i> en diferentes mercados de México, en las últimas dos décadas.....	51
<b>Figura 11.</b>	Diseño del muestreo poblacional de <i>H. latiflora</i> en las zonas de cosecha.	71
<b>Figura 12.</b>	Estructura poblacional promedio en las ocho zonas de cosecha de <i>H. latiflora</i> .....	75
<b>Figura 13.</b>	Individuos juveniles de <i>H. latiflora</i> en el espacio de los componentes principales 1 y 2.....	77
<b>Figura 14.</b>	Individuos adultos de <i>H. latiflora</i> en el espacio de los componentes principales 1 y 2.....	78
<b>Figura 15.</b>	Dendograma de juveniles de <i>H. latiflora</i> en las ocho zonas de cosecha.	79
<b>Figura 16.</b>	Dendograma de adultos de <i>H. latiflora</i> en las ocho zonas de cosecha.	80
<b>Figura 17.</b>	Diagrama de ordenación del ACC de individuos juveniles de <i>H. latiflora</i>	82
<b>Figura 18.</b>	Diagrama de ordenación del ACC de individuos adultos de <i>H. latiflora</i>	83
<b>Figura 19.</b>	Relaciones entre los diferentes niveles de estudio y sus actores, respecto a la gestión socio-ecológica de plantas medicinales en Tlalcozotitlán, Guerrero, México.....	111

## INTRODUCCIÓN GENERAL

### **Las cosecha de plantas medicinales en el contexto internacional**

Las plantas medicinales desempeñan una función importante en la atención de la salud, por lo que se estima que el 80% de la población mundial hace uso de ellas (OMS-UICN-WWF, 1993; OMS, 2008), y que, entre el 60 y el 90% de las especies medicinales que se comercializan a nivel mundial son de origen silvestre (Laird y Pierce, 2002). La mayor parte de éstas, al ser consideradas recursos silvestres diferentes a la madera y procedentes de diferentes tipos de vegetación, pueden ser valoradas como especies forestales no maderables (Ahenkan y Boon, 2011).

Se registran alrededor de 50 mil a 70 mil plantas medicinales en todo el mundo (OMS-UICN-WWF, 1993; Mulliken, 2006; Schippmann *et al.*, 2006); de las cuales 5% han sido analizadas a nivel químico y farmacológico, y sólo el 1% cuenta con estudios clínicos (Farnsworth, 1983). De este total, cerca de 7 mil especies derivan de conocimientos etnofarmacológicos (Merson, 2000).

Entre cuatro y seis mil especies de plantas medicinales se comercializan intensivamente a escala internacional (Iqbal, 1993; SCBD, 2001; Mulliken, 2006), lo que genera dividendos de 32 mil 900 millones de dólares estimados para el año 2013, con un tasa anual de crecimiento de 11% (Lawson, 2009). Tal actividad implica un incremento en los volúmenes de cosecha en las poblaciones silvestres, producto de la demanda en el mercado, que aunado al cambio de uso de la tierra ha generado que  $\pm$  15 mil especies medicinales silvestres se encuentren actualmente sobrecolectadas y amenazadas (Walter y Guillet, 1998; Schippmann *et al.*, 2006) y, en pocos casos, cuentan con protocolos de gestión sostenible (Cunningham y Mbenkum, 1993; Vermeulen, 2006; Guedje *et al.*, 2007).

El cultivo de especies forestales no maderables ha sido considerado una opción ecológica, económica, social e industrialmente viable (Palevitch, 1991; Uniyal *et al.*, 2000), pero existen aún múltiples factores que deben ser evaluados para lograr la eficiencia de esta práctica productiva (Schippmann *et al.*, 2006).

## **La cosecha de plantas medicinales en México**

La medicina popular mexicana es una importante manifestación de la identidad pluricultural de los pueblos que habitan el país. Las plantas medicinales, como especies forestales no maderables, son el principal recurso terapéutico de esta medicina (Aguilar *et al.*, 1996; Loa *et al.*, 1998; Balvanera *et al.*, 2009). La vigencia de su uso expresa tanto la efectividad terapéutica como la constante de los factores socioculturales y económicos que permean a la sociedad mexicana y que hacen prevalecer dicha práctica (Hersch-Martínez, 1999).

A nivel nacional se utilizan entre tres y seis mil especies con atributos medicinales, 10% de las cuales han sido sometidas a cultivo. De éstas  $\pm$  6% han sido validadas química, farmacológica y clínicamente (Loa *et al.*, 1998, Balvanera *et al.*, 2009). Aproximadamente cuatro mil especies medicinales se recolectan del medio silvestre, y en el caso de las 35 especies referidas con un aprovechamiento intensivo y especializado, se ha documentado la disminución en sus poblaciones, sugiriendo un estatus de amenazadas (Loa *et al.*, 1998) aún carente de políticas públicas reflejadas en su normatividad (LGEEPA, 2007; SEMARNAT, 2010).

Actualmente existe un mayor conocimiento sobre la flora medicinal silvestre del bosque tropical perennifolio y del bosque de pino-encino. En contraste, la información sistematizada de las especies medicinales del bosque mesófilo de montaña, los matorrales xerófilos y el bosque tropical caducifolio, dista aún de ser representativa, o si es el caso, aún no ha sido bien estudiada (IMSS, 2005). De estos ecosistemas, el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) *sensu* Rzedowski (1978), tiene elevadas tasas de cosecha de plantas medicinales silvestres que se comercializan. De las especies cosechadas, las más afectadas son aquéllas de las que se aprovechan raíces y cortezas (Hersch-Martínez, 1995; Hersch-Martínez *et al.*, 2000; Fierro *et al.*, 2000a).

## **El Bosque Tropical Caducifolio en México**

La existencia del Bosque Tropical Caducifolio en México data desde el Cenozoico Temprano (hace 50 a 60 millones de años) (De Nova *et al.*, 2011; Becerra *et al.*, 2012). Su flora actual es el resultado tanto del intercambio de fuentes diversas, con afinidades geográficas principalmente de Centro y Sudamérica, como de largos e intensos procesos de especiación *in-situ* (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013).

La Selva Baja Caducifolia o el Bosque Tropical Caducifolio ha sido descrito por Miranda y Hernández X (1963) y por Rzedowski (1978) como un sistema vegetal de menos de 15 m de altura promedio en árboles, que pierde casi completamente las hojas en la época seca, por lo común no son espinosos y poseen ordinariamente abundantes bejucos. Tiene un periodo de lluvia concentrado en seis o menos meses al año y en consecuencia con dos aspectos estacionales muy diferentes.

El Bosque Tropical Caducifolio se distribuye en regiones con suelos someros y de buen drenaje, sobre material parental pedregoso, a menudo en laderas de cerros. El tipo de clima más común que corresponde a esta formación vegetal es el Aw<sub>o</sub> (cálido subhúmedo con época seca larga y lluvias en verano principalmente) (Trejo, 1999). La temperatura anual varía de 20 a 29° C y mínima extrema en general no menor a 0° C, pero se ha indicado que el Bosque Tropical Caducifolio tiene la capacidad de tolerar heladas ocasionales (Trejo, 1999; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013). La precipitación anual es de (500) 700 a 1,200 mm; y la altitud en la que habita este bosque varía de 0 a 1,900 m, pero se localiza más frecuentemente por debajo de la cota de 1,500 m.

Se estima que el Bosque Tropical Caducifolio cubría a inicios del siglo XX alrededor del 14% (280 mil km<sup>2</sup>) de la superficie de México, y se encontraba distribuido en 25 de las 32 entidades federativas (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013). Actualmente cubre el 8% de la República Mexicana con una distribución que abarca desde Yucatán, cerros de la depresión central de Chiapas, áreas de la planicie del Istmo en su vertiente meridional, zonas de la Cuenca del río Tehuantepec, declives de la Cuenca del Balsas y de la Cuenca Alta del Papaloapan, al sur de la Sierra de Naolinco hasta el este de Córdoba, Veracruz, en la Huasteca, y en regiones del Pacífico desde Colima hasta el sur de Sonora (Challenger, 1998; Ceballos *et al.*, 2010; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013).

Tres cuartas partes de su superficie se han transformado en comunidades secundarias, así como en parcelas agrícolas, hortícolas, potreros, desarrollos urbanos, industriales y turísticos (Quesada *et al.*, 2009; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013). Se considera que las principales presiones humanas que afectan al Bosque Tropical Caducifolio son: 1) apertura de terrenos

agrícolas, 2) sustitución de la agricultura tradicional por actividades ganaderas, 3) temporada de barbechos más cortos, 4) sobreexplotación de especies para obtención de leña, madera y elaboración de artesanías, y 5) cosecha de plantas medicinales para comercialización (Challenger, 1998; Hersch-Martínez y Fierro, 2001; Ceballos *et al.*, 2010).

El Bosque Tropical Caducifolio contribuye con  $\pm$  cinco mil especies de plantas vasculares al país, más del 50% de éstas endémicas (Rzedowski, 1991; Challenger, 1998; Ceballos *et al.*, 2010). No obstante, únicamente 2 mil 500 especies son exclusivas del Bosque Tropical Caducifolio, al considerar los taxa que comparte con otros tipos de vegetación adyacentes (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013).

En el Bosque Tropical Caducifolio se distribuyen 749 géneros de plantas vasculares, 13% de éstos son cuantitativamente dominantes en diferentes regiones del país y 7.9% del total son endémicos a México. Las familias Fabaceae, Asteraceae, Poaceae, Malvaceae, Orchidaceae y Apocynaceae son las mejor representadas por número de géneros. Las familias Chenopodiaceae, Brassicaceae, Ericaceae, Fagaceae, Melastomataceae y Myrsinaceae están ausentes de este ecosistema. Con la excepción de la familia Zamiaceae (género *Dioon*), el grupo de gimnospermas no está representado en este tipo de vegetación (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013).

La riqueza y heterogeneidad de especies en el Bosque Tropical Caducifolio en México aumentan, en general, de manera gradual de norte a sur y de este a oeste, y alcanzan sus expresiones máximas en la Depresión del Balsas y en la región costera entre Michoacán y el Istmo de Tehuantepec (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013). La riqueza local de especies leñosas se estimó en un 72% (de un total de 917 especies muestreadas en 20 sitios de estudio) y la semejanza entre diferentes fragmentos de Bosque Tropical Caducifolio es sólo del 9% (Trejo y Dirzo, 2002).

En este sistema ecológico se desarrollaron varias civilizaciones mesoamericanas. Habitan 33 grupos étnicos y numerosas comunidades rurales mestizas, las cuales inmigraron a este territorio aproximadamente al inicio del siglo XX (Challenger, 1998; Bye, 1995; Dorado *et al.*, 2002). No

obstante, el Bosque Tropical Caducifolio también es el ecosistema que presenta las tasas más altas de pérdida de cobertura forestal, 300 mil hectáreas anuales, debido tanto al cambio de uso de la tierra como a una baja capacidad de recuperación después de un disturbio, ya que las asociaciones vegetales que lo sustituyen son más estables que el bosque clímax (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013); lo que sitúa a este ecosistema como el bosque tropical en mayor peligro de desaparecer (Janzen, 1986; Quesada *et al.*, 2009).

### **Aprovechamiento de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio: situación actual y tendencias**

La flora medicinal silvestre presenta dos formas básicas de cosecha con efectos ecológicos, sociales y económicos aparentemente diferenciados, poco cuantificados aún: 1) el autoconsumo o autoabasto, y 2) la venta o comercialización.

El autoconsumo conlleva la cosecha de plantas medicinales para tratar alguna patología según las entidades nosológicas y sus lógicas locales. En la mayoría de los casos es efectuado por médicos o terapeutas con experiencia en la gestión tradicional de las especies, e involucra tasas bajas de cosecha (Cunningham y Mbenkum, 1993; Hersch-Martínez, 1999).

La comercialización, en cambio, pasa de un contexto exclusivamente sanitario a uno productivo-mercantil. Los recolectores pueden ser los mismos terapeutas, o bien, campesinos jóvenes con o sin tierras, apoyados o no por los miembros de su familia (Cunningham, 1998; Ruíz-Pérez *et al.*, 2004).

Los recolectores que comercializan plantas medicinales generalmente se ven retribuidos de una forma asimétrica por su trabajo y su conocimiento (obtienen  $\pm$  10% de la ganancia total pagada por el consumidor), en comparación con el resto de la cadena mercantil (acopiadores, mayoristas principales y detallistas) (Hersch-Martínez, 1995; Vodouhê *et al.*, 2008). Esta actividad se especializa en ciertos taxones, que fluctúan en función de su demanda en el mercado y a menudo la cosecha es intensiva. Las implicaciones ecológicas de estas actividades, en las escasas investigaciones nacionales (Hersch-Martínez *et al.*, 2000; Fierro *et al.*, 2000a; Solares, 2004), demuestran efectos negativos a nivel de sus poblaciones.

En la Cuenca del Balsas, cubierta con Bosque Tropical Caducifolio, el 55% de las especies vegetales son aprovechadas (Challenger, 1998), de las que, entre el 30 y el 50% son plantas medicinales silvestres que se comercializan en el país (Argueta, 1994; Bye, 1995). La incorporación de estas especies a los circuitos comerciales se da a partir de acopiadores locales y regionales, quienes con una amplia gama de especies abastecen el mercado nacional (Hersch-Martínez, 1997; Hersch-Martínez y Fierro, 2001).

Las especies más demandadas en los centros de acopio (locales y regionales) y mercados principales, son: la raíz y corteza de cancerina (*Hemiangium excelsum* (Kunth) A.C. Sm.), la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl.), el fruto del granjel (*Randia echinocarpa* Moc. & Sessé ex DC.); el duramen del palo brasil (*Haematoxylon brasiletto* Karst.), las flores del palo prieto (*Cordia morelosana* Standl.), la planta completa de doradilla (*Selaginella lepidophylla* (Hook. & Grev.) Spring), las hojas de garañona (*Calea ternifolia* Kunth), los frutos de cuatecomate (*Crescentia alata* Kunth), y la corteza de varias especies del complejo quina (quina roja *Simira mexicana* (Bullock) Steyerm.; quina roja *Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. & Schult.; quina blanca *Tonduzia longifolia* (A. DC.) Markgr; y quina amarilla *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock (Fierro *et al.*, 2000a; Hersch-Martínez y Fierro, 2001; García-Jiménez, 2009).

La intensidad de cosecha de las especies citadas ha generado problemas en las zonas de abasto, detectada por los recolectores, que enfatiza la escasez del recurso y el incremento en las distancias para la búsqueda y cosecha del producto y la competencia entre recolectores para obtenerlo. Este aspecto está a su vez relacionado con la parte de la planta que se aprovecha, dado que especies como la cancerina, el cuachalalate y las diferentes especies de quina, de las que se cosecha la raíz y cortezas, respectivamente, son las que presentan mayores problemas para su persistencia. Estas especies han sido escasamente evaluadas en términos ecológicos (Fierro *et al.*, 2000a; Solares, 2004); y en sus implicaciones sociales y económicas (Bye, 1995; Hersch-Martínez *et al.*, 2000; García-Jiménez, 2009).

## **El Bosque Tropical Caducifolio en la Cuenca del Alto Balsas: cosecha de plantas medicinales y problemática de quina amarilla**

La Cuenca del Balsas está limitada por el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur; cuenta con una superficie aproximada de 112 mil 320 km<sup>2</sup> y tiene una altitud promedio de 1, 000 m. Constituye una depresión con dirección este-oeste localizada en la parte sur occidental de México (SEMARNAT, 2011). Se encuentra dividida en tres regiones denominadas Alto, Medio y Bajo Balsas. La primera comprende porciones de los estados de Guerrero, México, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y la totalidad de Morelos; Medio Balsas incluye a porciones de Jalisco, Guerrero, México y Michoacán y, el Bajo Balsas comprende porciones de Guerrero y Michoacán (SEMARNAT, 2011).

La flora vascular de esta región se estima en los 4 mil 442 *taxa* (Fernández-Nava *et al.*, 1998), 7% de ellos endémicos (Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2005). Algunas investigaciones mostraron que alrededor de 634 especies son de uso múltiple (Ceballos *et al.*, 2010) y a otras 338 se les asigna uso medicinal (Soto-Núñez y Sousa, 1995).

La porción del Alto Balsas, particularmente el área de confluencia entre los estados de Guerrero, Morelos y Puebla, comparte algunas características culturales y biológicas. Se considera una zona altamente diversa en cuanto a flora medicinal silvestre y con presencia de asentamientos humanos de raigambre náhuatl, en proceso acelerado de contacto con el medio urbano y rural mestizo (Good y Barrientos, 2004; Hersch-Martínez, 2010). Estos atributos se deben a la historia de apropiación del territorio, que data desde antes del siglo XVI.

Los centros de acopio regionales de plantas medicinales en los municipios de Copalillo, Guerrero, y Axochiapan, Morelos, son los que más influencia tienen en toda la región. Estos centros generan indirectamente la movilización de productos en la zona e influyen en la intensidad de recolecta, según la demanda comercial de la especie (Hersch-Martínez, 1997; Rodríguez, 2003).

Varias de las especies que conforman el complejo quina en la región están sujetas a la recolecta. Por ejemplo, Fierro *et al* (2000a) describen que la cosecha de la corteza de *Hintonia*

*standleyana* Bullock en el municipio de Copalillo, Guerrero, consiste en desprender placas longitudinales con machete de árboles principalmente jóvenes y en época de estiaje. Se evita retirar perimetralmente la corteza y se dejan secciones intactas que se comunican con la base del árbol. Esta técnica favorece la regeneración de la sección descortezada y aminora la posibilidad de muerte del árbol. Pero también el autor menciona que algunos recolectores retiran toda la corteza tanto de tronco como de ramas y, en ocasiones, derriban el árbol por completo.

De acuerdo con Fierro *et al.* (2000a), las técnicas de cosecha de corteza de *H. standleyana* que efectúan los recolectores pueden dividirse en dos grupos: 1) descortezamiento al 30-50%, en el que un individuo puede recuperarse en un periodo de cuatro a cinco años, con un crecimiento anual promedio en el diámetro de su tallo de 0.48 cm, que genera 1 un kg de corteza en seco obtenido de cinco individuos; y 2) descortezamiento al 100%, técnica que mata al árbol, si es que no fue derribado previamente para aprovechar al máximo su corteza (se requieren en promedio de dos árboles para obtener 1 kg de corteza seca). La segunda técnica de cosecha es la práctica dominante en la región.

El mismo autor señala que *H. standleyana* forma poblaciones muy reducidas, en sitios por lo regular inaccesibles y muy distantes a los centros de población ( $\pm 3$  horas de distancia). Estima que su densidad poblacional promedio es de 416 ind. ha<sup>-1</sup>, con una estructura de edades con predominio de individuos de tres a nueve años (> 65%), y con alrededor del 25% de la población restante entre los 9.1 y los 18 años, siendo ésta etapa de crecimiento la óptima para su descortezamiento ( $\pm 11$  cm de diámetro basal).

Aranguren (1994) proporciona cifras más conservadoras en cuanto a la densidad de *H. standleyana* en la región de la Montaña de Guerrero, México, ya que señala la presencia de 8 a 73 plantas ha<sup>-1</sup>, con individuos con una altura promedio de 0.95 a 2.83 m.

También se indica que la quina roja (*Simira mexicana* (Bullock) Steyerl.) ha resultado severamente afectada en sus poblaciones, producto de la demanda de acopiadores regionales. Es considerada “muy escasa” en la zona y los recolectores tienen que ir a recolectarla a otras comunidades. Esta situación ha promovido un incremento en la cosecha de la corteza de quina

amarilla (*H. latiflora*), especie que hace 30 años sólo se usaba como remedio a nivel local (Hersch-Martínez, 1999; Hersch-Martínez *et al.*, 2000).

Actualmente la corteza de quina amarilla es la más comercializada a nivel nacional, considerando todas las especies que integran el complejo quina en México; presenta sobrecosecha y afectación poblacional, de acuerdo con la percepción de los recolectores y dependencias gubernamentales (Hersch-Martínez, 1999; Rodríguez, 2003).

Pese a ello, *H. latiflora* carece de estudios biológicos y ecológicos que provean información científica para proponer acciones de gestión y sugerir alternativas para la conservación de esta especie. También se desconoce el papel que tienen diferentes actores sociales en la recolecta y comercialización de *H. latiflora* y los factores que regulan la gestión y preservación de este recurso.

Interesa saber:

¿Cómo influyen factores ecológicos y sociales en la disponibilidad de *Hintonia latiflora* en el área de estudio?

Responder a lo anterior implicaría demostrar:

¿Qué factores biológicos y ecológicos limitan la sobrevivencia de *H. latiflora*?

¿Cuáles son las características físicas del hábitat en donde se distribuye *H. latiflora*?

¿Cómo es la estructura poblacional de *H. latiflora*?

¿La estructura poblacional y la arquitectura de *H. latiflora* se modifican por las intensidades de cosecha de corteza?

¿Influyen las características físicas de los sitios de cosecha en la arquitectura de *H. latiflora*?

¿Qué factores sociales determinan las intensidades de cosecha de *H. latiflora* a nivel familiar, comunitario y regional?

El objetivo general consiste en analizar la influencia de factores ecológicos y sociales que influyen en la disponibilidad y cosecha de *H. latiflora*, en una comunidad de la Cuenca Alta del Balsas.

El cómo alcanzarlo implicaría:

Documentar y analizar las características biológicas y ecológicas de *H. latiflora*.

Describir las características biofísicas del hábitat de *H. latiflora*.

Conocer la estructura poblacional y la arquitectura de *H. latiflora* y establecer su relación con la intensidad de cosecha.

Investigar la influencia de las características físicas del hábitat de *H. latiflora* en la arquitectura de la especie.

Documentar los factores que determinan las intensidades de cosecha de corteza de *H. latiflora* a nivel familiar, comunitario y regional en el área de estudio.

Las hipótesis a probar pretenden demostrar que:

a) Las características ecológicas de *H. latiflora* no limitarían su sobrevivencia.

b) La intensidad de cosecha de corteza no afectaría la estructura poblacional de *H. latiflora*.

c) El descortezamiento de *H. latiflora* en cualquier zona de cosecha no significaría cambios en la arquitectura de las plantas.

d) Por tratarse de una micro-región, no habría diferencias estadísticas en los factores físicos de los sitios que caracterizan a las zonas de cosecha de corteza, y la arquitectura vegetal sería característicamente constante en cualquier caso.

e) La recolección de *H. latiflora* no limitaría el desarrollo de *acción colectiva*, y la generación de normas y acuerdos sería local.

## **Alcances**

La presente investigación tiene como propósito sentar las bases para la gestión socio-ecológica de *Hintonia latiflora* en un Bosque Tropical Caducifolio del Alto Balsas, México.

La investigación se organiza en tres capítulos centrados en *Hintonia latiflora*:

I: La historia natural y antropógena de *H. latiflora*, que documenta y analiza diferentes aspectos sobre la biología de la especie y su relación con la actividad humana, obtenidos a partir de la literatura y datos de campo.

II: La estructura poblacional de la especie en la Cuenca Alta del Balsas, México: que aborda la estructura de tamaños, los efectos de la cosecha de corteza sobre atributos alométricos y reproductivos de la especie, y la influencia de algunos factores físicos sobre la arquitectura de *H. latiflora*.

III: La gestión de diferentes actores relacionados con la recolecta y comercialización de *H. latiflora* y otras 20 especies medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio.

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la comunidad indígena nahua de Tlalcozotitlán, ubicada en la Cuenca Alta del Balsas, en el municipio de Copalillo, Guerrero, e inmersa en el Bosque Tropical Caducifolio.

### Medio físico

#### Ubicación geográfica

El municipio de Copalillo ocupa el extremo noreste del estado de Guerrero, y el núcleo agrario de Tlalcozotitlán se ubica en la porción suroeste de este municipio, entre las coordenadas  $17^{\circ} 52' 58''$  Norte y los  $99^{\circ} 07' 48''$  Oeste. (Figura 1):

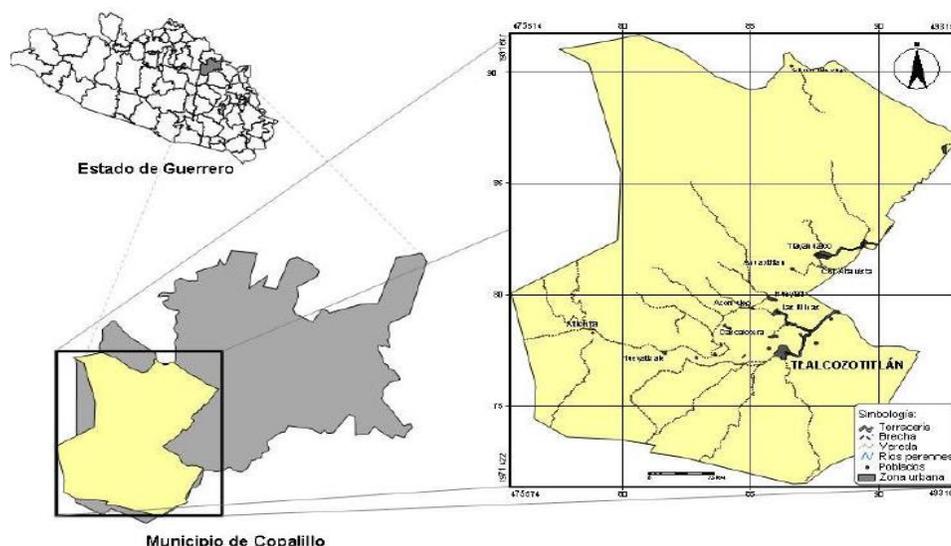


Figura 1. Localización del Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, en el Municipio de Copalillo, Guerrero. Fuente: INEGI, 2009.

### *Clima*

El clima predominante en Tlalcozotitlán, debido a su ubicación geográfica dentro de la Depresión del Balsas, es principalmente seco. En el 80% de la región domina el clima  $BS_1(h')w(w)ig$ , que se describe como un clima seco, semicálido y semiárido con un régimen de lluvias típicamente de verano; con precipitación promedio anual menor de 800 mm y un promedio de temperatura anual de  $25.7^{\circ}C$ , isotermal ( $< 5^{\circ}C$ ) y la marcha anual de temperatura es de tipo Ganges (el mes más seco se presenta antes del solsticio de verano). La altitud varía de los 560 a los 980 m. La vegetación más frecuente es el Bosque Tropical Caducifolio y los matorrales espinosos (Trejo, 1983; CONAFOR, 2008).

En las partes de mayor elevación el clima es  $Aw_0(w)(i')gw$ , que se describe como cálido subhúmedo, el menos húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano. Los meses de agosto y septiembre son los de mayor precipitación, con precipitación media anual de 911.1 mm, temperatura media anual de  $26.4^{\circ} C$ , con poca oscilación térmica y la marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges (Trejo, 1983; CONAFOR, 2008).

### *Hidrología*

El núcleo agrario pertenece a la Región Hidrológica No. 18 Río Balsas-Mezcala y a la Cuenca del Río Amacuzac (SEMARNAT, 2011). De este a oeste lo cruza el Río Poblano, que se origina en el estado de Puebla. De norte a sur pasa el Río Amacuzac, que se une con el Río Poblano al oeste de Tlalcozotitlán en un punto conocido localmente como Las Juntas, para dar origen al Río Balsas. En la porción suroeste del área, atraviesa el Río Tlapehualapa, que se une con el Río Balsas cerca del poblado de Azicintla.

El núcleo agrario de Tlalcozotitlán presenta una abundante red de pequeños arroyos activos solo en la época de lluvias y que desembocan en los ríos principales. Existen cuatro manantiales en la región: en el sureste se encuentran los llamados Teapa y Achichica, que llevan agua potable a la comunidad de Tlalcozotitlán; al centro-norte el manantial Techinango; y al noreste el manantial Agua Salada (CONAFOR, 2008; SEMARNAT, 2011; INEGI, s/f. a y b).

### *Geología*

El núcleo agrario pertenece al Terreno Mixteco y a la plataforma Guerrero-Morelos (INEGI, 1989; CONAFOR, 2008). Las formaciones geológicas han sido previamente descritas por Trejo (1983), entre las que destacan seis unidades geológicas:

- 1.- Ki (lm-ar): del cretácico inferior con rocas sedimentarias detríticas (limolitas y areniscas); ubicado al norte sobre pendientes suaves.
- 2.- Caliza Ki (cz): unidades de calizas masivas del cretácico inferior, extendidas en todo el núcleo agrario. Se observan en pendientes de medias a altas principalmente en la zona centro-norte, y en pendientes altas a abruptas en el suroeste (cerro Zompepeltzin) y sureste (cerros Gobiernotepetl y Cuatzontepetl).
- 3.- Ks (lu-ar): conformada por rocas sedimentarias lutitas y areniscas, del cretácico superior. Se localiza sobre pendientes medias a suaves en la porción noreste y centro, en la barranca que rodea al Río Amacuzac y en la barranca de Apetlanca, en pendientes de medias a fuertes en las barrancas de Hueyeatl y Zapotitlán, ubicadas al sureste del núcleo agrario.
- 4.- Ti (ar-cg): unidades de rocas sedimentarias del tipo de las areniscas y conglomerados del terciario inferior, ubicadas al centro y sureste del área de estudio.
- 5.- Q (al): conformada por material aluvial del Cuaternario, en el centro-oeste del núcleo agrario noreste a lo largo de los ríos Poblano, Amacuzac y Tlapehualapa, y sobre el valle del noroeste, generalmente en pendientes planas.
- 6.- Q (cg-tr): acumulaciones de conglomerados y travertinos del Cuaternario, sobre planicies aluviales en pendientes de suaves a medias.

### *Edafología*

Debido a la particularidad del relieve y a la historia geológica de la región, se encuentran cinco tipos de suelo (Trejo, 1983; INEGI, 2007):

- 1.- Leptosoles: suelos muy someros y pedregosos, asociados a zonas montañosas, lo que los hace susceptibles a la erosión. Se registran dos asociaciones, Leptosol+Rendzinas, en colinas sedimentarias y zonas de escarpas; y Leptosol+Regosol, en las terrazas y abanicos aluviales a los alrededores del núcleo agrario.
- 2.- Fluvisoles: suelos de climas húmedos, pero por provenir de materiales de depósito, pueden desarrollarse en planicies aluviales. En general tienen un exceso de drenaje y acumulación de

limos y arcillas, pero con una reserva de nutrimentos. Se encuentran en asociación con Regosol calcáreo en pendientes de planas a suaves, en zonas aledañas a la planicie aluvial y en otra franja ubicada al suroeste. También se encuentran en las vegas y antiguos llanos de los ríos Poblano, Amacuzac y Tlapehualapa.

3.- Regosoles: suelos calcimórficos (ricos en cal), profundos, bien drenados, formados a partir de fragmentos de roca madre que han sufrido disgregación física. Son suelos pobres en materia orgánica, en general de color claro y con parecido a las rocas subyacentes. Cuando se encuentran en zonas de laderas fuertes son susceptibles de erosionarse fácilmente. Se registran tres asociaciones, Regosol+Cambisol+Leptosol en la zona suroeste sobre áreas de pendientes fuertes y roca sedimentaria; Regosol+Litosol en la sección norte y centro, en los alrededores del Río Amacuzac, en pendientes altas de roca sedimentaria; y Regosol calcárico, disperso en manchones en las áreas centro-sur, centro y norte, sobre pendientes suaves de material sedimentario. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado a la profundidad.

4.- Rendzinas: suelos someros y pedregosos derivados de material calcáreo, con una delgada capa de materia orgánica. Se desarrolla sobre material parental con hasta 40% Ca CO<sub>3</sub>; generalmente son arcillosos. Son suelos pobres para la agricultura y tienen un rendimiento bajo para la ganadería. Son susceptibles a la erosión en laderas y lomas. Son los suelos más abundantes en el núcleo agrario; se distribuyen sobre pendientes medias y fuertes de roca caliza, en franjas irregulares al este y oeste.

5.- Vertisoles: suelos arcillosos que se caracterizan por expanderse cuando están húmedos y compactarse cuando se secan, por lo que forman grandes grietas. Son suelos fértiles que carecen de materia orgánica y de un buen drenaje, ubicados al suroeste en áreas de pendiente plana.

## **Medio biótico**

### *Vegetación*

De acuerdo con Trejo (1983) y CONAFOR (2008) se presentan cinco tipos de vegetación en el área, que fueron adaptados a la nomenclatura de tipos de vegetación sugeridos por Rzedowski (1978) para su correcta interpretación: Bosque tropical caducifolio, Bosque de *Quercus*, Palmar, Matorral xerófilo y Vegetación acuática (Figura 2).

El Bosque Tropical Caducifolio cubre una superficie de 16 mil 936 ha (75% de la superficie total). Se desarrolla en la mayor parte de la superficie del núcleo agrario, en ambas áreas climáticas, sobre los diferentes sustratos rocosos y tipos de suelo, y sin preferencia por la inclinación de las pendientes. El dosel puede alcanzar alturas de cuatro a 12 m, en función de las características y condiciones del suelo. Es común que dominen especies de tallo brillante o corteza exfoliante.

Entre los componentes principales del estrato arbóreo se encuentran: *Actinocheita potentillifolia* (Turcz.) Bullock, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *B. grandifolia* (Schltdl.) Engl., *B. morelensis* Ramírez, *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f., *Conzattia multiflora* (B.L. Rob.) Standl., *Cyrtocarpa procera* Kunth, *Gyrocarpus jatrophiifolius* Domin, *Hintonia latiflora*, *Plumeria rubra* L., *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst., *Pseudosmodingium perniciosum* (Kunth) Engl., *Spondias purpurea* L., *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. y en ciertas áreas, *Pachycereus weberi* (J.M. Coult.) Backeb.

En el estrato arbustivo, entre 0.5 y 4 m, es común encontrar: *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg., *Senna skinneri* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Justicia magniflora* (S.F. Blake) D.N. Gibson, *Dalea leptostachya* DC., *Thevetia ovata* (Cav.) A. DC., *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson y *Marsdenia mexicana* Decne.. También es común observar: *Brahea dulcis* (Kunth) Mart., *Agave cupreata* Trel. & A. Berger y *A. angustifolia* Haw.

El bosque de *Quercus* es un tipo de vegetación con menos cobertura espacial, 375. 84 ha (5% de la superficie total). Se localiza en las barrancas al suroeste del núcleo agrario, en un intervalo altitudinal de los 850 (en barrancas) a los 1,580 m; exclusivamente en áreas con clima cálido subhúmedo, en laderas escarpadas, sobre suelos someros y pedregosos (leptosoles y rendzinas) derivados de roca caliza. En el bosque de *Quercus* prosperan especies como *Quercus magnoliifolia* Née y *Quercus castanea* Née, que conviven con elementos secundarios como *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Brahea dulcis* y *Agave angustifolia*.

El palmar se desarrolla sobre cimas y laderas medias y suaves en una franja al noroeste del área, con una extensión de 1,187 ha; en zonas subhúmedas y en menor medida semiáridas.

Se caracteriza por la dominancia de *Brahea dulcis*, que si bien se desarrolla de manera natural en otros tipos de vegetación, en el palmar es un elemento muy abundante. Se trata de una comunidad secundaria inducida por acción del fuego; prospera en suelos muy poco desarrollados (leptosoles y rendzinas), y con abundantes afloramientos de roca caliza subyacente, en su mayoría sobre pendientes abruptas. Presenta un estrato herbáceo acompañante con *Bessera elegans* Schult. f., *Castilleja tenuiflora* Benth. y *Cuphea procumbens* Ortega.

El matorral xerófilo, con una extensión de 90 ha, es una comunidad vegetal de difícil delimitación, pues los elementos florísticos que la integran son los mismos que componen al Bosque Tropical Caducifolio. No obstante, la diferencia se debe básicamente a la abundancia de *Pachycereus weberi* y *Neobuxbaumia mezcalaensis* Bravo, que constituyen los elementos dominantes. Se desarrolla sobre suelos someros y pedregosos (litosoles), derivados de areniscas y conglomerados, en laderas de pendientes altas y escarpadas. La zona más representativa de este tipo de vegetación se localiza en el centro-oeste, específicamente en el Cerro León.



Figura 2. Tipos de vegetación del Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero. A la izquierda se observa un Bosque Tropical Caducifolio alterado por agricultura, y a la derecha un Matorral xerófilo relativamente conservado.

La vegetación acuática se localiza en los márgenes del río, sin llegar a constituir propiamente una comunidad vegetal, con 2.3 ha. Incluye árboles distribuidos de manera discontinua, con tallos erectos y robustos, perennes o parcialmente caducifolios, entre los que destacan *Astianthus*

*viminalis* (Kunth) Baill., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms, *Ziziphus amole* y *Prosopis laevigata*.

## **Aspectos históricos, sociales, económicos y culturales**

### *Aspectos históricos*

Los vestigios arqueológicos de Tlalcozotitlán datan desde antes del año 1,200 a.C., se considera un pueblo fundado por los Olmecas que alcanza su máximo apogeo entre los años 1,000 y 800 a.C., con el impulso de la agricultura a través de la irrigación (Good y Barrientos, 2004; Hersch-Martínez, 2010). De ahí se derivan las raíces indígenas del nombre del pueblo: tlalco= polvo y zotitlan=lodoso; “Lugar de polvo y lodo”.

La presencia de los nahuas en el estado de Guerrero está documentada a partir de la deriva de la cultura Olmeca (Clavijero, 2003). Existe una crónica sobre la llegada a Tlalcozotitlán del grupo cultural de los Kohuixcas (descendientes de la cultura Olmeca), en el que se menciona que a través de una gran peregrinación desde Aztlán, rumbo a los valles centrales, un grupo se separa en el poblado de Malinalco y sigue la ruta Amacuzac y Zitlala hasta llegar a Chilapan (hoy Chilapa), para fundar o repoblar otras localidades al oriente de la ciudad de Taxco (año 1,260 d.C.), como fueron: Kouiskatlan, Koskatlan, Tlaxmalac, Tepecuacuilco y Tlalcozotitlán (Clavijero, 2003).

Tlalcozotitlán fue posteriormente un centro tributario Mexica de descendencia Olmeca, ubicado en la ribera del río Mezcala en el alto Balsas. Al igual que diversos pueblos con los que limita espacialmente, ha fungido en la historia, a través de mercados o tianguis y ferias anuales, como abastecedor de diversos productos especializados de las zonas tropicales al altiplano central; entre éstos las plantas medicinales (Hersch-Martínez, 2010).

Durante la colonia, Tlalcozotitlán fue evangelizada por la orden Agustina. Hacia 1727 la organización religiosa dependía de Copalillo y en 1875 Copalillo fue constituido como cabecera municipal y posteriormente como parroquia (Good y Barrientos, 2004).

Del Paso y Troncoso (1905) hace una excelente síntesis a manera de inventario en donde indica el número de habitantes de Tlalcozautitlan (hoy Tlalcozotitlán), las edades de éstos y su condición social (casado y divorciado), como datos base para conocer los tributos a recibir de este poblado. A su vez, da una relación de los poblados que circundan a Tlalcozotitlán, lo que permite conocer tanto el origen toponímico como la permanencia de algunas de las comunidades cercanas hoy en día a Tlalcozotitlán, tal es el caso de: Tlapeualapa (hoy Tlapehualapa), Cicapa (hoy Zicapa), Mecquitlan (hoy Mezquitlán), Temalac, Papalutla y Ostutla.

Por otro lado, Jiménez y Villela (1998) proporcionan información extensa sobre el Mapa de Tlalcosautitlán, el cual fue elaborado en 1587 por un dibujante indígena anónimo. Este documento sirvió como testimonio en las diligencias que los naturales de dicho pueblo solicitaron a Fernán Páez, administrador de esa zona, para que autorizara desviar el curso del río Xaleatl, por requerir sus aguas para el riego de tierras. Se mandó averiguar si esta acción no causarían daños a terceros, así como la cantidad de agua que podría desviarse.

#### *Aspectos socioeconómicos y culturales*

El Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán posee alrededor de 22 mil 100 ha, y obtuvo el reconocimiento oficial de bienes comunales ante el Registro Agrario Nacional en 1967. Anteriormente estaba constituido como una unidad que agrupaba a ranchos o cuadrillas cercanos con heterogeneidad en el número de habitantes y la comunidad de Tlalcozotitlán era la cabecera de éstos. Actualmente estos poblados se han independizado y adquirido cierta autonomía como pueblos (reciben apoyos directos de programas de gobierno, tienen comisarías y distritos y representantes locales: comisarios y delegados), para conformar lo que ellos reconocen como anexos de Tlalcozotitlán (Figura 1 y 3).

Entonces, actualmente el núcleo agrario está conformado por la comunidad de Tlalcozotitlán y diez pueblos anexos: Ahuaxititlán, Alta Vista, Azingo, Cascalotera, Hueyeatl, Hueyaxale, Las Minas, Tenantitlán, Tinajas y Tlayehualco. Referencias del Comisariado de Bienes Comunales del núcleo agrario y de pobladores y recolectores de flora medicinal, indican que tanto en los anexos como en la comunidad de Tlalcozotitlán existen recolectores activos de quina amarilla,

regulados parcialmente bajo acuerdos informales, lo que en términos estrictos significa que actualmente no pueden cosechar corteza de esta planta medicinal.

La comunidad de Tlalcozotitlán se encuentra cercana a la cabecera municipal, Copalillo. Hay comunicación continua por flujo comercial, familiar o vial, ya que es el poblado de paso para ir a Iguala, Huitzucó o Atenango del Río, pueblos con los que existen lazos históricos de diversa índole, principalmente laborales y familiares.

En esta comunidad habitan  $\pm$  2,334 personas (47% hombres y 53% mujeres), integrados en 350 viviendas. Las familias se conforman en promedio por cuatro miembros (INEGI, 2010). El 54% de la población tiene entre los 15 y 64 años de edad, el 40% entre los 0 y 14 años, y 6% son mayores de 64 años (INEGI, 2010; Observaciones personales, 2012).

El 68% de la población habla náhuatl y español, principalmente adultos y jóvenes. Los ancianos del pueblo no hablan ni entienden el español y en el caso de los niños que estudian la primaria, el interés en el aprendizaje del náhuatl comienza a perderse (INEGI, 2010).

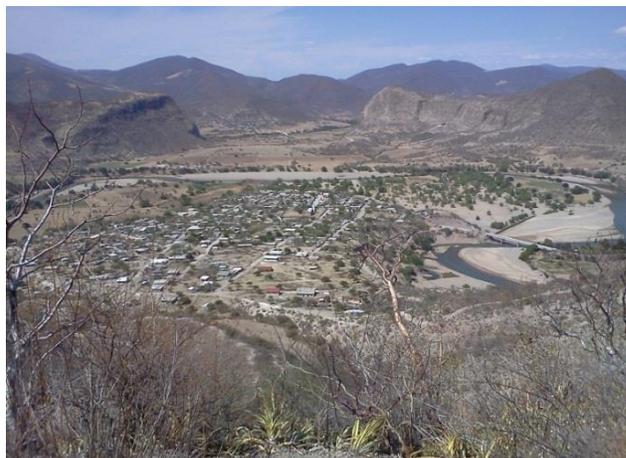


Figura 3 Vista panorámica de la comunidad de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero.

Entre los servicios básicos se cuenta con transporte, agua potable, drenaje, luz eléctrica, alumbrado público, calles parcialmente pavimentadas, caseta de teléfono, clínica de salud, consultorio particular, curandero y escuela primaria hasta preparatoria; pero se carece de recolección de basura, infraestructura para comercio e internet (INEGI, 2010).

En cuanto a la situación socioeconómica, se registra alcoholismo, drogadicción, pobreza y marginación. El nivel de escolaridad promedio es bajo, hasta tercer año de primaria, y un 22% de la población está económicamente activa de acuerdo con los criterios de INEGI (2012). El 82% de la comunidad es derechohabiente a servicios de salud (0.19% IMSS, 2.9% ISSSTE y 78% Seguro Popular) (INEGI, 2010).

La vivienda rural se encuentra en transición por las remesas enviadas de EE.UU. Aunque dominan las casas de adobe con bajareque (mezcla de adobe con tallos formados del xilema de *Neobuxbaumia mezcalensis*) y techo de palma (*Brahea dulcis*), están relegadas ante el avance de las construcciones de block y techos de lámina, cartón, lámina de asbesto y de cemento, ya sea planos, de una agua o de dos aguas (Observaciones personales, 2012). El 26% de las viviendas tiene todos los servicios (luz, agua, red eléctrica y drenaje), la mayoría cuenta con alguno y 13% carecen de todos los servicios (INEGI, 2010).

La economía de la comunidad se soporta principalmente en los ingresos que provienen de los migrantes radicados en EE.UU. y en aquellos que se contratan como jornaleros agrícolas y emigran con la familia a diferentes estados de la República Mexicana. No obstante, se llevan a cabo actividades productivas básicamente de autoconsumo (Observaciones personales, 2012).

La agricultura de temporal es la actividad económica principal, tanto en tierras de labor (ayudados de la yunta) como en tlacololes (ayudados por el pico), siguiéndole la pesca en río, la recolección de especies forestales no maderables y la fabricación de productos textiles (cintas de palma). La mano de obra es fundamentalmente familiar. La superficie destinada a la actividad agrícola representa el 12.6% de la extensión territorial, de la que el 84% es de temporal y el 16% de riego.

En promedio cada unidad familiar tiene tres ha de tierras de cultivo. La mayoría de los habitantes siembran maíz, principalmente criollos combinados con calabaza, aunque los maíces mejorados ya han cobrado importancia local. Existen cuatro diferentes clases de maíces nativos en la región: rojo o colorado, morado o negro, blanco y amarillo; el blanco es el que más se siembra. No hay un encargado de cuidar la semilla en el pueblo, pero si a algún poblador le falta

semilla, la puede comprar a otro campesino a \$ 50.00 pesos (1 almud=12 litros de grano de maíz=4 cuartillos). El maíz junto con el tomate, chile y sorgo, éste último destinado a la alimentación del ganado, conforman el grupo de cultivos para autoconsumo en el pueblo. El frijol no se cultiva dentro del sistema milpa en Tlalcozotitlán.

Desde un punto de vista comercial, destaca la producción en terrenos de temporal de ajonjolí y cacahuate, melón, sandía y flor de cempazuchitl en tierras de riego o en época de lluvias. Estos productos se comercializan localmente a bajo precio (INEGI, 2010; Observaciones personales, 2012) (Figura 4).



Figura 4. Agricultura de vega en la comunidad de Tlalcozotitlán, Municipio de Copalillo, Guerrero.

En Tlalcozotitlán los pobladores tienen diversas especies pecuarias en bajas cantidades: ganado bovino, caprino, equino, porcino y aves de corral, principalmente para autoconsumo. La mano de obra para el cuidado de los animales es de tipo familiar. La cría está orientada a la producción de carne y leche. Es extensivo en las inmediaciones de las localidades en época de sequía (CONAFOR, 2008).

La comunidad, al estar rodeada por el río Poblano y el río Amacuzac, consume peces (bagre y mojarra); aunque en los últimos años la pesca ha mermado por la contaminación de estos afluentes. La gente comenta que anteriormente era común pescar langostino y camarón, pero ambas especies se han acabado. Estas aguas también permiten, por bombeo o por gravedad, el

riego de campos agrícolas ubicados a un lado de la corriente, en donde el maíz y la sandía son los cultivos principales (CONAFOR, 2008; Observaciones personales, 2012).

La gestión de las especies forestales no maderables en la comunidad de Tlalcozotitlán no ha sido el óptimo en últimas fechas, pues la cosecha excesiva para comercialización de flora medicinal, de hojas de palma soyate (*Brahea dulcis*) y de maguey mezcalero (*Agave cupreata* y *A. angustifolia*), ha incidido negativamente en la repoblación de estas especies, según información de los pobladores.

Actualmente se cuenta con un Ordenamiento Territorial Comunitario, que en términos prácticos representa una propuesta de uso de la tierra acorde con sus aptitudes naturales. Orienta las diferentes actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos naturales, considerando las condiciones, necesidades e intereses de los diferentes sectores sociales, a fin de promover el desarrollo comunitario sostenible (CONAFOR, 2008).

El documento define espacialmente 14 categorías de manejo, entre las que se asignan la forestal no maderable (7,248 ha), manejo de plantas medicinales (37 ha), extracción de plantas medicinales y leña en baja intensidad (81 ha) y conservación (2,950 ha). Sin embargo, tal normatividad interna no es respetada por los recolectores regionales, quienes por sus condiciones socioeconómicas y la demanda externa continúan con la sobrecosecha de plantas medicinales (CONAFOR, 2008; Observaciones personales 2012).

Esta situación advierte riesgos a nivel ecológico y social, que requieren ser estudiados a corto plazo como medida básica para establecer acciones de gestión socio-ecológica para la conservación de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio de la Cuenca Alta del Balsas, México.

## Literatura citada

- Aguilar, A., Camacho, J., Chino, S., Jácquez, P. y López, M. 1996. **Plantas Medicinales del Herbario IMSS. Cuadros básicos por aparatos y sistemas del cuerpo humano.** Instituto Mexicano del Seguro Social. México, D.F., pp. 218.
- Ahenkan, A. y Boon, E. 2011. **Non-Timber Forest Products (NTFPs): Clearing the Confusion in Semantics.** *Journal of Human Ecology* **33(1):** 1-9.
- Aranguren, A. 1994. **Caracterización de los bosques tropicales caducifolios y del aprovechamiento de sus recursos por comunidades nahuas de la Montaña de Guerrero.** Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 140.
- Argueta, A. 1994. **Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana.** Tomos I, II y III. Instituto Nacional Indigenista, México. D.F.
- Balvanera, P., Cotler, H., Aburto-Oropeza, O., Aguilar-Contreras, A., Aguilera-Peña, M., Aluja, M., Andrade-Cetto, A., Arroyo-Quiroz, I., Ashworth, L., Astier, M., Avila, P., Bitrán-Bitrán, D., Camargo, T., Campo, J., Cárdena-Gonzalez, B., Casas, A., Díaz-Fleisher, F., Etchevers, J., Ghillardi, A., González-Padilla, E., Guevara, A., López-Sagástegui, C., Martínez, J., Masera, O., Mazari, M., Nadal, A., Pérez-Salicrup, D., Pérez-Gil-Salcido, R., Quesada, M., Ramos-Eloduy, J., Robles-González, A., Rodríguez, H., Rull, J., Vergara, C., Solalpa-Molina, S., Zambrano, L. y Zarco, A. 2009. **Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos.** pp. 185-245. En: *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Becerra, J., Noge, K., Olivier, S. y Venable, D. 2012. **The monophyly of *Bursera* and its impact for divergence times of Burseraceae.** *Taxon* **61:** 333-343.
- Bye, R., 1995. **Ethnobotany of the Mexican Tropical Dry Forest.** En: Bullock, S.H., Mooney, H.A. y Medina, E. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forest*, Cambridge University Press, U.K. pp. 423-438.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, C. y Dirzo, R. 2010. **Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México.** Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Alianza WWF-Telcel, Ecociencia y Telmex. México, D.F. pp. 591.

- Challenger, A. 1998. **Utilización y conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad –Universidad Nacional Autónoma de México-Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F. pp. 375-442.
- Clavijero, F. 2003. **Historia antigua de México**. Tomo III, Libro V. Edit. Porrúa. México. pp. 20-87.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2008. **Ordenamiento Territorial Comunitario. “Informe final de la Primera Fase. Descripción del Medio físico-biológico y socioeconómico”**. Bienes comunales de Tlalcozotitlán, CONAFOR-Programa PROCYMAF-II, Asesoría forestal técnica y operativa (ASFOR) y Universidad Autónoma de Guerrero. pp. 61.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. **Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad**. Extraído de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> el día 28 de septiembre del 2012.
- Cunningham, A. y Mbenkum, F. 1993. **Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in international trade**. People and Plants working papers 2. UNESCO. Paris, pp. 1-29.
- Cunningham, A. 1998. **Plantas medicinales africanas: orientaciones prioritarias en la intersección entre protección de la naturaleza y atención médica primaria**. Documentos de trabajo de Pueblos y Plantas 1. UNESCO. Paris, pp. 1-51.
- De-Nova, J., Medina, R., Monter, J., Weeks, A., Rosell, A., Olson, M., Eguiarte, J. y Magallón, S. 2011. **Insights into the construction of species-rich Mesoamerican dry tropical forests: the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales)**. *New Phytologist* **193**: 276-287.
- Del Paso y Troncoso, F. 1905. **Papeles de Nueva España**. 2ª Serie. Geografía y Estadística. Descripción del Arzobispado de México. Madrid. Sucesores de Ribadeneyra. Ts. I y II. 1905-1906.
- Dorado, O., Arias, D., Alonso, G. y Maldonado, B. 2002. **Educación ambiental para la biodiversidad en el trópico seco: Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México**. *Tópicos selectos en Educación Ambiental* 4(12): 23-33.

- Farnsworth, N. 1983. **The NAPRALERT data base as an information source for application to traditional medicine.** En: R., Bannerman, J. Burton y C. Wen-Chieh (Eds.). *Traditional Medicine and Health Care Coverage*, World Health Organization, Geneva, pp. 184-193.
- Fernández-Nava R., Rodríguez-Jiménez, C., Arreguín-Sánchez, M. y Rodríguez-Jiménez, A. 1998. **Listado florístico de la Cuenca del río Balsas. México.** *Polibotánica*, 9:1-151.
- Fierro, A., Guerrero, C., Hersch-Martínez, P. y Pérez, A. 2000a. **Algunas cortezas medicinales silvestres de importancia comercial, provenientes de la selva baja caducifolia en la Cuenca del Río Balsas: Efecto de la recolecta en su densidad poblacional.** pp. 533-541. En: Monroy, R., Colín, H. y Boyas, C. *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 Pecuaria, y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor.
- García-Jiménez, A. 2009. **Manejo social de la cancerina (*Hippocratea*) planta medicinal de la selva baja caducifolia en la Cuenca del Río Papagayo, Guerrero, México.** Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp. 188.
- Good, C. y Barrientos, G. 2004. **Nahuas del Alto Balsas. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo.** Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. pp. 38.
- Guedje, N., Zuidema, P., During, H., Foahom, B. y Lejoly, J. 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.
- Hersch-Martínez, P. 1995. **Commercialization of wild medicinal plants from Southwest Puebla, Mexico.** *Economic Botany* 49:197-206.
- Hersch-Martínez, P. 1997. **Medicinal plants and regional traders in Mexico: physiographic differences and conservational challenge.** *Economic Botany* 51:107-120.
- Hersch-Martínez, P. 1999. **Destino común: Los recolectores y su flora medicinal. El comercio de flora medicinal silvestre desde el suroccidente poblano.** Colección Biblioteca del Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. pp. 262.
- Hersch-Martínez, P., Fierro, A., Guerrero, C. y Pérez, A. 2000. **Tendencias en la progresión de la colecta de algunas especies medicinales silvestres de relevancia comercial en la**

- colindancia de Puebla y Guerrero, México.** pp. 573-580. En: Monroy, R., Colín, H. y Boyas, C. *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.
- Hersch-Martínez, P. y Fierro, A. 2001. **El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México.** pp. 53-75. En: Rendón, B., Rebollar, S., Caballero, J. y Martínez, M. (Eds.). *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre los seres humanos y las plantas de los albores del siglo XXI.* Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Hersch-Martínez, P. 2010. **Plantas medicinales silvestres del suroccidente poblano y su colindancia en Guerrero, México: Rutas de comercialización, antecedentes y dinámica actual.** pp. 665-686. En: Long, J. y Attolin, A (Eds.). *Caminos y Mercados de México.* Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Históricas. Cap. VII Por los caminos del Sur.
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). 2005. **Estado actual de la herbolaria en México.** Instituto Mexicano del Seguro Social, México. D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). s/f.a. **Conjunto de datos vectoriales de la carta de aguas subterráneas. Escala 1:250 000 Serie I.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). s/f.b. **Conjunto de datos vectoriales de la carta de aguas superficiales. Escala 1:250 000 Serie I.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1989. **Conjunto de datos geológicos vectoriales. Escala 1:250 000.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. **Conjunto de datos vectorial edafológico. Escala 1:250 000. Serie II. (Continuo Nacional).**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Copalillo, Guerrero.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes. Extraído de

[http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est) el día 21 de noviembre del 2011.

- Iqbal, M. 1993. **International trade in non-wood forest products. An overview.** Rome, FAO.
- Janzen, D. 1986. **Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem.** pp. 130-137. En: Wilson, E. y Peter, F. (Eds.). *Biodiversity*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Jiménez, B. y Villela, S. 1998. **Historia y cultura tras el glifo: Los códices de Guerrero.** Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Lawson, K. 2009. **Botanical and Plant-Derived drugs: Global Markets.** BCC Research & Development. Code-BIO022E.
- Laird, S. y Pierce, A. 2002. **Promoting sustainable and ethical botanicals. Strategies to improve commercial raw material sourcing. Results from the sustainable botanicals pilot project. Industry surveys, case studies and standards collection.** New York, Rainforest Alliance ([www.rainforest-alliance.org/news/archives/news/news44.html](http://www.rainforest-alliance.org/news/archives/news/news44.html), viewed 27.9.2002).
- LGEEPA. 2007. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de ENERO del 2011. pp. 1-107.
- Loa, E., Cervantes, M., Durand, L. y Peña A. 1998. **Uso de la biodiversidad.** pp. 104-152. En: *Diversidad biológica de México: estudio de país.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Merson, J. 2000. **Bio-prospecting or bio-piracy: intellectual property rights and biodiversity in a colonial and postcolonial context.** pp. 282-296. En: *Nature and Empire Science and the Colonial Enterprise Conservation. Osiris*, 2<sup>nd</sup> series, vol. 15.
- Miranda, F. y Hernández X, E. 1963. **Los tipos de vegetación de México y su clasificación.** *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **29**: 29-179.
- Mulliken, T. 2006. **Medicinal Plant Cultivation: Scope, scale and diversity.** **TRAFFIC International.** En: *1st IFOAM International. Conference on Organic Wild Production.* Teslic, May 3-4 2006, Bosnia and Herzegovina.
- Organización Mundial de la Salud, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Fondo Mundial para la Naturaleza. 1993. **Directrices sobre conservación de plantas medicinales.** Gland, Suiza. pp. 34.

- Organización Mundial de la Salud. 2008. **Traditional Medicine**. Fact Sheet # 134. Extraído el día 16 de marzo del 2011 desde: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs134/en/index.html>
- Palevitch, D., 1991. **Agronomy applied to medicinal plant conservation**. pp. 168-178. En: Akerele, O., Heywood, V. y Synge, H. (Eds.). *The conservation of medicinal plants: proceedings of an International Consultation 21-27 March 1988, Chiang Mai, Thailand*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Quesada, M., Sánchez-Azofeita, G., Álvarez-Añorve, M., Stoner, E., Ávila-Cabadilla, L., Calvo-Alvarado, J., Castillo, A., Espirito-Santo, M., Fagundes, M., Fernandes, G., Gamon, J., Lopezaraiza-Mikel, M., Lawrende, D., Cerdeira, L., Powers, J., Neves, F., Rosas-Guerrero, V., Sayago, R. y Sánchez-Montoya, G. 2009. **Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives**. *Forest Ecology and Management* **258**: 1014-1024.
- Rodríguez, T. 2003. **Manejo y conservación de las plantas medicinales comerciales en el municipio de Copalillo, Guerrero**. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 161.
- Rodríguez-Jiménez, C., Fernández-Nava R., Arreguín-Sánchez, M. y Rodríguez-Jiménez, A. 2005. **Plantas vasculares endémicas de la Cuenca del río Balsas. México**. *Polibotánica*, **20**:73-99.
- Ruiz-Pérez, M., Belcher, B., Achdiawan, R., Alexiades, M., Aubertin, C., Caballero, J., Campbell, B., Clement, C., Cunningham, T., Fantini, A., de Foresta, H., García-Fernández, C., Gautam, K., Hersch-Martínez, P., de Jong, W., Kusters, K., Kutty, M., López, C., Fu, M., Martínez-Alfaro, M., Nair, T., Ndoye, O., Ocampo, R., Rai, N., Ricker, M., Schreckenber, K., Shackleton, S., Shanley, P., Sunderland, T. y Youn, Y. 2004. **Markets drive the specialization strategies of forest peoples**. *Ecology and Society* **9(2)**: 4.
- Rzedowski, J. 1978. **Vegetación de México**. Editorial Limusa. pp. 189-203.
- Rzedowski, J. 1991. **Diversidad y orígenes de la Flora Fanerogámica de México**. *Acta Botánica Mexicana* **14**:3-21.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski. 2013. **Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México**. *Acta Botánica Mexicana* **102**: 1-23.

- SCBD. 2001. **Sustainable management of non-timber forest resources**. Montreal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD Technical Series 6).
- Schippmann, U., Leaman, D. y Cunningham, A. 2006. **A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects**. pp. 75-95. En: Bogers, R., Craker, L. y Lange, D. (Eds.). *Medicinal and Aromatic Plants*. Netherlands. Chapter 6.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental –Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio, Lista de Especies en Peligro**. Diario Oficial de la Federación 30 de Diciembre del 2010.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011. **Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas**. Diario Oficial de la Federación 26 de Enero del 2011.
- Solares, F. 2004. **Etnobotánica y usos potenciales del cirián (*Crescentia alata* H.B.K.) en el estado de Morelos**. *Polibotánica* **18**: 13-31.
- Soto-Núñez, J. y Sousa, M. 1995. **Plantas Medicinales de la Cuenca del Río Balsas**. Cuadernos 25. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. pp. 198.
- Trejo, I. 1983. **Estudio de Vegetación en la Zona de Tlalcozotitlán en la Depresión Oriental del Río Balsas, Gro.** Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 138.
- Trejo, I. 1999. **El clima de la selva baja caducifolia en México**. *Investigaciones Geográficas*. **39**: 40-52.
- Trejo, I. y Dirzo, R. 2002. **Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests**. *Biodiversity and Conservation* **11**: 2063-2084.
- Uniyal, R., Uniyal, M. y Jain, P. 2000. **Cultivation of medicinal plants in India: a reference book**. TRAFFIC, New Delhi.
- Vermeulen, W. 2006. **Sustainable bark harvesting for medicinal use: matching species to prescription**. Paper Presented at the Workshop “Trees for Health –Forever- Implementing Sustainable Medicinal Bark use in Southern Africa” 1–3 November 2005, Willow Park, Johannesburg, South Africa.

Vodouhê, F., Coulibaly, O., Assogbadjo, A. y Sinsin, B. 2008. **Medicinal plant commercialization in Benin: An analysis of profit distribution equity across supply chain actors and its effect on the sustainable use of harvested species.** *Journal of Medicinal Plants Research* 2(11): 331-340.

Walter, K. y Gillett, H. 1998. **IUCN Red List of threatened plants.** Gland, Switzerland, IUCN.

# CAPITULO I. HISTORIA NATURAL Y ANTROPÓGENA DE *Hintonia latiflora* (RUBIACEAE), UNA ESPECIE MEDICINAL DEL COMPLEJO QUINA AMARILLA

## Resumen

*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock, la “quina amarilla”, es un árbol americano con corteza de uso medicinal. La mayor amenaza para sus poblaciones es la forma e intensidad de aprovechamiento de la corteza del tallo y ramas. La recolección es excesiva y la comercialización nacional e internacional. La Cuenca del Río Balsas, en el norte del Estado de Guerrero, México, corresponde con el Bosque Tropical Caducifolio, es la principal zona de abasto de quina amarilla, y también, la que presenta mayor riesgo para la persistencia de este recurso. En vista del intenso aprovechamiento de la especie sin cabal conocimiento de su biología, la presente contribución documenta la historia natural y antropógena de *H. latiflora* en toda su área de distribución. Además, aporta datos de campo originales acerca de la arquitectura, densidad, fenología, biología floral e intensidad de aprovechamiento para algunas poblaciones de quina amarilla. Se destaca que los factores biofísicos y ecológicos limitativos más importantes para el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de la especie son: el tipo de suelo, asociaciones simbióticas y presencia de determinados macronutrientes. Se advierte un desfase de la fenología entre las etapas reproductiva y vegetativa y, en el caso de la primera, hay separación espacial o dicogamia de las funciones sexuales, la protandria se anticipa a la expresión femenina. La arquitectura de *H. latiflora* corresponde al modelo Leeuwenberg. La densidad y disponibilidad espacial de esta especie depende de los factores físicos principalmente y de la intensidad de recolección. También, se identificaron varias líneas de investigación que potencialmente ayudarían a conservar este recurso mediante la aplicación del conocimiento biológico.

**Palabras clave:** *Hintonia*, arquitectura vegetal, fenología, morfología floral, corteza medicinal

## Abstract

*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock, the “yellow quina”, is an American tree whose bark has medicinal uses. The major threat to its populations is the form and intensity of debarking the stem and branches. The harvest is excessive and the commercialization is national and international. The Balsas River Basin, Mexico, in the north of the State of Guerrero, Mexico, corresponds to the Dry Tropical Forest, and is the main supplier of yellow quina, and also has the

populations under highest risk. In view of the intense use of the species without full knowledge of its biology, this contribution documents the natural and anthropogenic history throughout its range of distribution. Also, original field data are provided on plant architecture, density, phenology, floral biology and harvest intensity for several populations of yellow quina. We emphasize that most limiting biophysical and ecological factors for the establishment, growth and survival of the species are soil type, symbiotic associations and presence of certain macronutrients. We found a phenological lag between vegetative and reproductive stages, and in the case of the former, there is spatial separation or dichogamy of sexual functions, protandry anticipating the female expression. The architecture of *H. latiflora* corresponds to the Leeuwenberg model. The density and spatial availability of the plant depends on the limiting factors and the harvest intensity. Also, we identify several research areas that potentially may help to preserve this resource through the application of biological knowledge.

**Key words:** *Hintonia*, plant architecture, phenology, floral morphology, medicinal bark

## Introducción

*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock pertenece a la familia Rubiaceae. El nombre del género está dedicado a George B. Hinton y fue descrito por el botánico inglés Arthur Allman Bullock y publicado en *Hooker's Icones Plantarum* en el año 1935.

*Hintonia* agrupa a tres especies distribuidas principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Delprete, 2004). La especie tipo es *H. latiflora*, cuya mayor área de distribución se localiza al occidente de México; las otras son *Hintonia lunana* (Baillon) Bullock y *Hintonia octomera* (Hemsley) Bullock. Las tres especies confluyen en Guatemala sin mostrar simpatría (Ochoterena, 2000), son arbóreas, de porte pequeño a mediano y habitan en los bosques tropicales secos, lluviosos y dunas costeras.

A lo largo de la historia, *H. latiflora* ha sido objeto de confusiones taxonómicas (Ochoterena, 2000) y etnobotánicas (Mata *et al.*, 2009). Forma parte de un grupo de especies que en México tienen el mismo nombre común “quina”, por la semejanza en características morfológicas, aromáticas y medicinales de sus cortezas. Estas especies se agrupan en el llamado “Complejo Quina”, que abarca 26 taxa relacionados al nombre vernáculo, dispuestos en dos sub-complejos:

quina roja y quina amarilla. En el sub-complejo quina amarilla se ubica *H. latiflora* (Anaya, 1991).

*H. latiflora* es la única especie del género *Hintonia* con uso medicinal y demanda comercial (Anaya, 1991; Ochoterena, 2000). La corteza de este taxón ha sido objeto de múltiples estudios fitoquímicos por su importancia farmacéutica y tradicional en el tratamiento de enfermedades como el paludismo y actualmente la diabetes (Mata *et al.*, 2009). El uso medicinal a través del tiempo y la sobre-cosecha debida a la comercialización de la corteza, han incidido negativamente sobre las poblaciones de la quina amarilla.

La información sobre esta especie, que provee una de las cortezas más comercializadas en México, se encuentra dispersa, a menudo en el formato de tesis, bases de datos y otra literatura poco accesible. Existe una monografía de sus propiedades farmacológicas, pero se desconoce sobre su biología y ecología.

Los objetivos de la presente contribución son documentar, analizar y discutir la información sobre la historia natural y antropógena de *H. latiflora* para toda su área de distribución, con base en la literatura existente. Adicionalmente, se aporta información obtenida en campo sobre la arquitectura y fenología de la planta, dispersión, germinación, recolecta y comercialización. Se identifican vacíos en el conocimiento necesarios para proponer acciones tendientes a la conservación del recurso en el área de mayor aprovechamiento.

## **Métodos**

### *Revisión de literatura*

Se hizo una revisión de la literatura disponible o referenciada en bases y buscadores de datos nacionales e internacionales, sitios web informativos, como la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. A partir de esta, se accedió, en la medida posible, a la literatura histórica y no disponible en internet.

Adicionalmente se consultaron bases de datos de tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto Politécnico Nacional, de la Universidad Autónoma del Estado de

Morelos y del Colegio de Postgraduados. Para la distribución geográfica de *H. latiflora* se consultaron las colectas del Herbario Nacional de México (MEXU) y el Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA) principalmente, para validar colectas citadas por fuentes bibliográficas y para verificar la morfología floral.

#### *Área de estudio*

Los datos originales presentados en este trabajo se obtuvieron en Tlalcozotitlán, municipio de Copalillo, Estado de Guerrero, a 17° 52' 58'' Norte, 99° 07' 48'' Oeste, entre cotas altitudinales de 560 a 1,580 m . La vegetación natural es Bosque Tropical Caducifolio, perturbado en áreas cercanas al poblado y relativamente conservado en sitios más distantes.

Es una localidad principalmente agrícola con cultivos de temporal y ribereño. Existe una larga tradición de recolecta de recursos naturales, entre ellos, linaloe, plantas medicinales, leña y materiales para artesanías. Forma parte de la región de abasto de quinas amarillas para el centro del país, especialmente de *Hintonia latiflora*.

#### *Arquitectura vegetal*

Para el estudio de la arquitectura de *H. latiflora*, se delimitaron los principales ocho sitios de recolecta de la especie de acuerdo con 12 recolectores. En cada sitio, se determinó el centro de la población y se delimitó una superficie rectangular de 0.6 ha. Desde el centro se trazó un transecto de 20 x 100 m en cada sitio, cuatro en dirección norte-sur y cuatro este-oeste. Dentro de este transecto, se ubicaron cuadros de muestreo. El modelo arquitectónico fue determinado para las etapas juveniles y adultas.

Para el registro de juveniles se utilizaron 96 cuadros de 8 x 20 m y los adultos fueron registrados en 24 cuadros de 10 x 100 m. En total se midieron 143 individuos juveniles y 117 adultos.

El estadio de desarrollo de los individuos fue determinado con base en características alométricas. Se consideraron juveniles aquellos individuos con altura  $\geq 10.1$  cm  $\leq 3$  m y diámetro basal (DAB)  $\geq 0.6$  cm  $\leq 8$  cm, sin evidencia reproductiva; los adultos tenían una altura

$\geq 3.1 \text{ m} \leq 8 \text{ m}$  y diámetro basal  $\geq 8.1 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$ , con muestras de haber tenido más de un evento reproductivo.

Para conocer el modelo arquitectónico al que se ajusta *H. latiflora*, se consideraron las siguientes variables morfológicas por individuo: forma de crecimiento del eje principal (monopodial, simpodial), forma de ramificación (basal, media, apical), posición de las ramas (dorsiventral, helicoidal), número de ramas y, posición de las estructuras vegetativas y reproductivas (axilar, apical).

Las mediciones dasométricas incluyeron: altura total, diámetro basal, ramificación con respecto al suelo, longitud de los diferentes órdenes de ramificación, ángulo de inserción de los órdenes de ramificación y número de frutos por rama.

#### *Datos biológicos y ecológicos*

Para el estudio de la fenología vegetativa y reproductiva, se hicieron visitas mensuales de enero a diciembre del 2012 en los ocho sitios de estudio, tomando en cuenta los 117 individuos adultos registrados en el muestreo. Se estimó el porcentaje de foliación, floración, fructificación y semillación en que se encontraba cada individuo, según las indicaciones de Smith-Ramírez y Armesto (1994). Con estos datos se elaboró el calendario fenológico de la especie. Se hicieron observaciones cualitativas acerca de la biología floral de *H. latiflora*, para probar que las flores fueran protándricas y heterostílicas, como lo sugirió (Ochoterena, 2000).

La densidad promedio de *H. latiflora* se obtuvo a partir de muestreos mediante transectos de 20 x 100 en los ocho sitios referidos en una superficie de 4.6 ha. Se cuantificó la densidad de plántulas en ocho sitios debajo de un individuo adulto, sobre 6 m<sup>2</sup>, así como en la superficie total no sombreada, en agosto y septiembre de 2012. También se hizo una recolecta experimental de corteza con un individuo adulto y se entrevistaron a los recolectores acerca de las cantidades recolectadas, tanto por individuo como a lo largo del tiempo, incluyendo datos históricos.

### *Datos sobre la recolecta y comercialización*

Se entrevistaron a los 12 recolectores mencionados arriba acerca de las técnicas y cantidades de recolecta y se les acompañó al campo (Anexo 1). Se descortezó un árbol bajo su supervisión para estimar cantidades cosechadas. Los precios de comercialización al público se obtuvieron a partir de datos referidos en la literatura y de entrevistas a cuatro establecimientos de plantas medicinales en el Mercado de Sonora en 2012. Estos precios fueron ajustados corrigiendo el margen de inflación, calculado con el índice de precios al consumidor de INEGI. El periodo de inflación se consideró a partir del mes de enero de los años en que se proporcionaron los datos hasta octubre del 2013.

## **Resultados**

### *Historia taxonómica.*

*Hintonia latiflora* fue descrita por primera vez por A. de Candolle en 1830 como *Coutarea latiflora* DC a partir de una ilustración traída de la expedición de Sessé y Mociño de México. Ellos la habían identificado erróneamente como *Portlandia hexandra* Jacq. (Ochoterena, 2000).

Bullock (1935) estableció el género *Hintonia* y revisó su taxonomía. Separó la especie *H. latiflora* en dos variedades: *H. latiflora* var. *latiflora* Bullock y *H. latiflora* var. *leiantha* Bullock; según este autor, esta última variedad tiene cápsulas y flores más largas. Además, separó *H. standleyana* Bullock de *H. latiflora*, con base en una cápsula pequeña, lisa o con pocas a ninguna lenticela y corola de color amarillo claro (color verde-blancuzco en *H. latiflora*). Reconoció también a *Portlandia pterosperma* S. Watson como sinónimo de *H. latiflora* var. *latiflora*.

La monografía de Ochoterena (2000) solo reconoce una especie, *H. latiflora*. Borhidi (2004) no reconoce a la variedad *leiantha*, pero si considera *H. standleyana* como una especie propia y añade características de pubescencia del cáliz y de las hojas a las características que separan las dos entidades. Existen algunas evidencias moleculares no muy robustas (Stranzinger *et al.*, 2006) para tal separación.

Las observaciones en campo para este trabajo sugieren que se trata de un solo taxón polimórfico y que individuos considerados como *H. latiflora* var. *leiantha* y *H. standleyana* se

presentan entremezclados en poblaciones de *H. latiflora* var. *latiflora*. Por esto, se sigue aquí el criterio de Ochoterena (2000) y se reconoce sólo a *Hintonia latiflora*.

### *Historia natural de Hintonia latiflora*

#### Descripción botánica

Esta sección se basa en las obras de Ochoterena (2000), Borhidi (2004), Castañeda (2010) y observaciones de ejemplares en Tlalcozotitlán, Guerrero.

*Hintonia latiflora* es un árbol o arbusto de hasta 10 m de altura, con ramas pilosas o glabras y entrenudos cortos y largos. Las estípulas son deltoides caducifolias, 1-3 mm de largo y 2-4 mm de ancho, con ápice agudo a caudado, glabras o pubescentes, ligeramente fusionadas por encima del peciolo. Las hojas tienen filotaxia decusada, el peciolo glabro o densamente pubescente, 0.4-2.5 mm de largo y un diámetro de 1 mm. La lámina foliar es elíptica a circular, 1.5 a 12 cm de largo, con la base simétrica, atenuada a decurrente y el ápice acuminado o agudo. Tiene un color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Ambas superficies son pubescentes, más densa en el envés, tomentosas o pilosas, lo que le da una coloración blanquecina, con depósitos de cera especialmente en la vena principal; tiene 5-9 pares de venas secundarias, los domacios están ausentes o si los hay, son del tipo cresta.

Las flores son hexámeras, apicales (axilares según Ochoterena), solitarias y hermafroditas, fragantes, de 5 a 7 cm de longitud. El pedicelo es de 0.4-2.5 cm de longitud, sin o con un par de bractéolas no conectadas por estípulas. El hipanto es 3-4 mm de largo; los lóbulos del cáliz son verdoso-amarillentos, de 0.7-2.4 cm de largo, lineares, estrechamente triangulares o raramente frondosos, expandidos o involutos. El tubo de la corola es de color blanco cremoso en anthesis, infundibuliforme, con estivación induplicada, 3.2-6 cm de largo, 3.5-5 cm de ancho, lóbulos deltoides, 1.2-1.5 cm de longitud, 1.5-1.8 cm de ancho en la base. Los filamentos están adnados en la base de la corola, tienen 1.7-5.2 cm de largo. Las anteras tienen dehiscencia latrorsa, son dorsifijas y tienen 1.9-2.5 cm de largo, con arreglo paralelo de las tecas, glabras o pubescentes. El ovario es ínfero con estilo filiforme, ligeramente más corto (o largo) que los estambres, de 5.6-7.3 cm de longitud según Ochoterena, con el estigma entero o ligeramente bilobado.

La cápsula es septicida, bilocular, sub-cilíndrica a sub-esférica, ligeramente comprimida, 1.5-3.5 cm de largo, 1.2-1.8 cm de ancho, con seis o sin ninguna costilla, con o sin lenticelas. El disco nectario no está desarrollado o tiene hasta 0.3 cm. Las semillas tienen forma ovalada, son de color amarillo claro, de 0.5-0.8 cm de largo y 0.3-0.5 cm de ancho, aladas, la ala es de 1.5-3 mm. El polen es esférico, difusamente foveolado, con distribución de tamaños bimodal, asociado a un estrato delgado de exina. En la Figura 5 se muestran caracteres visibles de la forma de la planta.

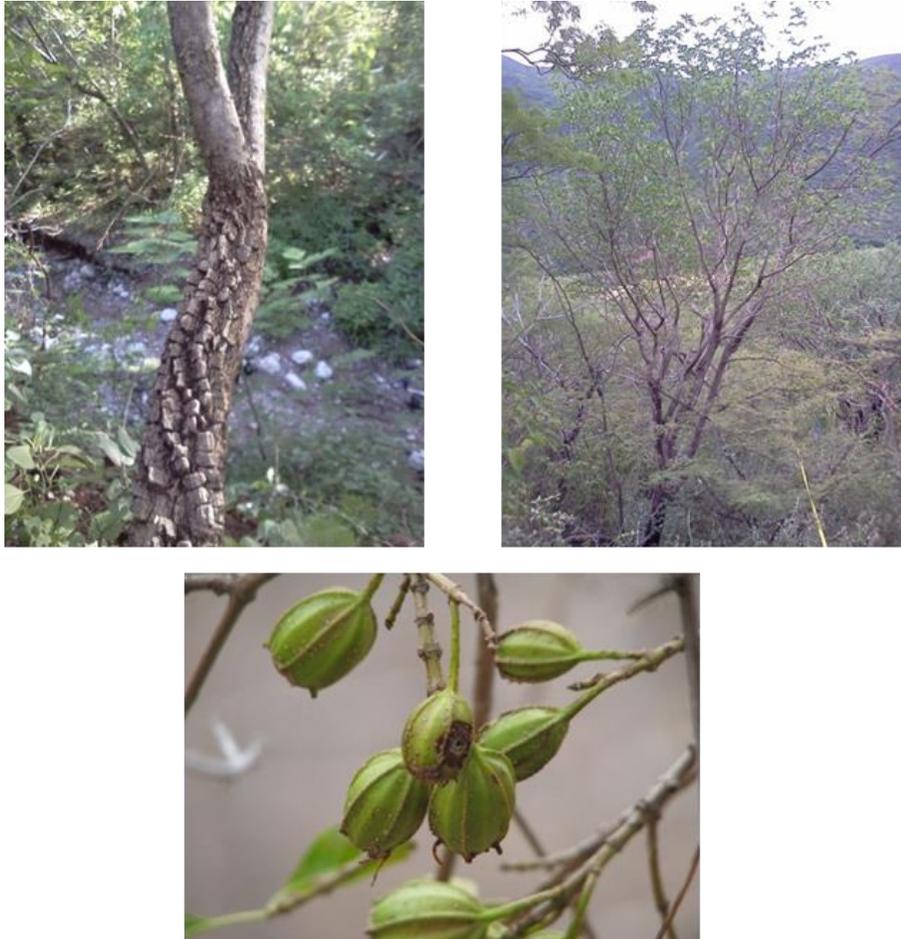


Figura 5. *Hintonia latiflora*: (A) Tronco cubierto por corcho, (B) ramificación dicotómica, (C) fruto.

#### Genética

El número cromosómico básico de *H. latiflora* es desconocido (Kiehn, 1995). Los marcadores moleculares nrITS, atpB-rbcL, ndhF, rbcL, rps16 y trnT-F se han validado para el reconocimiento de secuencias de ADN en *H. latiflora* (Manss y Bremer, 2010), con los

siguientes números de acceso en el GenBank: GQ852138 (602 pares de bases; ARN ribosomal), GQ852032 (732 pares de bases; ADN cloroplasto), GQ852221 (2,059 pares de bases; ADN cloroplasto), GQ852334 (1,366 pares de bases; ADN cloroplasto), GQ852402 (715 pares de bases; ADN cloroplasto) y GQ852514 (1,723 pares de bases; ADN cloroplasto).

#### Distribución geográfica

*H. latiflora* se distribuye principalmente a lo largo de la Sierra Madre Occidental hasta Centroamérica. Ochoterena (2000) presenta un mapa de la distribución y cita ejemplares de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, México, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Guatemala. Tropicos (2013) incluye ejemplares adicionales de Zacatecas y El Salvador. Otros autores añaden los estados de Chihuahua, Durango, Aguascalientes y Morelos (Bullock, 1935; Borhidi, 2008; Lorence y Taylor, 2011) (Figura 6).



Figura 6. Distribución de *Hintonia latiflora* en México y Centroamérica. Mapa elaborado por Mario Luna-Cavazos con base en la información referida por Bullock (1935), Ochoterena (2000), Borhidi (2008), CONABIO (2008), Lorence y Taylor (2011) y TROPICOS (2013).

#### Hábitat

Este taxón habita en los bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y matorrales xerófilos del occidente y sureste de México, en llanuras y laderas de los bosques tropicales caducifolios y matorrales espinosos de Centroamérica (Standley y Williams, 1975; Ochoterena, 2000; Lorence y Taylor, 2011; Martínez-Pérez *et al.*, 2012) y en etapas seriales temprana, media y tardía (Romero-Duque *et al.*, 2007; Almazán-Núñez *et al.*, 2012; Monroy-Ortiz *et al.*, 2013).

La especie crece sobre material parental ígneo o granítico, calizo o salino, en suelos arcillosos y limosos, de color negro, rojo o amarillo-rojizo en altitudes que varían entre 10 y 2,200 m snm (Ochoterena, 2000; Velázquez *et al.*, 2011). Vargas-Rodríguez *et al.* (2005) indican que *H. latiflora* se desarrolla en Chamela, Jalisco, sobre suelos con textura arenosa, principalmente en aquellos con alto intercambio de iones y de MgO.

Estos datos obtenidos en la literatura se confirmaron con las observaciones de campo en el área de estudio en Tlalcozotitlán, Guerrero. Se encontró a la especie principalmente en Bosque Tropical Caducifolio y en matorrales xerófilos, tanto en sitios conservados como perturbados. Adicionalmente, datos de campo mostraron que *H. latiflora* crece en pies de monte con pendientes de 37° a 44°, en laderas y cañadas, o más esporádicamente en planicies.

En la región de estudio se observaron ejemplares tanto en sitios con alta iluminación solar, como en lugares umbrófilos, bajo el dosel de la misma especie y de *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Conzattia multiflora* (B. L. Rob.) Standl. y *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand, en suelos con alto contenido de hojarasca.

#### Densidad poblacional

En Sonora, México, se registró una densidad promedio de 2 individuos por hectárea y un valor de importancia (V.I.) de 0.6 a 1.7, en sitios sujetos a diferente intensidad de pastoreo, muestreados mediante transectos (Álvarez-Yépiz *et al.*, 2008). En el estado de Jalisco, *H. latiflora* tiene una densidad promedio de 2.22 individuos arbóreos y 1.11 juveniles por hectárea, y un V.I. de 28 en adultos a 2.31 de plántulas y juveniles con el mismo método de muestreo (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005). En Morelos se reporta una densidad promedio de 4 ind. ha<sup>-1</sup> y un V.I. de 7.4 (Monroy-Ortiz, 2010). Muestreos sin área (cuadrante centrado en un punto) en Tlalcozotitlán, mostraron mayor densidad promedio, 4 juveniles y 3 adultos por hectárea y un V.I. promedio de 7.6 al considerar ambos estadios de desarrollo. En tanto para la región del Balsas, se registra una densidad de 5 individuos por hectárea y un V.I. promedio de 0.62 (Maldonado *et al.*, 2013).

## Morfología floral

De acuerdo con Motley *et al.* (2005) la flor es polinizada por lepidópteros nocturnos (polillas) o quirópteros. La revisión en el Herbario CHAPA y las colectas en el área de estudio muestran que los estambres y el estigma coinciden en posición; no se encontró ni longistilia ni brevistilia. Por lo menos en estas poblaciones, no se confirma la sospecha de heterostilia mencionada por Ochoterena (2000). Pero si se confirma que las flores son protándricas, como lo anticipó esta autora.

## Fenología

Bullock y Solís-Magallanes (1990) en Chamela, Jalisco, documentan sincronía entre la floración y la foliación, con pico en los meses de junio-julio. Esto contrasta con los datos de Tlalcozotitlán. En esta región las plantas florecen antes de la foliación. La fase de floración masculina temprana inicia en marzo, el óptimo se presenta en la primera semana de abril y la fase tardía ocurre hasta la primera semana de junio; la fase femenina comenzó a mediados de abril, alcanzó su óptimo la tercera semana de mayo y concluyó a finales de junio. Estos datos sugieren que la mayor probabilidad de fertilización está entre la segunda semana de abril y la tercera semana de mayo. Los primeros frutos están visibles hacia la primera semana de septiembre (Figura 7).

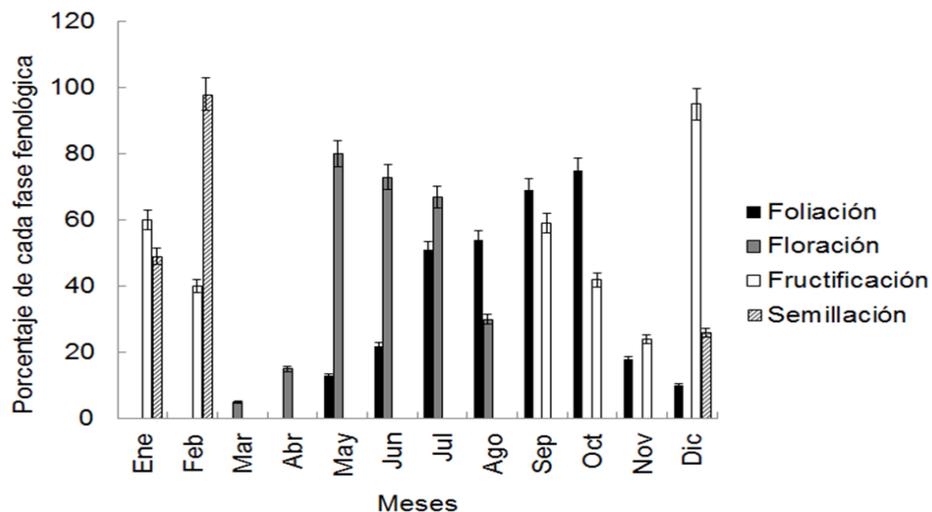


Figura 7. Fenología de *Hintonia latiflora* en Tlalcozotitlán, Guerrero, México, datos de campo, 2012. Porcentaje promedio ( $\pm$  EE) calculado a partir del número de individuos en cada fase fenológica (n=117).

La dispersión ocurre por diferentes vías. Las semillas tienen alas y con esto una morfología apropiada para la anemocoria (Motley *et al.*, 2005; Arredondo, 2010). Pero, la dehiscencia de la cápsula es retardada e irregular. Esto se debe a que tiene dos tipos de dehiscencia. Primero se separa la doble pared del septo, sin liberar aún las semillas; posteriormente, se divide la pared del septo a lo largo de la línea media de dehiscencia para liberar las semillas (Aiello, 1979). Este segundo paso no siempre ocurre. Se observó que algunos frutos maduran y caen bajo el dosel de la planta madre sin liberar sus semillas. Entonces, la planta utiliza una combinación de anemocoria y barocoria.

Esta barocoria lleva a una germinación agrupada en *H. latiflora*. En Tlalcozotitlán, esto se refleja en el número de plántulas observadas bajo el dosel: en promedio 21 plántulas en un m<sup>2</sup> alrededor de la planta madre, mientras que en sitios no sombreados o bajo el dosel de otras especies, tenían una densidad de 10 individuos ha<sup>-1</sup>.

#### Morfología, anatomía y germinación de las semillas

La semilla tiene un ala de 4 mm, una testa reticulada y carece de sarcotesta. Es comprimida lateralmente, elíptica e imbricada en el ovario, de color café, con la superficie áspera, rafe e hilo pequeño. El peso promedio por semilla es de 2.16 g. Las semillas miden de 5.17-7.20 mm de largo, de 0.25-0.35 mm de ancho y de 3.55-5.80 mm de alto (Ochoterena, 2000; Seed Information Database, 2013).

El óvulo es anátropo; el embrión es axial-espulado y blanco, sin perispermo y el endospermo no es ruminado. El cotiledón es fanerocotilar, epígeo y fotosintético (Hernández, 2006; Soriano *et al.*, 2011; Seed Information Database, 2013).

La semilla contiene 19.8%-25.5% de lípidos, 3.4%-3.7% de nitrógeno y 60.0%-60.2% de carbohidratos no estructurales, que se correlacionan positivamente con la tasa de germinación (Soriano *et al.*, 2011).

Las semillas son ortodoxas y en condiciones de almacenamiento tienen 100% de viabilidad al seguir un protocolo de secado sin daño hasta el 15% de contenido de humedad en sus tejidos, a temperatura bajo cero durante 47 días (Seed Information Database, 2013).

Las semillas secadas con el protocolo mencionado en experimentos estandarizados llevados a cabo en los Jardines Botánicos de Kew, tienen una tasa de germinación de 100 % en condiciones de laboratorio a 15°C, 20°C y 25°C, al agregar 1% de agar (Seed Information Database, 2013). Fierro *et al.* (2000) señalan una tasa de germinación de hasta 72% para semillas colocadas en papel filtro, porcentaje que incrementa hasta un 83% con la aplicación de ácido giberélico, en inmersión de 12 horas, a una dosis de 50 ppm.

En otro experimento en cámaras de crecimiento (25-30°C, 12 h luz/12 h oscuridad), se registró una tasa de germinación de  $57.12 \pm 0.86\%$ , con un máximo de germinación estimado en  $68.83 \pm 2.79\%$  y un tiempo al inicio de la germinación de  $3.93 \pm 0.02$  días (Hernández, 2006; Soriano *et al.*, 2011). Cabe mencionar que las semillas sólo germinan *in vitro* en solución sin carbón activado (Castañeda, 2010). Este mismo autor encontró una tasa de emergencia de  $35 \pm 24 \%$ , en invernadero.

Una vez que la semilla de *H. latiflora* ha germinado y emergido, no requiere de la asociación de hongos micorrizógenos arbusculares para el establecimiento y desarrollo de la plántula (Gavito *et al.*, 2008), pero sí para transitar a individuos juveniles y adultos. La simbiosis aporta a la planta nutrientes minerales adquiridos por el hongo y, en consecuencia, estos estadios de desarrollo favorecen la velocidad de crecimiento, altura y tasa de producción de hojas y ramas en el dosel (Huante *et al.*, 2012).

#### Propagación vegetativa

La literatura muestra varios experimentos con diferentes técnicas de propagación. En un experimento de siembra de entrenudos como explantes en diferentes concentraciones de benciladenina y aplicando ácido indolacético y ácido indolbutírico en diferentes concentraciones, Castañeda (2010) encontró un bajo número de brotes ( $1 \pm 0.2$ ) y bajo porcentaje de enraizamiento (1.42%). Igualmente, la multiplicación de *H. latiflora* con acodos y estacas

fracasó: no desarrollaron raíces al aplicársele Radix en concentraciones de 0, 3 mil y 6 mil ppm, y ácido giberélico al 0, 3% y 6% (Castañeda, 2010). Fierro *et al.* (2000) obtuvieron resultados similares en un experimento en vivero rústico en Copalillo, Guerrero, México, con solo un 7.6% de prendimiento de estacas a dosis de 10 mil ppm de ácido indolbutírico.

#### Arquitectura arbórea y arbustiva

*Hintonia latiflora* es principalmente arbóreo y monopódico (Figura 8A). En el área de estudio, el 44 % de individuos adultos y juveniles tenía forma arbustiva, multiramificada desde la base. Las modificaciones arquitectónicas se deben, tanto al ambiente, como a la intervención humana, de acuerdo con observaciones de campo y como se describe enseguida.

En sitios húmedos y sombreados *H. latiflora* es arbórea, alcanza  $3.4 \pm 0.6$  m en individuos adultos y  $1.9 \pm 0.9$  m de altura en individuos juveniles, un diámetro de copa de hasta 5 m y se caracteriza por diferenciarse en tallo y ramas en diferentes órdenes de ramificación. El patrón de ramificación es bifurcado y alcanza hasta quinto orden (Figura 8B).

El eje principal mide  $1.20 \pm 0.15$  m de longitud del suelo a donde inicia la primer ramificación. Tiene un crecimiento dicotómico, con ángulo promedio de inclinación de  $80^\circ$  en relación al suelo; es determinado, ya que el ápice vegetativo es sustituido por estructuras reproductivas y proléptico, es decir, de crecimiento rítmico.

Las ramas de primero a quinto orden en relación al eje principal, están verticalmente orientadas, son ortotrópicas y la longitud promedio de una rama de primer orden es de un  $1 \pm 0.60$  m. Las hojas son ovadas y ahusadas, tienen filotaxia decusada. Las flores son solitarias con posición apical. Los frutos son cápsulas, en promedio se producen  $107 \pm 33$  por orden de ramificación.

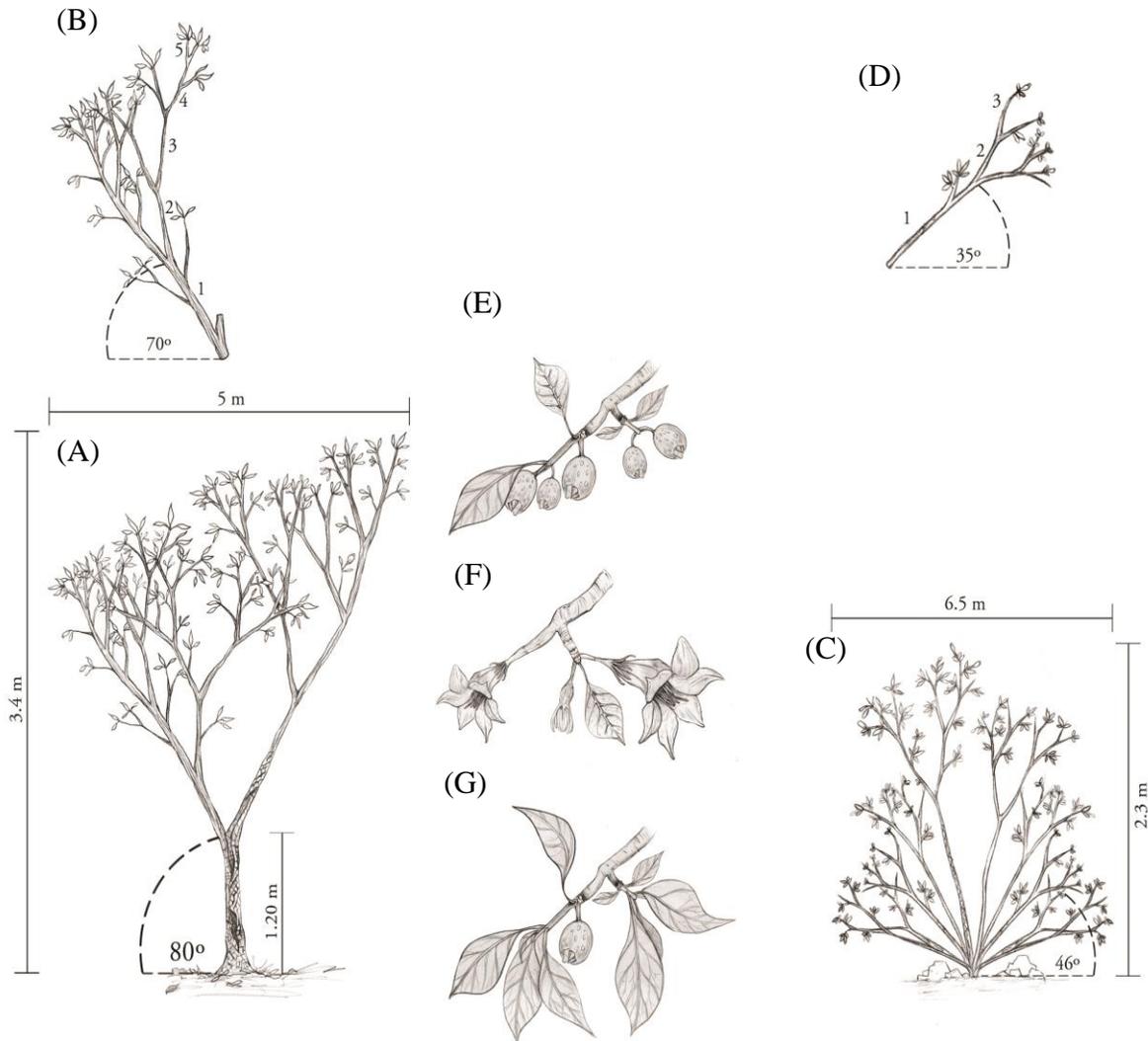


Figura 8. Arquitectura de *Hintonia latiflora*, Modelo Leeuwenberg: A) Morfotipo arbóreo, indica ángulo de inclinación con respecto al suelo, altura y cobertura; B) Órdenes de ramificación en árbol, ángulo con respecto al eje principal, patrón de ramificación bifurcado; C) Morfotipo adulto arbustivo-multiramificado, ángulo de inclinación con respecto al suelo, altura y cobertura; D) Órdenes de ramificación del arbustivo, crecimiento dicotómico y ángulo con respecto a los ejes principales; E) Hojas con filotaxia decusada; F) Flores solitarias y apicales; y G) Frutos apicales. Dibujo elaborado por Juan Antonio Rodríguez-Salgado.

El otro patrón de crecimiento se presenta cuando *H. latiflora* se desarrolla en sitios abiertos y soleados, sobre lomas, laderas o planicies. Puede formar matorrales como especie dominante. Las plantas crecen como arbustos multiramificados (Figura 8C), con hasta nueve ramas procedentes de la base del tallo en individuos adultos y hasta seis en juveniles, que alcanzan  $2.3 \pm 1.5$  m promedio de altura en individuos adultos y  $1.4 \pm 0.9$  m promedio en juveniles, con un dosel de hasta 6.5 m.

El patrón de ramificación es bifurcado (Figura 8D); las ramas basales, ramifican a alturas de entre 80 y 90 cm, con ángulo de inclinación de  $46^\circ$  en relación al suelo, lo que hace al dosel más extenso, con ramas multiestratificadas y prolépticas, con ejes ortotrópicos y plagiotrópicos que se superponen de manera continua y, con filotaxia decusada.

El patrón de ramificación en arbustivas, la presencia y localización de hojas, flores y frutos (Figura 8E, F, G) es semejante al patrón de crecimiento arbóreo. La longitud por orden de ramificación y la producción de frutos es menor en el morfotipo arbustivo multiramificado, que alcanza hasta  $80 \pm 7$  cm de longitud.

#### Morfología y anatomía del tallo

Las observaciones de campo precisan que el tallo basal tiene corteza externa corchosa, café grisácea, de 0.2-1.7 cm de grosor en la base. Se desarrolla más en exposición sur. A partir del primer orden de ramificación la corteza externa es ligeramente lisa, de 0.2-0.5 cm de grosor, y no se desprende con facilidad. Donde el tallo carece de corcho posee abundantes lenticelas de 2 mm, a veces en hileras longitudinales.

Anatómicamente, Mata *et al.* (2009) describen la corteza interior con peridermis que consta de felodermis, un conjunto celular rectangular con abundante material ergástico tanínico, y felema de cuatro a seis estratos de células rectangulares y paredes celulares suberizadas. La corteza interna recién cortada es amarillenta y se torna anaranjada al contacto con el aire.

El tallo en crecimiento primario y en vista transversal presenta médula de forma ovalada y abundantes braquiesclereidas de 180  $\mu$ m de diámetro entre las células parenquimáticas. En

dirección distal de la madera se observan vasos independientes, de 25  $\mu\text{m}$  de diámetro, que aumentan de tamaño hacia el exterior del tallo; entre ellos se ubican fibro-traqueidas no septadas y fibras de paredes gruesas, sin incrustaciones de cristales. Los radios se extienden atravesando el tallo en una organización apotraqueal difusa y paratraqueal suave, uniseriados y biseriados.

En corte longitudinal, el crecimiento primario del tallo presenta braquiesclereidas dispuestas en columnas concéntricas en la médula y en los extremos se encuentran vasos de diámetro pequeño con engrosamiento helicoidal; el metaxilema presenta vasos de mayor diámetro con puntuaciones. El parénquima radial es heterocelular con células procumbentes y células erectas (Mata *et al.*, 2009; Martínez-Cabrera *et al.*, 2010).

La corteza interna (felodermis, floema, cambium y a veces xilema funcional), es la parte aprovechada como medicinal. La corteza externa se desecha. Las observaciones sobre el descortezamiento de los tallos en Tlalcozotitlán destacan que ésta parte útil de la especie es delgada. Sobre todo el daño al floema y cambium vascular son la causa por lo que no se regenera la corteza y la planta de *H. latiflora* muere por desecación, discontinuidad en la conducción de fotoasimilados e infección o contaminación de los tejidos. El problema de la cosecha de corteza es que la parte comercial es precisamente la misma estructura necesaria para la sobrevivencia del individuo.

Existen en la región varias formas de recolecta de la corteza. Generalmente, se retira toda la corteza del individuo, tanto del tallo como de las ramas, ya sea de la planta en pie o derribada. Esto lleva a la muerte del individuo. Algunos recolectores también comentaron la posibilidad de cosechar solamente una parte de la corteza (aproximadamente el 50% en dos secciones longitudinales), con la finalidad de que el árbol se recupere.

#### Fitoquímica de hojas y corteza

Las principales defensas químicas que produce *H. latiflora* son compuestos alelopáticos, fungicidas y sabores desagradables para herbívoros (Brouillard y Dangles 1993; Gross, 2008). La corteza de *H. latiflora* contiene aceite fijo, caucho, resinas, materia colorante, taninos, principios amargos, alcaloides (ácido desoxicordifolínico), cucurbitacinas (cuatro derivados de

dihidrocucurbitacina F), flavonoides, fenilcumarinas (4-fenilcumarinas y 4-fenil-5,2'-óxido-cumarinas) y gluco-cucurbitacinas (Reguero *et al.*, 1987; Camacho, 1989; Mata *et al.*, 1990; Cristians *et al.*, 2009).

Pero estas defensas no siempre son eficaces. En Tlalcozotitlán se constató defoliación de poblaciones jóvenes de *H. latiflora* por lepidópteros en estado larvario. Igual sucedió en el estado de Michoacán, principalmente al inicio de la temporada de lluvias, donde la defoliación es detectable particularmente en el estrato superior del dosel de *H. latiflora* (Sánchez, 2009; Castañeda, 2010).

### *Historia antropógena de Hintonia latiflora*

#### Nombres vernáculos

En México se conocen 41 nombres populares para *H. latiflora*. Los más frecuentes son cáscara sagrada, copalchi, copalquin, palo amargo, quina y quina amarilla (Anaya, 1991; Ochoterena, 2000; BDMTM, 2009; Mata *et al.*, 2009; TROPICOS, 2013). Se desconoce la existencia de nombres comunes para *Hintonia latiflora* en Centroamérica (Ocampo, 1994; Ochoterena, 2000).

#### Historia de uso y farmacología

No se ha referido el uso medicinal de *Hintonia latiflora* en fuentes históricas o actuales fuera de los límites geográficos de México (Ocampo, 1994). Tampoco fue una planta de interés para su incorporación a la Farmacopea Europea durante los primeros 200 años de la conquista española (Mata *et al.*, 2009).

La corteza de esta especie toma importancia a finales del siglo XVIII, ya que al concluir las expediciones botánicas en la Nueva España, a cargo de Sessé, Castillo y Mociño, éste último enlista una serie de plantas que considera fundamentales para conformar la “Materia Médica Nacional”. Entre las plantas consideradas por Mociño hay dos copalchis, uno de Guadalajara, Jalisco, determinado erróneamente como *Portlandia hexandra* que en realidad es *H. latiflora* (Rubiaceae); y otro de Tehuantepec, Oaxaca (*Croton febrifugum* Jacq., sinónimo *Croton niveus* Jacq., Euphorbiaceae) (Mata *et al.*, 2009).

De acuerdo con estos autores, el copalchi como agente febrífugo llegó a compararse con la actividad biológica de la quina peruana, *Cinchona*. A partir de ahí se comenzaron a utilizar de manera indiferente los nombres “quinas” y “copalchis”, pertenecientes a las familias Rubiaceae y Euphorbiaceae, por lo que su uso y comercialización ha estado acompañado de sustituciones, confusiones y adulteraciones.

La fenil cumarina y las gluco-cucurbitacinas han sido principios activos validados clínicamente contra el paludismo (Pantaleón, 1966). Su efecto antidiabético, anticancerígeno, antimalárico y gastroprotectivo ha sido corroborado (Argotte-Ramos *et al.*, 2006; Guerrero-Analco *et al.*, 2007; Alonso-Castro *et al.*, 2011; Cristians *et al.*, 2013). Pero, también genera efectos secundarios, ya que tiene cierto nivel de toxicidad al consumirla (Déciga-Campos *et al.*, 2007). En extractos de las hojas de *H. latiflora* se ha detectado ácido ursólico, un compuesto triterpenoide de acción anticancerígena, antiinflamatoria y antimicrobiana, y ácido clorogénico, un polifenol antioxidante, adelgazante y anticancerígeno, relacionados con la actividad antidiabética.

En la actualidad, se comercializan productos mexicanos derivados de *H. latiflora* como la glucolisina y el extracto fluido de copalchi. También se venden remedios en Europa como los del Copalchi Novellas en España, la Tisane Copaltra en Francia y el Sucontral en Alemania, elaborados a partir de la corteza de quina amarilla recolectada en México, algunos indicados para el tratamiento de diabetes desde 1952 (Ochoterena, 2000; Hersch-Martínez, 2007).

Experimentalmente las hojas de *H. latiflora* han mostrado eficacia en el tratamiento de diabetes, principal móvil comercial de la demanda actual de corteza. Por eso se ha propuesto cambiar la forma de aprovechamiento de la planta, utilizando a las hojas como sustituto potencial de la corteza, con la intención de favorecer la conservación de los árboles (Cristians *et al.*, 2009).

Además de ser producto medicinal, se menciona en etiqueta del Herbario “MEXU” el uso de la corteza de *H. latiflora* como incienso (Sonora), aunque no es una planta aromática en nuestra área de estudio. El tallo se utiliza para la construcción de cercos vivos (Puebla y Guerrero) (Ochoterena, 2000) y se observó en Tlalcozotitlán que toda la planta se aprovecha como leña

(Guerrero). Se ha evaluado el uso de ramas de *H. latiflora* como sostén o espalderas de cultivos en Sonora, México (Rendón-Carmona *et al.*, 2009).

#### Recolecta y comercialización

La corteza de *Hintonia latiflora* es uno de los productos medicinales más comercializados en México. La recolección consiste en retirar corteza de tronco y ramas en pie (Figura 9); o bien, derribarlo y posteriormente cosecharlo.

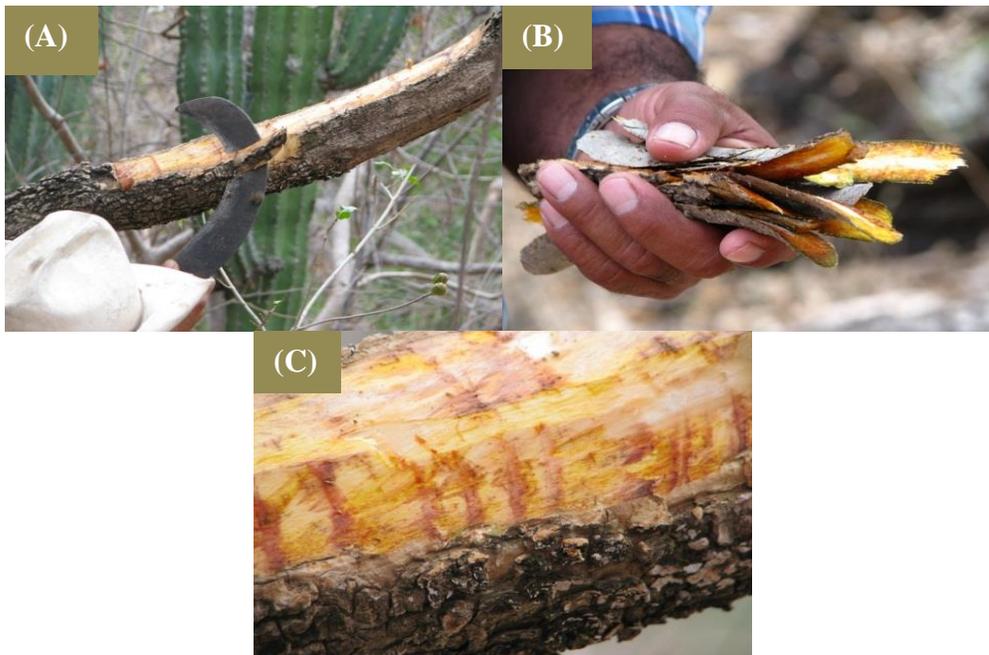


Figura 9. Práctica de recolección de *Hintonia latiflora*: A) Descortezamiento de *H. latiflora*, B) corteza cosechada y (C) exposición del cambium vascular como resultado de la recolección.

La principal región que abastece el mercado nacional e internacional de corteza de *H. latiflora* es la Depresión del Balsas, México, particularmente los estados de Guerrero, Morelos y Puebla (Hersch-Martínez y Fierro, 2001). Se comercializa en numerosos mercados del país, algunos de los cuales no corresponden con la distribución natural de la especie (Anaya, 1991). Pero, también en otras regiones se recolecta y se comercializa; existe evidencia de Chihuahua y Aguascalientes (Bye, 1986; CONABIO, 2008). Lo que sugiere una red de comercialización originada en el Balsas.

Se cuantificó la cantidad de corteza comercializable de árboles con base en entrevistas y recolectas en el área de estudio. De un árbol adulto con un diámetro a la altura del pecho de 39 cm, de los cuales ya casi no hay individuos, se pueden obtener 3-4 kg, cosechando tanto tallo como ramas. De árboles o arbustos más pequeños, que son comunes actualmente, se obtiene menos de 500 g.

Se obtuvieron estimaciones en Tlalcozotitlán que indicaban que 200 familias recolectoras cosechaban aproximadamente 40 toneladas semanales de corteza de *H. latiflora* en 1990. Según estos informantes, actualmente son 65 familias las que cosechan alrededor 50 toneladas al mes. Pero, haciendo el cálculo de los árboles necesarios para obtener tales cantidades, es posible que se trate de sobreestimaciones.

Se obtuvieron precios a los consumidores de *H. latiflora* referidos en la literatura para diferentes épocas, y para este estudio, se registraron datos del Mercado de Sonora, obtenidos en 2012. Estos precios se muestran en la Figura 10A y parecen subir paulatinamente. Pero, si se consideran precios reales, es decir, el efecto de la inflación, se observa una baja fuerte de los precios entre aquellos mencionados para el inicio de los 90 y los del siglo XXI (Figura 10B).

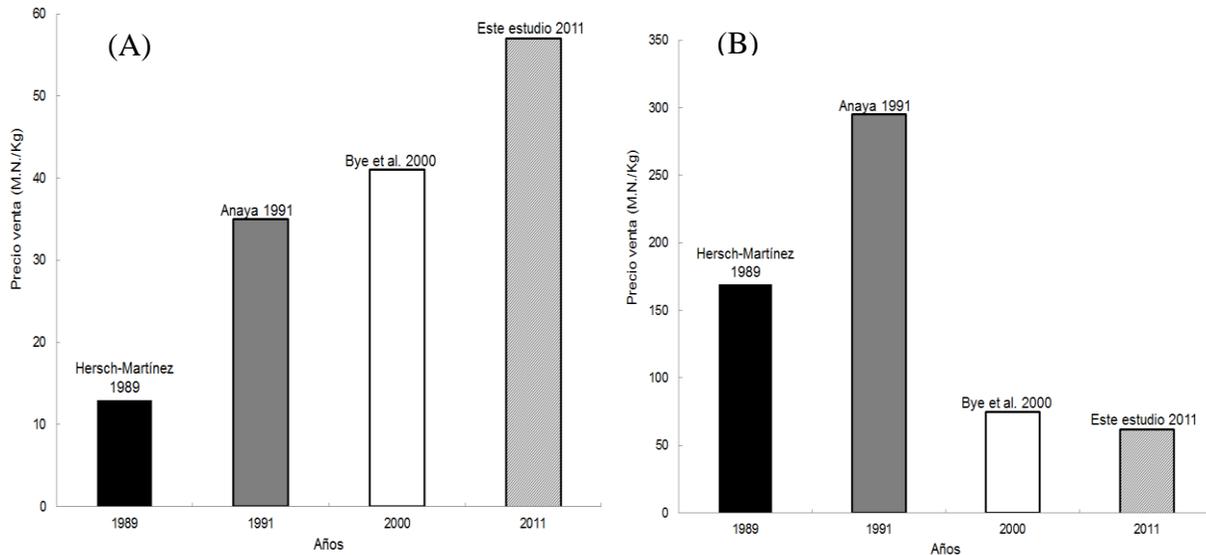


Figura 10. Precio de venta (pesos mexicanos) de *Hintonia latiflora* en diferentes mercados de México, en las últimas dos décadas. A) Valores promedio a partir de los autores citados; B) Valores calculados considerando la inflación. Los porcentajes de inflación fueron 1199.77% (Hersch-Martínez, 1989, fue citado por Hersch-Martínez, 1999); 743.93% (Anaya, 1991); 83.67% (Bye *et al.*, 2000) y 9.60% (datos de este estudio, 2011).

Normatividad para la recolección

*Hintonia latiflora* está ausente en los apéndices de la Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2013) y de la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2013). En México, la NOM-005-SEMARNAT-2012 (SEMARNAT, 2012) enumera los criterios y especificaciones técnicas para aprovechar corteza, tallos y plantas completas. Esta norma señala que: “el aprovechamiento irracional de la corteza, entre otras estructuras morfológicas, puede ocasionar severos daños a las especies no maderables”. La advertencia es la misma para cualquier especie.

En el área de estudio, desde hace aproximadamente 10 años, se encuentra formalmente prohibida la recolecta, debido a un acuerdo con SEMARNAT a cambio de programas diversos. Desde entonces, ha disminuido el volumen de recolecta como se explicó arriba, pero la cosecha sigue en forma semi-clandestina. Los recolectores notan una ligera recuperación de las poblaciones, por la presencia de árboles juveniles.

## **Discusión**

### *Historia taxonómica*

A la fecha (2013), no existe unanimidad en las fuentes taxonómicas acerca de la aceptación de los taxa propuestos por Bullock y la delimitación de *H. latiflora*. Pero, los datos de la literatura y las observaciones para este trabajo apuntan hacia un taxón polimórfico.

### *Historia natural*

Las observaciones para este trabajo modifican algunos elementos de la morfología conocida de la especie, en tanto a la posición de las flores (terminal) y la ausencia de heterostilia en las poblaciones estudiadas. A pesar del hecho que se han secuenciado varios genes usados como marcadores, todavía faltan datos básicos acerca de la genética de la especie, como es el número de cromosomas.

Con base en varias fuentes, es posible que la distribución de *H. latiflora* sea más amplia que la indicada en la monografía de Ochoterena (2000). Sin embargo, la determinación de los ejemplares tendría que ser verificada. Por lo general, los datos del hábitat encontrados en el

campo coinciden con aquellos mencionados en la literatura. Se añade la observación que la especie crece no solo en sitios soleados, sino también en lugares sombreados. Esto contradice las observaciones de Huante *et al.* (1995) y Velázquez *et al.* (2011), quienes indican que *H. latiflora* es estrictamente heliófita en la etapa adulta.

*H. latiflora* generalmente tiene una densidad poblacional baja, de algunos pocos individuos por hectárea. Esto tiene implicaciones para su ecología y aprovechamiento. No se pudo confirmar la heterostilia como mecanismo para asegurar exogamia. Más bien, la exogamia se promueve por la presentación protándrica de las flores. Se desconoce si existen otros factores estructurales o químicos que impidan la autofecundación. Pero, por lo disperso de las poblaciones, se considera posible que la especie mantenga la opción de la autogamia.

La fenología vegetativa y reproductiva de *H. latiflora* muestra variación temporal en diferentes regiones de México. Se indica sincronía de floración y foliación en el occidente de México (Bullock y Solís-Magallanes, 1990). Las observaciones en Tlalcozotitlán, Guerrero, mostraron un desfase claro. Es probable que estos fenómenos se deban a factores climáticos o edáficos todavía no identificados.

La dispersión no es solo anemócora, como se señala en la literatura, sino también tiene características barócoras. De hecho, las observaciones en campo indican que esta última forma de dispersión es probablemente la más importante, a pesar de que promueva competencia intraespecífica.

La revisión de los datos publicados indican que las semillas de *H. latiflora* carecen de latencia y tienen buena capacidad germinativa, pero no existen estudios en condiciones de campo de más largo plazo. Tampoco existen estudios de crecimiento bajo condiciones de invernadero. Desafortunadamente, la propagación asexual hasta ahora no ha sido una alternativa exitosa para la multiplicación de esta especie; posiblemente todavía no se ha encontrado la técnica adecuada.

Los morfotipos de la especie por desarrollo arquitectónico se ajustan al modelo Leeuwenberg descritos por Prusinkiewicz y Remphrey (2000) y Hallé (2010), debido a que las ramas son

bifurcadas y las flores apicales. La apariencia basítona arbustiva del segundo morfotipo en *H. latiflora*, se debe al grado de disturbio de los sitios en que habita, sujetos a ramoneo por cabras, y a la derriba de los individuos desde la base para su aprovechamiento. En este último caso, individuos basítonos, ocurre reiteración que se expresa como multiramificación.

La arquitectura de *H. latiflora* es de utilidad para comprender el volumen de corteza que un recolector puede obtener de individuos con diferente morfotipo. Los árboles producen mayor volumen de corteza debido a que tienen más ramas, tallo >9 cm de DAB, grosor de corteza de 0.9 cm y cobertura  $\cong$  5 m. Los mayores DAB observados fueron de 20 cm. En contraste, individuos con porte arbustivo tienen menos segmentos por rama, 4 cm de DAB, con un grosor de corteza de 0.2 cm y cobertura de 6.5 m.

#### *Historia antropógena*

Los principales usos de la quina amarilla -como febrífugo, sobre todo relacionados con el paludismo y como antidiabético- tienen apoyo en resultados experimentales, incluyendo algunos datos clínicos y el conocimiento de sus componentes químicos. También se encontró cierta toxicidad. El uso medicinal de la especie es importante y es la base de redes comerciales extensas, tanto nacionales como internacionales. Pero, regionalmente tiene otros numerosos usos, relacionados principalmente con su madera.

La recolecta en el pasado ha sido expoliativa, de acuerdo con la percepción de familias recolectoras y pobladores que se entrevistaron. Los individuos arbóreos cerca de los asentamientos humanos ya desaparecieron. Sus poblaciones actuales están más distantes (a  $4.5 \pm 1$  h caminando) y su densidad es baja, por lo que los recolectores en Tlalcozotitlán cosechan por accesibilidad y con mayor frecuencia a individuos arbustivos multiramificados. Pero aún en sitios alejados, actualmente, con muy pocas excepciones, solo se encuentra árboles relativamente pequeños con un DAB de hasta 20 cm. Los recolectores mencionan que existían árboles con diámetros de hasta 37 cm, pero estos individuos desaparecieron hace más de 20 años.

La problemática generada por la intermediación, la dinámica de la demanda nacional e internacional y la situación marginal de las familias recolectoras inducen a recolectar de forma

explotativa, confirmando lo indicado por Hersch-Martínez (1999) y Hersch-Martínez y Fierro (2001) en regiones cercanas. La confluencia de estas variables concatenadas a los atributos biofísicos ha generado que actualmente *H. latiflora* se encuentre amenazada en algunas zonas de su área de distribución (Barrance *et al.*, 2009), particularmente la Cuenca del Alto Balsas, México. Pero, la baja del precio relativo, la regulación impuesta por la SEMARNAT y otros factores, han reducido la presión sobre la especie.

Para que funcione la gestión sostenible, se requiere primero, más conocimiento ecológico sobre la especie y luego regulación, ya sea formal o informal, del acceso al recurso. Sería útil más investigación sobre la profundidad, cantidad y mejor época para el descortezado, como Solares *et al.* (2006) lo han hecho con otras especies del trópico seco mesoamericano, así como la protección de la herida para evitar infecciones. Así, una necesidad básica y que es una demanda de la población local, es un estudio de cosecha óptima que identifique la capacidad de respuesta de los individuos ante determinadas intensidades de descortezamiento, y una regulación interna de la cosecha.

## **Conclusiones**

Esta revisión indica que los factores biofísicos y ecológicos limitativos más importantes para el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de la especie son el tipo de suelo, asociaciones simbióticas y posiblemente presencia de macronutrientes.

La quina amarilla es una especie cuyo aprovechamiento sustantivo en el trópico seco mexicano es el medicinal, sin dejar de lado otros beneficios adicionales. Desafortunadamente, esta importancia ha llevado a la sobre-cosecha que incide en las poblaciones silvestres. La densidad y disponibilidad espacial dependen de los factores limitativos y de la intensidad de recolección. Generalmente, la especie tiene una densidad relativamente baja.

La recolección de *H. latiflora* responde a un circuito de comercialización nacional e internacional, que necesariamente debe normarse para asegurar la conservación de este recurso y mantener ingresos para las familias recolectoras mediante prácticas de recolección sostenibles.

La historia natural y antropógena proporciona los elementos necesarios para plantear propuestas de conservación, pues obligadamente se requiere documentar los causales sociales, económicos y políticos que determinan el estado actual del taxón de interés. Se requiere de investigación ecológica aplicada que incida mediante gestión en la normatividad y conservación de *H. latiflora*.

Se identifican las siguientes necesidades de investigación:

- Evaluar la respuesta en la regeneración de corteza y la recuperación de individuos en poblaciones naturales de ambos morfotipos de *H. latiflora*, sujetos a diferentes intensidades de descortezamiento.
- Precisar la técnica de descortezamiento más eficaz, sin que cause daño al crecimiento secundario, enseñarla y validarla con los recolectores.
- Conocer la relación entre recolección de corteza y la reproducción, mediante efectos en la producción de flores, frutos y semillas.
- Determinar la dinámica poblacional de *H. latiflora* en sitios con diverso grado de intervención humana.
- Desarrollar técnicas de propagación vegetativa que permitan multiplicar a la especie.
- Propiciar prácticas de propagación asistida repoblamiento de las áreas más afectadas.
- Conocer la importancia de *H. latiflora* en las redes biológicas del Bosque Tropical Caducifolio.
- Indagar sobre la ecología floral, como es el sistema de polinización, y el ciclo de vida de los polinizadores de *H. latiflora*.
- Desarrollar el fundamento teórico-práctico del aprovechamiento sostenido y ajustar la normatividad como herramienta de gestión en beneficio de la persistencia del recurso.

## Literatura citada

- Aiello, A. 1979. **A reexamination of *Portlandia* (Rubiaceae) and associated taxa.** *Journal of the Arnold Arboretum* **60**: 38-126.
- Almazán-Núñez, C., Arizmendi, M., Eguiarte, L. y Corcuera, P. 2012. **Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico.** *Revista Mexicana de Biodiversidad* **83**: 1096-1109.
- Alonso-Castro, A., Villarreal, M., Salazar-Olivo, L., Gómez-Sánchez, M., Domínguez, F. y García-Carranca, A. 2011. **Mexican medicinal plants used for cancer treatment: Pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies.** *Journal of Ethnopharmacology* **133**: 945–972.
- Álvarez-Yépez, J., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A. y Lindquist, C. 2008. **Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico.** *Forest Ecology and Management* **256**: 355–366.
- Anaya, M. 1991. **Estudio etnobotánico del complejo Quina en México.** Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 152.
- Argotte-Ramos, R., Ramírez-Ávila, G., Rodríguez-Gutiérrez, M., Ovilla-Muñoz, M., Lanz-Mendoza, H., Rodríguez, M., González-Cortazar, M. y Álvarez, L. 2006. **Antimalarial 4-phenylcoumarins from the stem bark of *Hintonia latiflora*.** *Journal of Natural Products* **69**: 1442-1444.
- Arredondo, L. 2010. **Espectro de dispersión de la flora leñosa de la estación de biología Chamela, Jalisco, México.** Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 103.
- Barrance, A., Schreckenber, K. y Gordon, J. 2009. **Conservación mediante el Uso: Lecciones aprendidas en el Bosque Seco Tropical Mesoamericano.** Overseas Development Institute, Londres.
- BDMTM. 2009. **Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana.** 2009. Universidad Nacional Autónoma de México. <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Copalquín&id=7361>> (consultado 11 agosto 2013).
- Borhidi, A. 2004. **Rubiáceas de México.** Akadémiai Kiado, Budapest.

- Borhidi, A. 2008. **Rubiáceas (Dicotiledóneas)**. En: Ocegueda S. y Llorente-Bousquets J. (Eds.). *Capital Natural de México, Catálogo Taxonómico de Especies en México*, Vol. 1 (CD 1), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Brouillard, R. y Dangles, O. 1993. **The flavonoids: advances in research since 1986**. Chapman & Hall, London.
- Bullock, A. 1935. *Hintonia latiflora* var. *leiantha*. *Hooker's Icones Plantarum* 3: Tabula 3295.
- Bullock, S. y Solís-Magallanes, A. 1990. **Phenology of Canopy Trees of a Tropical Deciduous Forest in Mexico**. *Biotropica* 22: 22-35.
- Bye, R. 1986. Medicinal plants of the Sierra Madre: **Comparative Study of Tarahumara and Mexican market plants**. *Economic Botany* 40: 103-124.
- Bye, R, Mendoza, M., Morales, G., Hilerio, M., Rodríguez, J., Toledo, G., Linares, E., Herrera, E. y Timmermann, B. 2000. **Convenio Sobre la Diversidad Biológica y la Conservación en la Selva Baja Caducifolia en México: una experiencia**. pp. 233-251. En: Monroy, R., Colín, H. y Boyas, C. (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, Morelos.
- Camacho, Ma. 1989. **Nuevos metabolitos secundarios de *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock y aislamiento de compuestos bioactivos del *Teloxys graveolens* (Willd.) W.A. Weber**. Tesis de Maestría en Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 121.
- Castañeda, A. 2010. **Métodos de propagación de la planta medicinal copalche *Hintonia latiflora***. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 95.
- CITES. 2013. **Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres**. 2013. <<http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>> (consultado 30 julio 2013).
- CONABIO. 2008. **La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes y Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Cristians, S., Guerrero-Analco, J., Pérez-Vázquez, A., Palacios-Espinosa, F., Ciangherotti, C., Bye, R. y Mata, R. 2009. **Hypoglycemic activity of extracts and compounds from the leaves of *Hintonia standleyana* and *H. latiflora*: Potential alternatives to the use of the stem bark of these species.** *Journal of Natural Products* **72**: 408-413.
- Cristians, S., Bye, R., Navarrete, A. y Mata, R. 2013. **Gastroprotective effect of *Hintonia latiflora* and *Hintonia standleyana* aqueous extracts and compounds.** *Journal of Ethnopharmacology* **145**: 530-535.
- Déciga-Campos, M., Rivero-Cruz, I., Arriaga-Alba, M., Castañeda-Corral, G., Ángeles-López G., Navarrete, A. y Mata, R. 2007. **Acute toxicity and mutagenic activity of Mexican plants used in traditional medicine.** *Journal of Ethnopharmacology* **110**: 334–342.
- Delprete, P. 2004. **Rubiaceae.** pp. 328-333. En: Smith N., Heald S., Henderson A., Mori S. y Stevenson D. (Eds.). *Flowering Plant Families of the American Tropics*, New York Botanical Garden Press, Bronx, New York.
- Fierro, A., Guerrero, C., Hersch-Martínez, P. y Pérez, A. 2000. **Seis especies medicinales silvestres cuya corteza presenta importancia medicinal, provenientes de la Selva Baja Caducifolia: algunas condiciones para su propagación.** pp. 543-550. En: Monroy, R., Colín, H. y Boyas, C. (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, Morelos.
- Gavito, M., Pérez-Castillo, D., González-Monterrubio, C., Vieyra-Hernández, T. y Martínez-Trujillo, M. 2008. **High compatibility between arbuscular mycorrhizal fungal communities and seedlings of different land use types in a tropical dry ecosystem.** *Mycorrhiza* **19**: 47-60.
- Gross, G. 2008. **From lignins to tannins: Forty years of enzyme studies on the biosynthesis of phenolic compounds.** *Phytochemistry* **69**: 3018–3031.
- Guerrero-Analco, J., Medina-Campos, O., Brindis, F., Bye, R., Pedraza-Chaverri, J., Navarrete, A. y Mata, R. 2007. **Antidiabetic properties of selected Mexican copalchis of the Rubiaceae family.** *Phytochemistry* **68**: 2087–2095.
- Hallé, F. 2010. **Arquitectura de los Árboles.** *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* **45 (3-4)**: 405-418.

- Hersch-Martínez, P. 1999. **Destino Común: Los Recolectores y su Flora Medicinal. El Comercio de Flora Medicinal Silvestre desde el Suroccidente Poblano.** Colección Biblioteca del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.
- Hersch-Martínez, P. 2007. **La industrialización químico-farmacéutica mexicana y la flora: el caso de los Laboratorios Garcol.** *Boletín de la Sociedad Química de México* **1**: 107-114.
- Hersch-Martínez, P. y Fierro, A. 2001. **El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México.** En: Rendón B., Rebollar S., Caballero J. y Martínez-Alfaro, M. Eds. *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la Relación entre los Seres Humanos y las Plantas de los Albores del Siglo XXI.* UAM-Iztapalapa y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Hernández, P. 2006. **Reservas en semillas y su papel en las primeras etapas de desarrollo de especies leñosas de Selva Baja Caducifolia.** Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 112.
- Huante, P., Rincón, E. y Acosta, I. 1995. **Nutrient availability and growth rate of 34 woody species from a tropical deciduous forest in Mexico.** *Functional Ecology* **9**: 849-858.
- Huante, P., Ceccon, E., Orozco-Segovia, A., Sánchez-Coronado, M., Acosta, I. y Rincón, E. 2012. **The role of arbuscular mycorrhizal fungi on the early stage restoration of seasonally dry tropical forest in Chamela, Mexico.** *Revista Árvore, Viçosa-MG* **36**: 279-289.
- Kiehn, M. 1995. **Chromosome survey of the Rubiaceae.** *Annals of the Missouri Botanical Garden* **82**: 398-408.
- Lorence, D. y Taylor, C. 2011. **Rubiaceae.** *Flora Mesoamericana* **4**: 230-232.
- Maldonado, B., Caballero, J., Delgado-Salinas, A. y Lira, R. 2013. **Relationship between use value and ecological importance of floristics resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas River Basin, Mexico.** *Economic Botany* **67(1)**: 17-29.
- Manss, U. y Bremer, B. 2010. **Towards a better understanding of intertribal relationships and stable tribal delimitations within Cinchonoideae s.s. (Rubiaceae).** *Molecular Phylogenetics and Evolution* **56**: 21-39.
- Martínez-Cabrera, D., Terrazas, T., Ochoterena, H. y López-Mata, L. 2010. **Bark and wood anatomy of the tribe Hamelieae (Rubiaceae).** *International Association of Wood Anatomist Journal* **31**: 425-442.

- Martínez-Pérez, A., López, P., Gil-Muñoz, A. y Cuevas-Sánchez, J. 2012. **Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca Poblana, México.** *Acta Botánica Mexicana* **98**: 73-98.
- Mata, M., Cervera, E., Bye, R. y Linares, E. 1990. **Secondary metabolites from *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock.** *Phytochemistry* **29**: 2037-2040.
- Mata, R., Navarrete, A., Cristians, S., Hersch, P. y Bye, R. 2009. **Plantas Medicinales de México. Monografía científica. Pruebas de control de calidad (identificación y composición), eficacia y seguridad. Copalchi *Hintonia latiflora* (Sessé et Mociño ex DC.) Bullock (Rubiaceae).** Sentido Giratorio Ediciones, México, D.F.
- Monroy-Ortiz, C. 2010. **Conocimiento ecológico tradicional para la gestión sostenible de especies forestales no maderables.** Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 119.
- Monroy-Ortiz, C., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Sánchez-Quintanar, C., Luna-Cavazos, M., Uscanga-Mortera, E., Flores-Guido, J. y González-Romero, V. 2013. **Plants of local interest for medicinal and conservation purposes in Morelos, Mexico.** *Studies on Ethno-Medicine* **7**: 13-26.
- Motley, K., Wurdack, J. y Delprete, P. 2005. **Molecular systematics of the Catesbaeeae–Chiococceae complex (Rubiaceae): Flower and fruit evolution and biogeographic implications.** *American Journal of Botany* **92**: 316–329.
- Ocampo, R. 1994. **Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica.** Serie Técnica. Informe técnico N<sup>o</sup> 245. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Ochoterena, H. 2000. **Systematics of *Hintonia* Bullock and the *Portlandia* complex (Rubiaceae).** Ph.D Thesis, Cornell University, Ithaca. N.Y., pp. 306.
- Pantaleón, M. 1966. ***Coutarea pterosperma* (S. Watson) Standl. Copalchi.** Tesis de Licenciatura en Química, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 35.
- Prusinkiewicz, P. y Remphrey, W. 2000. **Characterization of architectural tree models using L–systems and Petri nets.** pp. 177–186. En: Labrecque M. Eds. *L'arbre, The Tree 2000: Papers presented at the 4th International Symposium on the Tree.*

- IUCN. 2013. **The IUCN Red List of threatened species**. 2013. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <<http://www.iucnredlist.org/search>> (consultado 30 julio 2013).
- Reguero, T., Mata, R., Bye, R., Linares, E. y Delgado, G. 1987. **Chemical studies on Mexican plants used in traditional medicine: Cucurbitacins from *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock**. *Journal of Natural Products* **50**: 315-316.
- Rendón-Carmona, H., Martínez-Yrizar, A., Balvanera, P. y Pérez-Salicrup, D. 2009. **Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation**. *Forest Ecology and Management* **257**: 567–579.
- Romero-Duque, L., Jaramillo, V. y Pérez-Jiménez, A. 2007. **Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history**. *Forest Ecology and Management* **253**: 38–47.
- Sánchez, K. 2009. **Patrones espacio-temporales de herbivoría por insectos folívoros en diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco**. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, Michoacán. pp. 47.
- SEMARNAT. 2012. **Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-005-SEMARNAT-2012**. Diario Oficial de la Federación 30 de Julio 2012. México, México, D.F. 16 pp.
- Seed Information Database. 2013. ***Hintonia latiflora***. RBG Kew, Wakehurst Place. <<http://data.kew.org/sid/SidServlet?Source=epic&ID=12151&Num=BG>> (consultado 15 mayo 2013).
- Smith-Ramírez, C y Armesto, J. 1994. **Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile –ecologies and climatic constraints**. *Journal of Ecology* **82**: 353-365.
- Solares, F., Mata, J., Vargas, J., Soto, M. y Rodríguez, C. 2006. **Capacidad de regeneración en grosor y lateral en corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl.) en el estado de Morelos**. *Ra Ximhai* **2**: 481-495.
- Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Márquez-Guzmán, J., Kitajima, K., Gamboa-de Buen, A. y Huante, P. 2011. **Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous Forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth**. *Annals of Botany* **107**: 939–951.

- Standley, P. y Williams, L. 1975. **Rubiaceae**. Flora of Guatemala. *Fieldiana* **24**: 116-117.
- Stranzinger S., Szentpéteri J. y Borhidi A. 2006. **Sequence differentiation between some DNA regions of *Hintonia latiflora* and *Hintonia standleyana***. *Acta Botanica Hungarica* **48**: 435-440.
- TROPICOS. 2013. *Hintonia latiflora*. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org/Name/27906527>> (consultado 11 agosto 2013).
- Vargas-Rodríguez Y., Vázquez-García J. y Williamson G. 2005. **Environmental correlates of tree and seedling-sapling distributions in a Mexican tropical dry forest**. *Plant Ecology* **180**: 117-134.
- Velázquez, R., Cházaro, M., González, R. y Covarrubias, H. 2011. **Árboles de las Barrancas de los ríos Santiago y Verde**. Gobierno de Jalisco, Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Guadalajara, Jalisco.

## CAPÍTULO II. AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ARQUITECTÓNICA DE *Hintonia latiflora* POR DESCORTEZAMIENTO Y OTROS FACTORES ECOLÓGICOS

### Resumen

La cosecha comercial de corteza constituye una amenaza para las especies sujetas a este tipo de aprovechamientos, pero sus efectos ecológicos han sido escasamente documentados. La corteza de *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock ha sido cosechada intensivamente en México a partir de 1970. La recolección es excesiva y se concentra en la provincia fisiográfica del Alto Balsas, México. Los recolectores indican que las poblaciones están cada vez más lejanas y muestran el impacto de la recolecta. El presente estudio documenta la estructura poblacional de *H. latiflora*, la relación entre diferentes intensidades de cosecha de corteza con atributos arquitectónicos y reproductivos, e investiga la influencia de algunos factores físicos del medio sobre la morfología de esta especie. Los resultados indican que la estructura poblacional en las ocho zonas de cosecha del área de estudio tiene sesgo positivo; la alta intensidad de cosecha influye negativamente sobre la altura, densidad, diámetro basal y número de frutos en individuos adultos de la especie. Factores físicos como la pendiente, orientación, profundidad del suelo y pedregosidad, están asociadas a diferencias arquitectónicas en individuos juveniles y adultos de *H. latiflora*. A menor pendiente, escasa pedregosidad y mayor profundidad del suelo, con orientación N-O ( $180^0$ - $270^0$  azimut), incrementa la altura, el número de ramas basales, el diámetro basal y la cobertura, tanto en individuos juveniles como en adultos de *H. latiflora*. Se concluye que el descortezamiento y otros factores ecológicos afectan a la estructura poblacional y arquitectónica de *H. latiflora*.

**Palabras clave:** corteza medicinal, estructura poblacional, factores físicos, arquitectura, cosecha comercial

### Abstract

The commercial harvest of bark constitutes a threat to many species subject to this kind of exploitation, but their ecological effects have been poorly documented. The bark of *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock has been harvested intensively in Mexico since 1970. The harvesting is excessive and centered in the physiographic province of Alto Balsas, Mexico. Collectors indicate that populations are increasingly distant and show the impact of harvesting. This study documents the population structure of *H. latiflora*, the relationship between different

intensities of bark harvest and architectural and reproductive attributes, and investigates the influence of some environmental factors on the physical morphology of this species. The results indicate that the population structure in the eight harvest plots of the study area have a positive bias; the high intensity of the harvest has a negative effect on the height, density, basal diameter and number of fruits in adult individuals of the species. Physical factors such as slope, orientation, soil depth and rockiness, cause architectural differences in saplings and adults of *H. latiflora*. Lesser slope and rockiness, greater soil depth and N-O (180<sup>0</sup>-270<sup>0</sup> azimuth) orientation, increases the height and number of basal branches, basal diameter and coverage, of both saplings and adults of *H. latiflora*. We conclude that debarking and other ecological factors influences the population structure and architecture of *H. latiflora*.

**Key words:** medicinal bark, population structure, physical factors, architecture, commercial harvest

## **Introducción**

La cosecha comercial de especies forestales no maderables, como las plantas medicinales, genera beneficios económicos a las familias rurales que dependen de esta actividad, pero también produce impactos en las poblaciones vegetales por prácticas de gestión frecuentemente insostenibles (Belcher *et al.*, 2005; Kusters *et al.*, 2006; Stanley *et al.*, 2012).

Se ha planteado que variables como la historia de vida de la especie, la parte de la planta cosechada, la intensidad y tiempo de cosecha, la accesibilidad al recurso, la demanda del mercado y las características socioeconómicas de los recolectores, determinan el nivel de impacto ecológico (Cunningham y Mbenkum, 1993; Ticktin *et al.*, 2002; Hiremath, 2004).

Gaoue y Ticktin (2008) consideran que la estructura poblacional y las tasas vitales de algunas especies pueden estar influidas y variar de acuerdo con un gradiente ambiental. En tanto que, Ouinsavi y Sokpon (2010) señalan que algunos factores climáticos y edáficos del sitio (pendiente, tipo y textura del suelo, pH, macro y micro nutrientes, precipitación), modifican los atributos demográficos. La experiencia indica que la influencia es multifactorial, y deben considerarse tanto las condiciones biológicas y ecológicas de la especie como la gestión que recibe (Ostrom, 2009).

Huai *et al.* (2013) indican que la variación en las intensidades de cosecha incrementa el área foliar y la densidad poblacional en algunas especies forestales no maderables; mientras que en otras (Shackleton *et al.*, 2005; Gaoue y Ticktin, 2008), la cosecha de hojas, flores, frutos y semillas afecta negativamente el número y tamaño de inflorescencias e infrutescencias, y la frecuencia y probabilidad de que los individuos sean reproductivos. Hall y Bawa (1993) y Ticktin (2004) proponen que la remoción de la raíz, rizomas y corteza, causa mayores daños a las plantas debido a la función en el sostén y transporte de nutrimentos, así como en la protección del cambium vascular y tejidos funcionales asociados.

El descortezamiento en *Garcinia lucida* Vesque, especie forestal de los bosques húmedos africanos, tiene baja incidencia en la estructura y dinámica poblacional, pues la fecundidad de los individuos cosechados se modifica ligeramente (Guedje *et al.*, 2003). Sin embargo, al variar la intensidad de cosecha (descortezamiento parcial, descortezamiento anillado y derriba del árbol) en individuos >10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), la cantidad de árboles por cosechar declina gradualmente y no muestra recuperación a corto plazo (Guedje *et al.*, 2007).

En *Warburgia salutaris* (Bertol.) Chiov., un árbol que crece en las sabanas y bosques húmedos de África, el descortezamiento reduce el diámetro basal y la altura de los tallos. Sin embargo, el 75% de los individuos muestran recuperación a altos niveles de cosecha, pero bajos niveles de respuesta a fuegos regulares o reincidencia en el descortezamiento (Botha *et al.*, 2004a). Un efecto similar fue observado en *Prunus africana* (Hook. f.) Kalkman., árbol de los bosques tropicales húmedos de África, en donde la cosecha intensiva de corteza por más de 40 años ha generado poblaciones con baja densidad de árboles y plántulas (5 ind ha<sup>-1</sup>). Estos sitios están asociados con disturbio y alta penetración de luz, y una tasa de incorporación de renuevos esporádica y baja (Cunningham y Mbenkum, 1993).

Un caso excepcional es *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., especie que se desarrolla en las sabanas y bosques húmedos del oeste de África, en el que se demostró que el descortezamiento no afecta significativamente las tasas y patrones reproductivos, aun cuando se combina con diferentes intensidades de defoliación (Gaoue y Ticktin, 2008).

Como se indica, a la fecha pocos son los estudios a nivel internacional que han evaluado la influencia de la cosecha de corteza sobre la estructura y dinámica poblacional (Cunningham y Mbenkum, 1993; Botha *et al.*, 2004a, 2004b; Ticktin, 2004; Guedje *et al.*, 2007) y, menos aún, los que consideran variables ecológicas relacionadas al desempeño reproductivo (Gaoue y Ticktin, 2008).

Varias de las investigaciones registradas sobre descortezamiento de árboles o arbustos han sido efectuadas en el continente africano. Esta clase de estudios, en México, es inexistente, a pesar de que Hersch-Martínez y Fierro (2001) han comentado sobre las altas tasas de comercialización de corteza de especies medicinales.

*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock, “quina amarilla”, es una especie aprovechada por el uso medicinal de la corteza de los árboles. *H. latiflora* es una especie perenne, iterópara y hermafrodita, con hábito de crecimiento arbustivo o arbóreo, de 15-20 cm en diámetro a la altura de la base, 6-8 m de altura y ancho de copa de 3.5-6.5 m. Esta especie tiene una baja densidad poblacional en su área de distribución; habita cerros, laderas y cañadas (Beltrán-Rodríguez *et al.*, en preparación). Tiene una amplia distribución geográfica en México y Centroamérica, el límite septentrional es el noroeste de México, en tanto que el meridional se ubica en El Salvador (Lorence y Taylor, 2011).

El primer evento reproductivo, de acuerdo con cuantificaciones de campo (Beltrán-Rodríguez *et al.*, en preparación), se alcanza a los 2.5 cm de DAB, pero la producción regular de flores y frutos inicia a partir de los 7 cm de DAB, ( $n= 260$  individuos). La fenología de la especie presenta el máximo pico de floración en marzo y de fructificación en diciembre. Los frutos contienen 50 semillas aladas por lóculo (Ochoterena, 2000; Borhidi, 2004) y, según informes, tienen un alto porcentaje de germinación (57-100%) en condiciones de laboratorio (Soriano *et al.*, 2011; Seed Information DataBase, 2013), pero un bajo porcentaje de emergencia ( $35 \pm 24\%$ ) en invernadero (Castañeda, 2010). Se carece de datos sobre la germinación y establecimiento en condiciones de campo. A pesar de esta limitación de datos en cuanto a la germinación, se sabe por información Huante *et al.* (2012), que las plántulas en campo requieren asociación con

hongos micorrizógenos arbusculares para asegurar su sobrevivencia y transición a los estadios de vida juvenil y adulto.

Los tallos y ramas de *H. latiflora* son aprovechados en México para leña y como espalderas de cultivos, y son ramoneados por el ganado en los estadios de plántula y juvenil (Rendón-Carmona *et al.*, 2009). La corteza de esta especie es utilizada en la medicina tradicional de México para el tratamiento de paludismo (Mata *et al.*, 2009). También se elaboran productos farmacéuticos en México y Europa para tratar la diabetes (Hersch-Martínez, 2007). En ambos casos, la corteza procede de la Depresión del Balsas, estado de Guerrero, México.

En los Bosques Tropicales Caducifolios donde se distribuye, las poblaciones de *H. latiflora* están compuestas de una mezcla de individuos parcialmente descortezados, derribados de base, enfermos o muertos; no existen poblaciones sin algún indicio de cosecha. Las zonas de cosecha están ubicadas a  $4.5 \pm 1$  hora, del poblado principal, ya que los sitios cercanos han sido devastados por sobre-cosecha.

*H. latiflora* ha sido recolectada por más de 30 años en una pequeña zona de su área de distribución, y actualmente ahí se encuentra amenazada (Barrance *et al.*, 2009). Hasta ahora, la especie está desprotegida por la legislación nacional e internacional y carece de estudios que permitan establecer criterios de aprovechamiento y conservación persistentes.

#### Preguntas generales

¿La estructura poblacional y la arquitectura de *H. latiflora* se modifican por las intensidades de cosecha de corteza en las diferentes zonas?

¿Existe relación entre las características físicas de los sitios de cosecha con la arquitectura de *H. latiflora*?

#### Preguntas particulares

¿Cómo es la estructura poblacional de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha?

¿Cuál es el efecto de la intensidad de cosecha de corteza sobre la estructura poblacional y la arquitectura de *H. latiflora*?

¿Cómo influyen los factores físicos (la altitud, pendiente, radiación solar, profundidad del suelo, pedregosidad y tamaño de piedras) en la arquitectura de *H. latiflora*?

Se pretende investigar el efecto de diferentes intensidades de aprovechamiento de corteza sobre la estructura poblacional y la arquitectura de *H. latiflora*, y determinar cuáles factores físicos del medio, influyen sobre la arquitectura de la quina amarilla, en diferentes zonas de cosecha, distribuidas en el Bosque Tropical Caducifolio de la Depresión del Balsas, México.

### Hipótesis

- (a) La intensidad de cosecha de corteza no afectaría la estructura poblacional de *H. latiflora*.
- (b) El descortezamiento de *H. latiflora* en cualquier zona de cosecha no significaría cambios en la arquitectura de las plantas.
- (c) Por tratarse de una micro-región, no habría diferencias estadísticas en los factores físicos de los sitios que caracterizan a las zonas de cosecha de corteza, y la arquitectura vegetal sería característicamente constante en cualquier caso.

### Materiales y método

#### Sitio de estudio

La investigación se llevó a cabo durante el periodo enero-diciembre 2012 en ocho sitios de estudio de Tlalcozotitlán, estado de Guerrero, México (17°52'58"N, 99°07'48"O), que es una de las principales regiones de cosecha comercial de *H. latiflora* en México. Esta región tiene una extensión de 22 mil ha y se localiza en la Depresión del Alto Balsas, cercano a los municipios de Copalillo (18°1'42.05"N, 99°2'28.4"W) y Atenango del Río (18°6'15.47"N, 99°6'26.8"W), a 130 km al NE de la costa del Pacífico.

El clima es BS<sub>1</sub>(h)w(w)ig, seco, semicálido y semiárido, con un régimen de lluvias de verano, con 800 mm de precipitación promedio anual y un promedio de temperatura anual de 18°C (Trejo, 1983). El paisaje consiste de montañas y cerros con pendientes abruptas, entre las cotas altitudinales de 560 a 1,580 m. El material parental se conforma de rocas sedimentarias del Precámbrico con depósitos eventuales que dieron origen a diferentes formaciones geológicas en la región. Los suelos predominantes son de la clase Leptosol y Rendzina, de manera que son

pobres en contenido de materia orgánica, someros, pedregosos, bien drenados y susceptibles a la erosión (INEGI, 2009).

De acuerdo con Trejo (1983), en el área de estudio predomina vegetación de Bosque Tropical Caducifolio y Matorral Espinoso, particularmente rico en especies de las familias Fabaceae, Burseraceae y Poaceae. El área consiste en un mosaico de vegetación, con campos agrícolas y bosques secundarios en las planicies más próximas al poblado y que circundan al río Balsas, y bosques primarios relativamente bien conservados en las zonas más alejadas.

### Registro de datos

#### *Estructura poblacional*

El trabajo de campo inició en el 2012 en ocho zonas de cosecha donde *H. latiflora* se distribuye naturalmente. Estas zonas fueron elegidas mediante mapeos participativos con recolectores. Cada zona tiene una superficie de 0.6 ha con diferente intensidad de aprovechamiento de corteza, y varían en cuanto a condiciones geográficas, bióticas, y abióticas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características geográficas y ecológicas de las zonas de cosecha de *Hintonia latiflora* en Tlalcozotitlán, Guerrero, México.

Zonas de cosecha	Latitud norte	Longitud oeste	Altitud (m)	Orientación	Tipo de vegetación	Grado de disturbio	Topoforma	Iluminación	Clase textural del suelo	Mantillo	Intensidad de cosecha
1	17° 86' 41"	99° 13' 91"	741	Este-Oeste	Bosque tropical caducifolio	Moderado	Ladera-Loma	Soleado	Arcilloso	Escaso	Alto
2	17° 86' 32"	99° 13' 88"	743	Norte-Sur	Bosque tropical caducifolio	Bajo	Cañada	Sombreado	Arcilloso	Regular	Alto
3	17° 52' 53"	99° 11' 53"	642	Este-Oeste	Bosque tropical caducifolio	Moderado	Cañada	Soleado	Arcilloso	Escaso	Bajo
4	17° 52' 46"	99° 11' 53"	655	Norte-Sur	Bosque tropical caducifolio	Moderado	Cañada	Soleado	Arcilloso	Regular	Bajo
5	17° 51' 45"	99° 06' 14"	1,312	Norte-Sur	Bosque tropical caducifolio	Alto	Ladera-Loma	Soleado	Arcilloso	Abundante	Bajo
6	17° 51' 45"	99° 06' 14"	1,315	Este-Oeste	Bosque tropical caducifolio	Alto	Ladera-Loma	Soleado	Arcilloso	Regular	Bajo
7	17° 96' 82"	99° 17' 51"	1,076	Norte-Sur	Bosque tropical caducifolio	Bajo	Cañada	Sombreado	Arcilloso	Abundante	Alto
8	17° 96' 78"	99° 17' 45"	1,073	Este-Oeste	Bosque tropical caducifolio	Bajo	Cañada	Sombreado	Arcilloso	Abundante	Alto

El grado de disturbio se asignó con base en la apreciación visual del sitio y la presencia de especies vegetales secundarias. La iluminación se basó en la cantidad de luz recibida al nivel del

suelo considerando el efecto de la sombra del dosel. La clase textural del suelo se obtuvo a partir del método de tacto. El porcentaje de mantillo resultó de la valoración visual del sitio. La intensidad de cosecha se basó en el número de individuos descortezados por zona de aprovechamiento (Cuadro 1).

En cada zona de cosecha se establecieron tres transectos de 20 x 100 m, separados entre sí cada 25 m. Los transectos fueron rectángulos subdivididos en superficies de diferente área con disposición aleatoria en ambos lados de la línea central, en los que se cuantificó la densidad de *H. latiflora*. Para el registro de plántulas se emplearon 192 transectos con un área de 3 x 5 m; para los juveniles se utilizaron 96 transectos de 8 x 20 m; y los adultos y senescentes se registraron en 24 transectos de 10 x 100 m (Figura 11).

Los estadios de desarrollo del ciclo vital fueron identificados con base en características alométricas. Las plántulas fueron aquellas con altura  $\geq 0.1 \text{ cm} \leq 10 \text{ cm}$  y DAB  $\geq 0.1 \text{ cm} \leq 0.5 \text{ cm}$ ; los juveniles tuvieron una altura  $\geq 10.1 \text{ cm} \leq 3 \text{ m}$  y DAB  $\geq 0.6 \text{ cm} \leq 8 \text{ cm}$ ; los adultos presentaron una altura  $\geq 3.1 \text{ m} \leq 8 \text{ m}$  y DAB  $\geq 8.1 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$ ; y los senescentes fueron aquellos con altura  $\geq 8.1 \text{ m} \leq 10 \text{ m}$  y DAB  $\geq 20.1 \text{ cm}$ . Con estos datos se generó el histograma de frecuencias de *H. latiflora*.

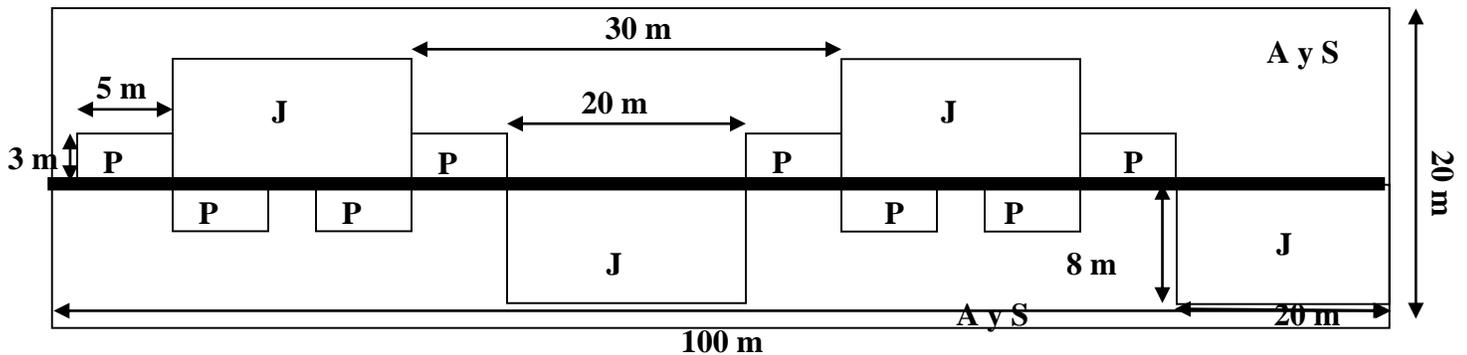


Figura 11. Diseño del muestreo poblacional de *H. latiflora* en las zonas de cosecha. La línea negra y gruesa central indica la senda a partir de la cual se muestrearon ambos lados del transecto. A y S indican el transecto para individuos adultos y senescentes, J refiere a los individuos juveniles y P representa a las plántulas.

## Arquitectura

Para cada uno de los individuos juveniles y adultos de *H. latiflora* previamente censados, se registraron nueve variables que incluyen atributos arquitectónicos y reproductivos: altura total en metros, diámetro basal en centímetros, cobertura (obtenida a partir de dos diámetros perpendiculares en metros), número de ramificaciones basales, ángulo de inclinación de las ramas basales con respecto al suelo, número de órdenes de ramificación, porcentaje de foliación y número total de frutos.

## Intensidad de cosecha de corteza

La intensidad de cosecha de corteza fue definida con base en el número de individuos descortezados a nivel del eje principal (individuos arbóreos) o multiramificados desde la base (arbusivos) y a través de los diferentes órdenes de ramificación. Las zonas de alta intensidad de cosecha fueron consideradas aquellas  $> 10$  individuos cosechados en 0.6 ha, y las de baja intensidad registraron  $\leq 5$  individuos en la misma superficie. No se detectaron zonas con moderada intensidad de descortezamiento ( $> 6$  ó  $\leq a 10$  individuos) (Cuadro 1).

## Factores físicos

En cada zona de cosecha se registraron siete factores físicos: 1) altitud (m), tomada con un sistema de posicionamiento global (GPS MAP 62SC, marca GARMIN); 2) orientación en grados azimuth, registrado con una brújula a partir del ángulo generado entre el punto Norte de referencia y el sitio de estudio; 3) pendiente en grados, obtenida con un clinómetro (Kode KB-14/360, marca Suunto); 4) radiación solar, calculada a partir del algoritmo propuesto por Oke (1987) que considera pendiente y azimuth; 5) profundidad del suelo (superficial 0.1-5 cm, poco profundo 5.1-10 cm y profundo  $\geq 10.1$  cm), medida con una regla; 6) pedregosidad (0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%), registrada por la densidad relativa de piedras en el sitio; y 7) tamaño de piedras (diámetro partículas  $\geq 20$  cm, 20-10 cm, 10-5 cm y  $<5$  cm), medidas con una regla.

## Análisis de los datos

*Influencia de la intensidad de cosecha de corteza sobre la estructura poblacional y la arquitectura de Hintonia latiflora*

La influencia de diferentes intensidades de cosecha de corteza sobre la estructura poblacional y la arquitectura en individuos adultos, se organizó conforme al siguiente esquema. Para fines estadísticos, las ocho zonas de aprovechamiento mencionadas en el Cuadro 1 fueron reagrupadas de la siguiente manera (Cuadro 2):

Cuadro 2. Tratamientos, niveles\* de cosecha y organización de las repeticiones por tratamientos.

ALTA INTENSIDAD DE COSECHA > 10 individuos cosechados		BAJA INTENSIDAD DE COSECHA ≤ 5 individuos cosechados	
1ª. Repetición	2ª. Repetición	1ª. Repetición	2ª. Repetición
Z** 1 y 2	7 y 8	3 y 4	5 y 6
ZA*** 1	2	3	4

\*No se registraron niveles intermedios de cosecha (>5 y <10 individuos)

\*\*Z= Zonas conforme a la ubicación referida en el Cuadro 1

\*\*\*ZA= Zonas agrupadas, como fueron utilizadas para el análisis estadístico no paramétrico.

\*\*\*\*Para estadística multivariable se hizo uso de otra nomenclatura relacionada con Z, cuya equivalencia para individuos juveniles fue: A1-A42= Z1, B1-B29= Z2, C1-C27= Z3, D1-D23= Z4, E1-E2= Z5, F1-F3= Z6, G1-G8= Z7 y H1-H9= Z8. En el caso de individuos adultos la equivalencia fue: A1-A48= Z1, B1-B36=Z2, C1-C7= Z3, D1-D9= Z4, E1=Z5, F1-F3= Z6, G1-G6= Z7 y H1-H7= Z8.

Los valores de densidad de individuos adultos, así como la altura, número de frutos y diámetro basal, fueron utilizados como variables dependientes asociadas a cada tratamiento. La información se analizó mediante un Análisis de Varianza no Paramétrico (ANAVA), con el uso de la Prueba de Friedman ( $p < 0.05$ ), procesada en InfoStat versión 2013 (Di Rienzo *et al.*, 2013).

#### *Diferenciación de los caracteres arquitectónicos de juveniles y adultos por zona de cosecha*

Los caracteres arquitectónicos de los individuos juveniles y adultos de *H. latiflora* se analizaron de manera independiente, debido a que ambos estadios de desarrollo son de interés para la cosecha de corteza; preferentemente juveniles  $\geq 11$  cm DAB. Para esto, se obtuvieron promedios por población de cada variable arquitectónica en individuos juveniles y adultos para las ocho

zonas de cosecha y, mediante un análisis de componentes principales (ACP), se examinó la influencia de estas variables en la diferenciación de los individuos. Ambas matrices constaron de ocho poblaciones y nueve variables.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de conglomerados, en el que se elaboraron dos matrices de datos: en el caso de juveniles con 143 individuos y en el de adultos con 117 individuos, y en ambos casos se analizaron nueve atributos arquitectónicos. Las variables se relativizaron por el máximo, se aplicó la distancia Euclidiana como medida de disimilitud y se empleó el método de Ward para la formación de grupos.

### *Influencia de los factores físicos de las zonas de cosecha sobre la arquitectura de *Hintonia latiflora**

Un análisis de correspondencia canónica (ACC) fue usado para evaluar la relación de los factores físicos de las zonas de cosecha con la arquitectura de *H. latiflora*. Previo a esto, se seleccionaron los factores físicos que diferencian las ocho zonas de cosecha mediante un ACP. Se eligió a la orientación, el tamaño de piedras, la profundidad del suelo y la pendiente, como los factores a considerar para el ACC.

Para el análisis se requirió de dos matrices de datos, la primera se elaboró de ocho poblaciones y nueve variables arquitectónicas; y la segunda se conformó de ocho poblaciones y 4 variables físicas; detectadas mediante el ACP previamente ejecutado. Los análisis de componentes principales, conglomerados y correspondencia canónica se efectuaron con el programa PC-ORD versión 6.0. (McCune y Mefford, 2011).

## **Resultados**

### Estructura poblacional

La estructura poblacional promedio de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha es diferente aparentemente a la Distribución Normal, ya que se observa sesgo positivo, con mayor densidad de plántulas (213 ind. ha<sup>-1</sup>) que de otros estadios de desarrollo. Los juveniles y adultos están menos representados (34 ind. ha<sup>-1</sup> y 29 ind. ha<sup>-1</sup>, respectivamente), pero se advierte que los

individuos senescentes están pobremente representados (2 ind. ha<sup>-1</sup>) (Figura 12). Estos datos permiten rechazar la hipótesis nula.

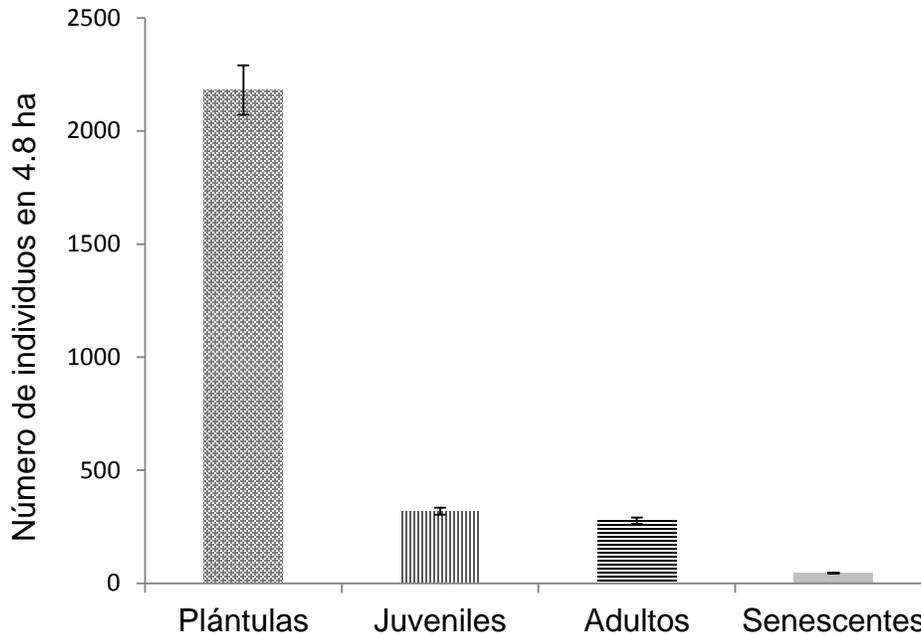


Figura 12. Estructura poblacional promedio en las ocho zonas de cosecha de *H. latiflora*.

La estructura poblacional en las zonas 1 y 2 es sesgada y dominada por plántulas (> 500 ind. ha<sup>-1</sup>). En las zonas 3 y 4 el estadio de plántula sólo tiene 15 ind. ha<sup>-1</sup> y pocos juveniles y adultos. En las zonas cinco a la ocho no hay registro de plántulas, solo de juveniles y adultos, con promedios de 4 y 3 ind. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### Análisis de varianza no paramétrico

El ANAVA no paramétrico indicó que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para altura y número de frutos, mientras que la diferencia es altamente significativa ( $p < 0.0001$ ) para densidad y diámetro basal; por lo que se descarta la hipótesis nula.

Con la variable altura, las zonas 1 y 2 (alta intensidad de cosecha) no son significativamente diferentes entre sí, pero concentran a los individuos con mayor altura y se diferencian de la zona 4, baja intensidad de cosecha e individuos con menor altura. En el caso de las variables diámetro basal y densidad, todas las zonas son estadísticamente diferentes entre sí: para ambas variables

( $T=1.00E30$ ;  $p<0.0001$ ) y los individuos de la zona 1 registran los mayores valores para estas variables. Respecto a la variable número de frutos, las zonas 1 y 2 (alta intensidad de cosecha) no muestran diferencias significativas ( $T=9.0$ ,  $p=0.052$ ), y los individuos de la zona 3 (baja intensidad de cosecha) tienen el mayor número de frutos.

#### Análisis de componentes principales

El análisis de ordenación llevado a cabo en las poblaciones de individuos juveniles de *H. latiflora*, indica que el componente 1 explica el 42.86% de la varianza total. Con base en el coeficiente de correlación, las variables más importantes en este eje son la altura (0.8609), el diámetro basal (0.8861) y la cobertura (diámetro  $\phi_1=0.8929$ ; diámetro  $\phi_2=0.8863$ ).

En consecuencia, a lo largo del componente principal 1 se diferencian poblaciones con base en el valor de estas variables. La mayor proporción de los individuos de las zonas 1, 2, 7 y 8 (de alta intensidad de cosecha) ocupan el lado derecho (representativo de las plantas de mayor tamaño), mientras un grupo mixto de las otras cuatro zonas se ubica al centro y a la izquierda del diagrama, lo que indica que tienen características alométricas (altura, diámetro basal y cobertura) de menor dimensión en comparación con las plantas de las cuatro primeras zonas indicadas (Figura 13).

El componente principal 2 explica el 13.55% de la variación arquitectónica. El coeficiente de correlación indica que la variable más importante en este componente es el número de ramificaciones basales (0.9056). De manera que se aprecia una tendencia de los individuos de las zonas 1 y 2 (alta intensidad de cosecha), a desarrollar más ramificaciones desde la base, es decir, a tener un porte arbustivo más que arbóreo, con respecto al resto de las poblaciones (Figura 13).

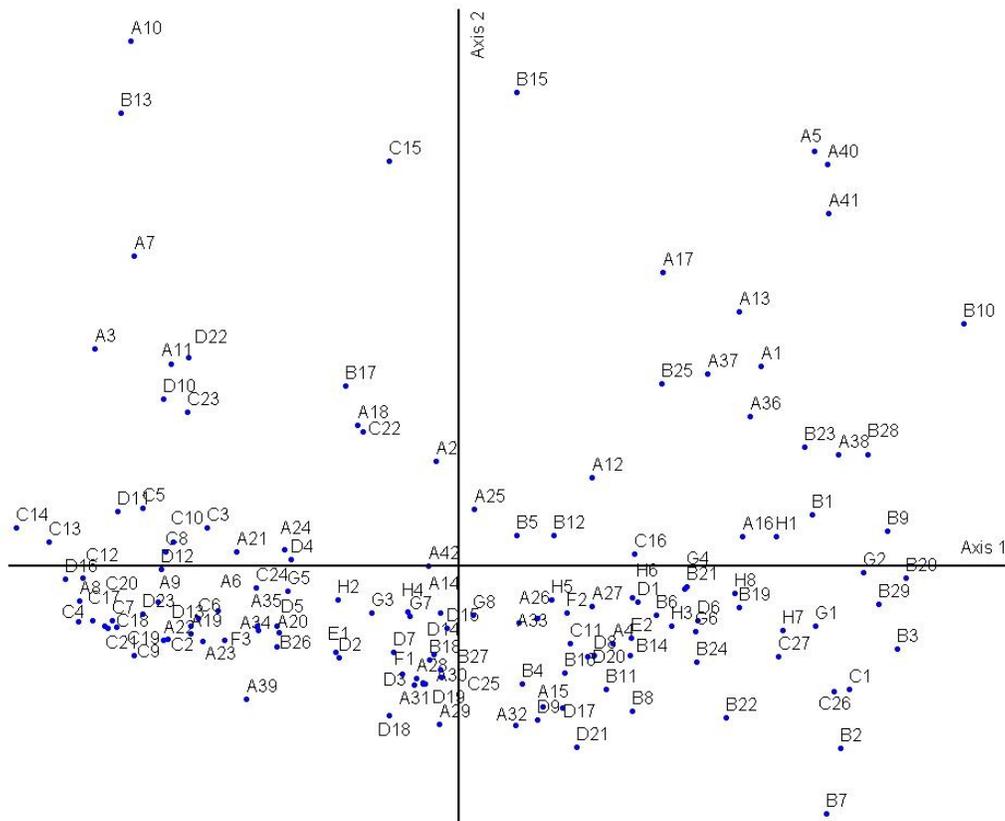


Figura 13. Individuos juveniles de *H. latiflora* en el espacio de los componentes principales 1 y 2. Las letras representan la zona de cosecha en orden subsecuente y el número que le precede indica al individuo de esa población. Z= zona de cosecha. A1-A42= Z1, B1-B29= Z2, C1-C27= Z3, D1-D23= Z4, E1-E2= Z5, F1-F3= Z6, G1-G8= Z7 y H1-H9= Z8.

En el ACP de las poblaciones de adultos de *H. latiflora*, el 54.65% de la variación arquitectónica es explicada por los primeros dos ejes principales. El eje 1, explica el 32.99% de la variación total, y el eje 2 explica el 21.66%. El coeficiente de correlación indica que las variables más importantes en el eje 1 son la cobertura (diámetro  $\phi_1 = -0.8155$ ; diámetro  $\phi_2 = -0.8368$ ) y el número de frutos ( $-0.7887$ ); mientras en el eje 2 son el número de ramas basales ( $0.8844$ ) y el diámetro basal ( $0.6729$ ).

En el componente 1 se observa una tendencia de ciertos individuos de las zonas 1, 2, 7 y 8 a presentar mayor cobertura (semejante relación presentada en juveniles) y número de frutos en

comparación con las demás zonas de cosecha (Figura 14). De igual manera, en el componente 2 se aprecia que estas zonas, 1, 2, 7 y 8 presentan una diferenciación con las otras cuatro zonas en las variables analizadas; por lo que los individuos de estas poblaciones (de alta intensidad de cosecha) tienen un mayor diámetro basal y número de ramificaciones basales (Figura 14).

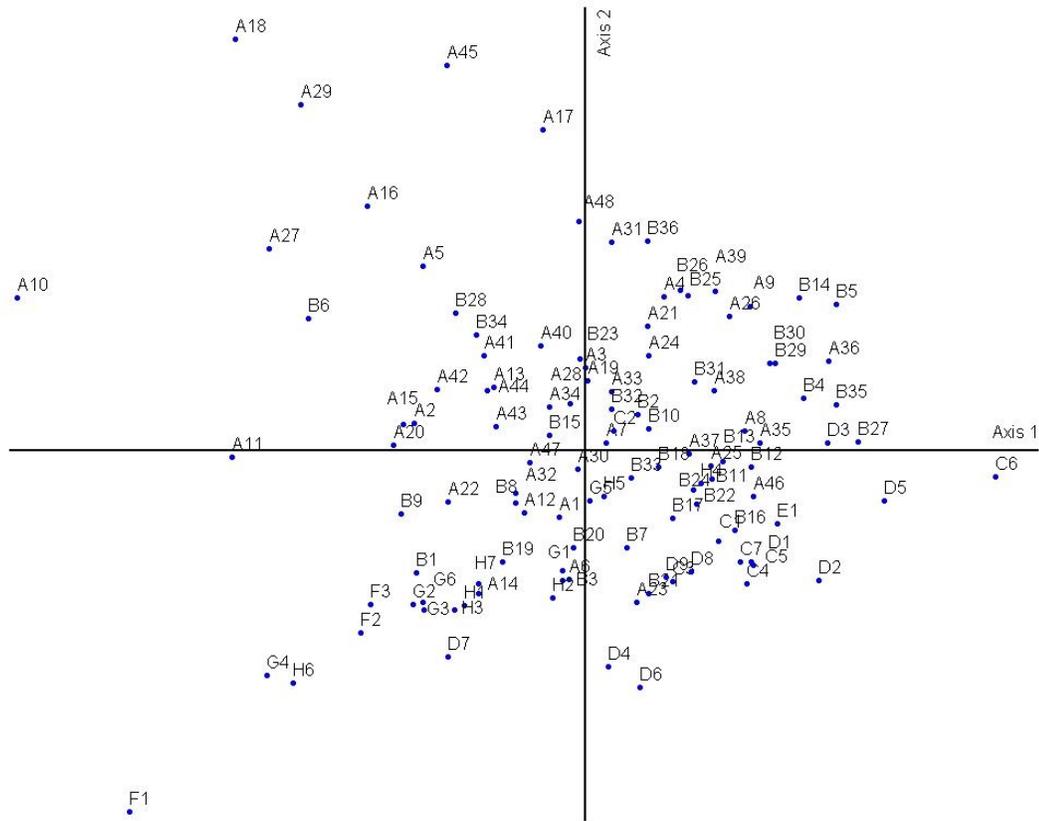


Figura 14. Individuos adultos de *H. latiflora* en el espacio de los componentes principales 1 y 2. Las letras representan la zona de cosecha en orden subsecuente y el número que le precede indica al individuo de esa población. Z= zona de cosecha. A1-A48= Z1, B1-B36=Z2, C1-C7= Z3, D1-D9= Z4, E1=Z5, F1-F3= Z6, G1-G6= Z7 y H1-H7= Z8.

#### Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados de los individuos juveniles de *H. latiflora* indica la existencia de dos grupos (Figura 15). A un nivel de distancia del 20% se ubica el grupo 1, que es heterogéneo y agrupa principalmente individuos de las zonas 1, 2, 7 y 8 (las zonas de alta intensidad de cosecha).

El grupo 2 se sitúa a un nivel de distancia del 28% y asocia individuos de todas las zonas de cosecha, con una tendencia de agrupamiento de las zonas 3 y 4 (baja intensidad de cosecha) (Figura 15).

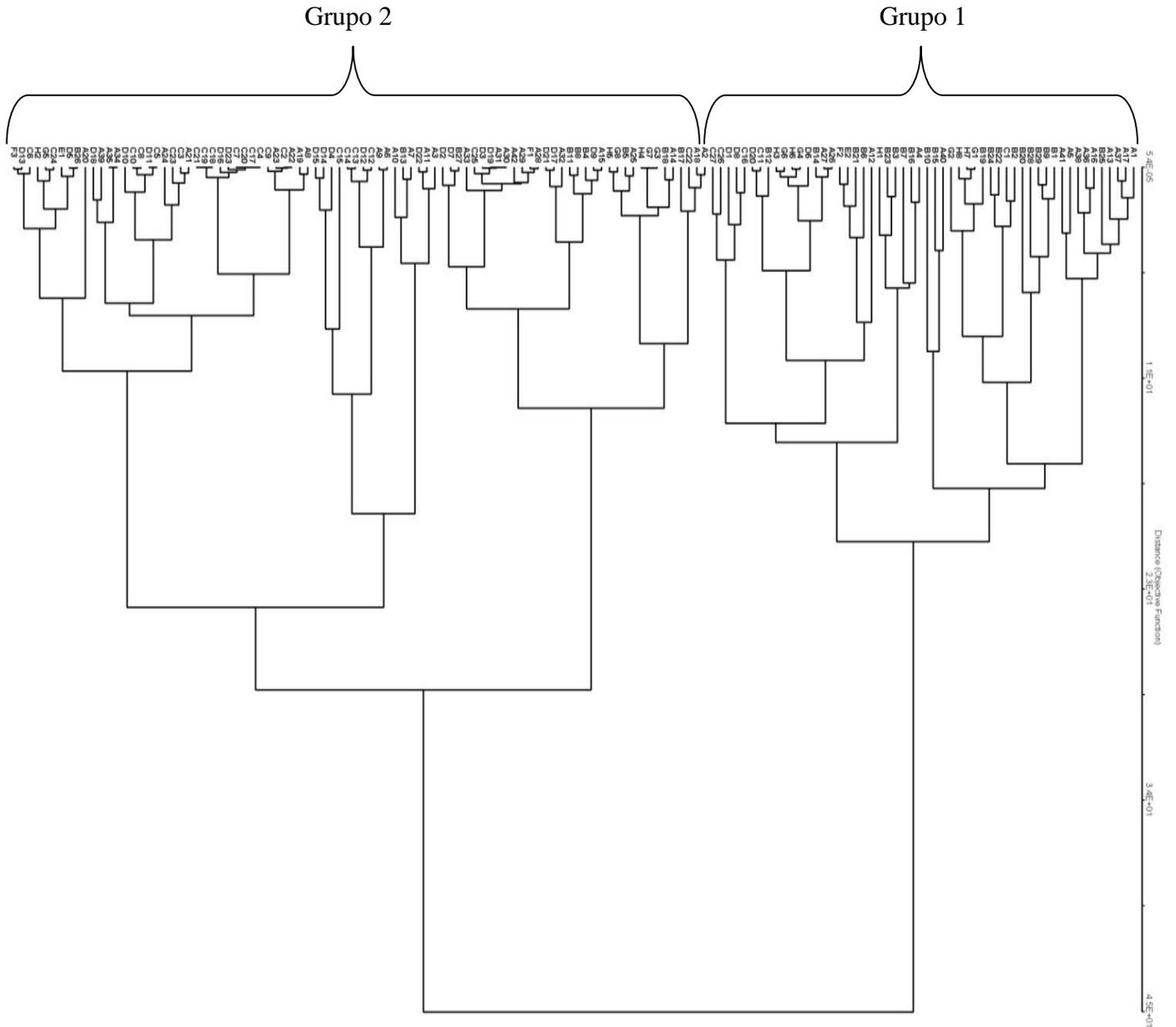


Figura 15. Dendrograma de juveniles de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha. Las letras representan la zona de cosecha en orden subsecuente y el número que le precede indica al individuo de esa población. A1-A42= Z1, B1-B29= Z2, C1-C27= Z3, D1-D23= Z4, E1-E2= Z5, F1-F3= Z6, G1-G8= Z7 y H1-H9= Z8.

El dendograma de los individuos adultos de *H. latiflora* también indica la formación de dos grupos (Figura 16). El grupo 1 se conforma a un nivel de distancia de 22% y concentra a un alto porcentaje de los individuos de todas las zonas de cosecha, excepto la seis (baja intensidad de cosecha), siendo las mejor representadas las zonas 1 y 2 (alta intensidad de cosecha). El grupo 2 surge a un nivel de distancia de 17.5% y se advierte que agrupa la mayor proporción de los individuos de las zonas 1, 7 y 8 (de alta intensidad de cosecha) y de la zona 6 (de baja intensidad de cosecha) (Figura 16).

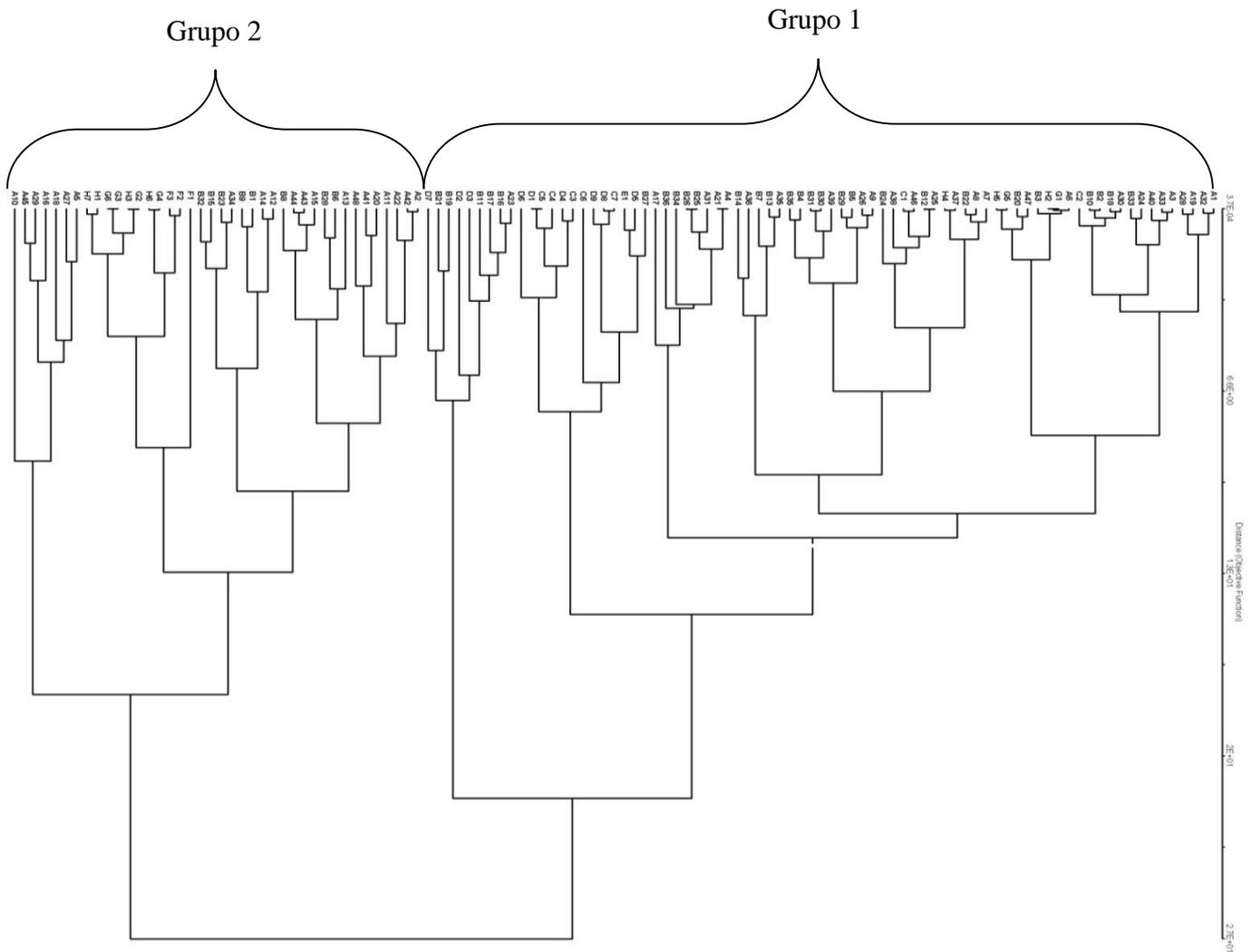


Figura 16. Dendrograma de adultos de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha. Las letras representan la zona de cosecha en orden subsecuente y el número que le precede indica al individuo de esa población. A1-A48= Z1, B1-B36=Z2, C1-C7= Z3, D1-D9= Z4, E1=Z5, F1-F3= Z6, G1-G6= Z7 y H1-H7= Z8.

### Análisis de correspondencia canónica

El análisis de correspondencia canónica indica que las variables físicas analizadas afectan la variación arquitectónica de las poblaciones de *H. latiflora*, según se deduce por la correlaciones mostradas entre la arquitectura y los atributos físicos. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula.

En el caso de poblaciones de individuos juveniles de *H. latiflora* se obtuvieron correlaciones de 0.972 con la arquitectura en el eje 1 y de 0.996 en el eje 2, con un nivel de significancia de  $p=0.0100$  para las correlaciones ambiente- arquitectura. El eje 1 y el eje 2 en conjunto explican el 88.7% de la variación.

Con base en la dirección e influencia de los factores físicos, la variación arquitectónica de las zonas 3, 4 y 5 (baja intensidad de cosecha) está relacionada positivamente con la pendiente, que se caracterizan por incluir individuos juveniles de menor altura, diámetro basal, cobertura y número ramas basales.

Las zonas 7 y 8 (alta intensidad de cosecha) son sitios altamente pedregosos, con suelo somero, que concentran individuos de mayor altura, cobertura y diámetro basal. La zona 1 (alta intensidad de cosecha) está directamente influida por la orientación este-oeste, y agrupa individuos con mayor altura, diámetro basal, cobertura y principalmente multiramificados de base (Figura 17).

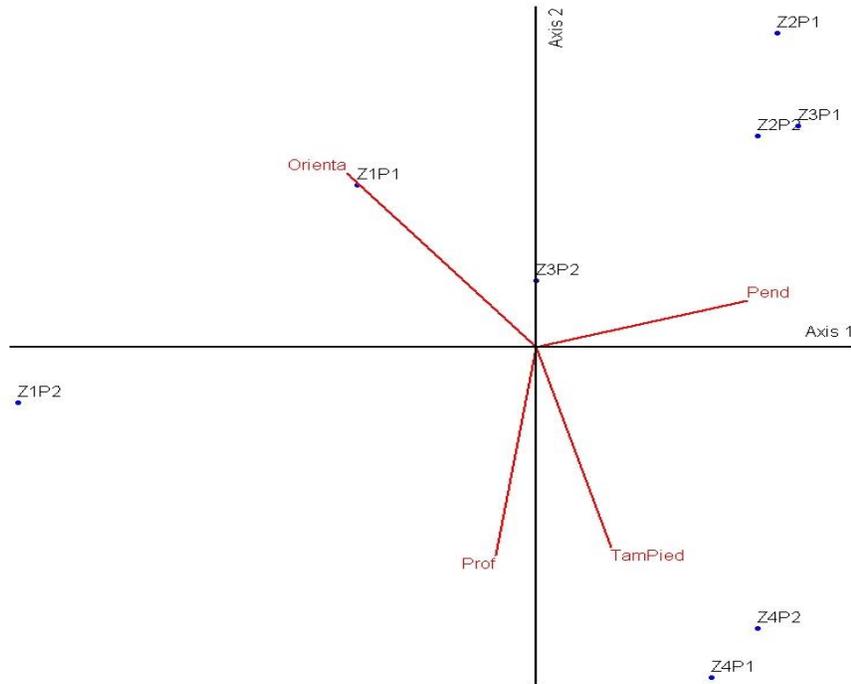


Figura 17. Diagrama de ordenación del ACC indicando la influencia de los factores físicos orientación del sitio (Orienta), pendiente (Pend), profundidad del suelo (Prof) y tamaño de piedras (TamPie) sobre la arquitectura de individuos juveniles de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha.

El ACC de las poblaciones de individuos adultos de *H. latiflora* indica una correlación de 0.970 en el eje 1 y de 0.917 en el eje 2, para factores físicos-variables arquitectónicas con un nivel de significancia de  $p=0.1400$ . El eje 1 y el eje 2 explican el 76.4% de la varianza total.

Los resultados indican que la profundidad del suelo y la pedregosidad influyen positivamente en la semejanza arquitectónica (cobertura, número de frutos, número de ramas basales y diámetro basal) existente entre las zonas 5 y 6 (baja intensidad de cosecha), 7 y 8 (de alta intensidad de cosecha). La pendiente afecta significativamente en la semejanza arquitectónica de las poblaciones de las zonas 3 y 4 (las de baja intensidad de cosecha). En tanto la variabilidad arquitectónica de las zonas 1 y 2 (alta intensidad de cosecha) está positivamente relacionada con la orientación del sitio (Figura 18).

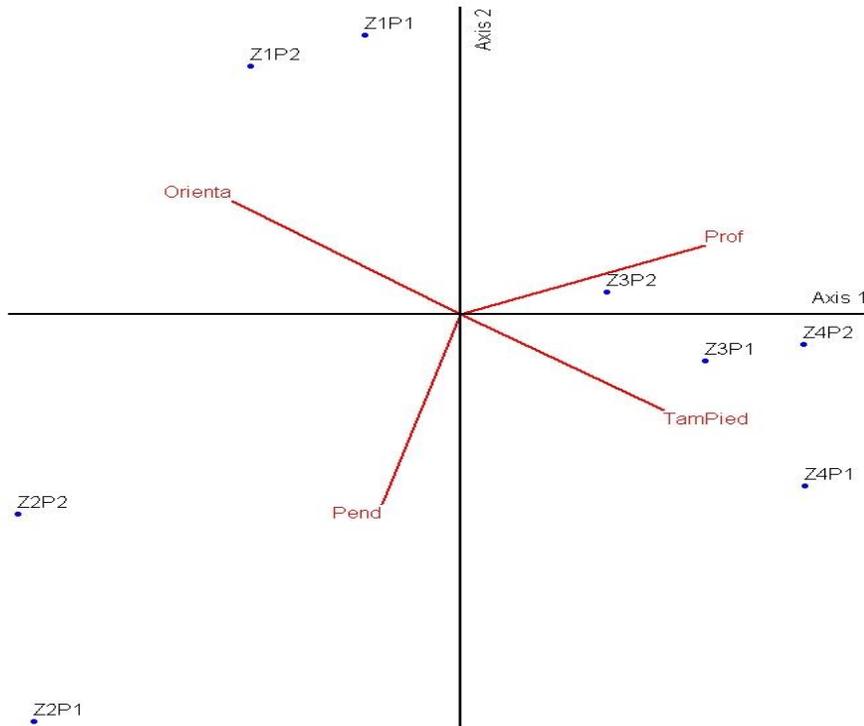


Figura 18. Diagrama de ordenación del ACC que muestra la influencia de los factores físicos orientación del sitio (Orienta), pendiente (Pend), profundidad del suelo (Prof) y tamaño de piedras (TamPie) sobre la arquitectura de individuos adultos de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha.

## Discusión

La estructura poblacional promedio de *H. latiflora* en las ocho zonas de cosecha está sesgada hacia la derecha, lo que implica alta incorporación de renuevos, característica de poblaciones en crecimiento (Rao *et al.*, 1990). Esto significa que hay una mayor densidad de plántulas (aporte sustancialmente producido por las zonas 1 y 2, ya que las otras zonas tuvieron de cuatro a ninguna plántula), mientras que juveniles y adultos están representados en menor proporción. Esta situación parece ser la condición poblacional común en las especies sujetas a aprovechamiento intensivo (Freckleton *et al.*, 2003).

En cambio, la densidad en cada estadio de desarrollo por zona de cosecha muestra generalmente un patrón contrario, mayor densidad de juveniles y adultos que de plántulas, lo que advierte reducción de la eficiencia reproductiva. Esto denota poblaciones con individuos en

estado reproductivo inactivo que posiblemente no aportaron a fecundidad, como en el caso de las zonas 5 y 6 (baja intensidad de cosecha) y 7 y 8 (de alta intensidad de cosecha). También es posible que una vez establecidos los individuos germinados, conglomerados por efecto de la barocoria y falta de dehiscencia del fruto (Beltrán *et al.*, en proceso), éstos entran en un proceso de competencia intraespecífica que conlleva a mortalidad. La alta mortalidad de plántulas en etapas tempranas ha sido mencionada por Vargas-Rodríguez (1998), quien indica que por ello se detectan bajas densidades de plántulas de entre 1-30 cm de altura en el Bosque Tropical Caducifolio., aunque no especifica si la mortalidad es densodependiente o densoindependiente. En parte, la estacionalidad climática del Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013), estaría asociada con temperatura y humedad menos adecuadas para el mantenimiento de las plántulas.

Esta condición es de particular interés, pues señala dos mecanismos que podrían limitar la sobrevivencia de *H. latiflora*. Estudios futuros son necesarios para precisar la biología reproductiva, el síndrome de dispersión y la germinación agrupada de esta especie, en términos de comprender qué procesos condicionan la sobrevivencia y fecundidad. Como ha sido probado en algunas especies sujetas a descortezamiento en África (Shackleton, 1993; Wilson y Witkowski, 2003; Shackleton *et al.*, 2005).

La diferencia en épocas de muestreo entre las zonas también es un factor que influye en la cantidad de plántulas registradas. Dado que las zonas 1 y 2 fueron muestreadas al término de la época de lluvias (septiembre 2012), y presentaron una mayor densidad de plántulas, en tanto el resto de zonas se muestrearon al inicio de época de sequía (noviembre 2012) y por lo mismo, el registro de plántulas fue menor.

La intensidad de cosecha ha sido señalada por algunos autores como un factor determinante en la estructura y dinámica de las poblaciones, y su efecto varía en función de la estructura morfológica aprovechada (Hall y Bawa, 1993; Ticktin, 2004). Una alta proporción de los estudios (Stanley *et al.*, 2012) indican que la cosecha afecta negativamente las tasas vitales; mientras que otros autores (Belloni *et al.*, 2007; van Andel y Havinga, 2008; Huai *et al.*, 2013) señalan que favorece las tasas de repoblación natural.

Los resultados apuntan a que en individuos adultos de *H. latiflora*, intensidades altas de cosecha influyen negativamente sobre la densidad, la altura, el diámetro basal, el número de ramas basales y el número de frutos. Estos resultados son consistentes con algunas investigaciones (Botha *et al.*, 2004a), que demostraron que en función de los regímenes de tenencia de la tierra (propiedad privada y áreas naturales protegidas), las afectaciones a las plantas debidas a cosecha comercial de corteza son aparentes sobre la altura y el diámetro basal de los individuos, más que sobre la densidad poblacional. En cambio, contrastan con los aportes de Gaoue y Ticktin (2008), quienes señalan que el desempeño reproductivo de *K. senegalensis* no es afectado por diferentes intensidades de descortezamiento.

La corteza útil de *H. latiflora* es la interna, no el corcho que recubre externamente al tallo, como en el caso de *K. senegalensis*, lo cual implica que el corte sobre la corteza delgada (0.2-1.7 cm), efectuado en la época de estiaje (noviembre-mayo), daña el cambium vascular o lo expone a afectaciones causadas por los factores del medio. En consecuencia, los individuos mueren o disminuyen su funcionalidad, incidiendo así en la densidad y producción de frutos.

La altura, el diámetro basal, la densidad y el número de frutos están relacionados con la capacidad de competencia intra e interespecífica y con el aporte reproductivo, lo que incide en la capacidad de sobrevivencia de la especie. De hecho, se ha indicado que la frecuencia e intensidad de descortezamiento están directamente relacionados con la capacidad de respuesta de los individuos (Botha *et al.*, 2004a), y que el grosor y capacidad de regeneración de la corteza son factores determinantes en dicha respuesta (Cunningham y Mbenkum, 1993; Delvaux *et al.*, 2009, 2010).

Si a este escenario se añade una estructura poblacional con una baja tasa de incorporación, como la observada en las zonas 3, 4, 5, 6, 7 y 8, y un efecto de la cosecha de corteza sobre los atributos alométricos y reproductivos previamente referidos, se advierte que las poblaciones estudiadas no contribuirían a incrementar la densidad y no habría crecimiento poblacional. No obstante, se requieren investigaciones sobre la demografía y la capacidad de regeneración de corteza de *H. latiflora* para confirmar este planteamiento.

Si bien no se presentaron datos de la influencia de factores físicos sobre la estructura poblacional de *H. latiflora*, se considera que los factores del medio pudieran ser la causa explicatoria de la estructura observada. Como lo indica Gaoue y Ticktin (2008) y Botha *et al.* (2004b) para el caso de *K. senegalensis*, *Catha edulis* Forssk. y *Rapanea melanophloeos* (L.) Mez, en donde se registró que las condiciones ecológicas y ambientales influyen en la respuesta de estas especies a diferentes intensidades de cosecha.

El análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados indican que existe un patrón evidente de asociación de los individuos juveniles y de los adultos en las zonas de cosecha 1, 2, 7 y 8, que son los sitios donde las plantas tienen mayor altura, diámetro basal y cobertura para ambos estadios de desarrollo. En el caso de adultos tienen mayor número de frutos, mientras que los juveniles de las zonas 1 y 2 tienden a ser multiramificados. Lo que advierte que son poblaciones con condiciones óptimas para cosechar un mayor volumen de corteza. Estas poblaciones contrastan morfológicamente con las zonas 3, 4, 5 y 6, las cuales presentan menores dimensiones para los atributos mencionados.

Así, por la consistencia arquitectónica evidenciada entre individuos juveniles y adultos, no es necesaria su separación para comprender variaciones arquitectónico-poblacionales en *H. latiflora*, pero sí para estimar producción de corteza.

La pendiente, orientación, profundidad del suelo y tamaño de piedras, se relacionaron con variación en altura, diámetro basal, cobertura, número de frutos y número de ramas basales en las poblaciones de juveniles y adultos de *H. latiflora*. Lo anterior concuerda con resultados obtenidos en *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., para la que se señala que los factores edáficos y climáticos son determinantes en la diversidad morfológica observada (Bruschi *et al.*, 2003).

En las poblaciones de juveniles y adultos de *H. latiflora* con mayor pendiente, zonas 3 y 4 (de baja intensidad de aprovechamiento), se encontraron generalmente individuos con tendencia a un menor número de ramas basales, de menor altura, diámetro basal y cobertura. Esto se explica debido a que la pendiente es un factor que incide en la presencia o ausencia de individuos, debido a su relación con la capacidad del terreno para retener nutrimentos del suelo (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005). Poorter *et al.* (1994) indica que a mayor pendiente mayor apertura en el

dosel y densidad de claros; lo cual concuerda con las características de las zonas de cosecha referidas, con disturbio moderado y soleadas.

De hecho, diversos autores (Chauvel *et al.*, 1987; Becker *et al.*, 1988; Gonzalez y Zak, 1996), plantean que las especies asociadas con pendientes pronunciadas responden a un gradiente de características del suelo, tales como menor disponibilidad de agua y nutrimentos y una textura más arenosa. Estas propiedades están directamente relacionadas con el incremento en biomasa y el desarrollo de estructuras reproductivas en especies forestales (Ouisanvi y Sokpon, 2012). Debido a ello, los individuos juveniles y adultos registrados en las zonas 3 y 4, presentan características alométricas de menores dimensiones.

López-Gómez *et al.* (2012) postulan que la orientación de la ladera modifica las condiciones microclimáticas de los sitios. El ACC anticipa que la orientación NO ( $180^0$ - $270^0$ ), zona 1, está relacionada con individuos de *H. latiflora* generalmente de mayor altura, cobertura y diámetro basal, con tendencia a un mayor número de ramas basales, tanto en individuos juveniles como adultos. Esto se explica por el hecho de que esta orientación sigue la trayectoria del sol, dirección este-oeste, y, en consecuencia, recibe mayor radiación solar al día (Auslander *et al.*, 2003). De manera que los individuos de la zona 1 son estrictamente heliófitos, como lo indican Huante *et al.* (1995) y Velázquez *et al.* (2011) para poblaciones del occidente de México, y han desarrollado un dosel con una cobertura más extendida.

Los suelos someros y una alta pedregosidad se han relacionado en *Nectandra rudis* C.K. Allen con individuos menos anclados al suelo, que pueden caer y abrir claros, facilitando la incorporación de propágulos (Cuevas-Guzmán *et al.*, 2008). Se aprecia en las zonas 7 y 8 que a mayor profundidad del suelo y mayor pedregosidad, *H. latiflora* tiene mayor diámetro basal y cobertura en juveniles y adultos. Esto indica que la especie no tiene preferencia por suelos someros y material parental poco pedregoso en estos sitios, como los refiere Trejo (1983) para la mayor superficie del área de Tlalcozotitlán, Guerrero. Además, las raíces fasciculadas extendidas que presenta *H. latiflora* a menos de 20 cm de la superficie del suelo, permiten un mejor anclaje de los individuos y una mayor superficie para absorción de nutrimentos; posiblemente por ello los individuos de estas poblaciones desarrollaron un mayor diámetro basal y cobertura.

Algunos de los factores físicos no resultaron significativos en relación a la arquitectura de *H. latiflora*; o bien, no fueron tomados en campo y no se analizó su correspondencia. Por ejemplo, el pH modifica el grado de solubilidad de los minerales presentes en el suelo, lo que facilita o limita su absorción por las raíces de la planta. Algunos compuestos como el manganeso son más solubles en pH ácido, mientras algunas sales minerales, como el fosfato de calcio, esencial para el desarrollo de las plantas, es menos soluble en pH básico (Ortíz y Ortíz, 1980). Estas condiciones podrían limitar el desarrollo y sobrevivencia de *H. latiflora*.

Se ha precisado que *H. latiflora* es una especie con preferencia a suelos con alto intercambio de iones y de MgO (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005). La disponibilidad de magnesio es crítica en el Bosque Tropical Caducifolio y se concentra en microambientes donde las plantas tienen raíces finas, lo que facilita la absorción del elemento y en consecuencia, el desarrollo de los individuos (Roy y Singh, 1994). El óxido de magnesio está relacionado también con el crecimiento de plántulas en suelos forestales (Burslem *et al.*, 1996) y es importante en la estructura de la clorofila y la fotosíntesis (FitzPatrick, 1996), interviene en la translocación de almidón y en la absorción de otros nutrimentos (Ortíz y Ortíz, 1980) e, influye en que la planta almacene almidón en los tejidos de reserva (Shuman, 1994). La presencia de este macronutriente en *H. latiflora* podría estar asociada con tolerancia al estrés por las condiciones de sequía, reduciendo mortalidad, dado que las plántulas responden al estrés incrementando la concentración de clorofila (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005). Se requieren investigaciones sobre análisis de nutrientes del suelo en los que se desarrolla *H. latiflora* en el área de estudio, para conocer los factores edáficos que condicionan su establecimiento.

La intensidad lumínica no resultó importante para explicar la presencia de individuos juveniles y adultos de *H. latiflora*, pero sí condiciona el desarrollo de morfotipos multiramificados de base (basítonos). Otros estudios (Rincon y Huante, 1993) han indicado que los claros en el dosel benefician la riqueza de nutrimentos en el suelo, debido a que incrementan la mineralización de elementos orgánicos, e inciden en la presencia de plántulas y el desarrollo de juveniles. La caducifolia es relevante en los bosques secos, pues el hecho de que las hojas caduquen genera claros más evidentes, que con el inicio de la temporada de lluvias activa la descomposición foliar, e incide en una mayor tasa de crecimiento a razón de una mayor intensidad lumínica.

Debido a ello, el incremento en biomasa y la transición a otros estadios de desarrollo está correlacionado con la estacionalidad climática (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005).

A pesar de que faltan estudios demográficos en *H. latiflora* relacionados con el efecto de la cosecha de corteza sobre el ciclo vital, se anticipa que la alta intensidad de cosecha influye negativamente en la capacidad de crecimiento y reproducción de la especie. Este resultado indica que las prácticas actuales de aprovechamiento deben regularse pues afectarán su sobrevivencia. Se sugiere la recolección preferencial de individuos adultos como medida preventiva para conservar la especie localmente, pues como ha señalado Freckleton *et al.* (2003), cabe la posibilidad de que se recuperen por los efectos de la cosecha. En tanto se considera que los juveniles son más susceptibles y su remoción impactaría directamente en la incorporación de nuevos individuos reproductivos.

No es factible dar recomendaciones sobre una forma menos dañina de aprovechamiento de corteza, ya que se desconoce anatómicamente, la capacidad de regeneración de esta estructura. Las técnicas tradicionales de descortezamiento, de acuerdo con los recolectores, se basaban en retirar longitudinalmente dos secciones del tallo, permitiendo hipotéticamente la regeneración de corteza retirada a partir de las secciones intactas. Sin embargo, estas prácticas se han modificado por el incremento en la demanda del recurso. La persistencia y conservación de esta especie en el área de estudio requiere de plantaciones comerciales y programas de repoblación forestal basadas en el conocimiento generado. Esto es, considerando las condiciones edáficas y topográficas que favorecen el desarrollo de *H. latiflora*: menor pendiente, menor pedregosidad, mayor profundidad del suelo y orientación hacia el noroeste.

## **Conclusiones**

La estructura poblacional de *H. latiflora* por promedio de las ocho zonas de cosecha tiene sesgo positivo, que denota una alta densidad de plántulas y una baja densidad de individuos adultos y senescentes. Este resultado estuvo influenciado fuertemente por dos de las ocho poblaciones, por lo que el análisis de cada zona reveló la tendencia contraria. Los individuos juveniles observados tienen una densidad equivalente a la de adultos.

La intensidad de cosecha de *H. latiflora* tiene un efecto significativo sobre la altura, el diámetro basal, la densidad y el número de frutos de los individuos adultos en las zonas de cosecha. Esto indica que el descortezamiento de esta especie afecta la estructura poblacional, y atributos reproductivos relacionados con la sobrevivencia de la especie, como es el número de frutos.

La altura, el diámetro basal, la cobertura, el número de frutos y el número de ramas basales, son las variables que explican las diferencias arquitectónicas entre las ocho zonas de cosecha, tanto en individuos juveniles como adultos.

Las zonas 1, 2, 7 y 8 están conformadas por individuos juveniles y adultos de mayor altura, diámetro basal y con tendencia a ser multiramificados, de crecimiento basítono. Los individuos adultos de estas zonas también tienen un mayor número de frutos.

Los factores físicos pendiente, orientación, profundidad del suelo y tamaño de piedras, inciden en la arquitectura de los individuos juveniles y adultos de *H. latiflora* en las diferentes zonas de cosecha.

## Literatura citada

- Auslander, M., Nevo, E. e Inbar, M. 2003. **The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores.** *Journal of Arid Enviroments* **55**: 405-416.
- Barrance, A., Schreckenber, K. y Gordon, J. 2009. **Conservación mediante el Uso: Lecciones aprendidas en el Bosque Seco Tropical Mesoamericano.** Overseas Development Institute, Londres.
- Becker, P., Rabenold, P., Idol, J. y Smith, A. 1988. **Water potential gradients for gaps and slopes in a Panamanian tropical moist forest's dry season.** *Journal of Tropical Ecology* **4**: 173-184.
- Belcher, B., Ruiz-Pérez, M. y Achdiawan, R. 2005. **Global Patterns and Trends in the Use and Management of Commercial NTFPs: Implications for Livelihoods and Conservation.** *World Development* **33(9)**: 1435–1452.
- Belloni, I., Benedetti, I. y Scariot, A. 2007. **Ethnobotany and effects of harvesting on the population ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapao Region, Central Brazil.** *Economic Botany* **6(1)**: 73-85.
- Borhidi, A. 2004. **Rubiáceas de México.** Akadémiai Kiado, Budapest.
- Botha, J., Witkowski, E. y Shackleton, C. 2004a. **The impact of commercial harvesting on *Warburgia salutaris* ('pepper-bark tree') in Mpumalanga, South Africa.** *Biodiversity and Conservation* **13**: 1675–1698.
- Botha, J., Witkowski, E. y Shackleton, C. 2004b. **Harvesting impacts on commonly used medicinal tree species (*Catha edulis* and *Rapanea melanophloeos*) under different land management regimes in the Mpumalanga Lowveld, South Africa.** *Koedoe* **47(2)**: 1-18.
- Bruschi, P., Vendramin, G., Bussotti, F. y Grossoni, P. 2003. **Morphological and molecular diversity among Italian populations of *Quercus petraea* (Fagaceae).** *Annals of Botany* **91(6)**: 707-716.
- Burslem, D., Grubb, P. y Turner, I. 1996. **Responses to simulated drought and elevated nutrient supply among shade tolerant tree seedling of lowland tropical forest in Singapore.** *Biotropica* **28**: 636-348.

- Castañeda, A. 2010. **Métodos de propagación de la planta medicinal copalche *Hintonia latiflora***. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 95.
- Chauvel, A., Lucas, Y., y Boulet, R. 1987. **On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil**. *Experientia* **43**: 234-241.
- Cuevas, R., García-Moya, E., Vázquez-García, J. y Núñez-López, N. 2008. **Estructura poblacional y relaciones ambientales del árbol tropical *Nectandra rudis* (Lauraceae), una especie rara en el occidente de México**. *Revista de Biología Tropical* **56** (1): 247-256.
- Cunningham, A. y Mbenkum, F. 1993. **Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in international trade**. People and Plants working papers 2. Paris, UNESCO. pp. 1-29.
- Delvaux, C., Sinsin, B., Darchambeau, F. y Van Damme, P. 2009. **Recovery from bark harvesting of 12 medicinal tree species in Wenin, West Africa**. *Journal of Applied Ecology* **46**: 703-712.
- Delvaux, C., Sinsin, B. y Van Damme, P. 2010. **Impact of season, stem diameter and intensity of debarking on survival and bark re-growth pattern of medicinal tree species, Benin, West Africa**. *Biological Conservation* **143**: 2664–2671.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. 2013. **InfoStat versión 2013**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>
- FitzPatrick, E. 1996. **Introducción a la ciencia de los suelos**. Editorial Trillas, México, D.F. México.
- Freckleton, R., Silva, D., Bovi, M. y Watkinson, A. 2003. **Predicting the impacts of harvesting using structured populations models: the importance of density-dependence and timing of harvested for a tropical palm tree**. *Journal of Applied Ecology* **40**: 846-858.
- Gaoue, O. y Ticktin, T. 2008. **Impacts of bark and foliage Harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin**. *Journal of Applied Ecology* **45**: 34–40.
- Gonzalez, O. y Zak, D. 1996. **Tropical dry forest of St. Lucia, West Indies: Vegetation and soil properties**. *Biotropica* **28**: 618-626.

- Guedje, N., Lejoly, J. Bernard-Aloys, N. y Wyb, B. 2003. **Population dynamics of *Garcinia lucida* (Clusiaceae) in Cameroonian Atlantic forests.** *Forest Ecology and Management* **177**: 231–241:
- Guedje, N., Zuidema, P., During, H., Foahom, B. y Lejoly, J. 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.
- Hall, P. y Bawa, K. 1993. **Methods to assess the impact of extraction of Non-Timber Tropical Forest Products on Plant Populations.** *Economic Botany* **47(3)**: 234-247.
- Hersch-Martínez, P. y Fierro, A. 2001. **El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México.** En: Rendón, B., Rebollar, S., Caballero, J. y Martínez-Alfaro, M. (Eds.). *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudio sobre la relación entre los seres humanos y las plantas de los albores del siglo XXI.* UAM-Iztapalapa y SAGARPA.
- Hersch-Martínez, P. 2007. **La industrialización químico-farmacéutica mexicana y la flora: el caso de los Laboratorios Garcol.** *Boletín de la Sociedad Química de México* **1**: 107-114.
- Hiremath, A. 2004. **The Ecological Consequences of Managing Forest for Non-Timber Products.** *Conservation & Society* **2(2)**: 211-216.
- Huai, H., Wen, G., Xu, W. y Bai, W. 2013. **Effects of Commercial harvesting on Population Characteristics and Rhizome Yield of *Anemone Altaica*.** *Economic Botany* **67(1)1**: 41-50.
- Huante, P., Rincón, E. y Acosta, I. 1995. **Nutrient availability and growth rate of 34 woody species from a tropical deciduous forest in Mexico.** *Functional Ecology* **9**: 849-858.
- Huante, P., Ceccon, E., Orozco-Segovia, A., Sánchez-Coronado, M., Acosta, I. y Rincón, E. 2012. **The role of arbuscular mycorrhizal fungi on the early stage restoration of seasonally dry tropical forest in Chamela, Mexico.** *Revista Árvore, Viçosa-MG* **36**: 279-289.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Copalillo, Guerrero.**
- Kusters, K., Achdiawan, R., Belcher, B. y Ruiz Pérez, M. 2006. **Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America.** *Ecology and Society* **11(2)**: 20.

- López-Gómez, V., Zedillo-Avelleyra, P., Anaya-Hong, S., González-Lozada, E. y Cano-Santana, Z. 2012. **Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae).** *Botanical Science* **90 (4):** 453-457.
- Lorence, D. y Taylor, C. 2011. **Rubiaceae.** *Flora Mesoamericana* **4:** 230-232.
- Mata, R., Navarrete, A., Cristians, S., Hersch, P. y Bye, R. 2009. **Plantas Medicinales de México. Monografía Científica. Pruebas de control de calidad, identificación y composición), eficacia y seguridad. Copalchi *Hintonia latiflora* (Sessé et Mociño ex DC.) Bullock (Rubiaceae).** Sentido Giratorio Ediciones. México, D.F. pp. 32.
- McCune, B. y Mefford, M. 2011. **PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, versión 6.** MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Ochoterena, H. 2000. **Systematics of *Hintonia* Bullock and the *Portlandia* complex (Rubiaceae).** Ph.D Thesis, Cornell University, Ithaca. USA, pp. 306.
- Oke, T. 1987. **Boundary Layer Climates.** Second edition. Taylor & Francis, Routledge. pp. 435.
- Ortíz, B. y Ortíz, C. 1980. **Edafología.** Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México.
- Ostrom, E. 2009. **A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems.** *Science* **325(24):** 419-422.
- Ouisanvi, C. y Sokpon, N. 2010. **Morphological variation and ecological structure of Iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg.) populations across different biogeographical zones in Benin.** *International Journal of Forestry Research* **Article ID 658396 doi:10.1155/2010/658396.**
- Poorter, L., Jans, L., Bongers, F. y van Rompaey, R. 1994. **Spatial distribution of gaps along three catenas in the moist forest of Tai National Park, Ivory Coast.** *Journal of Tropical Ecology* **10:** 385-398.
- Rao, P., Barik, S., Pandey, H. y Tripathi, R. 1990. **Community composition and tree population structure in a sub-tropical broad-leaved forest along a disturbance gradient** *Vegetatio* **88:** 151-162.
- Rendón-Carmona, H., Martínez-Yrizar, A., Balvanera, P. y Pérez-Salicrup, D. 2009. **Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation.** *Forest Ecology and Management* **257:** 567-579.

- Rincón, E. y Huante, P. 1993. **Growth responses of tropical deciduous tree seedlings to contrasting light conditions.** *Trees* 7: 202-207.
- Roy, S. y Singh, J. 1994. **Consequences of habitat heterogeneity for availability of nutrients in a dry tropical forest.** *Journal of Ecology* 82: 503-509.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. 2013. **Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México.** *Acta Botánica Mexicana* 102: 1-23.
- Seed Information Database. 2013. *Hintonia latiflora*. RBG Kew, Wakehurst Place. <<http://data.kew.org/sid/SidServlet?Source=epic&ID=12151&Num=BG>> (consultado 15 mayo 2013).
- Shackleton, C. 1993. **Demography and dynamics of the dominant woody species in a communal and protected area of the Eastern Transvaal Lowveld.** *South African Journal of Botany* 59(6): 569-574.
- Shackleton, C., Guthrie, G., Main, R. 2005. **Estimating the potential role of commercial over-harvesting in resource viability: a case study of five useful tree species in South Africa.** *Land Degradation & Development* 16: 273–286.
- Shuman, L. 1994. **Mineral nutrition.** In: Wilkinson, R. (eds.). *Plant environment interactions*. Marcel Dekker, New York, USA.
- Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Márquez-Guzmán, J., Kitajima, K., Gamboa-de Buen, A. y Huante, P. 2011. **Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous Forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth.** *Annals of Botany* 107: 939–951.
- Stanley, E., Voeks, R. y Short, L. 2012. **Is Non-Timber Forest Product Harvest Sustainable in the Less Developed World? A Systematic Review of the Recent Economic and Ecological Literature** *Ethnobiology and Conservation* 1(9): 1-39.
- Ticktin, T., Nantel, P., Ramírez, F. y Johns, P. 2002. **Effects of variation on harvest limits for nontimber forest species in Mexico.** *Conservation Biology* 16(3): 691-705.
- Ticktin, T. 2004. **The ecological implications of harvesting non-timber forest products.** *Journal of Applied Ecology* 41: 11-21.

- Trejo, I. 1983. **Estudio de Vegetación en la Zona de Tlalcozotitlán en la Depresión Oriental del Río Balsas, Gro.** Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 138.
- Van Andel, T. y Havinga, R. 2008. **Sustainability aspects of comercial medicinal plant harvesting in Suriname.** *Forest Ecology and Management* **256**: 1540-1545.
- Vargas-Rodríguez, Y. 1998. **Ordenación sociológica de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en El Aguacate-Zenzontla, Sierra de Manantlán, Jalisco.** Tesis de Licenciatura, Centro Universitario de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Guadalajara. México.
- Vargas-Rodríguez, Y., Vázquez-García, J. y Williamson, G. 2005. **Environmental Correlates of Tree and Seedling-Sapling Distributions in a Mexican Tropical Dry Forest.** *Plant Ecology* **180**: 117-134.
- Velázquez, R., Cházaro, M., González, R. y Covarrubias, H. 2011. **Árboles de las Barrancas de los ríos Santiago y Verde.** Gobierno de Jalisco, Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Guadalajara, Jalisco.
- Wilson, B. y Witkowski, E. 2003. **Seed banks, bark thickness and change in age and size structure (1978-1999) of the African savanna tree, *Burkea Africana*.** *Plant Ecology* **167**: 151-162.

### CAPITULO III. GESTIÓN MULTINIVEL DE PLANTAS MEDICINALES EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA CUENCA ALTA DEL BALSAS, MÉXICO

#### Resumen

La investigación a nivel mundial sobre gestión multinivel se ha enfocado a comprender sistemas socio-ecológicos de gran escala como es el bosque. La mayor proporción de estos estudios se concentra en los bosques tropicales húmedos y templados, que describen y cuantifican la actividad forestal y los diseños institucionales que los usuarios establecen para la conservación y mejoría en condiciones de vida. Destaca la escasez de investigaciones que documenten la gestión multinivel de especies forestales no maderables, particularmente en bosques tropicales caducifolios. La presente contribución analiza la gestión que llevan a cabo los usuarios de plantas medicinales, a nivel regional, comunitario y familiar, en un bosque tropical caducifolio del Alto Balsas, Guerrero, México. A nivel regional se documenta: i) la historia de la recolección de plantas medicinales; ii) el papel de las autoridades regionales en la recolección y conservación de estos recursos; iii) los efectos de políticas públicas de conservación biológica sobre las instituciones locales, inducción de *acción colectiva* y obtención de ingresos seguros, y iv) los actores que conforman al *mercado*, su función en la dinámica de la compra-venta de plantas medicinales y sus efectos sobre la *recolección clandestina*. Se encontró que a nivel comunitario existe: i) ausencia de organización y de instituciones para interactuar con las autoridades regionales y el *Estado* la continuidad de la recolección, y ii) nulidad de *acción colectiva* intercomunitaria para el bien común de los usuarios y la conservación de las plantas medicinales. A nivel familiar se discute: i) la capacidad de adecuación y gestión de las familias recolectoras ante escenarios dinámicos, impuestos por el *Estado*, el *mercado* y múltiples actores, mediante estrategias de sobrevivencia basadas en la diversificación de actividades productivas fundamentadas en la fase del ciclo de vida familiar, y ii) la importancia de determinadas plantas medicinales como activos para la economía familiar. Se concluye que en la gestión de plantas medicinales participan diversos usuarios con asimetría de intereses, cuyas decisiones influyen en la recolección y conservación de estos recursos.

**Palabras clave:** Tlalcozotitlán, acción colectiva, recolección, plantas medicinales, gestión socio-ecológica

## Abstract

The global research on multilevel management has focused on understanding large-scale socio-ecological systems such as forests. Most of these studies focus on the humid tropical and temperate forests, that describe and quantify the forestry and institutional designs that users develop for conservation and improvement in living conditions. There is little research documenting the multilevel management of non-timber forest species, particularly in tropical deciduous forests. This contribution analyzes the management of users of medicinal plants, at a regional, community and household level, in a tropical deciduous forest of Alto Balsas, Guerrero, Mexico. At a regional level document: i) the history of the collection of medicinal plants, ii) the role of regional authorities in the collection and conservation of these resources; iii) the effects of public conservation policies on local institutions, induction of collective action and obtaining reliable income, and iv) the market actors, their role in the dynamics of buying and selling of medicinal plants and their effects on clandestine collection. At community level found: i) lack of organization and institutions to interact with the regional authorities and the state in order to continue harvesting and ii) no intercommunity collective action for the common good of users and the conservation of medicinal plants. At the household level we discussed: i) the ability of collecting families to adapt and manage dynamic scenarios, imposed by the state, the market and multiple causal through survival strategies based on the diversification of productive activities based on the fase of the family life cycle and ii) the importance of certain medicinal plants as assets for the family economy. We concluded that various actors participate in the management of medicinal plants, that have asymmetry of interests, and whose decisions influence the collection and conservation of these resources.

**Key words:** Tlalcozotitlán, collective action, harvest, medicinal plants, socio-ecological management.

## Introducción

La investigación generada a nivel mundial, en la última década, sobre la recolección de especies forestales no maderables ha tenido un incremento significativo (CIFOR, 2008; Stanley *et al.*, 2012; FAO, 2013). Esto se debe a un interés internacional relacionado con la actual crisis socioambiental (SCBD, 2001; CITES, 2013), y la necesidad de generar esquemas de gestión

integral que promuevan el desarrollo rural a través de la gestión de recursos naturales (Arnold y Pérez, 2001; Belcher *et al.*, 2005; Kusters *et al.*, 2006).

Las plantas medicinales al ser recursos silvestres diferentes a la madera y procedentes de diferentes tipos de vegetación, son reconocidas como especies forestales no maderables (Ahenkan y Boon, 2011).

Las principales aportaciones derivadas de las investigaciones sobre especies forestales no maderables señalan que:

- i) forman parte de una estrategia de gestión de riesgos basada en la diversificación simultánea en tiempo y espacio de los recursos
- ii) su gestión se decide fundamentalmente por instituciones familiares o comunitarias
- iii) el contexto socioeconómico y político determina el tipo de recolección
- iv) a mayor relación con el mercado el recolector se convierte en productor, o sea, transforma la recolección en cultivo, a menudo generando ingresos más constantes
- v) son, en algunos contextos, la única manera de obtener dinero en efectivo ( $\pm$  30-60% de los ingresos familiares) en épocas del año en que la actividad económica principal no genera ingresos
- vi) los efectos ecológicos de la recolección varían según el nivel de estudio (individuo, población, comunidad y ecosistema) y
- vii) la biología, la estructura morfológica y las tasas y frecuencias de recolección determinan el impacto sobre la demografía de las especies cosechadas (Hiremath, 2004; Pulido *et al.*, 2010; Stanley *et al.*, 2012).

No obstante, es escasa la evidencia de casos exitosos, citados en la literatura, de organización comunitaria para una gestión sostenible de especies forestales no maderables, más aún cuando existe estrecha relación con el mercado (Neumann y Hirsh; 2000; Marshall *et al.*, 2003; Godoy *et al.*, 2005).

Planteamientos similares fueron hechos por Hardin (1968) para la gestión de potreros, y cuestionados seriamente por Ostrom (1990). Esta última autora propuso que las comunidades son

capaces de organizarse para gestionar autónomamente los recursos de uso común, sin necesidad de que agentes externos como el *Estado* o la iniciativa privada (mercado) direccionen el proceso, lo que denominó *teoría de la acción colectiva*.

A la fecha se han desarrollado múltiples investigaciones (Poteete *et al.*, 2010) del uso común de diferentes recursos, considerando este aporte. Pero, sólo un bajo número ha usado como modelo a las plantas medicinales y ha considerado la influencia de agentes externos (Agrawal y Ostrom, 2001; Poteete, 2001; García-Jiménez, 2009).

El escenario en México es similar. Los esfuerzos de investigación y de inversión económica se han enfocado en la producción de madera en los ecosistemas templados y tropicales húmedos. Esto ha incidido en el desarrollo de una silvicultura comunitaria (capital social) y de empresas forestales exitosas (activos) (Bray *et al.*, 2003, 2007; Chapela, 2012), variables asociadas con la conservación forestal. Se ha visto que una buena capacidad de organización colectiva y cohesión social son tanto condiciones previas, como resultados (Merino-Pérez, 2012). Además, un ejemplo exitoso se convierte en modelo a seguir a nivel regional.

Ecosistemas como el Bosque Tropical Caducifolio han sido de escaso interés para la forestería nacional (Challenger, 1998), debido al bajo valor comercial de su madera para fines comerciales, ya que pocos árboles tienen fuste largos y rectos. Pero, muchos árboles aportan materia prima para implementos, muebles y artesanías. Además, este ecosistema aporta el 30-50% de las especies medicinales que se comercializan en México (Bye y Linares, 1983; Hersch-Martínez, 1995, 1997). Pero, estos recursos generalmente se comercializan a través de redes informales - aunque a menudo muy extensas e internacionales-, por lo tanto no han recibido la atención que se merecen. Este hecho limita el flujo de activos (incentivos o ingresos constantes) para la *acción colectiva*.

El Alto Balsas es el foco de la recolección y del comercio informal de plantas medicinales. Trabajos previos han caracterizado las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo estas actividades (Hersch-Martínez, 1995, 1997; Rodríguez, 2003):

i) recolección expoliativa

- ii) rutas de comercialización bien establecidas de algunas plantas medicinales
- ii) distribución asimétrica de las ganancias entre recolectores, acopiadores, vendedores de mercados regionales y centrales, y detallistas
- iii) deterioro ambiental y social como resultado de un círculo vicioso de pobreza-elevada intensidad y frecuencia de recolección-agotamiento del recurso-pobreza y
- iv) participación del *Estado* en la promoción de la conservación de plantas medicinales en algunos municipios.

En consecuencia, se ha prestado poca atención en comprender la capacidad de *acción colectiva* en el Bosque Tropical Caducifolio de México y su relación con la gestión multinivel de plantas medicinales. La *acción colectiva* es entendida como la capacidad de los usuarios (autoridades regionales y familias recolectoras) para establecer reglas o acuerdos (instituciones) para la recolección y gestión de las plantas medicinales, basada en una red de relaciones sociales que facilita la organización comunitaria.

Esto es, se requiere entender cómo las comunidades rurales y su capacidad de organización reaccionan bajo la influencia de actores externos como el *mercado* y el *Estado*, de múltiples factores internos (sociales, económicos, políticos y culturales) y en distintas escalas temporales (historia de la recolección) y espaciales (escalas territoriales: región, comunidad, familia).

Se considera relevante el estudio de este fenómeno desde una perspectiva teórica y aplicada: primero, para comprender la funcionalidad del modelo teórico de *acción colectiva* aplicado a la gestión multinivel de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio y, segundo, para determinar quién y cómo se direccionan los procesos de gestión de estos recursos, en tiempo y espacio. La meta es proponer acciones de gestión orientadas hacia la conservación de plantas medicinales mediante el aprovechamiento.

El presente estudio emplea herramientas de la teoría de la *acción colectiva* que han sido propuestas por otros autores (Bray, *et al*, 2006; Merino-Pérez, 2004; Mwangi y Wardell, 2012), para la gestión multinivel de bosques. Con éstas se analiza la gestión multinivel de plantas medicinales, con el objetivo de comprender de qué manera y en qué contextos funcionan las

instituciones locales/regionales para la conservación de estos recursos, y cómo influye el *Estado* y el *mercado* sobre la toma de decisiones y generación de normas y acuerdos intercomunitarios para el acceso a los recursos de uso común.

Se espera que el contexto socio-histórico y político en que se ha desarrollado la gestión de plantas medicinales en el Alto Balsas, generaría un fenómeno de escasa *acción colectiva*, expresado en: i) una débil relación entre conservación de plantas medicinales, bajos niveles de capital social (relaciones de confianza y cooperación inter e intracomunitarias) e instituciones locales/regionales poco sólidas; y ii) una alta influencia del *Estado* y del *mercado*.

### **Método**

*Área de estudio.* El núcleo agrario de Tlalcozotitlán se localiza en la Depresión Fisiográfica del Balsas, en el municipio de Copalillo, al Noreste del Estado de Guerrero, México, entre los paralelos 17° 52' 58" Norte y los 99° 07' 48" Oeste. El clima es BS<sub>1</sub>(h)w(w) i g, que se describe como seco, semicálido y semiárido. Abarca el 80% del área, en cotas altitudinales que van de los 560 a los 980 m. En las partes de mayor elevación el clima es Aw''<sub>0</sub>(w)(i) g w, que refiere a un cálido subhúmedo, el menos húmedo de los subhúmedos. Para estos climas la vegetación asociada más frecuente es el bosque tropical caducifolio y los matorrales espinosos (INEGI, 2009; CONABIO, 2012). El pueblo pertenece a la Región Hidrológica No. 18 Río Balsas-Mezcala y a la Cuenca del Río Amacuzac (CONABIO, 2012). Tiene seis unidades geológicas que corresponden a la plataforma Guerrero-Morelos y cinco tipos de suelo (INEGI, 1989, 2007; CONAFOR, 2008).

El núcleo agrario es considerado por algunos autores un territorio de importancia histórica, política y comercial desde época prehispánica (Del Paso y Troncoso, 1905; Jiménez y Villela, 1998; Clavijero, 2003; Hersch-Martínez, 2010).

A partir de 1967 el núcleo agrario es reconocido oficialmente por el Registro Agrario Nacional como un territorio indígena de bienes comunales conformado por 11 asentamientos (una comunidad y 10 anexos, de los cuales siete son tierras de propiedad comunal y tres son ejidos), con una extensión territorial de 22,100 ha. Los 711 comuneros que conforman la asamblea

comunitaria toman decisiones sobre aspectos de tipo agrario. El comisariado de bienes comunales es el representante de los comuneros, se elige cada tres años. Está encargado de todo lo relacionado con las tierras, montes y recursos naturales, así como programas y apoyos externos a la región. Se dedica a gestionar fondos, resolver conflictos agrarios y ayudar a su comunidad. Para cuidar y vigilar los bienes comunales, el comisariado se apoya del Consejo de Vigilancia.

La comunidad de Tlalcozotitlán y cada uno de los diez anexos tienen a su vez un representante legal, ya sea comisario o delegado. Éstos se eligen cada año y se encargan de resolver, por usos y costumbres, los asuntos civiles de sus pueblos. La comunidad más importante por historia de conformación, número de habitantes y concentración del poder agrario dentro del núcleo agrario es Tlalcozotitlán. En esta comunidad habitan 2,334 personas (47% hombres y 53% mujeres), integrados en 350 viviendas. Las familias se conforman en promedio por cuatro miembros.

El 54% de la población se agrupa entre los 15 y 64 años de edad, el 40% entre los 0 y 14 años, y 6% son mayores de 64 años. El 68% de la población habla náhuatl y español (jóvenes y adultos). Las personas de mayor edad hablan sólo el idioma indígena, y los niños entienden el náhuatl pero se comunican principalmente en español.

Actualmente, el 85% de la economía formal depende de los ingresos que provienen de los migrantes radicados en EE.UU. y en aquellos que se contratan como jornaleros agrícolas y emigran con la familia a diferentes estados de la República Mexicana. Las familias que requieren de mayores ingresos llevan a cabo diversas actividades productivas, básicamente relacionadas con la agricultura y el aprovechamiento de recursos naturales (pesca, caza y recolección de especies forestales maderables y no maderables).

La agricultura es la actividad básica de subsistencia, tanto en tierras de labor (terrenos planos en donde se siembra con yunta) como en tlacololes (terrenos de pendiente sembrados con pico o coa). La superficie destinada para esta actividad es del 12.6% de la extensión territorial del núcleo agrario, de la que el 84% es de temporal y el 16% de riego. En promedio cada unidad familiar tiene 1 ha de tierra de cultivo. La mayoría siembra maíces criollos combinados con

calabaza, para autoconsumo. En terrenos de temporal se siembra ajonjolí y cacahuate, y en tierras de riego melón, sandía y flor de cempoalxochitl, productos que se comercializan regionalmente, y entran parcialmente a la economía formal.

Se tiene ganado bovino, caprino, equino, porcino y aves de corral, principalmente para autoconsumo. La cría está orientada a la producción de carne y leche. El ganado se lleva a pastar en forma extensiva en las inmediaciones de las localidades en época de sequía (INEGI, 2010; Observaciones personales, 2012).

*Diseño de la investigación.* Para entender la conexión vertical y horizontal entre los usuarios de plantas medicinales del núcleo agrario de Tlalcozotitlán, y el cómo ésta determina la gestión multinivel de los recursos de uso común, se consideraron diversas variables basadas en investigaciones previas (Poteete, 2001; 2012; Mwangi and Wardell, 2012):

- i) tres diferentes niveles de estudio (regional, comunitario y familiar)
- ii) los actores involucrados en cada nivel y su interrelación (gestión, confianza, influencia, beneficio) con el resto de niveles y
- iii) la historia de la recolección.

Para estudiar el nivel familiar, se hicieron entrevistas semiestructuradas y a profundidad con nueve recolectores (Anexo 1). Se trataba de los recolectores reconocidos en Tlalcozotitlán, y los contactos se hicieron a través del Comisariado de Bienes Comunales. Así se obtuvo información relacionada con la historia, formas de organización y gestión intrafamiliar, importancia, y prácticas e intensidades de la recolección de plantas medicinales.

Para un análisis más fino a nivel familiar, se empleó el modelo del ciclo de vida de la familia (Fortes, 1962; Franco, 1992; Durston, 1996). El uso del concepto ciclo de vida se ha empleado para distinguir los estadios a través de los cuales pasan todas las familias en una sociedad y un tiempo dado: cambios, transiciones en su tamaño, composición y circunstancias socioeconómicas (Li, 2005). También facilita el análisis económico de la unidad doméstica, ya que considera la dinámica familiar y los cambios críticos, biológicos y sociales, asociados a ésta. El número y la

edad de los miembros son los mayores determinantes del ingreso y de las necesidades (Durston, 1996).

En este estudio se definieron tres fases para el análisis del ciclo de la vida de la familia: la *fase inicial* (adulto de 30-40 años), la *fase de crecimiento-madurez* (adulto mayor, de 40-50 años) y la fase de *envejecimiento o declive productivo* (50 años en adelante), en la que se puede dar o no un reemplazo o sustitución del jefe de familia. Estas fases se analizaron por medio de estudios de caso en nueve familias de recolectores, para caracterizar la estructura y conformación de cada familia recolectora, las estrategias de reproducción social y el papel que tiene la recolección de plantas medicinales en estas estrategias.

A nivel de comunidad, se documentaron las reglas y acuerdos que rigen la recolección de plantas medicinales, a través de entrevistas abiertas y semiestructuradas a nueve familias recolectoras (Anexo 2). Esto se hizo para detectar los puntos de conflicto y la organización social desarrollada en torno a ellos, y así conocer la importancia de las plantas medicinales en términos de auto-gestión y diseño de instituciones locales, siguiendo el enfoque de *acción colectiva* sugerido por Ostrom (1990).

Los datos obtenidos se analizaron considerando algunos de los principios de Diseños Institucionales propuestos por Ostrom (1990), ajustados al contexto de estudio: costos de transacción (inversión en negociar y cooperar entre usuarios), sanciones a transgresores de las reglas de recolección, claridad en los límites de los recursos, coherencia de las reglas y acuerdos con las condiciones locales y autonomía de los usuarios para organizarse y formular sus propias reglas.

El mismo análisis descriptivo de *acción colectiva* propuesto a nivel comunitario se llevó a cabo a nivel regional. Adicionalmente se buscó detectar a los agentes externos (*Estado y mercado*) e internos (autoridades regionales) que pueden influir en la dinámica intercomunitaria, particularmente en la recolección y conservación de plantas medicinales.

Como *Estado* se entendió a las instituciones de gobierno que mantienen nexos con las autoridades regionales y con las diferentes unidades familiares, a través de programas de apoyo y beneficencia. Como *mercado* se entendió a las personas o grupo de ellas (compradores o acopiadores), que determinan los ritmos de recolección de plantas medicinales en la región producto de una demanda externa. Como autoridades regionales se entendió al Comisariado de Bienes Comunales y a su equipo de trabajo, y al Consejo de Vigilancia; ambos relacionados con la reglamentación y conservación de recursos naturales en el núcleo agrario.

Se hicieron entrevistas abiertas, a profundidad y semiestructuradas a cuatro autoridades regionales, tres acopiadores locales y cinco compradores de plantas medicinales (Anexo 3). Las entrevistas tenían el propósito de conocer su función, importancia y redes de relación en el área de estudio, sus intereses como agentes externos e internos, y las implicaciones de su actividad en la región y sobre los otros niveles de estudio.

A partir de esta información y de la síntesis e interpretación de las 21 entrevistas e historias orales (recolectores, autoridades y comerciantes), se describe la historia de la recolección en el área de estudio.

## **Resultados y discusión**

Para entender el desarrollo de la recolección de plantas medicinales en el núcleo agrario de Tlalcozotitlán, es necesario hacer un análisis histórico, tanto del proceso global como de los actores locales. A continuación se presenta la reconstrucción en tiempo y espacio del proceso de recolección, para después proponer algunas conclusiones de la gestión multinivel.

### *Historia de la recolección*

El inicio.- Antes de los años setenta, la recolección de recursos naturales en el núcleo agrario era una actividad de tipo tradicional. La dinámica de este tipo de recolección se caracterizaba por ser: generalizada (practicada por la mayoría de los habitantes), esporádica, estacional, diversificada, poco intensiva y de bajos volúmenes de cosecha.

Básicamente servía para el autoconsumo y el intercambio o venta ocasional de cantidades pequeñas en mercados locales. En consecuencia, no había ningún tipo de gestión colectiva de estos recursos naturales, ni era necesaria.

Las comunidades se caracterizaban por estar aisladas, hablar sólo Náhuatl, recibir apoyos públicos muy esporádicos y solamente de tipo asistencial, y por la nula migración de sus habitantes. Este tipo de recolección se podría denominar **recolecta ocasional-autoconsumo**.

Las prácticas de recolección de recursos naturales cambiaron drásticamente en los años setenta, época en la que inició una recolección de tipo comercial. Ésta se presentó cuando algunos recolectores de la comunidad de Tlalcozotitlán empezaron a cosechar la corteza de un árbol llamado timbre (*Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose), para venderla en Chilapa, Guerrero., distante a día y medio de viaje a pie, donde se usaba para curtir pieles o como remedio casero contra el empacho.

Otros señores se dedicaban a trabajar el ixtle (*Agave angustifolia* Haw.), cortándolo en las peñas y elaborando reatas con la fibra. Lo llevaban a vender a Chilapa, Guerrero., donde les pagaban a \$5.00 pesos el rollo de 10 m. Así, en 1970, algunos recolectores empiezan a vislumbrar la posibilidad de dedicarse a la recolección de estos recursos naturales, vendiendo cantidades medianas en los mercados regionales.

La dinámica de esta incipiente recolección comercial se caracteriza por ser individualizada, constante, estacional, semi diversificada, medianamente intensiva y de volúmenes también medianos. Se observa un cambio en la naturaleza de la actividad, ya que pasa de ser, a los ojos de las familias recolectoras, una actividad complementaria a una actividad económicamente remunerada. Así, se hace necesario especializarse en dos aspectos, qué recolectar y cómo hacerlo.

Este periodo se caracteriza por su especialización hacia las especies forestales no maderables. Se genera información, conocimiento e instituciones que permitan organización para la

recolección, acopio y venta de estos recursos. Se incrementan rápidamente las nuevas familias recolectoras.

Esta etapa de alta generación de conocimiento local sienta las bases de la fase expansiva y de gran crecimiento de la recolección comercial de plantas medicinales, que en los siguientes años experimentará el núcleo agrario. Con la construcción de caminos de terracería, las comunidades ya no están aisladas, y sus habitantes empiezan a salir a trabajar a comunidades y estados cercanos.

La intensificación.- La recolección de recursos naturales cambió drásticamente en los años ochenta, cuando la recolección de especies forestales no maderables se masificó. El proceso de cambio inicia cuando los compradores de otras regiones llegan al núcleo agrario, requiriendo volúmenes grandes de ciertas especies. La mayor parte de las familias del núcleo agrario se integran a esta actividad, gracias al conocimiento tradicional con el que contaban y el conocimiento especializado que las primeras familias recolectoras comerciales habían generado.

A inicios de 1980 algunos pobladores se dedicaban a cortar tallos, de  $\pm$  10 m de longitud, del zompante o colorín (*Erythrina americana* Mill.), que transportaban por el río Poblano a San Francisco Ozomatlán, municipio de Huitzucó, Guerrero. Ahí, un intermediario local lo vendía a los artesanos locales que elaboraban máscaras. Debido a la alta presión de recolecta, el colorín se acabó y su recolección sólo duró pocos años.

Posteriormente, un poblador de la comunidad de Hueyeatl, que pertenece al núcleo agrario, se enteró que en Tulimán, Guerrero, se compraban plantas medicinales, principalmente quina roja y amarilla, cuachalalate y doradilla. Decidió comenzar a recolectarlas y venderlas individualmente. A partir de este suceso, algunos lugareños se percataron del beneficio económico de esta actividad, y se incorporaron a la comercialización de flora medicinal.

Esta recolección comercial masiva de plantas medicinales se caracteriza por ser generalizada, intensiva, estacional, especializada en productos y conocimiento, poco diversificada y por estar orientada a satisfacer las demandas del *mercado* externo. A pesar de ser una actividad

económicamente remunerada, su masificación y altos volúmenes de recolección no tuvieron un impacto en la mejora económica de las familias. Pero sí generaron un fuerte deterioro ambiental, según las propias familias recolectoras y autoridades regionales.

Así, en el año de 1988 la creciente y constante oferta de plantas medicinales en el núcleo agrario atrajo a compradores regionales. Las especies con mayor demanda eran cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl.) y las diferentes quinas (*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock; *Simira mexicana* (Bullock) Steyerl.; *Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. & Schult.). Esto dio inicio a la **recolecta intensiva-comercialización** de estos recursos en el área de estudio.

Tal era la cantidad de planta recolectada y la deficiencia de medios de comunicación y transporte para movilizarla fuera del núcleo agrario, que las casi 200 familias que se dedicaban a recolectar tuvieron que organizarse para almacenar  $\pm$  100 toneladas quincenales. Debido a que no existía un puente entre el camino de terracería y la comunidad, esta organización local fue capaz no sólo de administrar dichos sitios de acopio, sino también de organizar brigadas de trabajo para movilizar las plantas por el río Balsas a través de lanchas de madera. Ahí se entregaba la mercancía a los compradores regionales, que en grandes camiones la transportaban hasta los mercados regionales. Todas estas actividades eran permitidas por las autoridades regionales con la anuencia y cooperación de todas las familias recolectoras.

Este proceso intenso de recolección duró hasta 1997, cuando a pesar de que la demanda de plantas medicinales se había diversificado, la intensidad de recolecta disminuyó debido a la escasez del recurso por sobreexplotación y, con ello, el ingreso familiar.

La contracción.- Asociado a la escasez, entre 1999 y 2000, varios eventos se traslaparon en la zona incidiendo en la reducción de recolecta de plantas medicinales:

- i) se construyeron vías de comunicación en la región (carreteras y puentes) y
- ii) aprendizaje del español por los comisariados de bienes comunales. Esta capacidad les permitió interactuar y gestionar proyectos ante el *Estado*.

La región experimenta así una diversificación productiva, debido al dinero y a la introducción de ideas de los recolectores que emigran como jornaleros a EE.UU. y a otros estados de México. La mayor parte de los habitantes abandonó la recolección de plantas medicinales por otras actividades menos arduas, más lucrativas o que les redundaran en un mayor prestigio social. Una minoría continuó recolectando debido a que no pudo aprovechar las oportunidades que se presentaban o no les resultaban interesantes o adecuadas para su estilo de vida. Las pocas familias que continuaron en la recolección, lo hicieron porque esta actividad se ajustaba al resto y conjunto de otras actividades realizadas.

Los compradores regionales empezaron a solicitar a estas familias que recolectaran cantidades más pequeñas y un número más diverso de especies medicinales. Así, la recolección se da bajo un esquema de calendarios-lugares-especies que son organizados de acuerdo al conocimiento, capacidades y necesidades de cada familia, y no para responder a la demanda exterior. Esta nueva estrategia permitió aumentar el ingreso familiar y asegurar su estabilidad a lo largo del año, causando un impacto limitado en el ambiente que socialmente era aceptable.

La recolecta actual está caracterizada por ser limitada, intensiva, permanente, especializada en productos y conocimiento, diversificada y por estar orientada a satisfacer las necesidades de las familias, primero, y luego la demanda del *mercado* externo. Este aprovechamiento parece tener un limitado impacto ambiental y puede catalogarse como **recolecta especializada-comercialización**.

Para los años de 2000 a 2005, la recolección de plantas medicinales en el área disminuyó considerablemente. Las autoridades regionales, a solicitud del *Estado*, establecieron la noción de que la recolección de cualquiera de estos recursos estaba prohibida. Tal noción nunca se llegó a normar, posiblemente porque era entendida y aceptada por todos los habitantes, o porque los recolectores eran tan pocos que no causarían problemas al núcleo agrario para acatar la instrucción del *Estado*. Esto redujo sustancialmente el número de familias dedicadas a esta actividad, pues de las aproximadamente 200 familias en el núcleo agrario que recolectaban entre los años 1980 y 2000, pasaron a sólo 65 familias en el 2012 (Cuadro 3).

Este análisis de la historia de la recolección permite observar los cambios y la importancia que esta actividad ha tenido para las familias recolectoras. Es un proceso dinámico en el tiempo, en donde el espacio y los actores involucrados se adecuan a nuevas condicionantes de tipo sociales (demanda, infraestructura) y políticas (normatividad).

Es necesario resaltar el papel fundamental que tienen los compradores regionales, al crear inicialmente una oportunidad económica con la recolección y las instituciones del *Estado*, al establecer oportunidades de ingreso alternativas a la recolección. También resulta interesante destacar el papel reactivo de los actores locales, autoridades regionales y familias recolectoras. Responden a tales eventos con acciones de gestión a diversos niveles, intentando satisfacer de la mejor manera las necesidades de sus familias, dadas las características cambiantes del contexto regional.

Para poder entender a los actores involucrados y sus acciones, a continuación se presentan los niveles de gestión regional, comunitario y familiar (Figura 19).



Figura 19. Relaciones entre los diferentes niveles de estudio y sus actores, respecto a la gestión socio-ecológica de plantas medicinales en Tlalcozotitlán, Guerrero, México. Fuente. Elaboración propia a partir de datos de campo, 2011-2012.

*Nivel regional.* Para entender la gestión multinivel desarrollada, se revisan tres aspectos en este apartado: i) el núcleo agrario, ii) el *Estado*, a través de sus programas que han operado en el núcleo agrario, y iii) El *mercado*, mediante los compradores regionales, responsables de la movilización y comercialización de las plantas medicinales dentro y fuera del núcleo agrario. Para estos aspectos se trabajan los datos de las últimas cuatro décadas.

El Núcleo Agrario.- A partir de los años setenta la estructura organizativa en el núcleo agrario ha estado conformada por un Comisariado de Bienes Comunales que se coordina con los comisarios o delegados del resto de asentamientos humanos que integran el territorio. Pero como los Comisarios de Bienes Comunales eran personas de edad avanzada (*abuelos*), que no hablaban el español (sólo la lengua indígena de la región, el Náhuatl) y no sabían leer ni escribir, no era posible que gestionaran apoyos ni proyectos para el núcleo agrario.

A partir del año 2000, el comisariado en turno comenzó la gestión de proyectos orientados hacia el aprovechamiento de los recursos naturales, con instituciones gubernamentales de diversa índole. Estas instituciones le solicitaron al núcleo agrario un ordenamiento ecológico, para detectar el estado actual de los recursos naturales y la situación social en la región. Un comisariado lo describe así:

*Empezaron a venir ingenieros del gobierno, por tanto oficio que metíamos solicitando cosas, y así empezamos a conocer qué programas podía haber para Tlalco. En ese tiempo se cortaba mucha planta medicinal, bajaban mucha, y también se cortaba mucha hoja de palma y planta de maguey. La gente de CONAFOR nos sugirió que si esas eran las actividades que hacía la gente del núcleo agrario, pues antes de que se acabaran las plantas era mejor elaborar un ordenamiento territorial que permitiera la conservación de las plantas y la obtención de fondos para su aprovechamiento sustentable... Al concluir el documento del ordenamiento, éste se presentó ante el Registro Agrario Nacional, de ahí nos expidieron otro documento, y con ese ya pudimos ante el gobierno gestionar recursos para aprovechar y conservar los cerros...” (Abraham, Tlalcozotitlán, Gro. 1/06/2012).*

Debido a la importancia que para el sostenimiento de muchas familias en el área tenía la recolección de plantas medicinales durante esa época, el ordenamiento ecológico consideró no sólo áreas de aprovechamiento de diversos recursos naturales, sino que también comprometió a

las autoridades regionales a establecer normas y acuerdos comunitarios que regularan la intensidad de recolección, pues era la única vía legal para obtener fondos del *Estado*.

Fue así que en el núcleo agrario se comenzaron a gestionar apoyos de diversos programas de gobierno, en un inicio orientados a la conservación de la biodiversidad, que después se ampliaron a mejoría en la infraestructura y condiciones de vida.

El Cuadro 3 muestra la situación en la que se encuentra la recolección en el núcleo agrario en 2012. En sus 11 asentamientos sólo hay 65 familias recolectoras, que representan apenas el 6% del total de viviendas. Sin embargo, en las localidades comunales el 11% de las familias recolectan, mientras que en las localidades con régimen ejidal las familias recolectoras suman el 29% del total de viviendas.

Es interesante observar que en los tres ejidos del núcleo agrario hay familias que recolectan, mientras que en cerca de la mitad de comunidades no recolectan. De la misma manera, parece que la recolección es más acentuada en las localidades con menos viviendas, en donde las actividades productivas alternativas, las vías de comunicación y los recursos disponibles son más limitados que en el resto del área. En Tlalcozotitlán, la comunidad con mayor densidad demográfica y donde está establecida la oficina del comisariado, la proporción de familias recolectoras es de apenas 9%. Pareciera que los cambios señalados anteriormente han relegado sólo cierto tipo de familias a la recolección.

Cuadro 3. Características socio-demográficas y de recolección de plantas medicinales en los asentamientos humanos que integran el Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México.

Asentamiento	Estructura organizativa <sup>2</sup>	Tenencia de la tierra <sup>2</sup>	Número de Habitantes <sup>1</sup>	Número de Viviendas <sup>1</sup>	Familias recolectoras <sup>2</sup>	
					Número	%
Tinajas	Anexo con comisaría	Ejidal	77	14	4	29
		Bien individual				
Tenantitlán	Anexo con comisaría	Ejidal	149	28	7	25
		Bien individual				
Azingo	Anexo con comisaría	Ejidal	308	50	8	16
		Bien individual				
			<b>Subtotal</b>	<b>92</b>	<b>19</b>	<b>29</b>
Cascalotera	Anexo con delegación	Comunal	75	10	5	50
		Bien colectivo				
Hueyaxale	Anexo con delegación	Comunal	111	21	4	19
		Bien colectivo				
Hueyeatl	Anexo con comisaría	Comunal	437	72	10	14
		Bien colectivo				
Tlalcozotitlán	Comisariado y comisaría	Comunal	1,052	215	20	9
		Bien colectivo				
Tlayehualco	Anexo con comisaría	Comunal	476	79	7	9
		Bien colectivo				
Ahuaxtitlán	Anexo con delegación	Comunal	43	9	0	0
		Bien colectivo				
Altavista	Anexo con delegación	Comunal	43	6	0	0
		Bien colectivo				
Las Minas	Anexo con delegación	Comunal	71	10	0	0
		Bien colectivo				
			<b>Subtotal</b>	<b>422</b>	<b>46</b>	<b>11</b>
			<b>Total</b>	<b>1028</b>	<b>65</b>	<b>6</b>

Fuente: <sup>1</sup>INEGI, 2010 y <sup>2</sup>trabajo de campo, 2011-2012.

Los datos presentados sobre la mayor importancia de las plantas medicinales para las localidades de propiedad ejidal en el núcleo agrario, coinciden con las aportaciones de Merino-Pérez (2012), para el caso de la gestión de los bosques templados de México. Esta autora refiere que en los ejidos se está presentando un proceso de envejecimiento y migración de los manejadores forestales y cambios en la gestión interna. Esto se debe a los estatutos de los

derechos ejidales, que indican que el derecho de un usuario sólo puede transmitirse a un único sucesor.

Actualmente jóvenes y adultos *avecindados* permanecen en los ejidos, pero no tienen acceso a recursos productivos al no ser ejidatarios. Estas familias son las más pobres de los núcleos agrarios, carecen de derechos sobre los recursos comunes y tienen escasos incentivos para participar en los programas de conservación que promueve el *Estado* (Castillo *et al.*, 2005; Merino-Pérez, 2012). Es diferente en tierras comunales, pues un comunero tiene el derecho de solicitar tierras para cultivar y puede acceder a las tierras de uso común, y sus hijos, sean mujeres u hombres, tendrán los mismos derechos.

Este proceso puede estarse presentando en los tres ejidos del núcleo agrario, y explica la elevada importancia de la recolección de plantas medicinales y la continuidad de esta práctica pese a reglas de acceso no normadas, pero sí honradas en la palabra, entre las autoridades regionales y las familias recolectoras de la región. Futuras investigaciones son necesarias para comprender con mayor detalle el papel de comunidades agrarias y ejidatarias en la gestión multinivel de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio.

El *Estado*.- La llegada del *Estado* al núcleo agrario se dio en paralelo a los factores previamente explicados en la historia de la recolección. Así, el discurso y actividades que los programas del *Estado* planteaban con su propuesta de *conservar el ambiente y regular el aprovechamiento de especies forestales no maderables*, cayó en terreno fértil y las localidades del área prestaron atención.

El Cuadro 4 presenta los 14 programas del *Estado* que operaron en el núcleo agrario entre el periodo 2004-2012. Se comparan las características y esquemas de apoyo y trabajo de los programas con la capacidad de gestión multinivel desarrollada por las autoridades regionales y las familias del núcleo agrario. Se involucra a la mayoría de las familias y, así, se distribuye mejor el impacto.

Es de señalarse la riqueza y diversidad de los programas. Seis de ellos, el 43%, tienen un propósito de conservación, aunque mal diseñados y operados. Debido a que no estaban coordinados por técnicos capacitados y con presencia constante en campo, restringieron el acceso a los recursos y sólo se limitaron a dar trabajo temporal en el núcleo agrario. Cinco de estos programas eran de carácter nacional y planteaban un esquema único, inamovible y aplicable para todo el país, que impidió modificaciones a partir del involucramiento local. Pese a ello, las familias del núcleo agrario pudieron adecuarse a estas condiciones y ser sujetos viables de apoyo de los programas.

El proceso de adecuación planteado se puede observar en dos aspectos:

- i) la necesidad de gestionar apoyos influyó directamente en el desarrollo de un lenguaje *conservacionista* por parte de las autoridades regionales, como gestores con el *Estado*, y
- ii) el “acatamiento” de normas y acuerdos informales por parte de las familias recolectoras para la permanencia de los recursos naturales.

Esta interfase, proceso de generación de conocimiento a través de una interacción, ha favorecido el cambio en el cómo las familias del núcleo agrario perciben y se relacionan con las plantas medicinales de su entorno. La modificación parte de una relación extractiva de estos recursos, a una que les presta atención a través de prácticas benéficas (brechas cortafuego, zanjas de retención de suelo y humedad, etc.).

Así, el *Estado* ha influido en un cambio en la forma de relación ser humano-ecosistema, con un bajo impacto en su propósito inicial, la conservación. Por el contrario, las familias recolectoras a través de un recurso accesible para todos, proveniente de los programas gubernamentales, se han hecho de un ingreso pequeño, estacional, pero estratégico. Un aspecto trascendente en este ajuste es la morfología (edad y número de integrantes) de algunas familias recolectoras, la cual les facilitó adaptarse a las nuevas condiciones. Unas familias se volvieron trabajadores eventuales de programas de gobiernos orientados a la conservación de la biodiversidad (Cuadro 4). Otras continuaron recolectando plantas medicinales, sólo que en menor intensidad y con la posibilidad de ser sancionados en el núcleo agrario. Es importante señalar que en ambos casos existió diversificación de actividades productivas.

Estos datos se asemejan a lo encontrado para otros recursos de uso común (agua, pesquería y bosque) a nivel mundial. Los datos demuestran que el impacto real del *Estado* en los programas de conservación ha sido la generación de activos, que aparentemente mejoran la condición de vida de los usuarios, más que resultados alentadores en la conservación de la biodiversidad (George *et al.*, 2009; Jourdain *et al.*, 2009; Leimona y Joshi, 2009). No obstante, existe evidencia de que estos activos sirven como incentivos para mantener las reglas y restricciones intercomunitarias (Bray *et al.*, 2012).

Se ha indicado también que por la imposición de esquemas de conservación y la asimetría de intereses entre el *Estado* y los usuarios de los recursos, éste ha generado conflictos socio-ambientales. Las expresiones más evidentes de éstos son: incremento en desigualdad por mayor pobreza y marginación, cambios socioculturales, pérdida de capacidades locales, y desmotivación de auto-gestión y auto-organización (Bray y Merino, 2005; Durand *et al.*, 2012; Merino-Pérez 2004, 2012).

De manera que, a pesar de la diversidad e inversión en programas enfocados a la conservación en el núcleo agrario por parte del *Estado*, su éxito ha sido limitado. Se sugiere que sus esfuerzos deberían orientarse más en el desarrollo de capacidades locales y organización social que sólo a la generación de programas *per se*. Debido a que el fortalecimiento del capital social podría incidir en la gestión y conservación de las plantas medicinales a largo plazo, sin el requerimiento constante de incentivos.

De hecho, en la década de los setentas y ochentas las autoridades regionales, las de cada anexo y los pobladores del núcleo agrario vigilaban autónomamente que no se cometieran ilícitos relacionados con los recursos naturales, principalmente por personas ajenas al territorio. En un principio únicamente dialogaban con los usuarios que no respetaban los acuerdos intercomunitarios. Pero si el ilícito era grave, cobraban una sanción a los comisarios o delegados de estas comunidades de entre \$ 3 mil a 5 mil pesos.

Actualmente las autoridades regionales del núcleo agrario consideran que la problemática existente con los pueblos vecinos por recolecta de recursos naturales, tiene su origen en la falta

de documentos que reglamenten acuerdos antiguos hechos por los abuelos mediante instituciones informales. En consecuencia, empezaron a coordinarse con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para regular la cacería, pesca y aprovechamiento forestal dentro de los límites del núcleo agrario.

A nivel intercomunitario, esto ha ayudado a no perjudicar las relaciones de los actores locales del pueblo con los pobladores circunvecinos, e indirectamente ha favorecido el cumplimiento de la normatividad y la conservación de los recursos. Don Ismael comenta al respecto:

*...“Hace como dos años logramos evitar que se cortaran plantas medicinales en todo el núcleo agrario. No se bajó casi nada del monte. Se pedía a todos los pobladores que fueran vigilantes, que no sólo le correspondía al consejo, sino que debíamos ayudarnos entre todos para impedir que se siguiera acabando el monte. Sin embargo, en el núcleo agrario existen tres ejidos que recolectan plantas para leña y medicina: Azingo, Tenantitlán y Tinajas; y algunos pueblos colindantes (La Esperanza y Tlapehualapa, Mpio. Zitlala) que se metían a nuestros terrenos y aprovechaban ilegalmente nuestros recursos. Ellos trabajan por su cuenta y no respetaron nuestros acuerdos de no recolectar plantas, no cazar, pesca limitada y no talar árboles. Esta situación puso en descontento a los comuneros de la zona, pues ellos no estaban cortando nada de planta y los de los ejidos sí. La comisaría de Tlayehualco fue la que comenzó a reclamar diciendo: ¿¿por qué los ejidatarios sí y los comuneros no?!. De ahí la gente se molestó y no volvió a respetar los acuerdos, y entonces comenzaron a cortar nuevamente plantas medicinales en la zona”. (Ismael, Tlalcozotitlán, Gro. 01/06/2012)*

Se ha sugerido que un elemento clave en estos escenarios de *turbulencia* (múltiples conflictos y negociaciones de intereses) intercomunitaria, es la generación de acción colectiva y gobernanza multinivel. Esta se basa en la capacidad de establecer confianza y capital social entre los usuarios involucrados (Bray *et al.*, 2012). Para las comunidades forestales de México, parece ser que la generación de estas capacidades implica altos costos de transacción. Pues un alto porcentaje de ellas continúa con conflictos intra e intercomunitarios, relacionados principalmente con clandestinaje forestal, desmontes, pastoreo ilegal e incendios. Esto ha afectado las condiciones de los bosques y ha limitado el desarrollo de aprovechamientos forestales regulados bajo planes de manejo (Merino-Pérez, 2004, 2012); requiriendo la participación del *Estado* como regulador.

Cuadro 4. Programas de gobierno del periodo 2004-2012 que han beneficiado al Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México.  
 NAT= Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán.

Institución y Ámbito de acción	Orientación, actividades que promueve y tipo de apoyos que ofrece	Capacidad de gestión y su nivel de impacto	
		Nivel de localidad	Nivel de Familia
Programa de Servicios Ambientales. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Jornales de trabajo para actividades de manejo sustentable</li> <li>• Apoyo único de \$600 mil. Apoyo anual.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Vigilancia contra caza, incendios, recolección y desmonte de 60 ha de bosque tropical caducifolio primario</li> <li>• Participación voluntaria de todos los interesados</li> <li>• Las familias beneficiadas se rotan para favorecer a la mayor parte de los habitantes del NAT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitado a un jornal, una persona por familia</li> <li>• Genera un ingreso de 120.00/día</li> <li>• Representa un ingreso estable diario por 3 meses, distribuidos en dos temporadas de trabajo (sequía y lluvia)</li> <li>• Implica jornadas de trabajo permanentes durante toda una semana</li> </ul>
Programa de Compensación Ambiental. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Jornales de trabajo para control de erosión, captación agua de lluvia, control de malezas, plagas y enfermedades, riesgos y protección del ganado</li> <li>• Apoyo único de \$120 mil. Apoyo eventual.</li> <li>• Se gestiona por el representante de bienes comunales y comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Actividades de reforestación, elaboración de zanjas o brechas cortafuego</li> <li>• Participación voluntaria de todos los interesados, capaces de ese trabajo físico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin límites de número de participantes por familia</li> <li>• Genera un ingreso de 150.00/día</li> <li>• Representa un ingreso eventual diario por no más de 8 días</li> <li>• Implica jornadas de 10 horas de trabajo y hasta 4 horas de traslado (dependiendo la distancia al área donde se trabajará)</li> </ul>
Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Jornales de trabajo para conservación y restauración de recursos naturales, bosques y selvas</li> <li>• Apoyo único de \$700 mil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se construyó en Hueyatlan.</li> <li>• Actividades de construcción de un vivero forestal</li> <li>• Dispondrá material para la reforestación de áreas degradadas de todo el NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se benefició a un número limitado de familias, involucradas en un proyecto productivo para establecer un vivero de plantas de clima tropical en la región</li> </ul>

Institución y Ámbito de acción	Orientación, actividades que promueve y tipo de apoyos que ofrece	Capacidad de gestión y su nivel de impacto	
		Nivel de localidad	Nivel de Familia
Naturales (SEMAREN) de Chilpancingo, Gro. <b>Estatal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se solicita por el representante de bienes comunales del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participó un grupo limitado de familias, aportando mano de obra.</li> </ul>	
Acompañamiento para el Fortalecimiento de Empresas Forestales Comunitarias. Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Jornales de trabajo para el manejo y uso adecuado de recursos naturales en proyectos de expansión económica</li> <li>• Apoyo único de \$67 mil 998.03</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Actividades de reforestación y construcción de un salón comunitario ecoturístico</li> <li>• Participación voluntaria de todo interesado, capaz de tal trabajo físico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin límites de número de participantes por familia. Para la construcción del salón, se contrató a sólo cinco jefes de familia de Tlalcozotitlán</li> <li>• Genera un ingreso de 120.00/día</li> <li>• Representa un ingreso eventual</li> <li>• Implica jornadas de 10 horas de trabajo y hasta 4 horas de traslado (dependiendo la distancia adonde se trabajará)</li> </ul>
Defensa y Protección Jurídica de Territorios y Recursos Naturales. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) <b>Estatal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Financiamiento de infraestructura y jornales de trabajo</li> <li>• Apoyo único de \$80 mil.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participa una localidad del NAT</li> <li>• Actividades de construcción de un salón comunitario ecoturístico</li> <li>• Participación voluntaria de todo interesado, capaz de tal trabajo físico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo se contrató a cinco jefes de familia de Tlalcozotitlán como albañiles para la construcción del salón ecoturístico</li> <li>• Genera un ingreso de 120.00/día</li> <li>• Representa un ingreso eventual</li> </ul>
Ampliación en infraestructura carretera, ferroviaria y otros. Conservación Comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura</li> <li>• Financiamiento de infraestructura y jornales de trabajo.</li> <li>• Apoyo único de \$270 mil.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Actividades de pavimentación de la carretera Copalillo-Tlalcozotitlán.</li> <li>• Participación voluntaria de todo interesado, capaz de tal trabajo físico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin límites de número de participantes por familia</li> <li>• Genera un ingreso de 100.00/día</li> <li>• Representa un ingreso eventual</li> <li>• Implica jornadas de 10 horas de trabajo.</li> </ul>

Institución y Ámbito de acción	Orientación, actividades que promueve y tipo de apoyos que ofrece	Capacidad de gestión y su nivel de impacto	
		Nivel de localidad	Nivel de Familia
<b>Estatad</b>			
Programa Pisos Firmes. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura del hogar</li> <li>• N/A</li> <li>• Apoyo único de \$135 mil 018.06.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• N/A</li> <li>• N/A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se benefició a todas las familias con pisos de cemento en todas las habitaciones de los hogares para mejorar las condiciones de vida</li> </ul>
Rehabilitación de la Carretera Rural Temachioc-Tlalcozotitlán. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) <b>Regional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehabilitación de infraestructura</li> <li>• Jornales de trabajo</li> <li>• Apoyo único de \$165 mil 018.00.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Actividades de rehabilitación de la carretera Temachioc-Tlalcozotitlán.</li> <li>• Participación voluntaria de todo interesado, capaz de tal trabajo físico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin límites de número de participantes por familia</li> <li>• Genera un ingreso de 100.00/día</li> <li>• Representa un ingreso eventual</li> <li>• Implica jornadas de 10 horas de trabajo.</li> </ul>
Programa de Apoyos Directos al Campo PROCAMPO. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento a la producción agrícola</li> <li>• Productividad agrícola</li> <li>• Apoyo único de \$1,300.00 por persona.</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Participación voluntaria de todos los interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ofrece un beneficio por familia</li> <li>• Genera un ingreso de \$1,300.00 por año</li> <li>• Demostrar titularidad de la tierra poseída</li> </ul>
Programa de Conservación Semillas Criollas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de agrobiodiversidad</li> <li>• Conservar semillas criollas de maíz</li> <li>• Apoyo único de \$1,400.00 por persona</li> <li>• Es gestionado por el representante de bienes comunales y los diferentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Participación voluntaria de todos interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ofrece un beneficio por familia</li> <li>• Genera un ingreso de \$1,400.00 por año</li> <li>• Demostrar titularidad de la tierra poseída, cultivar semillas criollas de</li> </ul>

Institución y Ámbito de acción	Orientación, actividades que promueve y tipo de apoyos que ofrece	Capacidad de gestión y su nivel de impacto	
		Nivel de localidad	Nivel de Familia
(CONANP) <b>Nacional</b>	comisarios y delegados del NAT		maíz en más de la mitad de sus terrenos y asistir a pláticas sobre la conservación del maíz
Programa Pensión Guerrero para Vivir Mejor. Gobierno del Estado de Guerrero <b>Estatad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia social</li> <li>• Pláticas mensuales sobre valoración e higiene personal</li> <li>• Apoyo bimestral de \$ 800.00.</li> <li>• Se gestiona por el representante de bienes comunales y comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Participación voluntaria de todos interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se beneficia a hombres y mujeres mayores de 65 años</li> <li>• Genera un ingreso bimestral de \$ 800.00.</li> <li>• Asistir a pláticas mensuales sobre valoración e higiene personal</li> </ul>
Programa 70 y más. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia social</li> <li>• Pláticas mensuales sobre salud física y mental</li> <li>• Apoyo bimestral de \$ 1,000.00.</li> <li>• Se gestiona por el representante de bienes comunales y comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Participación voluntaria de todos interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se beneficia a hombres y mujeres mayores de 70 años</li> <li>• Genera un ingreso bimestral de \$ 1,000.00</li> <li>• Asistir a pláticas mensuales sobre salud física y mental</li> </ul>
Programa Oportunidades. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) <b>Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia social</li> <li>• Pláticas mensuales sobre desarrollo humano, educación, salud y alimentación; y evaluación médica en la clínica comunitaria cada mes</li> <li>• Apoyo bimestral de hasta \$ 5 mil , a partir del número y escolaridad de los hijos</li> <li>• Se gestiona por el representante de bienes comunales y comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> <li>• Participación voluntaria de todos interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se beneficia a todos los hijos, a partir de su número y escolaridad</li> <li>• Genera un ingreso bimestral de hasta \$ 5,000.00</li> <li>• Asistir a pláticas mensuales sobre desarrollo humano, educación, salud y alimentación y evaluaciones médicas en la clínica comunitaria cada mes</li> </ul>
Proyecto Estratégico para la Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia social</li> <li>• Financiamiento inicial y asistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participan las 11 localidades y todas las familias de NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera proyectos productivos de seguridad alimentaria</li> </ul>

Institución y Ámbito de acción	Orientación, actividades que promueve y tipo de apoyos que ofrece	Capacidad de gestión y su nivel de impacto	
		Nivel de localidad	Nivel de Familia
Alimentaria – Programa de Atención a Productores de Menores Ingresos PESA-PAPMI. FAO-SAGARPA-Gobierno del Estado de Guerrero <b>Nacional</b>	técnica para huertos familiares y pequeñas granjas avícolas y porcinas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo variable trianual</li> <li>• Se gestiona por el representante de bienes comunales y comisarios y delegados del NAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación voluntaria de todos interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner la mano de obra para el desarrollo de los proyectos</li> <li>• Se beneficia a las familias que gestionen proyectos productivos relacionados a la huertos familiares, crianza avícola y porcina, que impacten sobre la seguridad alimentaria y la pobreza</li> </ul>

Indirectamente, la presencia del *Estado* en el núcleo agrario ha influido en la conservación y la protección de los recursos naturales. No se dió por los programas que presupuesta, sino por el compromiso de las autoridades regionales para respetar los acuerdos del ordenamiento ecológico y seguir recibiendo los apoyos.

A nivel intracomunitario, antes del 2000 no existía presión sobre las familias recolectoras. Las autoridades sancionaban muy eventualmente con *llamados de atención*, de llegar a sorprender a alguien cortando plantas en grandes volúmenes, más de 30 costales de plantas medicinales mensuales ameritaba sanción (cada costal pesa  $\pm$  20 kg). A partir del 2005, si una persona derriba un árbol y éste muere, tiene que sembrar cinco y vigilar su crecimiento. Además debe pagar una multa de \$ 500.00 pesos o más, en función de la cantidad de planta recolectada (más de cinco costales amerita sanción). Si la persona reincide, puede ser enviada a la cárcel.

Durante el trabajo de campo se pudo detectar que la recolecta aún existe, ya que los pobladores y las propias autoridades podían dar informes sobre quién, dónde y cuánta planta medicinal se sigue cosechando. De hecho, la mayoría de las familias recolectoras no validan la regulación impuesta para la cosecha de plantas medicinales y, por ende, no acatan las normas y acuerdos emitidos al respecto.

A la fecha, los pocos recolectores que aún quedan en el núcleo agrario no han negociado con las autoridades regionales la posibilidad de continuar recolectando plantas medicinales en las cantidades que lo hacían anteriormente, pese a la aparente importancia económica de esta actividad. Este hecho se puede confirmar en el Cuadro 3, al comparar el número total de familias que actualmente existen en el área con aquellas que dependen de la recolección de plantas medicinales como medio de vida.

Lo anterior sugiere que la recolección y conservación de plantas medicinales no es de interés colectivo. Pues como lo ha señalado Palerm (2000) para otros recursos de uso común, posiblemente las plantas medicinales no son percibidas como recursos críticos y no remuneran a la mayor proporción de la población del núcleo agrario. Este hecho ha influido en la ausencia de

organización entre recolectores-pobladores con las autoridades regionales para la auto-gestión de este grupo de recursos.

Entonces, la capacidad de gestión multinivel que asegura la equidad y fácil acceso a los programas se debe a:

- i) la capacidad desarrollada por el comisariado y los delegados para gestionar ante los funcionarios del *Estado* y aprovechar el esquema flexible de beneficiarios y la escasa presencia en campo de los técnicos. En el 93% de los programas, todas las localidades y familias del núcleo agrario participaron y fueron beneficiadas económicamente
- ii) la capacidad de cada unidad familiar para organizarse y operar los programas.

Así, ante el vacío que deja el *Estado* con sus programas de carácter nacional, con objetivos ambiguos y presencia intermitente, las autoridades regionales se han convertido en las *ventanillas* que operan los programas en campo. En consecuencia, figuran como las instituciones que gestionan la interfase *Estado-Familias*. Las familias recolectoras responden fugazmente, incorporándose a estos empleos temporales sin poder negociar con las autoridades regionales la continuidad de su forma de vida.

El *mercado*.- De la misma manera que el *Estado*, los diferentes actores que conforman al *mercado* y que son responsables de la comercialización, tienen una influencia en la dinámica productiva y organizativa de las comunidades rurales y sus familias recolectoras.

Estos actores externos al núcleo agrario ejercen influencia a través de su capacidad para determinar las características de la demanda: especies a recolectar, montos, fechas de recolección y, sobre todo, precios diferenciales de compra, esquemas de financiamiento y establecimiento de contratos informales.

En este estudio se identificaron tres actores involucrados en el proceso de comercialización de plantas medicinales:

- i) acopiadores locales, que compran y almacenan en su comunidad

- ii) compradores regionales, que compran a familias recolectoras y a los acopiadores locales para llevarlo a los centros regionales de acopio, y
- iii) acopiadores regionales, que tienen grandes bodegas donde compran y almacenan lo que los compradores regionales les llevan y que después distribuyen a los mercados locales, regionales y nacionales.

El Cuadro 5 presenta a los cinco compradores regionales del núcleo agrario. Cuatro de ellos están activos y son compradores mayoristas de plantas medicinales. Otro ya no se dedica a esta actividad pero fue un actor importante en el núcleo agrario. Cuatro compradores son pobladores y fueron recolectores en la región y otro más proviene de Jolalpan, Puebla, México.

Dos compradores trabajan permanentemente en otras comunidades de la región, fuera del núcleo agrario. Se fueron debido a la escasez de plantas medicinales por la sobre-recolección y la normatividad de las autoridades regionales. Sin embargo, de manera esporádica mantienen relaciones con pobladores y familias recolectoras del núcleo agrario, dependiendo la intensidad de la demanda surgida de los mercados regionales. Los otros dos son compradores regionales permanentes que compran y venden productos locales en el núcleo agrario.

Actualmente, los compradores regionales no colaboran entre si pese a que se conocen como pobladores de la región. Cada uno define su precio de compra y compite fuertemente con los demás compradores por las plantas medicinales. Pero, como lo indica el Cuadro 5, el desarrollo de algunos compradores puede considerarse un proceso de colaboración y cooperación. El cual se identificó en al menos dos casos.

Un ejemplo es el comprador regional **A** (Jolalpan, Pue.), quien al no ser un poblador del núcleo agrario o de la región, tuvo que hacer un esfuerzo considerable para establecer relaciones de confianza y cooperación con el resto de familias recolectoras, y así poder solicitarles la recolección de grandes volúmenes de planta medicinal.

Estas relaciones las estableció por medio de un recolector local, quien se convirtió en su acopiador y conforme la relación comprador regional-acopiador local iba funcionando, ésta

evolució en una colabraci3n que benefici3 a ambas partes. Proporcion3 al acopiador local conocimiento, financiamiento y relaciones para que pudiera ser un socio competente y, eventualmente, un comprador independiente. El comprador regional A se benefici3 por las relaciones sociales que tena el acopiador local en el n3cleo agrario.

Como se coment3, los compradores regionales trabajan individualmente, comprando diferentes plantas medicinales seg3n sea 3poca de sequa o de lluvias. Se transporta la mercancía en camionetas hasta diferentes centros de acopio ubicados en Morelos, Puebla y Guerrero. De ah3 se distribuyen a otros mercados regionales, pero principalmente al Mercado de Sonora de la Ciudad de M3xico.

En los a3os ochenta, los compradores iban cada ocho o 15 d3as a recoger los productos recolectados al n3cleo agrario. Pagaban en ocasiones por adelantado a los acopiadores locales o directamente a las familias recolectoras para que siguieran cosechando. Este es un hecho importante, porque indica que se establecía un *contrato informal* de compra, que garantizaba montos y precios de compra a futuro para ambas partes y, que cre3 un sistema de financiamiento informal para las familias.

Este hecho tuvo que estar basado en un sistema de confianza para negociar y cooperar. Obligadamente se generaron reglas o acuerdos, formales o informales, y as3 procesos de gesti3n y beneficio para ambos usuarios. Estos aspectos fueron fundamentales en el establecimiento y fortalecimiento de la relaci3n compradores regionales-familias recolectoras y, finalmente, de la fase expansiva de recolecci3n de plantas medicinales en el n3cleo agrario.

En esa 3poca, el cuachalalate, la quina amarilla y la damiana eran algunas de las plantas m3s compradas. Por ejemplo, en ocasiones una sola familia recolectora vendía cada ocho d3as alrededor de 10 bolsas de quina amarilla y hasta 12 costales de damiana. Cada bolsa tena un peso de 20 kg y el costal 11 kg (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 5. Principales características de los compradores regionales de plantas medicinales en el Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán, Guerrero, México<sup>a</sup>. NAT=Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán.

Lugar de origen	Estatus de su acopio	Áreas de compra	Áreas de venta
A Jolalpan, Puebla	Activo (temporal)	<p><b>A</b> fue el primer comprador de plantas medicinales en el NAT (1980). Inició comprando en Tlalcozotitlán y Hueyeatl y posteriormente se extendió al resto de los anexos. Trabajaba de manera independiente del resto de los compradores regionales, pero al inicio le fue difícil ya que al no ser nativo del NAT requirió del apoyo de algunos recolectores para ganarse la confianza de la gente y conseguir que le recolectaran las plantas. Contacto a un recolector del NAT para que le sirviera de acopiador local. Compraba también en otras localidades del estado de Puebla y de Morelos.</p> <p>Actualmente compra en los poblados de Ostutla y Papalutla, limítrofes al NAT, en Guerrero.</p>	Jolalpan (Puebla), Axochiapan (Morelos) y Mercado de Sonora (D.F.)
B Zicapa, Guerrero	Activo (temporal)	<p><b>B</b> inició en 1985 comprando elevadas cantidades de plantas medicinales en el NAT, era socio del comprador regional <b>C</b> y su pueblo de origen limitaba con el NAT, por lo que los recolectores lo conocían y le tenían confianza. Inició en el negocio a los compradores regionales <b>D</b> y <b>E</b>.</p> <p>Actualmente compra en diversos poblados del noreste del estado de Guerrero. Continúa con la compra eventual de plantas medicinales, ya que la reglamentación en el NAT ha disminuido su oferta en esta región.</p>	Copalillo (Guerrero), Jolalpan (Puebla) y Axochiapan (Morelos)
C Zicapa, Guerrero	Inactivo	<p><b>C</b> inició en 1985 comprando elevadas cantidades de plantas medicinales en el NAT, era socio del CR <b>B</b> y su pueblo de origen limitaba con el NAT, por lo que los recolectores lo conocían y le tenían confianza. Compraba plantas medicinales en otros poblados del municipio de Copalillo, Guerrero.</p> <p>Se retiró del negocio a finales de los noventas e inició a los compradores <b>D</b> y <b>E</b>.</p>	Copalillo (Guerrero), Jolalpan (Puebla) y Axochiapan (Morelos)

Lugar de origen	Estatus de su acopio	Áreas de compra	Áreas de venta
D Tlalcozotitlán, Guerrero	Activo (permanente)	Entre 1990 y 2000, compraba elevadas cantidades de plantas medicinales en el NAT, y a partir del surgimiento de las normas comunitarias compra plantas medicinales en comunidades cercanas que no pertenecen al área (Tetlaxco, Tlapehualapa Zicapa), y que no tienen aún reglamentación de recolecta. <b>D</b> se inició como recolector, y como era originario del NAT, incursionó también como Acopiador Local. Actualmente es socio del comprador regional <b>E</b> .	Copalillo (Guerrero), Jolalpan (Puebla) y Axochiapan (Morelos)
E Hueyeatl, Guerrero	Activo (permanente)	Entre 1990 y 2000, <b>E</b> compraba elevadas cantidades de plantas medicinales en el NAT, pues es originario del área, pero a partir del surgimiento de las normas comunitarias ya compra en comunidades cercanas que no pertenecen al área y que no tienen aún reglamentación de recolecta (Tlapehualapa, Tetlaxco y Zicapa, Guerrero). Inició como recolector, ampliándose a Acopiador Local y actualmente es socio del comprador <b>D</b> .	Copalillo (Guerrero), Jolalpan (Puebla) y Axochiapan (Morelos)

<sup>a</sup> Estos actores se presentan en orden cronológico, de acuerdo a su incorporación al Núcleo Agrario de Tlalcozotitlán como compradores regionales.

Algunos campesinos que se volvieron recolectores no conocían los usos medicinales de las plantas. El requerimiento de éstas por parte de los compradores les generó conocimiento sobre la biología, ecología y etnobotánica de cada especie (Cuadro 5 y 6), como lo señala uno de ellos:

*“...A llegó y se anunció [por el sonido local], junta ésta y esta planta, yo voy a comprar, pago bien. La quina amarilla fue la primera planta que él pidió, luego le siguieron la damiana, quina blanca, quina roja, cuachalalate, klameria, doradilla, cancerina y muchas más plantas medicinales él compraba. A nos traía muestras de cada planta y detallaba cómo había que cortarlas y procesarlas. La quina amarilla nos decía que quería la cáscara seca, encostalada en bolsas tipo de abono que en ocasiones él mismo nos daba. A la hora de pesar los costales, él compraba parejo, no revisaba, él no buscaba de la planta escogida, sólo que quería pura planta seca. Ahora ya viene poco, pero se dedica a comprar cacahuate, ajonjolí, semilla de calabaza, cascalote y ganado.” (Librado, Tlalcozotitlán, Gro. 20/07/2012).*

Como se mencionó, algunos de los recolectores se volvieron también acopiadores locales. Se caracterizaban por tener una mejor posesión económica, vehículo y espacio en sus hogares para almacenar las plantas. Los compradores llegaban directamente con ellos para cerrar el trato.

En los pueblos de mayor actividad de recolección, Tlalcozotitlán y Hueyeatl, el comprador **B** se hizo de aliados para que almacenaran las plantas recolectadas y fue así que **D** y **E** comenzaron su tarea de acopiadores locales (Cuadro 5). El comprador **B** también encargaba planta por San Francisco Oztutla y Papalutla, ambas localidades de Copalillo, Guerrero, México. Establecía rutas que transitaba cotidianamente, de acuerdo a las cantidades y tipos de plantas recolectadas, a lo largo de las cuales iba recogiendo planta en diferentes pueblos a la vez que solicitaba en otros. La frecuencia dependía de la demanda y de la época del año.

El comprador **D** se inició en la actividad de recolección hace 12 años, con la ayuda de su esposa. Cosechaban diferentes plantas medicinales como damiana, quina amarilla, quina roja, cuachalalate y cancerina, que vendía a los compradores **B** y **C** de Zicapa, Gro. El comprador **D** trabajó para estos compradores aproximadamente cinco años. Por las relaciones de confianza y cooperación que estableció con ellos, en la recolección y en el trabajo de albañilería, éstos le hicieron un préstamo para que pudiera ir almacenando plantas medicinales en su hogar y así ellos ya no tuvieran que ir de casa en casa recogiendo la planta.

Como el comprador **D** acompañaba a los compradores **B** y **C** a dejar la planta medicinal a un centro de acopio ubicado en Morelos, México, conoció la ruta y el destino de las plantas recolectadas, a la vez que estableció relaciones con los acopiadores regionales. Con este conocimiento, relaciones, activos y capacidades desarrolladas, hace 10 años logró independizarse laboralmente y en buenos términos con los compradores **B** y **C**. Se asoció con el comprador **E**, poblador de Hueyeatl, con quien comenzó a comprar toneladas de plantas medicinales en la mayor parte de las comunidades del núcleo agrario.

La capacidad de estos compradores fue desarrollándose de tal manera que en cualquier época del año podían adquirir diferentes especies. En el periodo de lluvias compraban orégano, klameria y damiana; en tanto que en el periodo seco pedían cuachalalate, quina amarilla, quina

blanca, quina roja, cancerina, yoyote y zopilote (Cuadro 6). Una vez que en todos los poblados se juntaba suficiente volumen de planta como para que costeara ir a recogerla y venderla a los acopiadores regionales, se rentaba una camioneta de ocho-nueve toneladas que venía del estado de Morelos. Hacían viajes cada tres o cuatro meses, transportando un volumen de planta similar. En un año favorable para la recolección y compra regional de quina amarilla, aproximadamente 10-15 toneladas eran transportadas a Morelos.

A partir de que comenzó la normatividad en el núcleo agrario que impide aprovechar plantas medicinales para comercialización, los compradores **D** y **E** comenzaron a comprar plantas en otros pueblos cercanos (Tlapehualapa, Tetlaxco y Zicapa); ampliando el deterioro ambiental. Esta posibilidad fue dada por las relaciones familiares y colectivas que han establecido en la región.

Al respecto, el comprador **D** comenta que aproximadamente tres o cuatro años dejó de comprar planta medicinal por las restricciones del comisariado de bienes comunales, y que volvió al negocio por la necesidad, “comprando planta a escondidas y de a poquito”:

*... “No hay otros compradores en el núcleo agrario, sólo yo y mi socio que es del pueblo de aquí cerquita, se llama Hueyeatl. Pero sí venían otras personas de Zicapa, como **B** y **C**... Ellos compraban cuachalate, de las tres quininas, cancerina y doradilla en las secas. En aguas pedían klameria, damiana y orégano... También venían de Puebla, de Jolalpan, un señor llamado **A**, ése fue el que más planta compraba y él que movía todo el negocio en la región...” (Bonifacio, Tlalcozotitlán, Gro. 21/08/2012).*

En el centro de acopio de Axochiapan, Morelos, destino inicial del flujo comercial de plantas medicinales procedentes del núcleo agrario de Tlalcozotitlán, compran una amplia diversidad de plantas medicinales a lo largo del año. Las plantas deben cumplir con características aparentemente específicas de procesamiento, pues a partir de ellas se elaboran productos o se distribuyen sin transformación al mercado de Sonora.

A este nivel de gestión, se observa que el *Estado* y el *mercado*, a través sus actores, y éste último, mediante circuitos de comercialización de plantas medicinales, operan a distinta escala

que las familias recolectoras. No obstante, han incidido directamente en el desarrollo socioeconómico y político del núcleo agrario.

Existe evidencia de que las instituciones informales funcionan mejor cuando tienen bajos niveles de articulación con *mercados* externos (Ostrom, 1990; Agrawal y Ostrom, 2001). Pero también se ha documentado que una relación directa con el *mercado* genera: i) incremento del aporte de las especies forestales maderables al ingreso familiar y ii) una mayor conservación de estos recursos, incentivos que promueven *acción colectiva* y desarrollo institucional local (Ruiz-Pérez *et al.*, 2004; Merino-Pérez, 2012). Básicamente por modificar la recolección por el cultivo de las plantas.

Los datos en el núcleo agrario indican que el *mercado*, mediante los acopiadores locales, compradores regionales y acopiadores regionales, expande sus medios de abasto para obtener la cantidad de plantas medicinales que demanda el consumidor. Genera deterioro ambiental en otras zonas de abasto y un momentáneo beneficio económico para las familias recolectoras. Este círculo de descompensación, socioeconómico y ambiental, ha sido sugerido por otros autores a nivel nacional (Hersch-Martínez, 1995, 1997; García-Jiménez, 2009) e internacional (Cunningham, 1998; Shackleton *et al.*, 2005; Vodouhe *et al.*, 2008). Hace suponer que existe una relación directa entre regiones que aprovechan sus recursos naturales para satisfacer la demanda del mercado, y el consecuente deterioro ecológico.

Por el otro lado, poco se ha documentado la adquisición indirecta en familias recolectoras de plantas medicinales, de conocimiento etnoecológico y etnobotánico de estos recursos, producto de su contacto con el *mercado*. Nuestros datos corroboran que la incidencia de los compradores regionales influyó en el conocimiento y actual uso de por lo menos 16 especies medicinales de la región (Cuadro 6). Estas especies ya se conocían como plantas medicinales de la región. Pero, los autores (Soto-Núñez y Sousa, 1995; Hersch-Martínez, 1995; González-Chávez, 2000) basaban su información en el conocimiento de terapeutas populares y personas estrictamente relacionadas con el uso de plantas medicinales, sin incluir familias recolectoras.

Cuadro 6. Plantas medicinales recolectadas en el Núcleo Agrario de Tlalcozotilán, Guerrero en los años 2011 y 2012, y compradores regionales a través de quienes se comercializa.

Nombre común [Nombre científico] Familia botánica	Estructura comercializada	Uso más frecuente	Época de recolecta	Acopiador
1. Cancerina [ <i>Hippocratea excelsa</i> Kunth] Hippocrateaceae	Raíz y tallo	Gastritis y heridas *	Sequía	A, B, C, D y E
2. Cascalote [ <i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.] Fabaceae	Fruto	Curtir pieles *	Sequía	A, B y C
3. Cuachalalate [ <i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.] Anacardiaceae	Corteza	Dolor de estómago	Sequía	A, B, C, D y E
4. Cuatecomate [ <i>Crescentia alata</i> Kunth] Bignoniaceae	Fruto	Artesanías y pulmón *	Sequía	A, B, C, D y E
5. Damiana [ <i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.] Turneraceae	Rama con flores y hojas	Dolor de estómago *	Lluvias	A, B, C, D y E
6. Doradilla [ <i>Selaginella ribae</i> Valdespino] Selaginellaceae	Planta completa	Riñón *	Sequía	A, B, C, D y E
7. Flor de camarón [ <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.] Fabaceae	Flor	Tos *	Sequía	D y E
8. Flor de mexkalapahtli / flor de palo prieto / palo mulato [ <i>Cordia morelosana</i> Standl.] Boraginaceae	Flor	Tos *	Sequía	A, D y E
9. Klameria [ <i>Krameria secundiflora</i> DC.] Krameriaceae	Raíz	Disentería *	Lluvias	A, B, C, D y E
10. Koxchacharron o chicharroncillo [ <i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.] Opiliaceae	Corteza y hojas	Fracturas *	Sequía	D y E
11. Orégano [ <i>Lippia graveolens</i> Kunth] Verbenaceae	Rama con hojas	Condimento	Lluvias	A, B, D y E
12. Palo brasil [ <i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst.] Fabaceae	Duramen	Riñón *	Sequía	A, B, C, D y E
13. Palo dulce [ <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.] Fabaceae	Duramen	Riñón *	Sequía	A, B, C, D y E
14. Paraca [ <i>Senna skinneri</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby] Fabaceae	Corteza	Diarrea *	Lluvias	A, B, C, D y E
15. Quina amarilla o costikquina [ <i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Mociño ex DC.) Bullock] Rubiaceae	Corteza	Febrífuga y Heridas	Sequía	A, B, C, D y E
16. Quina blanca o iztakquina [ <i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Schult.] Rubiaceae	Corteza	Febrífuga y Heridas	Sequía	A, B, C, D y E
17. Quina roja o chichiltikquina [ <i>Simira mexicana</i> (Bullock) Steyererm.] Rubiaceae	Corteza	Febrífuga y Heridas	Lluvias y Sequía	A, B, C, D y E
18. Tapacola [ <i>Waltheria americana</i> L.] Sterculiaceae	Rama con hojas	Diarrea *	Sequía	D y E
19. Tronadora [ <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth] Bignoniaceae	Hojas	Empacho *	Lluvias	A, B, C, D y E
20. Yoyote [ <i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.] Apocynaceae	Fruto	Artesanías *	Sequía	D y E
21. Zopilote [ <i>Swietenia humilis</i> Zucc.] Meliaceae	Semilla	Diabetes *	Sequía	A, D y E

La época de sequía refiere a los meses de octubre a mayo, cuando la lluvia es escasa o nula en el núcleo agrario. La época de lluvias se establece en los meses de junio a septiembre en la región. Uso: refiere a los usos más frecuentes que actualmente tiene la planta en el núcleo agrario, pero si le precede el símbolo \*, indica un uso desconocido y que, por lo tanto, los recolectores sólo conocieron y trabajaron esa especie cuando llegaron los compradores regionales y les enseñaron cómo recolectarla y manejarla. Compradores regionales: A, procedencia Jolalpan, Puebla; B, procedencia Zicapa, Guerrero; C, procedencia Zicapa, Guerrero; D, procedencia Tlalcozotilán, Guerrero; E, procedencia Hueyatl, Guerrero.

*Nivel comunitario.* Este nivel de gestión es importante ya que atempera una serie de elementos rígidos que los agentes externos (*Estado y mercado*) determinan, las autoridades regionales acatan y aplican en el núcleo agrario y las familias recolectoras de cada localidad adecuan en función de sus características. A este nivel de análisis, se documenta la capacidad de las diferentes familias recolectoras de la comunidad de Tlalcozotitlán, como colectivo, en la consolidación de capital social y diseño de instituciones. También se examinan los acuerdos y redes de cooperación que se establecen entre éstas y las autoridades regionales para la recolección y conservación de plantas medicinales.

Como ya se señaló, las comunidades y anexos del núcleo agrario son distintos, dadas las características de las familias que las integran. Por lo tanto, los intereses de cada unidad familiar difieren del resto. Los datos indican que durante el periodo de 1980-2000 (fases de intensificación y contracción de la recolección) ninguna institución, formal o informal, logró consolidarse entre las familias recolectoras.

Cada familia recolectaba plantas medicinales en función de sus requerimientos y necesidades, lo que limitó el establecimiento de acuerdos entre usuarios del recurso y de un diálogo entre recolectores y autoridades regionales al momento de que se impuso una normatividad “estricta” de no recolección. Por el contrario, existía competencia entre las familias recolectoras de Tlalcozotitlán para cosechar plantas medicinales en los sitios más cercanos, accesibles y de alta densidad del recurso. Entre los usuarios de estos recursos no existía capacidad o necesidad de definir claramente los límites de cosecha de éstos, y de establecer reglas y acuerdos para recolectarlos equitativa y sosteniblemente.

En contexto, un recolector comenta:

*... “Yo sí tenía presente que el monte se iba a acabar en algún momento, pues primero nada más yo iba a vender planta, luego ya eran muchos recolectores. La cosa es que había que cortar lo que más se pudiera o te la ganaba otro, y cada vez en el cerro había menos palos grandes de quina amarilla, más cuando se tenían que cortar casi de base para aprovechar el máximo de cáscara...” (Esteban, Hueyeatl, Gro. 30/05/2012).*

Lo anterior indica que en la comunidad de Tlalcozotitlán las familias recolectoras percibieron la problemática generada por la sobre-recolecta, pero existió una limitada acción colectiva y cada recolector vio por sus intereses.

Podemos interpretar la situación como un problema de los comunes. Los usuarios no desarrollaron la capacidad de regular y establecer acuerdos para limitar el aprovechamiento de los recursos de uso común. Algunos autores sugieren que entonces el *Estado* (como en este caso) o la iniciativa privada (que no mostró capacidad) deberían ser los encargados de gestionar la conservación de los recursos naturales (Hardin, 1968).

Existen experiencias con otros grupos de recursos de uso común que demuestran que la gestión comunitaria es posible. Estos sugieren que algunos elementos que pueden promover el desarrollo de instituciones y la *acción colectiva* mediante procesos graduales de intervención fomentada son: el desarrollo de capital social (Ostrom, 2009; Merino-Pérez, 2012), la gestión policéntrica (múltiples esferas de poder que detonan autonomía local) (Nagendra y Ostrom, 2012; Mwangi y Wardell, 2012), las redes de confianza y la presencia de un líder local (Bray *et al.*, 2012).

Otro hecho que explica la limitada capacidad de gestión de las familias recolectoras para negociar la normatividad de no recolecta, es que las autoridades permiten la recolección en pequeña escala de familias pobres en áreas de uso común. Existe una “recolección clandestina autorizada”. Ante el reconocimiento de la recolección por parte de las autoridades regionales del núcleo agrario como una actividad legítima en Tlalcozotitlán y los anexos, parece no haber necesidad de acción colectiva, institucionalización, representación de intereses particulares o la creación de capital social entre los recolectores.

Es así que las autoridades regionales mantienen una imagen *conservacionista* con los actores externos al núcleo agrario, para no dejar de recibir los activos derivados de los programas de conservación. Pero hacia el interior del núcleo agrario, las reglas de acceso a las plantas medicinales son flexibles.

Cuadro 7. Características de las familias recolectoras de plantas medicinales y de la actividad de recolecta que desarrollan en comunidades de Tlalcozotitlán y Hueyatl, Guerrero en los años 2011 y 2012.

Recolector			Familia recolectora		Actividades realizadas y organización social de las jornadas de trabajo					Recolección		
Número	Edad de inicio	Edad actual <sup>c</sup>	No. total de hijos	No. y edad de dependientes (años) <sup>d</sup>	Tierra Agrícola	Actividad productiva	Días a la semana <sup>e</sup>	Horas diarias	Ingreso diario	Involucrados <sup>f</sup>	Frecuencia <sup>g</sup>	Plantas recolectadas <sup>h</sup>
<b>1</b> <sup>a, b</sup>	15	32 I	1	1 esposa de 36 1 hijo de 1 1 hija de 11	No	Caza (venado, jabalí y tejón)	0 - 1 <sup>e</sup>	4 - 6	\$600	Individual	Eventual	Cuachalalate
						Recolección de plantas medicinales	3	5 - 6	\$350	Individual		Quina amarilla
						Pesca (mojarra y bagre)	0 - 1 <sup>e</sup>	3 - 4	\$250	Individual		Damiana
						Recolección de leña	0 - 1 <sup>e</sup>	3 - 4	\$200	Individual		Doradilla
						Empleado gobierno	5	8 - 10	\$140	Individual		Quina blanca
						Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	5 - 6	\$15	Individual		Flor de camarón Zopilote
<b>2</b>	25	40 I	4	1 esposa de 43 2 hijos de 18, 8 2 hijas de 17, 13	2 ha	Caza (venado, jabalí y tejón)	0 - 2 <sup>e</sup>	5 - 6	\$600	Individual	Eventual	Doradilla Quina amarilla
						Pesca (mojarra y bagre)	0 - 2 <sup>e</sup>	3 - 4	\$350	Individual		
						Recolección de plantas medicinales	1 - 2 <sup>e</sup>	6 - 8	\$300	Individual		
						Albañilería	0 - 1 <sup>e</sup>	8 - 9	\$150	Individual		
						Recolección de leña	1	2 - 3	\$100	Individual		
Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	8 - 10	\$40	Familiar								
<b>3</b> <sup>a, b</sup>	25	41 C	0	1 esposa de 39	No	Cortar palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	0 - 1 <sup>e</sup>	14 - 16	\$450	Individual	Eventual	Damiana Doradilla
						Recolección de plantas medicinales	1	6 - 8	\$300	Individual		
						Albañilería	7	8 - 10	\$150	Individual		
						Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	5 - 6	\$20	Familia		
<b>4</b> <sup>b</sup>	30	46 E	4	1 esposa de 39 3 hijos de 8, 12, 14 1 hija de 15 años	No	Recolección de plantas medicinales	4 - 5	10 - 14	\$400	Individual	Constante	Cuachalalate, Quina amarilla, Cancarina, Damiana, Doradilla, Quina blanca y Quina roja
						Recolección de leña	0 - 1 <sup>e</sup>	2 - 3	\$200	Individual		
						Albañilería	7	8 - 10	\$200	Individual		
						Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	10 - 14	\$40	Individual		
<b>5</b> <sup>a, b</sup>	13	48 E	0	1 esposa de 40	No	Cortar palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	1 - 2	12 - 15	\$400	Individual	Eventual	Quina amarilla
						Recolección de plantas medicinales	3	8 - 10	\$300	Individual		
						Albañilería	7	8 - 9	\$150	Individual		
						Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	5	5 - 6	\$25	Familia		

Recolector			Familia recolectora		Actividades realizadas y organización social de las jornadas de trabajo					Recolección		
Número	Edad de inicio	Edad actual <sup>c</sup>	No. total de hijos	No. y edad de dependientes (años) <sup>d</sup>	Tierra Agrícola	Actividad productiva	Días a la semana <sup>e</sup>	Horas diarias	Ingreso diario	Involucrados <sup>f</sup>	Frecuencia <sup>g</sup>	Plantas recolectadas <sup>h</sup>
6 <sup>a, b</sup>	32	52 E	8	1 esposa de 50	8 ha	Recolección de plantas medicinales	3 - 4	10 - 12	\$600	Familiar	Constante	Cuachalalate, Quina amarilla, Quina roja, Damiana, Doradilla, Palo brasil, Palo dulce, Paraca y Tronadora
				3 hijos de 22, 19, 13		Cortar palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	0 - 1 <sup>e</sup>	12 - 16	\$550	Individual		
				2 hijas de 21, 10		Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	5 - 8	\$25	Familiar		
7 <sup>a, b</sup>	30	53 E	2	1 nuera de 20	3 ha	Recolección de plantas medicinales	3	10 - 13	\$500	Familia	Constante	Cuachalalate Quina amarilla Damiana Doradilla
				3 nietos de 5, 7, 8		Cortar palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	0 - 1 <sup>e</sup>	14 - 16	\$500	Familia		
				1 esposa de 46		Recolección de leña	0 - 1 <sup>e</sup>	2 - 3	\$200	Familia		
				1 hija de 26		Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	8 - 10	\$40	Familia		
8 <sup>a</sup>	30	54 E	4	1 yerno de 21	4 ha	Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	12 - 14	N/A	Familia	Constante	Cuachalalate Quina amarilla Damiana Doradilla
				2 nietos de 1, 5		Pastoreo de ganado caprino	7	10 - 12	N/A	Familia		
				1 esposa de 50		Recolección de plantas medicinales	3	10 - 12	\$500	Familiar		
				2 hijos de 22, 16		Cortar palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	0 - 1 <sup>e</sup>	14 - 16	\$500	Familiar		
				2 hijas de 24, 18		Recolección de leña	0 - 1 <sup>e</sup>	3 - 5	\$250	Familiar		
9 <sup>a, b</sup>	40	65 E	11	1 esposa de 63	2 ha	Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	5	10 - 14	\$600	Individual o Familia	Constante	Cuachalalate Quina amarilla Damiana Doradilla
				1 hija de 46		Recolección de plantas medicinales	7	6 - 8	\$40	Familia		
				1 yerno de 43		Tejer cinta de palma ( <i>Brahea dulcis</i> )	7	6 - 8	\$40	Familia		

<sup>a</sup> Familia recolectora que iba o va periódicamente como jornaleros al norte de México.

<sup>b</sup> Familia recolectora que ha ido a trabajar a los EE.UU., o bien, se encuentra el jefe de familia o alguno de los hijos en ese país. Estas familias reciben quincenal o mensualmente un monto que oscila entre \$2,000.00 y \$4,000.00 pesos.

<sup>c</sup> Se refiere al Ciclo de Vida de la Familia, donde I = Fase Inicial, C = Fase de Crecimiento, E = Fase de Envejecimiento.

<sup>d</sup> Los dependientes pueden considerar a la esposa, hijos, pareja de los hijos y nietos del matrimonio.

<sup>e</sup> Esta actividad no es cotidiana, pero cuando se lleva a cabo es solamente por uno o dos días a la semana.

<sup>f</sup> Las actividades productivas se hacen de manera individual o familiar, en diferentes periodos de tiempo dependiendo de la prioridad de la actividad o la oportunidad que les ofrezca de ingreso. Las más de las veces no se llevan a cabo en un mismo día.

<sup>g</sup> Frecuencia se refiere a la periodicidad con que se lleva a cabo la recolección, la cual depende de la fenología de la especie, la demanda del mercado y las estrategias que cada familia diseña conforme a sus recursos, necesidades y capacidades.

<sup>h</sup> Las plantas medicinales están ordenadas de acuerdo a la importancia en la generación de ingresos y a la cantidad de planta recolectada, de mayor a menor.

*Nivel familiar.*- El último nivel de análisis en la gestión multinivel es la familia. Aquí se hace el ajuste más delicado del proceso de recolección de plantas medicinales. Éste permite que ciertas familias se puedan o no dedicar a la recolección, y la manera en que van a recolectar, dadas las condiciones impuestas por los niveles de gestión arriba señalados.

Dentro del núcleo familiar, la recolección de plantas medicinales es un fenómeno complejo, en el que están implicadas diversas variables: características de la pareja de recolectores, de su familia, de sus actividades productivas y de las plantas medicinales. A continuación se explican, con el objeto de entender los ajustes y estrategias de que cada familia lleva a cabo en función de sus necesidades, valores, intereses y recursos.

La estrategia que se observa en todas las familias es la diversificación de actividades productivas y el tipo organización. Pero la mayor o menor importancia por tiempo invertido (días y horas a la semana), ingreso generado y número de miembros involucrados, es lo que establece la diferencia entre cada familia. Por lo tanto, un bajo número de familias se especializan exclusivamente en la recolección de plantas medicinales. La mayoría, más bien, diseña para diferentes temporalidades del año un marco de estrategias que les permiten sobrevivir (Cuadro 7).

Los datos también indican que para algunas familias recolectoras actividades como la albañilería y la cría de ganado caprino se han vuelto prioritarias. La recolección de leña o de palma (*Brahea dulcis*) son eventuales y responden exclusivamente a la demanda local. No existe una clara relación entre la diversificación productiva y la morfología familiar con el aporte económico generado por la remesas de familiares que residen en el extranjero o en el norte del país (Cuadro 7). El mismo caso se presenta en los programas gubernamentales como Oportunidades, 70 y más, Procampo y los orientados a la conservación de la biodiversidad, que desde el 2004 contribuyen al gasto familiar como estrategia de diversificación de ingresos (Cuadro 4 y 7).

En el Cuadro 7 se aprecia que las familias que se encuentran en una *fase inicial* (adulto de 30-40 años) y en una *fase de crecimiento-madurez* (adulto mayor, de 40-50 años), llevan a cabo una

recolección eventual de manera individual, tienden a ser especialistas (cosechan de 1 a 2 especies), con una alta diversificación productiva (4-6 actividades) que prioriza actividades de recolección, caza y pesca, que responde a una moderada carga familiar (1-5 dependientes), y en general no poseen tierras agrícolas.

Por otro lado, para las familias que se encuentran en una *fase de envejecimiento* (50 años en adelante), la recolección de plantas medicinales es la actividad económica que más remunera y en la que concentran sus esfuerzos. Desarrollan esta actividad constantemente en apoyo de la unidad familiar y, posiblemente, por el conocimiento acumulado tienden a ser generalistas (cosechan cuatro-nueve especies). Todos tienen tierras agrícolas y una diversificación productiva moderada (dos-cinco actividades) que responde a las necesidades de sus familias (cuatro-10 dependientes). Es importante señalar, que estas familias viejas tienen una morfología de familia en crecimiento, esto es: muchos miembros *nuevos* y, por lo tanto, muchas más necesidades que satisfacer que lo normal.

Los datos presentados coinciden de manera general con lo propuesto por Ruiz-Pérez *et al* (2004) para las unidades domésticas que, basadas en una estrategia diversificada y de subsistencia, recolectan especies forestales no maderables en África y Latinoamérica. Esta relación se establece por la elevada diversificación de especies, de origen silvestre, la alta competencia entre usuarios, la condición precaria de la actividad y la declinación de la capacidad biofísica de los recursos. Esto señala la existencia de ciertos patrones de gestión entre los usuarios que recolectan plantas medicinales en Tlalcozotitlán con los que aprovechan especies forestales no maderables en otras partes del planeta.

Un aspecto interesante que requiere mayor análisis es el hecho de que algunas de las personas que recolectan plantas medicinales tienden a recolectar otras especies forestales no maderables y a hacer varias actividades fuera de su casa (cacería, pesca, pastoreo, etc.). Podrían ser indicios de un estilo de vida o de un gusto por cierto tipo de actividades no sedentarias.

Las familias recolectoras del núcleo agrario generalmente no tienen ingresos permanentes y pese a la diversificación de actividades productivas su economía es de baja escala (Cuadro 7), como lo señala un abuelo de la región:

*“...Los que cortaban hierbas medicinales eran los más pobres, lo que no tenían siembras, como decir: maíz, cacahuate, ajonjolí; los que no tienen terrenos eran los que andaban pipichando las hierbitas, las traían a Tlalco y las vendían...” (Vicente, Tlalcozotitlán, Gro. 20/07/2012)*

En la manutención y sistema de vida de estas familias se puede observar que la recolección tiene un papel fundamental, en el que el conocimiento y prácticas acumuladas a lo largo de años de recolecta, les permiten hacer de las plantas medicinales una estrategia flexible. Pueden diseñar de entre las variables involucradas en la gestión (recolección individual o familiar, duración de la jornada de trabajo, temporada de recolecta, cantidad y diversidad de las plantas recolectadas, valor en el mercado, etc.), aquéllas que les permitan un arreglo adecuado a su ciclo de vida, y que esté coordinada con la dinámica del resto de sus actividades productivas.

Familia recolectora, recolección y recursos.- El jefe de familia es la base del trabajo en la recolección de plantas medicinales en la región. No obstante, la actividad de recolección, como estrategia productiva, se diseña en función de la morfología familiar y de las necesidades, valores, intereses y recursos de cada familia. Esto indica que la recolección no tan solo considera a la familia en el esquema organizativo de la actividad, como lo han señalado otros autores (Hersch, 1995, 1997; Rodríguez, 2003). Se sugiere que debería de emplearse el concepto de familia recolectora y no el recolector, como hasta la fecha se ha documentado.

Cada familia recolectora invierte en promedio ocho horas al día en la recolección de una especie (especialista) o de varias (generalista). La variabilidad de esta actividad está en función de la demanda y de la especie que el comprador regional solicita, y de la conveniencia de la familia recolectora por el precio pagado por cada comprador por kilo del producto.

De las 21 plantas medicinales que solicita temporalmente el comprador regional, las familias recolectoras consideran algunos criterios que definen la planta a cosechar, como: i) la remuneración está en función de la especie, ii) un mayor peso se relaciona con la estructura

morfológica cosechada y iii) el tiempo que se debe invertir (distancia y recolecta) para obtener determinada cantidad de planta cosechada (Cuadro 6 y 7).

Por ejemplo, la corteza de quina amarilla es la especie que les ofrece una mayor remuneración económica, en consecuencia, la intensidad de recolección de este recurso es mayor. Su valoración se debe a: i) el peso de su corteza, ii) el menor esfuerzo de obtención y procesamiento y, iii) el precio por kilogramo. Esto incidió en la adulteración y venta de otras especies muy parecidas a quina amarilla para complementar la carga, como quina blanca (*Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. & Schult.), que es más abundante y con menor presión de recolecta.

Entre la década de los ochenta y noventa una familia recolectora cosechaba en promedio de tres a cinco costales de corteza de quina amarilla para venderlos al comprador cada 15 días. Esta actividad se llevaba a cabo en casi todos los meses del año, exceptuando julio, agosto y septiembre, debido a que se trabajaba la milpa (Cuadro 7). Para un estimado, de acuerdo con los cálculos de nueve familias recolectoras, un árbol de  $\pm 11$  cm de diámetro basal (DAB) produce alrededor de un kg de corteza seca. A un árbol de 39 cm de DAB se le cosechan alrededor de cuatro-cinco kg. Un costal de quina amarilla contiene en promedio 20 kg de corteza seca. Un kilo se pagaba en \$ 8.00 pesos a inicios de 1990 y actualmente vale \$ 20.00 pesos.

Las familias recolectoras no recolectan exclusivamente la quina amarilla. Para obtener un poco más de ingresos, recolectan otras plantas medicinales según la época del año (Cuadro 6 y 7). Sin embargo, la relación inversión-remuneración es menor para este otro grupo de plantas.

Por ejemplo, la *cancerina* requiere un elevado esfuerzo físico para la obtención de la raíz y corteza. El procesamiento involucra mayor tiempo/energía y la cooperación de los integrantes del núcleo familiar. El peso seco de estas estructuras morfológicas es muy bajo y su costo por kilogramo lo es también. Esta especie crecía a lo largo del río Balsas, principalmente en zonas húmedas y de tierra arenosa. Actualmente es muy escasa o extinta por sobrecolecta en el núcleo agrario, así como en otras regiones de la costa de Guerrero por el mismo causal (García-Jiménez, 2009).

Otro caso es la *damiana*, planta medicinal que por desarrollarse en las laderas del monte permite que muchas mujeres y niños de la comunidad la recolecten para vender. Pero, la planta es mal pagada, el peso seco es muy bajo, y requiere horas de inversión para cortar trocitos de tallo y hojas, estructuras morfológicas comercializadas de esta planta (Cuadro 6).

## Conclusiones

1.- La historia del proceso de recolección de plantas medicinales demuestra que el fenómeno en la región ha sido dinámico. Ha cambiado de ser una actividad importante, masiva y permitida, a una actividad marginal, de escasa participación y reglamentada. Los factores determinantes en estos cambios son: i) la implementación de una política del *Estado* con apoyos a la conservación de la biodiversidad y restricciones a la recolección; ii) la mejora de los medios de comunicación (construcción de la carretera y apertura del puente), iii) la presencia de autoridades regionales capaces de dialogar en español y darse a entender mejor con los actores externos para obtener financiamiento, iv) la posibilidad de migrar para trabajar como jornaleros en México y en los EE.UU., y, v) la reducción poblacional de las plantas medicinales de mayor interés comercial. Estos hechos incidieron en la diversificación productiva en el núcleo agrario y la capacidad de obtener ingresos de otras fuentes diferentes a las plantas medicinales.

2.- La gestión multinivel, como modelo de análisis, permite comprender las múltiples dimensiones, interacciones e intereses entre usuarios de plantas medicinales en una escala temporal y espacial. Existen particularidades en la gestión dentro de cada nivel de estudio, que denotan la capacidad de los diferentes actores para desarrollar, en diferente medida, capital social, conocimiento y confianza, que les permiten ajustarse a las condiciones actuales impuestas por el *Estado* y el *mercado*. Pero, no se aprecia autonomía local que gestione cambios a las reglas impuestas por el *Estado* para la no recolección de plantas medicinales, pero sí alta capacidad de adecuación regional, intercomunitaria y familiar, dirigida por las autoridades regionales, para emplear los ingresos para la conservación de la biodiversidad en el beneficio de los pobladores del núcleo agrario.

4.- El *Estado* a través de sus agentes y de programas de carácter nacional y estatal enfocados a la conservación, como “pago por servicios ambientales”, incentiva jornales de trabajo que generan activos indirectos para la conservación de las plantas medicinales del núcleo agrario; pero no generan capacidades locales de auto-gestión para el manejo y conservación de éstas. Por la escala en que están diseñados y la flexibilidad de las reglas de operación, los programas de conservación intervienen en la reelaboración de la lógica comunitaria para la obtención de ingresos económicos seguros. A cambio, las familias recolectoras modifican sus relaciones de

aprovechamiento con el medio. Las instancias del *Estado* que operan en el núcleo agrario parecen estar *induciendo acción colectiva*, que regional, comunitaria y familiarmente es “aceptada” por los ingresos que ofrece.

5.- El *mercado* es una institución conformada por diferentes actores que se nutren a lo largo de todo un circuito, que comienza desde la recolecta de planta medicinal y que concluye en la comercialización de un producto. Aparentemente los compradores regionales definen recursos, cantidades y precios, determinando la dinámica del *mercado* a la que tienen que responder las familias recolectoras. La normatividad impuesta por el *Estado* y su implementación en las comunidades del núcleo agrario limita la demanda externa. El *mercado*, mediante relaciones de confianza mantiene vigente una *recolección clandestina* en el núcleo agrario, y ha extendido su circuito a otras comunidades aún sin reglamentación fuera del área.

6.- La presencia del *Estado* y el *mercado* en el núcleo agrario ha creado una relación diferente familia recolectora-plantas medicinales, ya que anteriormente varias de estas especies no tenían ningún valor o uso en la región. Esto ha implicado la necesidad, en las familias, de crear conocimiento individual y colectivo, acerca del medio, la planta y la mejor manera de recolectarla y comercializarla. Es necesario señalar el valor diferente que las plantas medicinales tienen para los agentes externos involucrados: para los compradores y acopiadores regionales tiene valor de planta medicinal que debe ser vendida, mientras que para el *Estado* tiene el valor de recurso ecosistémico que debe ser conservado.

7.- A nivel comunitario, no se identificaron instituciones en relación a la gestión de la recolección, pues las normas y acuerdos existentes están limitados a la operacionalización de los planes de los agentes externos, que fueron establecidos para responder a otros intereses: conservación y comercialización. Se observa la presencia de una *dinámica formal* que reconoce, fomenta y prohíbe completamente la recolección de algunas plantas medicinales como quina amarilla. Ésta convive con una *dinámica informal* en donde a cierto número de familias perfectamente identificadas en las comunidades se les permite recolectar estas especies. Es decir, existe una *recolección clandestina* reconocida y permitida por las autoridades regionales para ciertas familias.

8.- A nivel familiar, atributos como la morfología, los recursos, las necesidades, los valores e intereses, determinan la manera en que cada familia instrumenta la relación *Estado-mercado-planta medicinal-ambiente*. Las familias recolectan un número diverso de plantas medicinales. La quina amarilla, la damiana y el cuachalalate son el eje estructurador bajo el cual se organiza la práctica de recolección del resto de especies. Las familias recolectoras en el núcleo agrario diversifican sus actividades productivas como mecanismo de respuesta a las condiciones externas. No obstante, la normatividad regional ha incidido sobre la economía de las familias que más depende de estos recursos por su conformación: edad y número de los integrantes de la familia.

9.- La gestión multinivel de plantas medicinales en el Bosque Tropical Caducifolio estudiado indica lo siguiente: i) escasa *acción colectiva*; ii) limitado capital social; iii) baja capacidad de cooperar entre usuarios; iv) limitada auto-gestión y auto-organización; v) elevada influencia del *Estado* y del *mercado* y; vi) alta capacidad de adecuación.

## Literatura citada

- Agrawal, A. y Ostrom, E. 2001. **Collective Action, Property Rights y Decentralization in Resource Use in India and Nepal.** *Politics and Society* **29(4)**: 485–514.
- Ahenkan, A. y Boon, E. 2011. **Non-Timber Forest Products (NTFPs): Clearing the Confusion in Semantics.** *Journal of Human Ecology* **33(1)**: 1-9.
- Arnold, J. y Pérez, M. 200. **Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives?.** *Ecological Economics* **39**: 437-447.
- Belcher, B., Ruiz-Pérez, M. y Achdiawan, R. 2005. **Global Patterns and Trends in the Use and Management of Commercial NTFPs: Implications for Livelihoods and Conservation.** *World Development* **33(9)**: 1435–1452.
- Bray, D., Merino-Pérez, L., Negreros-Castillo, P., Segura-Warnholtz, G., Torres-Rojo, J. y Vester, H. 2003. **Mexico's Community-Managed Forests as a Global Model for Sustainable Landscapes.** *Conservation Biology* **17(3)**: 672–677.
- Bray, D. y Merino, L. 2005. **La experiencia de las comunidades forestales de México. Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y Fundación Ford. Primera reimpresión. México, D.F. pp. 277.
- Bray, D., Antinori, C. y Torres-Rojo, J. 2006. **The Mexican model of community forest management: The role of agrarian policy, forest policy and entrepreneurial organization.** *Forest Policy and Economics* **8**: 470– 484.
- Bray, D., Merino, L. y Barry, D. 2007. **Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y Florida International University. Primera Edición. México, D.F. pp. 444.
- Bray, D., Duran, E. y Molina-Gonzalez, O. 2012. **Beyond harvests in the commons: multi-scale governance and turbulence in indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico.** *International Journal of the Commons* **6(2)**: 151–178.
- Bye, R. y Linares, E. 1983. **The role of plants found in the Mexican market and their importance in ethnobotanical studies.** *Journal of Ethnobiology* **3(1)**: 1-13.

- Castillo, A., Magaña, A., Pujadas, A., Martínez, L. y Godínez, C. 2005. **Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in a tropical dry forest of Mexico.** *Ecosystems* **8**: 630-643.
- CIFOR. 2008. Center for International Forestry Research. **Production Forest.** <http://www.cifor.org/ntfpcd/docs/pub-books.htm>
- Challenger, A. 1998. **Utilización y conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México-Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F. pp. 375-442.
- Chapela, F. 2012. **Estado de los Bosques de México.** Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. pp. 217.
- CITES. 2013. **Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora Silvestre** Documentos de trabajo de la Décimo Sexta Reunión de la Conferencia de las Partes (CoP16). Bangkok Thailandia, 3-14 de Marzo del 2013. <http://www.cites.org/esp/index.php>
- Clavijero, F. 2003. **Historia antigua de México.** Tomo III, Libro V. Edit. Porrúa. México. pp. 20-87.
- CONAFOR. 2008. Comisión Nacional Forestal. **Ordenamiento Territorial Comunitario. “Informe final de la Primera Fase. Descripción del Medio físico-biológico y socioeconómico”.** Bienes comunales de Tlalcozotitlán, CONAFOR-Programa PROCYMAF-II, Asesoría forestal técnica y operativa (ASFOR) y Universidad Autónoma de Guerrero. pp. 61.
- CONABIO. 2012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad **Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.** Extraído de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> el día 28 de septiembre del 2012.
- Cunningham, A. 1998. **Plantas medicinales africanas: orientaciones prioritarias en la intersección entre protección de la naturaleza y atención médica primaria.** Documentos de trabajo de Pueblos y Plantas 1. UNESCO. Paris, pp. 1-51.
- Del Paso y Troncoso, F. 1905. **Papeles de Nueva España.** 2ª Serie. Geografía y Estadística. Descripción del Arzobispado de México. Madrid. Sucesores de Ribadeneyra. Ts. I y II. 1905-1906.

- Durand, L., Figueroa, F. y Guzmán, M. 2012. **Hacia una ecología política Mexicana**. En: Durand, L., Figueroa, F. y Guzmán (Eds.) *La naturaleza en contexto. Hacia una ecología política Mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. El Colegio de San Luis, A.C. Primera edición. México, D.F. pp. 21-31.
- Durston, J. 1996. **Aportes de la antropología aplicada al desarrollo campesino**. *Revista de la CEPAL* **60**: 95-109.
- FAO. 2013. Food and Agriculture organization of the United Nations. **Non Timber Forest Products** <http://www.fao.org/forestry/nwfp/13467/en/>
- Fortes, M. 1962. **Introduction a Developmental Cycle of Domestic Groups**. Jack Goody editor, Cambridge University Press.
- Franco, P. 1992. **Grupo Doméstico y Reproducción Social**. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Ediciones de la Casa Chata. Primera Edición.
- García-Jiménez, A. 2009. **Manejo social de la cancerina (*Hippocratea*) planta medicinal de la selva baja caducifolia en la Cuenca del Río Papagayo, Guerrero, México**. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp. 188.
- George, A., Pierret, A., Boonsaner, A., Valentin, C., Orange, D. y Planchon, O. 2009. **Potential and limitations of Payments for Environmental Services (PES) as a means to manage watershed services in mainland Southeast Asia**. *International Journal of the Commons* **3(1)**: 16–40.
- Godoy, R., Reyes-García, V., Byron, E., Leonard, W., Vadez, V. 2005. **The effect of market economies of the well-being of indigenous peoples and on their use of renewable natural resources**. *Annual Review of Anthropology* **34**:121-138.
- González-Chávez, L. 2000. **Plantas medicinales entre los nahuas del Alto Balsas**. Notas de los encuentros municipales de terapeutas tradicionales llevados a cabo en Copalillo, Guerrero. Acervo documental del Proyecto Actores Sociales de la Flora Medicinal en México. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.
- Hardin, G. 1968. **The tragedy of the commons**. *Science*: 1243-1248.
- Hersch-Martínez, P. 1995. **Commercialization of Wild Medicinal Plants from Southwest Puebla, Mexico**. *Economic Botany* **49(2)**: 197-206.

- Hersch-Martínez, P. 1997. **Medicinal plants and regional traders in Mexico: physiographic differences and conservational challenge.** *Economic Botany* **51(2)**: 107-120.
- Hersch-Martínez, P. 2010. **Plantas medicinales silvestres del suroccidente poblano y su colindancia en Guerrero, México: Rutas de comercialización, antecedentes y dinámica actual.** pp. 665-686. En: Long, J. y Attolin, A (Eds.). *Caminos y Mercados de México.* Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Históricas. Cap. VII Por los caminos del Sur.
- Hiremath, A. 2004. **The Ecological Consequences of Managing Forest for Non-Timber Products.** *Conservation & Society* **2(2)**: 211-216.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1989. **Conjunto de datos geológicos vectoriales. Escala 1:250 000.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. **Conjunto de datos vectorial edafológico. Escala 1:250 000. Serie II. (Continuo Nacional).**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Copalillo, Guerrero.**
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes. Extraído de [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est) el día 21 de noviembre del 2011.
- Jiménez, B. y Villela, S. 1998. **Historia y cultura tras el glifo: Los códices de Guerrero.** Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Jourdain, D., Pandey, S., Tai, D. y Quang, D. 2009. **Payments for environmental services in upper-catchments of Vietnam: will it help the poorest?.** *International Journal of the Commons* **3(1)**: 64–81.
- Kusters, K., Achdiawan, R., Belcher, B. y Ruiz Pérez, M. 2006. **Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America.** *Ecology and Society* **11(2)**: 20.
- Leimona, B. y Joshi, L. 2009. **Can rewards for environmental services benefit the poor? Lessons from Asia.** *International Journal of the Commons* **3(1)**: 82–107.
- Li, H. 2005. **Family Cycle and peasant income in socialist China: evidence from Qin Village.** *Journal of Family History* **30(1)**: 121-138.

- Marshall, E., Newton, A. y Schreckenberg, K. 2003. **Commercialization of Non-Timber Forest Products: first steps in analyzing the factors influencing success.** *International Forest Review* **5**: 128-137.
- Merino-Pérez, L. 2004. **Conservación o deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques de México.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. Primera edición. México, D.F. pp. 339.
- Merino-Pérez, L. y Segura, G. 2005. **Forest and conservation policies and their impact on forest communities in Mexico.** En: Bray, B., Merino-Pérez, L. y Barry, D. (Eds.). *The community forests of Mexico: Managing for sustainable landscapes.* Austin: University of Texas Press.
- Merino-Pérez, L. 2012. **Las condiciones de las comunidades forestales mexicanas y la política pública. Recuento de desencuentros.** pp. 33-63. En Durand, L., Figueroa, F. y Guzmán, M. (eds.). *La Naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana.* Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias y El Colegio de San Luis, A.C. Primera edición. México, D.F.
- Mwangi, E. and Wardell, A. 2012. **Multi-level governance of forest resources.** *International Journal of the Commons* **6(2)**: 79–103.
- Nagendra, H. y Ostrom, E. 2012. **Polycentric governance of multifunctional forested landscapes.** *International Journal of the Commons* **6(2)**: 104–133.
- Neumann, R. y Hirsch, E. 2000. **Commercialization of Non-Timber Forest Products: Review and Analysis of Research.** CIFOR. Bogor. pp. 176.
- Ostrom, E. 1990. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.** Nueva York: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. 2009. **A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems.** *Science* **325(24)**: 419-422.
- Palerm, J. 2000. **Organización social y agricultura de riego.** pp. 17. En: Palerm Viqueira, J. y T. Martínez Saldaña (eds.). *Antología sobre pequeño riego, Vol. II: Organizaciones autogestivas.* Colegio de Postgraduados y Plaza y Valdés, México.

- Poteete, A. 2001. **The International Forestry Resources and Institutions (IFRI) Research Program and the Search for Communal Management of Forest Resources.** Número especial sobre productos forestales no maderables, EFTRN (*European Tropical Forestry Research Network*) *News* 32 (invierno): 73–75.
- Poteete, A., Janssen, M. y Ostrom, E. 2010. **Working Together: Collective Action, the Commons, and Multiple Methods in Practice.** Princeton University Press.
- Poteete, A. 2012. **Levels, Scales, Linkages, and Other ‘Multiples’ affecting Natural Resources.** *International Journal of the Commons* 6(2): 134–150.
- Pulido, M., González, M., Illsley, C., López, C., Ramírez, F. y Sánchez, F. 2010. **Limitantes del marco normativo sobre los productos forestales no madereros en México.** *Non- Wood News* 21: 50-51.
- Rodríguez, T. 2003. **Manejo y conservación de las plantas medicinales comerciales en el municipio de Copalillo, Guerrero.** Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 161.
- Ruiz-Pérez, M., Belcher, B., Achdiawan, R., Alexiades, M., Aubertin, C., Caballero, J., Campbell, B., Clement, C., Cunningham, T., Fantini, A., de Foresta, H., García-Fernández, C., Gautam, K., Hersch-Martínez, P., de Jong, W., Kusters, K., Kutty, M., López, C., Fu, M., Martínez-Alfaro, M., Nair, T., Ndoye, O., Ocampo, R., Rai, N., Ricker, M., Schreckenber, K., Shackleton, S., Shanley, P., Sunderland, T. y Youn, Y. 2004. **Markets drive the specialization strategies of forest peoples.** *Ecology and Society* 9(2): 4.
- SCBD. 2001. **Sustainable management of non-timber forest resources.** Montreal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD Technical Series 6).
- Shackleton, C., Guthrie, G. y Main, R. 2005. **Estimating the potential role of commercial over-harvesting in resource viability: a case study of five useful tree species in South Africa.** *Land Degradation and Development* 16: 273–286.
- Soto-Núñez, J. y Sousa, M. 1995. **Plantas Medicinales de la Cuenca del Río Balsas.** Cuadernos 25. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 198.
- Stanley, D., Voeks, R. y Short, L. 2012. **Is Non-Timber Forest Product Harvest Sustainable in the Less Developed World? A Systematic Review of the Recent Economic and Ecological Literature.** *Ethnobiology and Conservation* 1(9):1-39.

Vodouhê, F., Coulibaly, O., Assogbadjo, A. y Sinsin, B. 2008. **Medicinal plant commercialization in Benin: An analysis of profit distribution equity across supply chain actors and its effect on the sustainable use of harvested species.** *Journal of Medicinal Plants Research* **2(11)**: 331-340.

## DISCUSIÓN GENERAL

El aporte central de esta tesis consistió en documentar aspectos sobre la biología de *H. latiflora*, una especie ampliamente recolectada por el uso medicinal de la corteza, con énfasis en la respuesta poblacional ante factores físicos y diferentes intensidades de cosecha. Se describieron también los factores sociales, económicos y políticos asociados a la recolección y conservación de la especie. Con estos tres niveles de información, se pretendió contribuir al conocimiento de la ecología de *H. latiflora*, partiendo del nivel de individuo y de población, para concluir con una integración de gestión socio-ecológica.

La baja densidad de *H. latiflora* en su área de distribución, anticipa que no es una especie con capacidad de abastecer la demanda actual de corteza a la que está sometida. Los valores registrados mediante su propagación vegetativa tampoco son alentadores, ya que por medio de acodos no forma raíces y las estacas tienen un prendimiento de apenas 7.6% (Fierro *et al.*, 2000; Castañeda, 2010). Lo que descarta la posibilidad de considerar a la especie para programas de repoblación, como lo sugirieron Flores y Lindig-Cisneros (2005) a nivel nacional. La opción potencial para establecer plantaciones forestales *in-situ* con fines de aprovechamiento comercial, que aminoren el impacto sobre las poblaciones naturales, es que se cuiden en vivero los propágulos surgidos vía sexual, que se sabe, tienen buena capacidad germinativa y de emergencia (Castañeda, 2010; Soriano *et al.*, 2011).

La asincronía registrada en la fenología de *H. latiflora* podría afectar la reproducción. Esto debido al aislamiento espacial causado por la fragmentación de los bosques en los que habita la quina amarilla y el aislamiento temporal causado por la dicogamia. Situaciones similares se han sugerido para otras especies del Bosque Tropical Caducifolio, como *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britton and Rose. Pero en esta especie se encontró que la fragmentación no influye negativamente en el éxito reproductivo, debido a que sus polinizadores mantienen la conectividad entre hábitats (Herrerías-Diego *et al.*, 2006). Estudios experimentales sobre biología floral en *H. latiflora* son necesarios para comprender los mecanismos de reproducción y la red de interacciones bióticas que mantiene la especie. Esta información ayudaría a precisar las vías de polinización de *H. latiflora*, ya que se desconoce la distancia máxima entre individuos de quina amarilla que todavía permite una polinización exitosa. Debido a la protandria que esta

especie presenta, se esperaría que la estrategia reproductiva de *H. latiflora* fuese el intercambio genético entre unidades de polinización de diferentes individuos, favoreciendo la exogamia.

La arquitectura vegetal de *H. latiflora* indica que las condiciones ambientales y el aprovechamiento influyen en la expresión fenotípica de la especie. Esto implica dos morfotipos que los recolectores pueden cosechar. Los individuos de porte arbóreo proporcionan un mayor volumen de corteza, lo que lleva a sugerir, desde el punto de vista de la producción-aprovechamiento de esta estructura morfológica, que las condiciones óptimas para el desarrollo de *H. latiflora* son los sitios con orientación noroeste ( $180^{\circ}$ - $270^{\circ}$  azimut), menor pendiente y mayor profundidad del suelo. Estas características deberían considerarse en caso de someter a *H. latiflora* a procesos de repoblación, como ha ocurrido con otras especies forestales no maderables (Cunningham y Mbenkum, 1993; Ocampo, 1994).

Una característica que no le favorece a *H. latiflora* es su delgada corteza, atributo que implica que el descortezamiento debiese realizarse con suma precaución para no afectar el floema y el cambium vascular; situación que no ocurre en condiciones de campo, ya que precisamente la corteza interna es la estructura aprovechada. De ahí la relevancia de evaluar la regeneración de corteza, considerando la estacionalidad climática, la profundidad del corte, el diámetro del tallo y diferentes intensidades de descortezamiento, como ha sido sugerido por Delvaux *et al.* (2010) para especies medicinales africanas. Cabe mencionar que también existe un problema social y de regulación alrededor de la cosecha, ya que si un recolector aprovecha un individuo parcialmente, con la intención de conservar el recurso, y luego viene otro recolector y corta el árbol, entonces no hay incentivos ni ganancia. Es un típico caso de los comunes que en Tlalcozotitlán ha requerido de regulación externa para conservar a *H. latiflora*. Se discute este tema más adelante.

La respuesta demográfica de especies leñosas sujetas a cosecha de corteza (Ticktin, 2004) no está bien conocida y la literatura sobre el tema es escasa. En *H. latiflora*, tres factores principales podrían influir en la estructura poblacional: condiciones de criba ambiental, la temporalidad de la cosecha y el estadio de desarrollo de los individuos cosechados. Algunos autores (Freckleton *et al.*, 2003) han modelado la importancia de la denso-dependencia en la respuesta poblacional de cosecha, refiriendo efectos negativos por mortalidad.

El sesgo positivo encontrado en Tlalcozotitlán, Guerrero, México, refleja poblaciones de *H. latiflora* con pocos adultos viejos, esta condición es una constante para especies forestales no maderables sujetas a aprovechamiento (Shackleton *et al.*, 2005; Guedje *et al.*, 2007; Gaoue y Ticktin, 2008). Las causas de la distribución de frecuencias en *H. latiflora* se explican, parcialmente, por la influencia de la intensidad de cosecha de corteza. En esta especie el descortezamiento tiene un efecto estadísticamente significativo sobre atributos alométricos, (altura y diámetro basal), ecológicos (densidad) y reproductivos (número de frutos). Datos similares se han encontrado en algunas especies leñosas de las sabanas y bosques húmedos de África, lo que significa que diferentes intensidades de cosecha de corteza tienen un efecto sobre la densidad poblacional (Cunningham y Mbenkum, 1993), fecundidad y tasa de crecimiento (Guedje *et al.*, 2007), diámetro y altura de tallos (Botha *et al.*, 2004).

Sería pertinente cuantificar la incidencia de diferentes factores biofísicos sobre la estructura poblacional, como medida discriminatoria para discernir qué factores condicionan la presencia de *H. latiflora* en el medio: la gestión o las condiciones ecológicas del sitio; como ha sido sugerido por Gaoue y Ticktin (2008) para otras especies forestales no maderables sometidas a recolecta.

La historia de la cosecha de plantas medicinales permite analizar espacial y temporalmente el proceso. En el caso de *H. latiflora*, la historia de la recolección muestra afectación al recurso y limitada capacidad de autogestión por parte de las familias recolectoras, que denotan una actividad no sostenible a corto y mediano plazo. En términos de Turner *et al.* (2003), esto indicaría que las poblaciones de *H. latiflora* no tendrían la capacidad de equilibrar sus ciclos vitales ante escenarios de cosecha intensiva y que las familias recolectoras aún con limitada capacidad de organización, son capaces de adecuarse a nuevas circunstancias, incluso aquellas que restrinjan la recolección, siempre que las nuevas condiciones se ajusten a su ciclo de vida familiar. A largo plazo, esto podría impactar positivamente en la sostenibilidad del recurso.

Los datos muestran que la cosecha de plantas medicinales, como *H. latiflora*, en el Bosque Tropical Caducifolio no ha sido considerada por algunos autores (Sánchez-Azofeita *et al.*, 2005) como una presión más para la fragmentación y degradación de este ecosistema en México. Por el

contrario, Albers y Robinson (2013) han modelado la cubierta forestal degradada por esta actividad, y mostraron su alto impacto, sugiriendo, en consecuencia, la participación de instancias gubernamentales mediante políticas para la eficaz conservación de estos recursos. Otros autores (Mahapatra y Shackleton, 2011) señalan que en ausencia de políticas vinculadas a la regularización de precios de venta, se propician mejores condiciones para los recolectores y comerciantes de especies forestales no maderables. Estos datos indican que la participación del gobierno no es necesaria en todos los casos, pero se requiere de instituciones locales sólidas para la resolución de conflictos.

En Tlalcozotitlán, Guerrero, México, la presencia de programas ambientales, como el de “Pago por Servicios Ambientales”, indujo la generación de activos orientados a la conservación de plantas medicinales. Esto indirectamente implicó la regularización y disminución en la cosecha de *H. latiflora*, pero no repercutió en la generación de capacidades locales de auto-gestión y conservación de estos recursos. Lo que indica que el impacto de estos programas es temporal y no mitiga el problema de fondo. Pues a pesar de que los ingresos derivados de estas actividades incentivan el mantenimiento de reglas y restricciones intercomunitarias (Bray *et al.*, 2012), sino se consolida el capital social y las instituciones locales, una vez agotados los programas los usuarios del recurso regresarán a la sobre-cosecha de *H. latiflora*.

Ostrom (1990) y Agrawal y Ostrom (2001) han señalado que instituciones informales funcionan mejor cuando tienen bajos niveles de articulación con mercados externos. En Tlalcozotitlán, la participación del mercado y sus diferentes actores en el proceso de recolección de *H. latiflora* y otras plantas medicinales no implicó una acción del todo negativa. Ya que por un lado, influyó en la generación de conocimiento etnoecológico por parte de las familias recolectoras. Y por otro, benefició económica, pero temporalmente, a éstas. En otros estudios se ha documentado (Ruiz-Pérez *et al.*, 2004; Merino-Pérez, 2012) que una relación directa con el mercado genera: i) incremento del aporte de las especies forestales no maderables al ingreso familiar, y ii) en ocasiones una mayor conservación de estos recursos a través de incentivos que promueven acción colectiva y desarrollo institucional local. Pero, este desarrollo está íntimamente relacionado con la capacidad de generación de regulación, ya sea interna o externa.

La gestión socio-ecológica de *H. latiflora* indica que regionalmente no existen incentivos que propicien el interés colectivo para la conservación de este recurso. En vista de que no hay capacidad endógena de organización, se requieren de procesos graduales de intervención fomentada para promover el desarrollo de instituciones y la acción colectiva. Algunas de las condiciones que deberían desarrollarse para una gestión socio-ecológica exitosa de *H. latiflora* en el área de estudio son: el desarrollo de capital social, la gestión policéntrica, las redes de confianza, el fortalecimiento de instituciones locales y la presencia de un líder local. Estas condiciones han sido sugeridas por Bray *et al.* (2012), Merino-Pérez (2012) y Nagendra y Ostrom (2012) para la efectiva conservación de otros recursos de uso común. Es importante el desarrollo de estas capacidades por parte de los recolectores de Tlalcozotitlán para lograr autonomía en la gestión de las plantas medicinales, particularmente de *H. latiflora*. Esto evitaría restricciones impuestas por actores externos al núcleo agrario y facilitaría la organización comunitaria, necesaria para conservar estos recursos.

Tal incentivación también podría darse mediante una cuantificación econométrica del valor por hectárea de la corteza de *H. latiflora* y de otras plantas medicinales. Ésto, activaría los ingresos per cápita y evitaría la dependencia de agentes externos para la conservación de estos recursos, en particular de la quina amarilla. Acciones similares (Mahapatra y Tewari, 2005) se han planteado para el Bosque Tropical Caducifolio de la India con resultados favorables en términos ecológicos y sociales.

## CONCLUSIONES GENERALES

Se acepta la hipótesis alternativa debido a que las características ecológicas de *H. latiflora* influyen en su sobrevivencia. De la revisión bibliográfica sobre la historia natural de *Hintonia latiflora*, se encontró que es una especie que habita preferentemente en el Bosque Tropical Caducifolio, pero que tiene amplitud de tolerancia a condiciones ecológicas contrastantes: bosques sucesionales seriales iniciales e intermedios vs bosques seriales estables. Pero como un elemento de estos bosques, la quina amarilla requiere de características relacionadas con su disponibilidad: suelos arcillosos y profundos ( $\geq 10.1$  cm), con alto intercambio de iones y presencia de óxido de magnesio, sustrato poco pedregoso, pendientes ligeramente pronunciadas ( $\leq 30^0$ ), orientación noroeste ( $180^0$ - $270^0$  azimut), y asociación con hongos micorrizógenos arbusculares.

Con base en el estudio de campo, se encontró que la estructura poblacional de *H. latiflora* en ocho zonas de cosecha de corteza en Tlalcozotitlán, Guerrero, México, muestra mayor densidad de plántulas que de juveniles y adultos. Este atributo, sumado al efecto de la intensidad de cosecha de corteza sobre la altura, el diámetro basal, la densidad y el número de frutos en individuos adultos de la especie, indican una baja capacidad de respuesta de *H. latiflora* ante la presión antropógena y demuestran que existe afectación morfológico-poblacional por descortezamiento. Este pronunciamiento rechaza la hipótesis nula, ya que la intensidad de cosecha sí afectó la estructura poblacional.

Se rechaza la hipótesis de que no habría diferencias en los factores físicos de los sitios que caracterizan a las zonas de cosecha de corteza, y que la arquitectura vegetal sería característicamente constante en cualquier caso. La arquitectura de *H. latiflora* es muy parecida en individuos juveniles y adultos. Por las características físicas favorables de las zonas de cosecha 1, 2, 7, y 8, los individuos que conforman estas poblaciones se desarrollan como árboles de mayor porte, tanto en altura, como en cobertura y diámetro basal. Únicamente los individuos adultos producen un mayor número de frutos favorecidos por las condiciones de estos sitios y se observa una tendencia en ambos estadios a presentar más de una rama basal.

Las prácticas de cosecha en *H. latiflora* ponen en riesgo la persistencia de la especie. Los causales que contribuyen a esto son: la baja densidad, la corteza interna delgada, la condición económica regional y familiar, la ausencia de acuerdos comunitarios, la dependencia del *Estado* y la presencia de actores del *mercado*, en un contexto de instituciones regionales poco sólidas y bajos niveles de capital social.

Se rechaza la hipótesis nula en cuanto a que la recolección de *H. latiflora* no limitaría el desarrollo de *acción colectiva*, y que la generación de normas y acuerdos sería local. Los agentes externos, *Estado* y *mercado*, tienen objetivos e impactos opuestos en la conservación de *H. latiflora*. El *Estado* regula la cosecha de plantas medicinales e induce *acción colectiva*, mientras el *mercado* expande sus zonas de abasto y favorece una *cosecha clandestina*. Las autoridades regionales gestionan el proceso y las familias recolectoras se benefician económicamente de ambos sectores.

La familia es el nivel de estudio sobre el cual se deben de desarrollar las acciones inmediatas de intervención para una gestión socio-ecológica eficiente de *H. latiflora*, sin obviar la influencia de los niveles de estudio comunitario y regional y de sus protagonistas. El modelo del Ciclo de Vida de la Familia permite comprender la dinámica, en cuanto a intereses e importancia, que tienen las plantas medicinales, como *H. latiflora*. Además, ayuda a visualizar tendencias en cuanto a la intensidad de la recolección según el contexto histórico, político, económico y social de la región; y de los valores, intereses, recursos y capacidades de cada familia.

## CONSIDERACIONES FINALES

Esta investigación pretendió aportar bases conceptuales y prácticas para la gestión socio-ecológica sostenible de *H. latiflora*. A continuación se presentan algunas consideraciones para dar continuidad a esta tarea, y que se enmarcan dentro del área de la ecología aplicada.

1. Investigar la regeneración de la corteza en *H. latiflora* para establecer prácticas sostenibles de descortezamiento mediante el conocimiento científico de la mejor época de corte, profundidad óptima e intensidad de descortezamiento. Esta es una solicitud de la población de Tlalcozotitlán.
2. Estudiar la dinámica poblacional de *H. latiflora* bajo diferentes intensidades de cosecha de corteza y en bosques con disturbio (morfotipo arbustivo multiramificado de base) y bosques conservados (morfotipo monopódico de porte arbóreo), con el objeto de detectar diferencias en la respuesta de cada morfotipo y aportar información sobre la tasa de cosecha óptima.
3. Establecer experimentos de reproducción sexual (germinación) y asexual (propagación vegetativa) de *H. latiflora* en condiciones ecológicas contrastantes, para iniciar la introducción de *H. latiflora* a sistemas agroforestales *in-situ* y simular el cultivo *ex-situ* en plantaciones, aminorando la recolecta en poblaciones silvestres.
4. Enfocar esfuerzos al trabajo participativo para contribuir a la re-definición de las acciones colectivas e individuales conducentes a una gestión socio-ecológica sostenible de *H. latiflora*, mediante acciones concretas como el establecimiento de bancos de germoplasma (*ex-situ* e *in-situ*), viveros comunitarios y jardines etnobotánicos.

## Literatura citada

- Agrawal, A. y Ostrom, E. 2001. **Collective Action, Property Rights y Decentralization in Resource Use in India and Nepal.** *Politics and Society* **29(4)**: 485–514.
- Albers, H. y Robinson, E. 2013. **A review of the spatial economics of non-timber forest product extraction: Implications for policy.** *Ecological Economics* **92**: 87–95.
- Botha, J., Witkowski, E. y Shackleton, C. 2004. **The impact of commercial harvesting on Warburgia salutaris ('pepper-bark tree') in Mpumalanga, South Africa.** *Biodiversity and Conservation* **13**: 1675–1698.
- Bray, D., Duran, E. y Molina-Gonzalez, O. 2012. **Beyond harvests in the commons: multi-scale governance and turbulence in indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico.** *International Journal of the Commons* **6(2)**: 151–178.
- Castañeda, A. 2010. **Métodos de propagación de la planta medicinal copalche *Hintonia latiflora*.** Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 95.
- Cunningham, A. y Mbenkum, F. 1993. **Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in international trade.** People and Plants working papers 2. UNESCO. Paris, pp. 1-29.
- Delvaux, C., Sinsin, B. y Van Damme P. 2010. **Impact of season, stem diameter and intensity of debarking on survival and bark re-growth pattern of medicinal tree species, Benin, West Africa.** *Biological Conservation* **143**: 2664-2671.
- Fierro, A., Guerrero, C., Hersch-Martínez, P. y Pérez, A. 2000. **Seis especies medicinales silvestres cuya corteza presenta importancia medicinal, provenientes de la selva baja caducifolia: algunas condiciones para su propagación.** pp. 543-550. En: Monroy, R., Colín, H. y Boyas, C (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.
- Flores, H. y Lindig-Cisneros, R. 2005. **La Lista de nombres vulgares y botánicos de árboles y arbustos propicios para repoblar los bosques de la República de Fernando Altamirano y José Ramírez a más de 110 años de su publicación.** *Revista Mexicana de Biodiversidad* **76**: 11- 35.

- Freckleton, R., Silva, D., Bovi, M. y Watkinson, A. 2003. **Predicting the impacts of harvesting using structured populations models: the importance of density-dependence and timing of harvested for a tropical palm tree.** *Journal of Applied Ecology* **40**: 846-858.
- Gaoue, O. y Ticktin, T. 2008. **Impacts of bark and foliage Harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin.** *Journal of Applied Ecology* **45**: 34-40.
- Guedje, N., Zuidema, P., During, H., Foahom, B. y Lejoly, J. 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.
- Herrerías-Diego, Y., Quesada, M., Stoner, K. y Lobo, J. 2006. **Effects of Forest Fragmentation on Phenological Patterns and Reproductive Success of the Tropical Dry Forest Tree *Ceiba aesculifolia*.** *Conservation Biology* **20(4)**: 1111-1120.
- Mahapatra, A. y Tewari, D. 2005. **Importance of non-timber forest products in the economic valuation of dry deciduous forests of India.** *Forest Policy and Economics* **7(3)**: 455-467.
- Mahapatra, A. y Shackleton, C. 2011. **Has deregulation of non-timber forest product controls and marketing in Orissa state (India) affected local patterns of use and marketing.** *Forest Policy and Economics* **13(8)**:622-629.
- Merino-Pérez, L. 2012. **Las condiciones de las comunidades forestales mexicanas y la política pública. Recuento de desencuentros.** En: Durand, L., Figueroa, F. y Guzmán, M. (Eds.). *La Naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana.* Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias y El Colegio de San Luis, A.C. Primera edición. México, D.F. pp. 33-63.
- Nagendra, H. y Ostrom, E. 2012. **Polycentric governance of multifunctional forested landscapes.** *International Journal of the Commons* **6(2)**: 104-133.
- Ocampo, R. 1994. **Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica.** Serie Técnica. Informe técnico N<sup>o</sup> 245. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. pp. 13-39.
- Ostrom, E. 1990. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.** Nueva York: Cambridge University Press.
- Ruiz-Pérez, M., Belcher, B., Achdiawan, R., Alexiades, M., Aubertin, C., Caballero, J., Campbell, B., Clement, C., Cunningham, T., Fantini, A., de Foresta, H., García-Fernández,

- C., Gautam, K., Hersch-Martínez, P., de Jong, W., Kusters, K., Kutty, M., López, C., Fu, M., Martínez-Alfaro, M., Nair, T., Ndoye, O., Ocampo, R., Rai, N., Ricker, M., Schreckenber, K., Shackleton, S., Shanley, P., Sunderland, T. y Youn, Y. 2004. **Markets drive the specialization strategies of forest peoples.** *Ecology and Society* **9**(2): 4.
- Sánchez-Azofeifa, A., Quesada, M., Rodríguez, J., Nassar, J., Stoner, K., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E., Calvo-Alvarado, J., Kalacska, M., Fajardo, L., Gamon, J. y Cuevas-Reyes, P. 2005. **Research Priorities for Neotropical Dry Forests.** *Biotropica* **37**(4): 477–485.
- Shackleton, C., Guthrie, G. y Main, R. 2005. **Estimating the potential role of commercial over-harvesting in resource viability: a case study of five useful tree species in South Africa.** *Land Degradation & Development* **16**: 273–286.
- Soriano D., Orozco-Segovia A., Márquez-Guzmán J., Kitajima K., Gamboa-de Buen A. y Huante P. 2011. **Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous Forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth.** *Annals of Botany* **107**: 939–951.
- Ticktin, T. 2004. **The ecological implications of harvesting non-timber forest products.** *Journal of Applied Ecology* **41**: 11-21.
- Turner, N., Davidson-Hunt, I. y O’Flaherty, M. 2003. **Living on the edge: ecological and cultural edges as sources of diversity for socio-ecological resilience.** *Human Ecology* **31**(3): 439-461.

**Anexo 1. Formato de entrevista para informantes clave y recolectores locales de *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock**

**1. Entrevista sobre datos personales**

Fecha:

Localidad:

Nombre:

Edad:

Origen:

Escolaridad:

¿Tiene hijos?

¿Qué edad tienen?

¿Dónde viven?

¿A qué se dedican?

¿Cuánto tiempo lleva viviendo en la comunidad?

¿Cuánta gente vive en el pueblo?

¿A qué se dedica? (agricultor/ganadero/jornalero/asalariado/migrante); Si es agricultor ¿Tiene tierra propia? ¿De regadío o de temporal? ¿Cuántas hectáreas?

¿Hay alguna otra actividad por la cual perciba alguna ganancia?

¿A cuánto ascienden sus ingresos mensuales?

¿Qué porcentaje de esa cantidad se obtiene por la colecta de flora medicinal?

¿Sabe si hay muchos que la recolectan? ¿Para remedio o para venderla? ¿Cuántos son?

¿Recibe algún apoyo por parte de los programas de gobierno? ¿Cuáles y en qué consisten?

**2. Entrevista sobre la cosecha de la corteza de quina amarilla**

¿Cuántos diferentes tipos de quina hay en la región? ¿Hay mucha o poca?

¿Cuál es la que más utilizan? ¿Por qué? ¿Para qué la utilizan? (usos/comercialización)

¿Existen zonas de cosecha o la práctica es azarosa?

¿Qué herramientas utiliza para la cosecha de la corteza? (machete, navaja o serrucho)

¿En qué consiste la cosecha? (tipo de corte: longitudinal, transversal, diagonal)

¿Recuerda otras técnicas empleadas por sus padres o abuelos? (rotación de sitios de cosecha, descansar el árbol que se cosechó el año pasado, etc.)

¿Nota actualmente diferencias en las formas de cosecha la quina por parte de otros recolectores?

¿Cosechan árboles jóvenes? ¿Cómo lo hacen?

¿Quién participa en la cosecha? ¿Alguien lo dirige o cada quién lo hace según su criterio?

¿En qué época se hace? (tiempo de secas/lluvias, o en su floración/fructificación)

¿En qué horarios?

¿Cuántos días al año dedican a cosechar la corteza?

¿Cuántas horas invierten en la cosecha por día?

¿Cuántos árboles de quina amarilla cosechan por día?

¿Qué cantidad de corteza se obtiene por individuo juvenil (clases de tamaño) cosechado (DAB < 8 cm)? (fresco/seco)

¿Qué cantidad de corteza se obtiene por individuo adulto aprovechado (DAB > 8 cm)? (fresco/seco)

¿Cuál es el equivalente de estas cantidades en dinero? (juvenil/adulto)

¿En función de qué factores (del tiempo, de la demanda, de su disponibilidad, del trabajo en el campo, del grado de dificultad para localizarla y extraerla) cosechan más o menos cantidad de corteza, o siempre es la misma?

¿Qué proporción de árboles descortezados muere después de un mes de haberse cosechado?

¿Esa mortalidad afecta más a algunos tamaños de árboles?, ¿Cuáles según el tamaño son más susceptibles y cuáles más resistentes? ¿Considera que también influye la forma, profundidad y cantidad de cosecha?

¿Usted nota alguna diferencia en la cantidad de planta de quina amarilla que había antes en el campo, y la que hay ahora?, ¿Desde cuándo?, ¿A qué causas le atribuye el cambio?, ¿No dejan crecer y reproducir a la planta?, ¿Éstas se mueren desde pequeñas por el daño causado?, ¿Les afecta la sequía o es por otras causas?

¿Existen costumbres, normas o reglas locales para la cosecha de la quina amarilla?, ¿Cuáles?

¿Cómo llegan a esas normas o reglas de cosecha?, ¿Quién las establece?

¿Quién vigila su cumplimiento?

¿Qué sanciones existen en caso de no cumplir esas normas o reglas?

Sobre otros recursos de uso común (agua, animales, agostadero) ¿hay reglas o normas?

### **3. Entrevista sobre el manejo poscosecha de la quina amarilla**

¿Recibe algún tratamiento la corteza después de cosecharla?, ¿Cómo se seca? ¿Quién lleva a cabo esa labor?, ¿En qué horarios?, ¿Por cuánto tiempo?, ¿En qué lugar? ¿En qué consiste?

¿Cómo la transportan del campo al pueblo?, ¿Quién la transporta? ¿Cuánto dura y cuánto cuesta el transporte?

¿Recibe algún otro tratamiento después del secado?

¿Cuánto obtiene de ingresos por su comercialización? (la vende por kilo, por bulto, etc), ¿Qué egresos hay en el proceso?, ¿Quién acopia la planta?, ¿Dónde?, ¿Quién distribuye y hacia qué sitios?

**Anexo 2. Formato de entrevista sobre normas y acuerdos para la conservación de los recursos naturales y de *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock**

Fecha:

Localidad:

Nombre:

Edad:

Origen:

¿En la comunidad existen normas y acuerdos para el cuidado de los recursos naturales (monte, agua, suelo, fauna)?, ¿Quién los establece?, ¿Cómo se establecen?, ¿Quién vigila su cumplimiento?, ¿Cómo se sanciona un incumplimiento?.

¿La cosecha de las plantas medicinales que se comercializan en el pueblo está reglamentado?, ¿Desde cuándo?, ¿Cuáles plantas pueden recolectarse y venderse sin problema?, ¿Cuáles no?, ¿Quién y de qué forma se vigila su cumplimiento?, ¿Cómo se sanciona un incumplimiento?.

¿Para qué otro tipo de actividades usted ha observado que las familias del pueblo se organizan (ganado, iglesia, festejos, etc.)?.

¿Se han dado situaciones de organización entre recolectores para la recolecta y comercialización de plantas medicinales en el pueblo?

**Anexo 3. Formato de entrevista a compradores-acopiadores de flora medicinal, particularmente de *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock**

Fecha:

Localidad:

Nombre:

Edad:

Origen:

¿A qué se dedica?, ¿Desde cuándo se dedica a comprar plantas medicinales?, ¿En qué lugares usted compra?, ¿A dónde lleva la planta a vender?, ¿Cómo la transporta?, ¿Cuál es la planta que más le piden?.

¿Cuáles fueron los primeros pueblos en la región a dónde llegó a comprar plantas medicinales?, ¿Cómo se enteró que aquí vendían plantas?, ¿Cuáles fueron las primeras plantas que pidió y cuáles fueron incorporándose?, ¿Por qué?, ¿Cuáles compra actualmente?, ¿Cuáles de éstas son plantas de secas y cuáles de agua?, ¿Cómo les pide a los recolectores que le entreguen la planta?, ¿En cuánto las paga y cuánto las vende usted?, ¿Quién se las pide?, ¿Cuánto le piden de cada una y con qué frecuencia?, ¿Sólo viene a comprar aquí estas plantas o también en otros lugares las hay?

La quina amarilla, ¿Qué parte de la planta es la que se comercializa?, ¿En cuánto compra el kilo y en cuánto lo vende?, ¿Qué características usted pide a los recolectores que tenga la corteza para comprárselas?, ¿Qué características le piden a usted para que se la compren en el lugar a donde la lleva a vender?, ¿Cuánto y con qué frecuencia le piden?, ¿Cuál es la mejor época para comprarla?, ¿Por qué?, ¿Cuál es la mejor época para venderla?, ¿Por qué?.