



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**USOS ARTESANALES, FENOLOGÍA Y COSECHA ÓPTIMA
DE LA PALMA *BRAHEA DULCIS* (KUNTH) MART. (ARECACEAE),
EN DOS ZONAS DEL ESTADO DE HIDALGO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

MAYTE CORONEL ORTEGA

DIRECTORA: Dra. MARÍA TERESA PULIDO SILVA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH

PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de Licenciatura en Biología **Mayte Coronel Ortega** quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado "Usos artesanales, fenología y cosecha óptima de la palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. (Arecaceae), en dos zonas del estado de Hidalgo", después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: **Quim. Blanca Estela Pérez Escandón**

PRIMER VOCAL: **Dra. María del Consuelo Cuevas Cardona**

SEGUNDO VOCAL: **Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández**

TERCER VOCAL: **Dra. María Teresa Pulido Silva**

María Teresa Pulido S.

SECRETARIO: **M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto**

Miguel A. Villavicencio

PRIMER SUPLENTE: **M. en C. Manuel González Ledesma**

Manuel González L.

SEGUNDO SUPLENTE: **Dr. Arturo Sánchez González**

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

A T E N T A M E N T E
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"

Mineral de la Reforma, Hidalgo a 13 de septiembre de 2010

Biol. Ulises Iturbe Acosta
Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



c.c.p. Archivo

Para “el Coronel”, su coronela y sus tres coronelitos

Los amo...

I stay amazed

You are enthroned above the heavens
The earth and all creation bow before You
You are crowned with strength and glory
The angels crying holy all surround You
For you will stand
Your kingdom has no end

Oh Holy God
I stay amazed
You are so much than words could ever say
Oh Holy God I pour out my praise
On the One who never ceases to amaze me

You are loving beyond treasure
Your presence is a treasure I am seeking
You are all consuming fire I am Your desire and You are mine

Im pouring out my praise on You
Im pouring out my love on You

Klaus Kuehn



DEDICATORIA

A mi mami **Maty Ortega**, quien es una mujer extraordinaria y ejemplar, a quien le debo todo lo que ahora soy. Gracias mami por amarme con mis errores y defectos, por ser mi mejor amiga, mi confidente, por alentarme y levantarme las manos, cuando se me debilitaban, pero sobre todo por ser partícipe de esto en todo momento, estoy tan feliz de tenerte a mi lado TE AMO.

A mi papi **Esteban Coronel**, quien es aquel hombre maravilloso que me ha enseñado en el corto tiempo de mí existir, que las cosas buenas de la vida siempre se obtienen con mucha dedicación y esfuerzo. De quien he aprendido la perseverancia y el amor por aquello que verdaderamente amas. Gracias papito por ayudarme a cada instante, por preocuparte siempre por todos nosotros y por hacer hasta lo imposible para que seamos muy pero muy felices, esto es tuyo. TE AMO.

A mi querida hermana **Marisol** quien me ha demostrado y enseñado lo hermosa que puede ser la vida ya sea en momentos buenos o malos. Gracias Milly por soportarme todos estos años, por corregirme, pero sobretodo por confiar en mí y por ser la gran hermana que yo esperaba. Te quiero mucho.

A mi precioso hermanito **Esteban** quien es un hombrecito noble y amoroso de quien hasta hoy he aprendido a no tenerle miedo a la vida, ni mucho menos ser cobarde, quien me ha enseñado muchas de las cosas que hoy han sido cruciales para mi formación. Gracias por todas los momentos tan felices que he vivido a tu lado, por siempre ofrecer tu hombro para consolarme y por regresar a casa y ser nuevamente quien eres tú. Te amo mucho hermanito.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS, dador de vida, de amor y de paz, a su hijo Jesús y Espíritu Santo quienes son el motor de mi vida y por los cuales vale la pena vivir. Gracias Dios por darme la oportunidad de culminar esta etapa, porque solamente tú sabes cuán doloroso y difícil ha sido mi caminar, gracias porque sé que aunque te falle no me dejaras de amar y siempre me recibes con brazos abiertos al regresar a ti.

A mis padres Esteban Coronel García y Maty Ortega Hernández, por darme la vida, por ser más que padres y por llevarme siempre de la mano. Gracias por su amor, alegría, apoyo, y por el inmenso cielo para volar el cual hemos conquistado juntos. Si Dios me diera oportunidad de escogerlos, los escogería miles de veces a ustedes. Los amo.

A mis hermanos Marisol y Esteban, quienes son esa chispa de alegría sobre mi corazón. Gracias hermanitos por estar siempre a mi lado y enfrentar juntos lo bueno y lo malo de la vida, por hacer de algo tan complejo lo más simple, por reírse conmigo de las cosas burdas de la vida, y sobre todo por alegrar mi existencia y días tristes con sus locas ocurrencias, los amo mucho y siempre están en mi corazón.

Debo de agradecer de una manera especial y sincera a la Dra. María Teresa Pulido Silva, por su gran y valioso apoyo en este trabajo, por el tiempo y recursos invertidos, por su amistad y sobre todo por creer en mí sin conocerme. Gracias por todas las aventuras vividas y las risas provocadas, pero sobre todo por hacerme crecer académicamente y como persona. Muchas gracias maestra!!

A los investigadores Dr. Numa P. Pavón Hernández, Dr. Arturo Sánchez González, M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, Quim. Blanca Estela Pérez Escandón, M. en C. Manuel González Ledesma y a la Dra. María del Consuelo Cuevas Cardona, por su tiempo y valiosos comentarios para la realización y mejora de este trabajo.

Al Dr. Hermilo Quero Rico, M. en C. Francisco Basurto Peña, Dr. Fernando Chiang Cabrera y Dra. Genoveva Villlobos, por su valiosa ayuda en la identificación de las muestras botánicas.

Al Dr. Carlos Martorell por su ayuda, tiempo y paciencia en los análisis estadísticos.

Al M. en C. Mario Segura Almaraz, por ser un profesor extraordinario, por su gran apoyo en este trabajo desde sus inicios hasta su culminación, por su valiosa amistad y cariño brindado, pero sobre todo por escuchar penas, dolores y alegrías y sobre todo por los buenos consejos brindados. Gracias colega!!

A mi querido e inseparable amigo Roger, por ser como un hermano, por tratar de entenderme y no abandonarme, por estar siempre cerca de mí y soportarme cada

día. Gracias por ser mi confidente y cómplice de muchas aventuras vividas, pero sobre todo por enseñarme el lado bueno de la vida...Te quiero mucho.

A dos grandes amigos que llenaron mi vida de alegrías. Gracias a ellos por compartir parte de su vida con la mía, por cada palabra pronunciada, por las risas provocadas y las lagrimas secadas, gracias por darme una lección de vida que jamás olvidare, porque de todo se aprende y a estas alturas ya no importa. Lo que siempre hay que recordar es que muchas de las cosas que disfrutamos hoy eran imposibles ayer y que esto solamente parte de lo eterno para no conocer el fin, los amo.

A mi amiga Biol. Lidyce Rubí Mendoza González, por estos años de amistad en los que hemos pasado muchas cosas, y por lo que falta. Gracias por los buenos tiempos y que el recuerdo de ellos perdure más que cualquier otra cosa, gracias por estar a mi lado siempre que te he necesitado, pero sobre todo por tu cariño, te quiero mucho amiguita.

A mis amigas de la carrera: Lidyce, Ibeth, Zaira, Sara, Diana, Arely, Chepis, Brenda, Aure, Lupita, Adriana, Ayle, Maribel y Nallely. Por la coincidencia que nos hizo amigas, por estos años de amistad, porque no importan las apariencias, lo que importa es lo que se lleva dentro. Gracias por la ayuda, el cariño y por todos los momentos vividos durante la carrera, los cuales llevo marcados en mi corazón.

A Dra. Tere, Jazmín, Aure, Chepis, Diego, Carlos, Gustavo, Pstr. J. Luis, Esteban, Roger, Jorge, y a las personas de la comunidad de Yerbabuena (Cesar, Jacinto y Apolinar), por su valiosa ayuda en el campo, sin ella no se hubiera logrado todo esto, muchas gracias.

A las familias García (Tlaxco) y Trejo Pilar (Taxhié), por brindarme su amistad y cariño, pero sobre todo por abrirme las puertas de su hogar y su corazón, gracias por enseñarme a elaborar todas esas artesanías tan hermosas, y valorar lo hermosa que es la vida.

A mis amigas del laboratorio: Aure, Jaz y Maricela (china), por darme ánimos y ayudarme en todo y porque siempre se preocupan por mí. Gracias por todas las palabras, aventuras, risas y sobre todo por las preocupaciones compartidas, las quiero mucho.

A todos los compañeros del laboratorio de Etnobotánica: Aure, Maricela (China), Jaz, Diego, Enrique, Lidyce, por hacer los días y las horas un poco mas amenas, con todas las ocurrencias que provocaban muchas risas, sobre todo las mías.

Agradezco el apoyo financiero al Proyecto FOMIX-HGO-2008-C01-95828 con título: "Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (segunda fase)", por la beca otorgada durante el periodo 2009-2010 para concluir satisfactoriamente este trabajo.



CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	5
2.1 Descripción del género y especie	8
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. OBJETIVOS	11
4.1 Objetivo general	11
4.2 Objetivos particulares	11
5. MÉTODO	12
5.1 Selección de las áreas de estudio	12
5.2 Descripción de las áreas de estudio	14
5.2.1 Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM)	14
5.2.2 Alfajayucan	15
5.2.3 Atotonilco el Grande	16
5.3 Usos artesanales	17
5.3.1 Salidas a campo	17
5.3.2 Entrevistas	17
5.3.3 Investigación participativa	18
5.4 Fenología	19
5.5 Cosecha óptima	25
5.5.1 Acuerdo con la comunidad	25
5.5.2 Experimento de defoliación	26
5.6 Análisis estadísticos	28
6. RESULTADOS	29
6.1 Usos artesanales	29
6.1.1 Procesos de elaboración de artesanías	36
6.1.1.1 Sombreros	38
6.1.1.2 Aventadores	39
6.1.1.3 Petates	41
6.1.1.4 Escobas/Escobetillas	42
6.2 Fenología	44
6.2.1 Producción y fenología foliar	44
6.2.2 Floración	52
6.2.3 Fructificación	56
6.2.4 Producción de Inflorescencias e Infrutescencias	59
6.3 Cosecha óptima	61
7. DISCUSIÓN	64
7.1 Usos artesanales	64
7.2 Fenología	68
7.3 Cosecha óptima	72
7.4 Limitaciones impuestas por el marco legal vigente	74
7.5 Uso sostenible de <i>Brahea dulcis</i>	76
8. CONCLUSIONES	78
9. BIBLIOGRAFÍA	79
10. ANEXOS	86

RESUMEN

Brahea dulcis (Kunth) Mart. es una de las palmas más útiles de ambientes semiáridos de México. Sus hojas jóvenes, son extraídas de ecosistemas naturales y tienen alta demanda para la elaboración de artesanías, adornos y ofrendas religiosas. Los objetivos de este trabajo fueron: documentar los usos artesanales que se le dan a *B. dulcis* en la zona central de Hidalgo, estudiar los patrones fenológicos de estructuras vegetativas y reproductivas, así como efectuar un experimento de cosecha óptima de hojas. Se realizaron entrevistas, métodos de investigación participante, observaciones fenológicas y un experimento de defoliación durante un año en algunos lugares de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán y en la parte central de Hidalgo. Los resultados indican que: 1) *B. dulcis* tiene al menos 26 usos en Hidalgo (más frecuentemente petates y escobas); 2) una planta puede producir de 12 ± 2.5 hojas anualmente presentando una relación estadísticamente significativa con la lluvia; una hoja útil para artesanías está disponible de 4.11 ± 0.17 quincenas, y de no ser cortada, permanecerá en la planta 20.18 quincenas; 3) observaciones hechas durante un año indican que el mejor tratamiento para una mayor producción de hojas es mantener altas intensidades de cosecha. La reglamentación actual señala que debe tenerse un permiso de aprovechamiento para cortar hojas de esta palma dentro del área de la Reserva, y ante la imposibilidad operativa de obtenerlo hay inconformidad de los pobladores locales, a pesar de que potencialmente este recurso podría usarse sosteniblemente. En conjunto, los resultados de esta tesis aportan elementos para plantear una estrategia adecuada de conservación de esta especie en el estado de Hidalgo.

1. INTRODUCCIÓN

Durante décadas los productos forestales no maderables (PFNM), han sido la base principal para el sustento de muchas familias mexicanas que se han dedicado a su recolección, manejo, transformación y comercialización, para solventar muchas de sus necesidades básicas. Existen estudios botánicos y etnobiológicos que muestran que en México, como en la mayor parte del mundo, el hombre utiliza a las palmas (familia *Arecaceae*) de muy diversas maneras; en algunos casos, las usan directamente ya sea como alimento, material de construcción o bien para la elaboración de algún producto que le sirva como fuente de ingresos, algunas otras palmas tienen uso ornamental en casas, parques y jardines. Podemos mencionar que en México, de una u otra manera, las palmas son utilizadas para techado, construcción, alimento, medicina popular, bebidas, muebles, artesanías, forraje, aceites, jabones y ornamentales (Caballero 1994; Quero 1994).

A pesar de su uso generalizado, en México existen pocos estudios enfocados al uso y manejo de las palmas, la mayoría son muy generales y en algunos sólo se hace mención del uso de ellas. Entre los trabajos más completos sobresale la contribución de Caballero (1994), quien hace un análisis detallado del uso y manejo de cuatro especies de *Sabal* que crecen en la Península de Yucatán. Además, trabajos como los de Olmsted y Alvarez-Buylla (1995), Pulido (2006) y Pulido y Caballero (2006) se han centrado en el uso sostenible de algunas palmas muy empleadas en México. Adicionalmente, destacan los trabajos taxonómicos de Quero (1994, 1994b), quien menciona la distribución de las palmas en México, sus patrones de asociación con otras plantas y los diversos tipos de vegetación donde están presentes.

Las palmas ofrecen un gran potencial para su aprovechamiento sostenible, porque muchos productos resultan de distintas partes de la planta, tales como los frutos, semillas u hojas, y el aprovechamiento de estas partes no necesariamente involucra la destrucción de la planta (O'Brien y Kinnaird 1996). Así, éstas brindan variados PFNM, los cuales son conjuntos de materiales biológicos diferentes a la madera en rollo, tabla o pulpa, y que además pueden obtenerse en un sistema natural o manejado, con el propósito de ser utilizado o comercializado por el hombre (Anónimo 1991/1992, O'Hara 1999). Una de las especies de palmas en México con mayores usos e importancia artesanal y considerada

como un PFSM es *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. (Arecaceae), debido a su amplia distribución, características biológicas y atributos de sus hojas, ya que éstas son ampliamente utilizadas como materia prima en la elaboración de artesanías, adornos y ofrendas religiosas y en el techado de las viviendas (Ugent 2000); aunado a esto, la gran creatividad de los artesanos ha brindado una amplia gama de productos, debido a la versatilidad que la palma presenta en el tejido, se han adaptado diversas formas y tamaños de artesanías, adquiriendo múltiples usos como la manufactura de petates, aventadores, escobetillas, escobas, cestos, tortilleros, sombreros, canastas, bolsas, sonajas, miniaturas, artículos religiosos, artículos para el campo e incluso juguetes.

Debido a la gran importancia económica que presenta este PFSM para muchas familias indígenas, es importante conocer más acerca de su relación con factores biológicos, sociales, culturales y económicos, es por eso que este trabajo tratará de entender algunos aspectos importantes de esta palma: su biología, reproducción, aspectos culturales y tradicionales.

Brahea dulcis se desarrolla sobre suelos calizos, principalmente en colinas semidesérticas. En México, se distribuye de forma natural en los estados de Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Quero 1994), pero Henderson *et al.* (1995), registran su distribución también en Centroamérica, en particular en Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Aunque su aprovechamiento es muy extendido en estados como Guerrero, Oaxaca y Puebla, en Hidalgo y otros estados de la República es usada en menor magnitud, y el conocimiento que se tiene de ella es muy escaso. En Hidalgo, la mayoría de sus poblaciones están dentro del área natural protegida Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán (RBBM), las hojas de esta palma son extraídas de las poblaciones naturales. Actualmente, estos palmares tienen diferentes grados de explotación; existen sitios donde se cosechan continuamente sus hojas con fines comerciales y otros donde esta actividad no se realiza (Pavón *et al.* 2006). La mayor parte de los recolectores pertenecen al grupo étnico Otomí, aunque también hay población mestiza. Los otomíes han utilizado esta palma desde tiempos antiguos para satisfacer muchas de sus necesidades básicas.

Por su versatilidad, indudablemente esta palma tiene un alto valor ecológico, cultural y económico para mucha gente que se dedica a su transformación. Las hojas recién emergidas son las más utilizadas y apreciadas, puesto que son las más adecuadas para elaborar las artesanías. Dada la importancia de sus hojas, es relevante conocer y comprender su ciclo biológico. Los estudios fenológicos son una herramienta básica para comprender el funcionamiento de los ecosistemas naturales, observando los cambios visibles que suceden en la planta y que favorecen o perjudican alguna fase de su desarrollo.

Además de los estudios fenológicos, son de gran aplicación los estudios de defoliación o cosecha óptima para lograr dar las recomendaciones sobre el uso biológico sostenible de un PFNM. Se conoce que la defoliación puede ocasionar cambios sobre las poblaciones al aumentar la mortalidad, retardar el crecimiento, y/o disminuir la reproducción de los individuos, como lo es el caso de *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata* (Olmsted y Alvarez-Buylla 1995) o puede ocasionar efectos sobre los ecosistemas y/o comunidades (Ticktin 2004).

En los últimos años, se han hecho diferentes estudios para saber cuál es el efecto de la constante defoliación en las palmas, debido a que éstas juegan un papel importante a nivel ecológico (por su gran resistencia a las perturbaciones y la protección en la erosión del suelo), comercial (en el mercado internacional, como planta ornamental y follaje) y doméstico. Los experimentos de defoliación han mostrado que pueden causar efectos negativos o positivos (favorece la producción de hojas, el crecimiento en la planta) sobre los individuos (Mendoza y Piñero 1987). En México se han realizado experimentos de defoliación en especies de palmas proveedoras de PFNM tales como *Chamaedorea tepejilote* (Oyama y Mendoza 1996), *Chamaedorea elegans* (Niels et al. 2003) *Astrocaryum mexicanum*, (Mendoza y Piñero 1987), *Sabal mexicana* y *Sabal yapa* (Martinez-Ballesté 2006). Sin embargo, sorprende ver que a pesar de la importancia cultural, religiosa, ornamental y económica que ha tenido *B. dulcis* en México, no existen trabajos publicados sobre experimentos de defoliación ni estudios fenológicos en esta especie. Además, se han realizado pocos estudios para conocer y evaluar el impacto que tiene el uso de esta palma sobre las poblaciones silvestres que les permitan su aprovechamiento y manejo sustentable (GEA 1996 en Pavón et al. 2006).

En este trabajo se estudió la palma *Brahea dulcis* en algunas regiones del estado de Hidalgo para documentar los usos artesanales que tiene, describir los patrones fenológicos de producción de hojas, además estudiar el efecto de diferentes frecuencias e intensidades de defoliación sobre la producción de hojas nuevas. En conjunto, este trabajo contribuye a brindar información biológica y etnobotánica, aplicable en planes de uso biológico sostenible de este PFNM en el estado de Hidalgo.

2. ANTECEDENTES

Se han realizado estudios sobre la palma *Brahea dulcis*, que abordan diversas temáticas tales como estudios históricos, ecológicos, etnobotánicos y de comercialización. A continuación se hará una síntesis de los estudios disponibles en la literatura.

Estudios históricos: *Brahea dulcis* ha tenido diversos usos artesanales, los cuales se remontan a la época colonial y persisten hasta nuestros días. Antes de la llegada de los españoles a México, muchos de los grupos indígenas, principalmente del sureste de México ofrecían ofrendas y pagaban tributo al imperio azteca; entre esas ofrendas, se incluían una serie de artículos elaborados con palma como son: cestos, petates, pequeños asientos, entre otros (Aguilar et al. 2005). Fue hasta la época Colonial, y con la llegada de los monjes Franciscanos, que se inició la elaboración de sombreros, lo que trajo una revolución muy importante a México, debido a que se convirtió en una de las industrias de exportación importante durante el siglo XIX y XX (Aguilar et al. 2005, Ramírez 1996).

Estudios sobre comercialización: Ha sido estudiada ampliamente la cadena de comercialización de esta especie, principalmente en comunidades económicamente marginadas de Guerrero y Oaxaca. Los estudios sugieren que el trabajo artesanal con *B. dulcis* sólo ha permitido que los artesanos vendan su fuerza de trabajo, sin que sea valorado su conocimiento, experiencia y su cultura; por lo tanto, esta actividad no ha permitido el desarrollo económico de las comunidades. A continuación se realiza una breve reseña de estos trabajos.

En la región de la Montaña de Guerrero, México, Mastache y Morett (1982) dieron un panorama general de la producción de diversos artículos elaborados con *B. dulcis*, además de explicar los procesos de obtención y distribución de la materia prima y toda la red de intermediarios que intervienen para la comercialización, tanto a nivel nacional

como internacional. Así mismo, señalaron las condiciones económicas de las comunidades y los papeles que desempeñan los gobiernos locales y federales en cuanto a la regulación de la elaboración de artesanías.

El trabajo de Ramírez (1996) hace referencia a la importancia del aprovechamiento de *B. dulcis* en la región de Topiltepec Guerrero. Explica los inicios de comercialización, qué partes de la planta se aprovechan, cuáles son los diferentes artículos que se elaboran con este recurso y cuál es el proceso para la fabricación de cada uno de ellos.

Aguilar *et al.* (2005) describen brevemente la utilización de esta palma desde tiempos antiguos, tanto en el hogar como en el mercado, dando un panorama general sobre la biología de la planta y cómo es la forma de cosecha por parte de algunas comunidades en Guerrero y Oaxaca. Asimismo, muestran una perspectiva de las cadenas de producción y comercialización desde las más antiguas hasta las más modernas para los productos elaborados con esta palma.

Illsley *et al.* (2006) dentro del marco de casos de estudio de comercialización de productos forestales no maderables, hacen referencia a los usos artesanales que se le da a esta palma en dos comunidades indígenas del estado de Guerrero, dando un enfoque de los aspectos biológicos, sociales y económicos que tiene en la comunidad, además del manejo tradicional que la gente le da a ese recurso, los procesos de cosecha y elaboración de artesanías, mostrando un panorama general de las cadenas de producción y comercialización para esta región.

Estudios etnobotánicos: Además de los trabajos ya citados (Mastache y Morett (1982) y Ramírez (1996), realizados en Guerrero), se encuentran los de Blancas (2001) y Sánchez (2005) que contribuyen a esta temática.

Blancas (2001) realizó un estudio etnobotánico de *B. dulcis* en el estado de Guerrero, recalando el valor cultural, ecológico y económico que presenta. Además, elaboró una lista de los usos de las partes vegetativas de la planta, y describió los procesos de elaboración de diversos productos artesanales.

Para el municipio de Metztlán (Hidalgo), Sánchez (2005) realizó un estudio sobre el uso y manejo de la Palma (*Brahea* sp.) y la vara de sauce (*Salix* sp.), en el que evaluó el disturbio ambiental que presentan las poblaciones silvestres. Además, documentó los procedimientos generales para elaborar escobas/escobetillas, petates y aventadores.

Estudios biológico/ecológicos: Los pocos trabajos realizados sobre el tema sugieren que la abundancia de esta especie se relaciona con sitios perturbados por desmontes, sitios que aparentemente no son compatibles con el aprovechamiento forestal (Castillo 1993; Casas *et al.* 1997). Otros trabajos relevantes son los de Ramírez (1996) Aguilar *et al.* (1996) Illsley *et al.* (2006) y Pavón *et al.* (2006) que se mencionan a continuación.

Ramírez (1996) realizó un trabajo enfocado a las mejoras, en cuanto al manejo campesino en la región de Topiltepec, además de dar a conocer la producción aproximada de hojas de *Brahea dulcis* en un lapso de dos meses de observación.

Aguilar *et al.* (1996) e Illsley *et al.* (2006) realizaron estudios de la producción foliar anual en Guerrero.

Pavón *et al.* (2006) elaboraron un estudio sobre *Brahea dulcis* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), Hidalgo, México. Ellos evaluaron cómo el corte de hojas de esta palma, por parte de indígenas otomíes, puede afectar algunos parámetros poblacionales de la especie. Así mismo, determinaron la importancia económica que el recurso tiene para la comunidad indígena.

Con esta breve revisión sobre los trabajos realizados con *B. dulcis*, se hace evidente que faltan aún más estudios y de mayor profundidad sobre este importante PFNM de México. Por esto Illsley (2001) afirma que aún no existen suficientes estudios sobre la biología de esta palma y que esto no ha permitido conocer su comportamiento. Un aspecto clave aún no abordado en la literatura es el estudio del efecto ecológico de la cosecha de hojas nuevas de *B. dulcis*. Sobre este tema se han realizado muy pocos estudios para saber cómo se regula el aprovechamiento y manejo de esta palma, además de que se conoce muy poco al respecto sobre la evaluación del impacto que tiene sobre las poblaciones el uso de este recurso (Illsley 2001).

Lo anterior contrasta con lo que se ha estudiado en otras palmas en México, que han sido empleadas como sistema de estudio para evaluar el efecto ecológico de la cosecha sobre sus poblaciones. Destacan los trabajos hechos con *Chamaedorea tepejilote*, *Chamaedorea elegans*, *Astrocaryum mexicanum*, *Sabal mexicana* y *Sabal yapa*. A continuación se describen brevemente estos trabajos.

En el trabajo de Mendoza y Piñero (1987), se evaluaron los efectos de tres niveles de defoliación en cuatro etapas de desarrollo en la producción de hojas, la probabilidad de reproducción, la producción de frutos y supervivencia de la palma, *Astrocaryum mexicanum*.

En el estado de Veracruz, Oyama y Mendoza (1990), estudiaron los efectos de tres niveles de defoliación artificial sobre la producción de hojas, el comportamiento reproductivo y la supervivencia de la palma *Chamaedorea tepejilote*.

Niels *et al.* (2003) analizaron los efectos de defoliación en el tamaño, crecimiento y reproducción de *Chamaedorea elegans*, estos relacionados con la disponibilidad de la luz, concluyendo que el mejor desarrollo de esta palma, es en ambientes soleados que en ambientes sombríos.

En el trabajo de Martínez-Ballesté (2006), en un periodo de dos años, se evaluaron los efectos de cosecha de las hojas y métodos tradicionales empleados por los agricultores mayas de Yucatán para las palmas *Sabal mexicana* y *S. yapa*, mostrando una alta productividad foliar para las plantas sometidas a tratamientos con una alta tasa de extracción.

2.1 Descripción del género y especie

El género *Brahea* cuenta con nueve especies, todas distribuidas en México, aunque algunas especies del género se distribuyen en Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Figura 1). Todas las especies crecen en zonas secas y semidesérticas, principalmente en sitios abiertos sobre rocas y suelos calizos, asociados con vegetación de matorral espinoso (Henderson *et al.* 1995) o en bosques y zonas semiáridas (Quero 1994b). Las nueve especies que conforman este género son: *B. aculeata*, *B. armata*, *B. brandegeei*, *B. decumben*, *B. dulcis*, *B. edulis*, *B. moorei*, *B. nítida* y *B. pimo* (Henderson *et al.* 1995).



Figura 1. Mapa de distribución de *Brahea dulcis* Fuente: Henderson et al. (1995).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *B. dulcis* Fuente: (Quero 1994b).

CATEGORIA TAXÓNOMICA

Reino	Plantae
División	Angiospermas
Clase	Liliopsida
Subclase	Arecidae
Superorden	Areciforae
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae o Palmae
Subfamilia	Coryphoideae
Género	<i>Brahea</i>
Especie	<i>Brahea dulcis</i>

Brahea dulcis (Kunth) Mart. (Arecaceae), alcanza hasta 8 m de altura y 20 cm de diámetro, con tallos solitarios y erectos en los que se muestran de manera clara las huellas de inserción de las hojas caídas. La palma tiene hojas simples palmeadas (en abanico) de color verde en el haz y pálido en el envés, divididas en 40 a 60 segmentos de 40-50 cm de largo. Las hojas se concentran en el extremo superior del tallo y su arreglo es en espiral; los pecíolos de 50 -75 cm de largo por 1,5-2,5 cm de ancho tienen dientes en los márgenes de 2-4 mm de largo (Quero 1989; Castillo 1993). La palma presenta inflorescencias colgantes en forma de racimo modificado que miden de 1-1,5 m de longitud. Las flores son sésiles (Quero 1994b). El fruto es una drupa monocarpelar y

monosperma, es decir, encierra una sola semilla, la cual es blanca y dura (Quero 1989; Castillo 1993). *B. dulcis* es la especie más abundante del género y tiene una distribución muy amplia, se encuentra en suelos calizos en elevaciones de 900 a 1900 msnm (Rzedowski 1983). Popularmente conocida como “palma de sombrero”, “palma dulce”, “palma de abanico”, “palma corriente”, “palma apache” y “palma pochitla” (Martínez 1979).

Esta especie presenta un papel ecológico relevante, debido a su gran resistencia a las perturbaciones en su hábitat y por lo tanto su permanencia es importante en la protección de la erosión del suelo (Mastache y Morett 1982). Su desarrollo es por dos vías, por reproducción sexual (semilla) y asexual (hijuelos con la misma información genética) (Ilsley 2006), los hijuelos son resistentes al fuego y la gente quema la vegetación que acompaña a las poblaciones de esta planta con el propósito de eliminar sus competidores y promover así el crecimiento de las poblaciones de la palma (Casas et al. 1997), además de esto, se ve favorecida por el disturbio humano, formando asociaciones casi puras en terrenos perturbados (Quero 1994).

La intensidad y la forma de cosecha de esta palma se verá reflejada en los palmares, debido a que cuando se dejan desarrollar los tallos que son el resultado de la germinación de la semilla, sólo cortándole un promedio de dos a tres hojas al año, la planta tendrá un crecimiento alto, alcanzando los nueve metros de altura, mientras si la intensidad de cosecha es elevada, le brotan numerosos ramets o hijuelos, que se forman de las raíces y de la base del tallo, formando grandes grupos de pequeños tallos, que pueden cubrir grandes extensiones (Aguilar et al. 2005).

En cuanto a su biología reproductiva se sabe que las semillas de esta planta tienen que pasar por el aparato digestivo de algunos mamíferos para facilitar su germinación (Ramírez 1996).

3. JUSTIFICACIÓN

Debido a los atributos biológicos, ecológicos y culturales que presenta *Brahea dulcis* en nuestro país, es importante conocer más acerca de este recurso que ha sido utilizado por muchos años en el estado de Hidalgo. Para lograr esto, es importante documentar el tipo de usos que tiene *B. dulcis*, ya que esto nos ayuda a entender de mejor manera la

importancia que esta representa para el hombre. Adicionalmente, es importante ampliar el conocimiento sobre la biología de esta palma debido a que este tema ha sido poco estudiado. Por último, es indispensable contribuir principalmente a la mejora de estrategias de cosecha de hojas jóvenes de esta planta que son materia prima para la elaboración de muchas artesanías. Todo lo anterior, en conjunto contribuye principalmente a la mejora de estrategias de cosecha de hojas, lo cual puede tener utilidad para las comunidades y para la conservación de esta especie.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Contribuir a generar el conocimiento básico sobre aspectos biológicos y culturales de la palma *Brahea dulcis* en el estado de Hidalgo, mediante métodos etnobotánicos y ecológicos, con la meta de alcanzar su aprovechamiento sostenible.

4.2 Objetivos particulares

Con la palma *Brahea dulcis*, en varias zonas del estado de Hidalgo se pretende:

- Determinar los usos que tienen las diversas estructuras de la palma *B. dulcis* y los objetos que se elaboran con éstas, en algunas regiones del estado de Hidalgo.
- Cuantificar el número de hojas requeridas en promedio para la elaboración de petates, escobas, sombreros y aventadores, así como documentar fotográficamente/visualmente estos procesos de elaboración.
- Establecer los patrones fenológicos de producción de hojas, flores y frutos en el transcurso de un año.
- Realizar un experimento de defoliación que permita contribuir a evaluar su efecto sobre la productividad de hojas.

5. MÉTODOS

5.1 Selección de las áreas de estudio

Para elegir los lugares de estudio, se revisó la literatura, se habló con algunas autoridades ambientales del estado de Hidalgo como el director de la RBBM Ing. Salvador Montes, el subdirector Ing. Miguel Ángel de Jesús Cruz y con algunas personas de las comunidades. El plan de manejo de la RBBM (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003) y una entrevista realizada en marzo de 2008 por la Dra. M. Teresa Pulido al director de la RBBM, Ing. Salvador Montes, mostró que en la Reserva las hojas de esta palma son cosechadas al menos en las localidades otomíes de Yerbabuena, El Palmar, Milpa Grande y el ejido El Pirú (con población mestiza), y son usadas con fines artesanales en el pueblo mestizo de Tlaxco. Mediante entrevistas hechas a artesanos de Tlaxco, por parte de la Dra. Pulido, sabemos que al menos durante ocho décadas los petates han sido transportados y comercializados a los mercados de Ixmiquilpan, Actopan, y otros mercados aledaños, donde son comprados por intermediarios.

Indagando con los artesanos de Tlaxco, con la cooperativa artesanal Flor del Valle localizada en Ixmiquilpan, quienes venden algunos productos hechos con palma, y con comerciantes del mercado de Ixmiquilpan, se logró establecer que en el estado los principales pueblos donde se realiza trabajo artesanal con esta palma son los poblados de Tlaxco (Metztitlán) y varios pueblos de Alfajayucan tales como Naxthéy, Taxhié, San Antonio Tezoquipan, San Lucas y Los Ángeles. Con este antecedente se eligieron los sitios de muestreo del presente trabajo de tesis.

Dado lo anterior, el estudio etnobotánico se realizó en los poblados de Taxhié y Tlaxco en donde hay artesanos que conocen el manejo de esta palma, en el poblado de Naxthéy no se realizaron entrevistas puesto que cuando se visitó la comunidad no se encontró a los artesanos. El estudio fenológico se llevó a cabo en el ejido San José Zoquital, perteneciente al municipio de Atotonilco el Grande, lugar con muy fácil acceso. En este sitio, frecuentemente se extraen las hojas secas de *Brahea dulcis* para ser utilizadas como combustible y además hay una alta intensidad de cosecha de hojas nuevas sólo en los días previos a Semana Santa, debido a la tradición de Domingo de Ramos. Por último, el estudio de defoliación se llevó a cabo en el poblado de Yerbabuena (Metztitlán), donde hay una alta tasa de extracción de hojas para ser vendidas en el

mercado de Ixmiquilpan. La ubicación geográfica de los sitios de muestreo se observa en la Figura 2, mientras que información detallada de cada sitio es proporcionada en la sección correspondiente.



Figura 2. Mapa de Hidalgo donde se muestran, los diferentes sitios de estudio. En Atotonilco el Grande se efectuó el muestreo fenológico; en la comunidad de Yerbabuena (Metztitlán), se realizó el experimento de defoliación. Los pueblos artesanales estudiados comprendieron Ixmiquilpan, Naxthé, Taxhié (pertenecientes a Alfajayucan) y Tlaxco (Metztitlán). Elaboró: Biólogo Antonio Quintero.

5.2 Descripción de las áreas de estudio

5.2.1 Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM)

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), se localiza en la región centro-oeste del estado de Hidalgo ($20^{\circ} 45'15''N$ y $98^{\circ} 23'00''W$). Se encuentra integrada por ocho municipios (Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles) y 153 comunidades (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2003).

La RBBM es una zona semiárida con una topografía accidentada y con pendientes pronunciadas o ligeras. Los tipos de vegetación son: Bosque de *Quercus*, Bosque de *Juniperus*, Bosque de Pino-Encino, Bosque Tropical Caducifolio, Matorral Submontano, Matorral Xerófilo, Pastizal y Vegetación Ribereña (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2003).

En el área de la Reserva, los tipos de propiedad de la tierra son sociales y privados. Los usos del suelo principales son: agrícola, pecuario y forestal. La población total en el área de la Reserva es de 32,215 habitantes, y esta conformada por 15,151 hombres y 17,064 mujeres que representan el 47% y 53% de la población total (INEGI 2005).

Localidades estudiadas en RBBM

Yerbabuena: Esta comunidad se localiza en las coordenadas geográficas $20^{\circ} 33'14''N$ y $98^{\circ} 56'57''W$, a una altitud de 1,880 msnm, es una zona semiárida con una topografía accidentada y con pendientes pronunciadas o ligeras con abundantes rocas calizas. La vegetación está integrada en su mayoría por Palmar y algunos relictos de Bosque de *Quercus*; algunas de las especies colectadas allí son *Brahea dulcis*, *Osmanthus* sp., *Eupatorium* sp., *Casimiroa pubescens*, *Dalea minutifolia*, *Brickellia* sp. y *Cestrum noctum* (Anexo 3). La propiedad de la tierra es ejidal, existiendo organización entre los pobladores por el uso y cuidado de ella, la gente se dedica a la siembra de maíz y frijol, al trabajo de albañilería y carpintería en zonas aledañas a la comunidad y temporalmente migran a Estados Unidos. La comunidad cuenta con una población total de 65 habitantes de los cuales 31 son hombres y 34 mujeres (INEGI 2005a). Esta comunidad es otomí, donde la mayoría de sus habitantes son bilingües. Este poblado cuenta con servicio de

energía eléctrica, un teléfono comunal, y carece de servicio de abastecimiento de agua, teniendo que acarrearla desde el río.

Tlaxco: Esta comunidad mestiza se localiza en las coordenadas geográficas 20° 42'35"N y 98° 49'10"W, a una altitud de 1,720 msnm, es una zona semiárida con pendientes pronunciadas. La vegetación está integrada por: Palmar y Bosque de sabino (*Juniperus* sp.). La gente se dedica a la siembra de maíz, al trabajo asalariado en la Vega de Metztlán, a la manufactura de artesanías, y gran parte de la población principalmente los jóvenes han migrado a Estados Unidos. La comunidad cuenta con una población total de 170 habitantes, de los cuales 80 son hombres y 90 mujeres (INEGI 2005).

5.2.2 Alfajayucan

Se encuentra localizado geográficamente en el Valle del Mezquital, estado de Hidalgo (20° 31' N y 99° 18' W), a una altura de 1,880 msnm. El municipio representa el 1.9% de la superficie del estado. El uso del suelo es agrícola, se cultiva maíz principalmente, debido a que cuenta con suelos ricos en materia orgánica. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvia en verano con una temperatura media anual de 17°C (INEGI 2005).

El tipo de vegetación en este municipio está formada principalmente de matorral espinoso; en algunas comunidades predomina la zona de bosque, en el cual existen especies de *Pinus*, *Quercus*, *Cupressus*, *Abies*, *Prosopis* y *Jacaranda*. De acuerdo a los resultados que presentó el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, el municipio cuenta con un total de 16,859 habitantes de los cuales 2,573 personas hablan alguna lengua indígena (INEGI 2005a).

Localidades estudiadas en Alfajayucan

Taxhié: Esta comunidad otomí se localiza en las coordenadas geográficas 20° 25'47"N y 99° 19'15"W, a una altitud de 1,900 msnm, es una zona semiárida. Los pobladores se dedican a la agricultura, ganadería y muy pocos a la elaboración de artesanías. Existe migración a Estados Unidos por parte de los jóvenes principalmente. La comunidad cuenta con una población total de 388 habitantes de los cuales 182 son hombres y 206 mujeres (INEGI 2005a).

Naxthéy: Geográficamente esta comunidad se localiza a 20° 26'22"N y 99° 19'31"W, a una altitud de 1,880 msnm, es una zona semiárida. Los pobladores se dedican a la agricultura, ganadería y al igual que en el poblado de Taxhié muy poca gente se dedica a la elaboración de artesanías. La comunidad cuenta con una población total de 287 habitantes, de los cuales 141 son hombres y 146 mujeres (INEGI 2005a).

5.2.3 Atotonilco el Grande

Este municipio se encuentra localizado a 20° 27' 28" N y 98° 50' 14" W, a una altura de 2080 msnm. El municipio representa el 1.47% de la superficie del estado. Gran parte de este municipio pertenece a la Sierra de Pachuca (Eje Neovolcánico), cuenta con un clima templado semi-frío, con una temperatura media anual de 15° C. El tipo de vegetación está formado por matorral, pastizal y bosque de *Quercus*. El uso principal que se le da a la tierra en el municipio es el agrícola y el pecuario, una porción de tierra es de uso de riego y lo demás es de temporal (INEGI 2005b).

De acuerdo a los resultados que presentó el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, el municipio cuenta con un total de 23,823 habitantes, de los cuales 149 personas hablan alguna lengua indígena (INEGI 2005).

Localidad estudiadas en Atotonilco el Grande

San José Zoquital: La comunidad se encuentra localizada a 20° 20'767"N y 98° 43'167"W, a una altitud de 1,940 msnm, es una zona semiárida con una topografía accidentada y con pendientes ligeras y abundantes rocas calizas. La vegetación está integrada por Palmar y Bosque de *Quercus* en el cual existen especies tales como: *Brahea dulcis*, *Tecoma stans*, *Eupatorium* sp., *Lantana camara*, *Ageratum corymbosum*, *Salvia* sp., *Bouvardia ternifolia*, *Crataegus* sp., *Berberis* sp., *Decatropis bicolor*, *Forestiera* sp., *Osmanthus* sp. (Anexo 3). La propiedad de la tierra es ejidal. La gente se dedica a la crianza de ovinos y caprinos y muy pocos a la siembra de maíz. Además, varios hombres trabajan como jornaleros en sitios tales como Atotonilco, y la Vega de Metztitlán, mientras que algunas mujeres descascaran las nueces del nogal. La comunidad cuenta con una población total de 151 habitantes (INEGI 2005a).

5.3 Usos artesanales

5.3.1 Salidas a campo

Se realizaron salidas de campo a la cabecera municipal de Alfajayucan, al poblado de Taxhié, y al poblado de Tlaxco (municipio de Metztlán); cada salida tuvo una duración de uno a dos días. La primera salida se realizó con el propósito de reconocer el área, e identificar los lugares y las personas que se dedican directamente a la fabricación de artesanías. Inicialmente, se indagó en Ixmiquilpan, sobre los poblados donde trabajaban con la palma, y varias personas coincidieron en afirmar que en la localidad de Alfajayucan existían artesanos dedicados a esta actividad. Se visitó la cabecera municipal de Alfajayucan y allí nos indicaron que en los pueblos de Naxthé y Taxhié (Alfajayucan), hay artesanos dedicados a esto. De la misma forma se realizó para el poblado de Tlaxco. Por último, visitando esas localidades, ubicamos a los artesanos con la ayuda de los mismos pobladores.

5.3.2 Entrevistas

Para definir cuáles eran los usos artesanales que la gente le da a *B. dulcis*, se realizaron dos tipos de entrevistas a los habitantes de las comunidades correspondientes: entrevistas abiertas y estructuradas (Alexiades 1996). En los tres sitios de estudio se realizaron un total de 25 entrevistas estructuradas, las cuales fueron realizadas por medio de un cuestionario previamente elaborado (Anexo 1). A cada informante se aplicaban preguntas generales para conocer que usos le dan a la palma, las estrategia de tejido para los diferentes tipos de artesanías, las épocas de corte y su manejo, de donde consiguen la palma, a quien se la compran, además del valor económico que la palma tiene para su comunidad, se entrevistó tanto a hombres como a mujeres que se dedican a la elaboración de artesanías, los cuales fueron seleccionados por recomendaciones de los mismos artesanos.

Las entrevistas se realizaron los días sábados y domingos entre agosto de 2008 y abril de 2009 debido a que son días en los que preferentemente se puede encontrar a los artesanos, ya que la fabricación de artesanías, se combina con otras actividades como la agricultura y recolección de leña.

5.3.3 Investigación Participativa

Para lograr aprender las técnicas de manufactura de artesanías se empleo el método de investigación participante, el cual consiste en la obtención de información sobre algún tema específico, centrándose principalmente en el desarrollo de relaciones entre la gente para investigar, estudiar, aprender y posteriormente actuar conjuntamente (Sohhg, 1995). Para este método no existen pasos ni reglas a seguir, pero existen algunas herramientas importantes que pueden servir de ayuda tales como: la curiosidad, las ganas de aprender de la gente y la capacidad de adaptarse a su ritmo y estilo de vida (Gary, 2001).

En diversas ocasiones se encontró a los artesanos elaborando algún producto de palma, e incluso se logró participar en su manufactura (Figura 3), fue así como se realizaron cuatro visitas programadas a dos artesanos de la comunidad de Taxhié, en las cuales se aprendió la manufactura de sombreros, al igual que algunos artículos que son utilizados en ceremonias religiosas. En la comunidad de Tlaxco se aprendió a elaborar petates, escobas/escobetillas y miniaturas, cabe mencionar que en esta comunidad sólo se visitó a mujeres artesanas, debido a que son ellas las que se dedican más al trabajo de la palma. Se realizaron visitas previas, para que pudieran mostrarnos las técnicas de tejido de los artículos y para trabajar en conjunto. Se tomaron fotografías digitales del proceso de manufactura, registrando los pasos requeridos para diseñarlos. Para sombreros, petates, aventadores y escobas, se realizaron las secuencias fotográficas de elaboración, incluyendo el tipo de tejido, la forma en que se teje, el tiempo y el número de hojas requeridas.



Figura 3. Investigación participante en la comunidad de Taxhie.

5.4 Fenología

Para este muestreo se eligió el ejido San José (Figura 4), cuya cabecera municipal es Atotonilco el Grande, debido a su facilidad de acceso, al encontrarse a unos metros de la carretera Pachuca-Huejutla. En este lugar se extraen hojas secas de *B. dulcis* para ser utilizadas como combustible, además, en los días previos a la tradición de Semana Santa, existe una alta intensidad de cosecha de hojas nuevas, debido a la tradición de Domingo de Ramos. En los demás días del año la cosecha de hojas nuevas es nula.

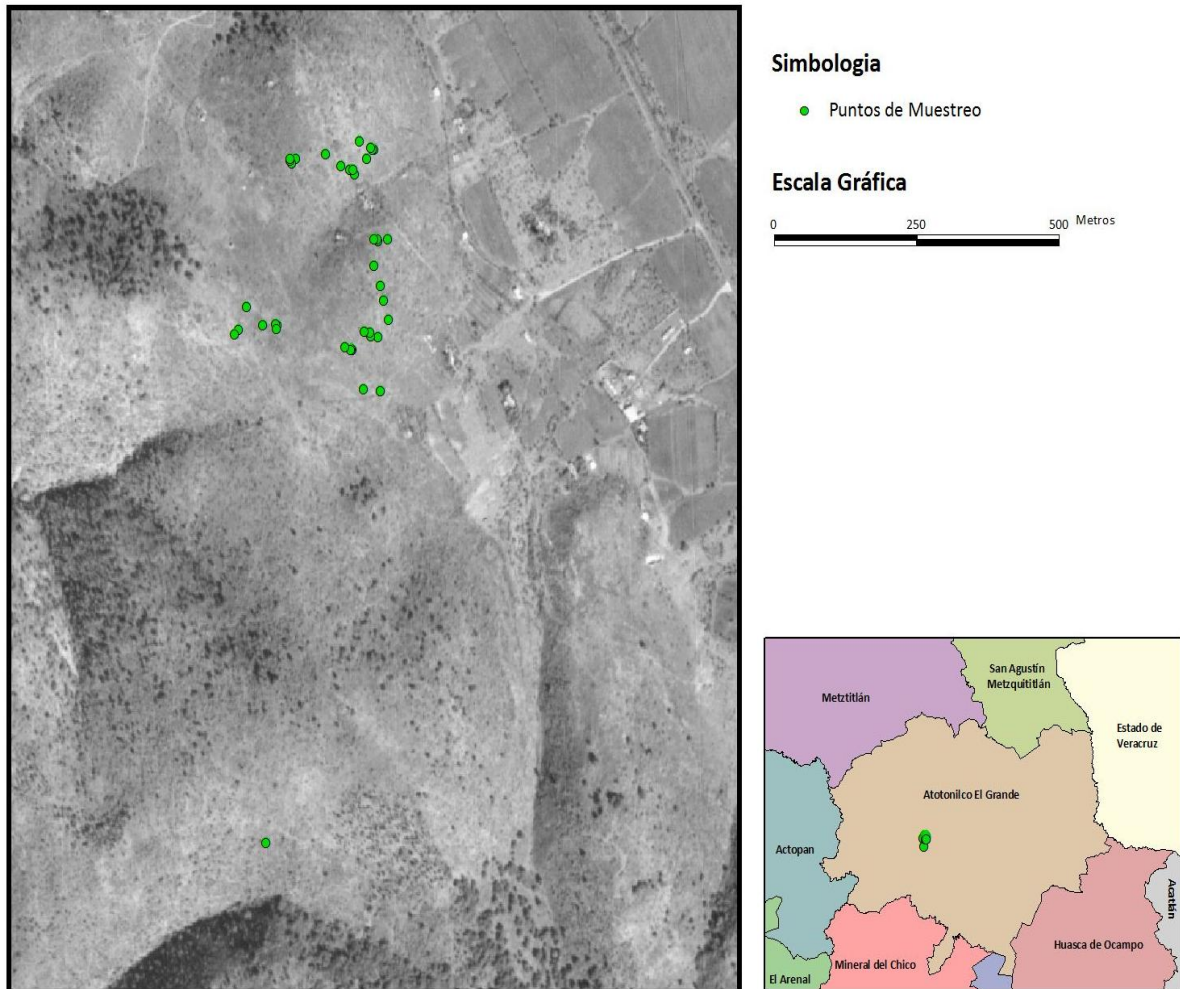


Figura 4. Mapa de ubicación del Ejido San José municipio de Atotonilco el Grande, los puntos en verde corresponden a las plantas muestreadas. Elaboró: Biólogo Antonio Quintero.

El muestreo fenológico tuvo una duración de un año, desde julio de 2008 hasta julio de 2009, realizando censos cada 15 días. Se eligieron un total de 42 individuos de *B. dulcis* (debido a que fueron los que se alcanzaron a muestrear en un día), además que presentaran una altura promedio de 0.6 a 1.6 m (para evitar errores de medición dada la altura del observador), y finalmente estuvieran homogéneamente distribuidos. Se excluyeron los que se encontraban espacialmente agrupados en manchones, esto se realizó buscando la independencia estadística de la muestra, ya que sabemos que los individuos cercanos pueden ser genéticamente idénticos.

Para el primer censo, cada individuo fue etiquetado, se tomó su punto de referencia (GPS), se midió la altura total y relativa de la planta (Figura 5), se contó el número de hojas cosechadas anteriormente y el número de hijuelos. Además, en cada

individuo se realizaron conteos de hojas, inflorescencias e infrutescencias y éstas se clasificaron en categorías.

En cada censo se midieron, se marcaron y se pintaron las hojas nuevas de cada individuo, utilizando colores diferentes en cada muestreo, para diferenciar en el individuo, el surgimiento de cada hoja nueva en diferentes quincenas. Para cada individuo se continuó midiendo el desarrollo de las hojas nuevas desde su nacimiento hasta convertirse en hojas secas. Además, se contó el número de inflorescencias.

Se realizó el seguimiento de 42 individuos durante un año, con observaciones quincenales, para evaluar la productividad foliar promedio. Además en 15 de estos 42 individuos se marco el surgimiento de una hoja nueva y se observó su desarrollo durante un año registrando sus fases de desarrollo. Con la información obtenida se calculó el porcentaje de sobrevivencia de las hojas marcadas.



Figura 5. Altura (a) altura total, (b) altura relativa.

A continuación se describen detalladamente las categorías tomadas en cuenta para las observaciones fenológicas de hojas, inflorescencias e infrutescencias.

Las hojas fueron divididas en las categorías nueva, verde y seca (Figura 6). Una hoja nueva se definió como aquella que se encuentra brotando del meristemo apical y cuya lámina foliar en la parte más proximal al peciolo no sobrepasa una distancia que abarque la palma de la mano, es decir que no supere un máximo de 15 cm de ancho. Una hoja verde fue definida como aquella en la cual la lámina foliar sobrepase los 15 cm de

ancho, tomando en cuenta el color verde más intenso a diferencia de la hoja nueva. Por último, una hoja seca fue aquella que tenía un color café pardoso y que además ya no permanecía erecta como las demás.

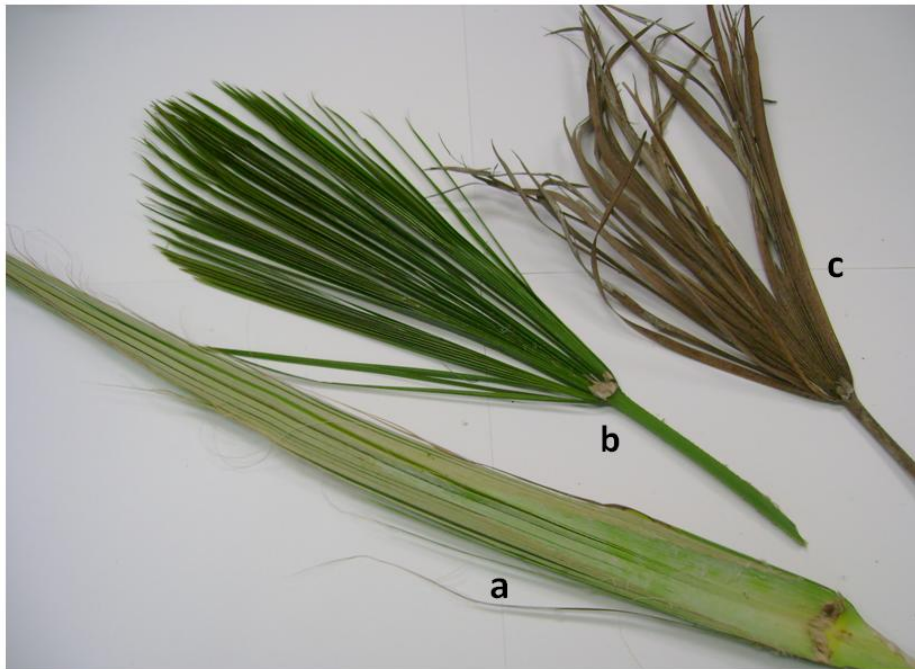


Figura 6. Hojas (a) hoja nueva, (b) hoja verde, (c) hoja seca.

Para el caso de las inflorescencias se crearon diferentes categorías, según el estadio de desarrollo que presentaban a lo largo de los censos: pubescente, botón, flor y flor seca (Figura 7). La categoría pubescente fue definida como aquel estadio en el cual las raquilas presentarían una textura fina y suave con un color cremoso y nacarado. La categoría botón fue tomada en cuenta por la presencia de los pétalos inmaduros fusionados, de color verde. La categoría flor fue delimitada por la totalidad de apertura de los pétalos y por la presencia de las estructuras que la caracterizan como: pétalos, sépalos, estambres y pistilo. Por último, una flor seca fue definida como aquella que presentaba un color café oscuro y se encontraba fecundada, en la que el óvulo se convierte en semilla, mientras que los carpelos u hojas modificadas que forman el gineceo van transformándose para dar origen al fruto.

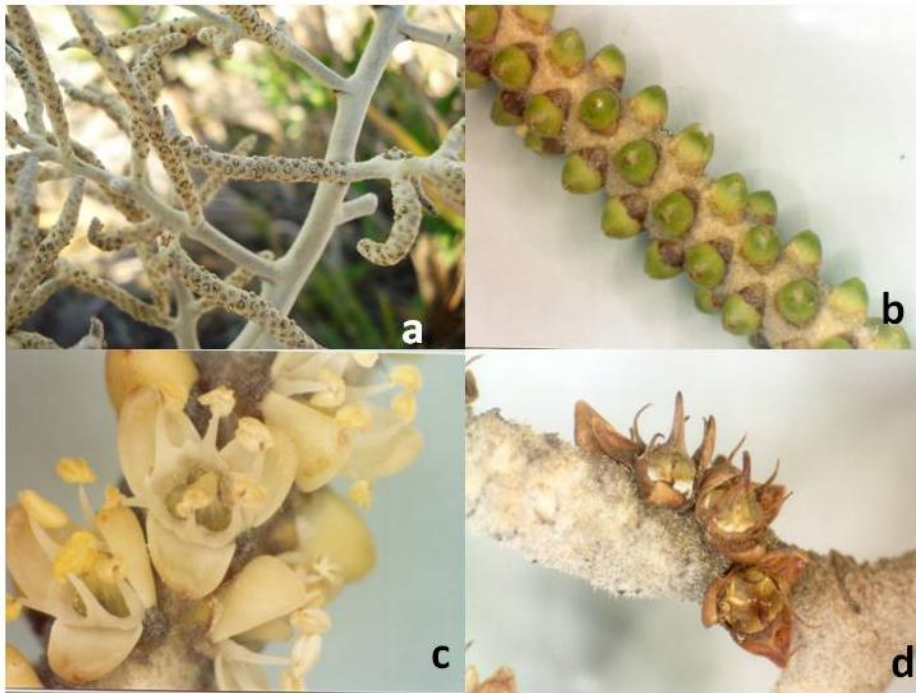


Figura 7. Estado de desarrollo de Inflorescencias (a) pubescente, (b) botón, (c) flor, (d) flor seca.
Fotos: b c y d. M.en C. Mario Segura Almaraz.

Para los individuos que presentaban inflorescencias emergentes se crearon categorías nuevas que comprendían su perímetro, longitud, número de racimos y vainas (Figura 8).



Figura 8. Inflorescencia emergente (a) perímetro, (b) vainas, (c) racimos, (d) longitud.

En el caso de las infrutescencias también se crearon diferentes categorías, según fuese el estado del fruto: fruto verde, amarillo, negro y seco (Figura 9). Estas categorías fueron fácilmente distinguidas con base en el color de la mayoría de los frutos de una misma inflorescencia.



Figura 9. Coloración de frutos (a) verde, (b) amarillo, (c) negro, (d) seco. Fotos: a y b. M.en C. Mario Segura Almaraz.

Además del color de los frutos, para cada infrutescencia se tomó en cuenta la abundancia de éstos, dividiéndose en abundante, medio, poco o escaso (Figura 10).



Figura 10. Abundancia de frutos (a) poco, (b) medio, (c) abundante.

5.5 Cosecha óptima

5.5.1 Acuerdo con la comunidad

El experimento de defoliación se llevó a cabo en el ejido otomí de La Yerbabuena (Metztitlán) (Figura 11), en donde la intensidad de cosecha de hojas nuevas de *Brahea dulcis* es alta. Inicialmente se realizó una reunión con los ejidatarios del lugar para platicar con ellos y pedir su autorización sobre el trabajo que se deseaba realizar.

Se procedió a la explicación del trabajo, realizando esquemas lo más entendible posibles para que la gente comprendiera y sobre todo participara, sin perder el objetivo general del trabajo (Figura 12). Como el proyecto comprendía la abstención de corte en 100 individuos marcados, se llegó a un acuerdo con la gente para evitar que durante el transcurso del muestreo cortaran hojas tiernas de las palmas marcadas. Ellos aceptaron, sin embargo argumentaron que existían algunas personas provenientes del ejido de Aguahedionda, que se dedicaban al corte de hojas nuevas y al respecto ellos no podían hacer nada e incluso que si los llegaban a encontrar les comentarían cuales plantas podrían cosechar, pero de ellos ya no dependería que se cumpliera con lo establecido.

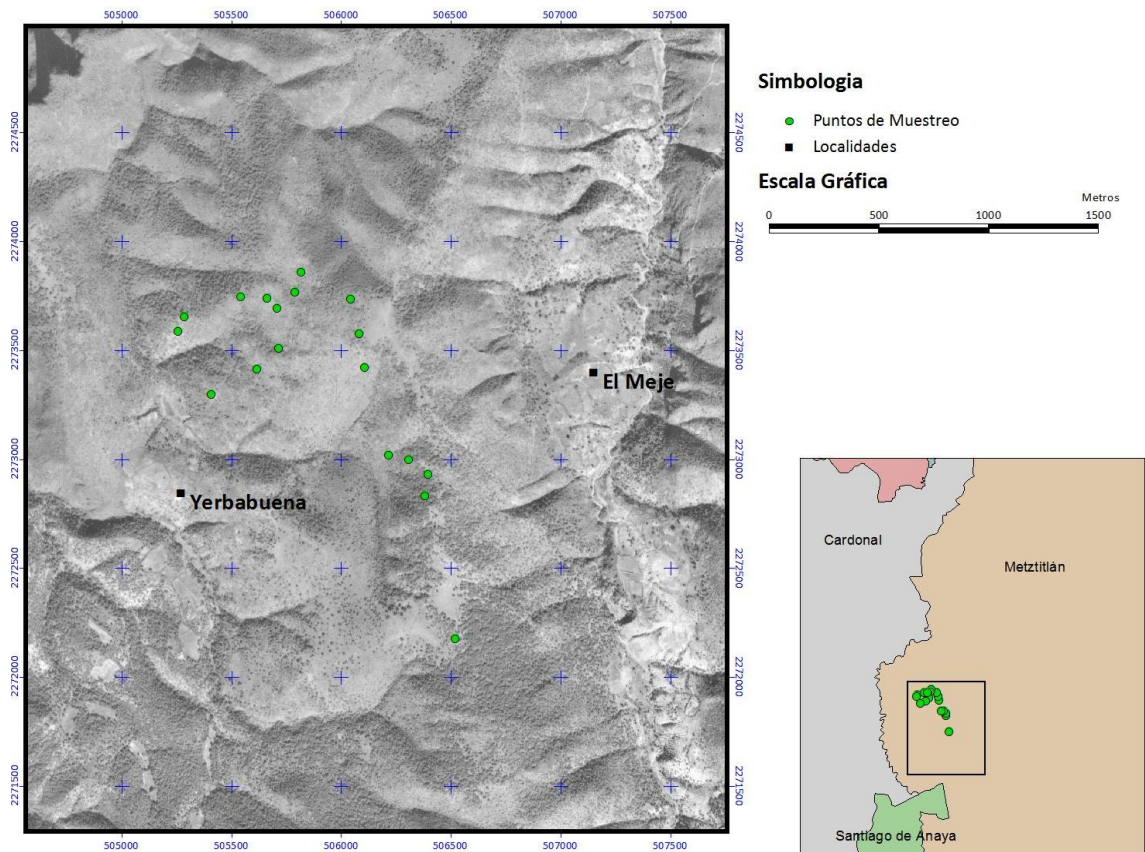


Figura 11. Mapa de ubicación de la localidad de Yerbabuena municipio de Metztlán, los puntos en verde corresponden a las plantas muestreadas. Elaboró: Biólogo Antonio Quintero.

5.5.2 Experimento de defoliación

El experimento tuvo una duración de un año (julio de 2008 hasta julio de 2009) y se realizó sobre 100 individuos a los que se aplicó un total de cinco tratamientos. Se usó un diseño experimental en bloques (20) ubicados al azar a lo largo de la comunidad. Cada bloque estuvo compuesto por un individuo de cada tratamiento, también asignado al azar.

Los tratamientos empleados fueron una combinación de diferentes frecuencias (semestral o anual) e intensidades de cosecha (cero, dos y cuatro). Se utilizaron en total cinco tratamientos: 1) palmas control, que correspondían a palmas no cosechadas, las cuales fueron pintadas de color azul claro; 2) palmas cosechadas cada seis meses, eliminando dos hojas nuevas aun sin abrir, marcadas con color blanco; 3) palmas cosechadas cada seis meses, eliminando dos hojas nuevas aún sin abrir y dos hojas verdes, pintadas de color beige; 4) palmas cosechadas una vez al año, eliminando dos

hojas nuevas aun sin abrir, pintadas de color azul fuerte; 5) palmas cosechadas una vez al año, eliminando dos hojas nuevas aun sin abrir y dos hojas verdes marcadas con color rojo.

Los 100 individuos sometidos al tratamiento incluyeron a individuos juveniles y adultos, con alturas que oscilaran entre 0.6 a 1.6 m de alto, esto para descartar posibles errores por fallas en la medición. Cada individuo fue etiquetado, se tomó su punto de referencia (GPS), se marcó la primera, segunda y tercera hoja más nueva y se colocó una marca de color con pintura en las bases del pecíolo de la hoja, para poder diferenciar a qué tratamiento correspondían.

Al inicio y al final del experimento, en cada individuo se tomaron los siguientes datos: altura total de la planta (desde el piso hasta la base del pecíolo de la hoja más joven), altura relativa de la planta (cerca de la copa, se colocó una marca fija que se uso como punto de referencia para medir el incremento neto en altura), número de hijuelos, número de hojas cosechadas anteriormente, número de hojas nuevas y verdes antes del experimento, número de hojas secas pegadas a la planta, número de inflorescencias e infrutescencias verdes y secas. Además, para los individuos de los tratamientos #2 y #3, en enero de 2009, se registró el número de hojas producidas durante los seis primeros meses del experimento y se les repitió el corte de hojas según el tratamiento.



Figura 12. Acuerdo con la comunidad de Yerbabuena Metztlán, Hidalgo

5.6 Análisis estadísticos

Para analizar si la producción de hojas nuevas de *B. dulcis* se asociaba con la precipitación, se aplicó un análisis de regresión lineal simple al número de hojas nuevas producidas por la palma y a la cantidad de lluvia recolectada en la zona mediante un pluviómetro casero, el cual estaba constituido por un bote de metal con un área de 188.69 cm², y una altura de 104 cm, al cual se le agregó aceite de automóvil (para evitar la evaporación del agua). En cada muestreo el agua fue recolectada para ser mediada posteriormente en el laboratorio.

Con la finalidad de analizar más a fondo la relación que existe en la producción de hojas y la precipitación, se realizó un segundo análisis de regresión considerando los datos registrados mensualmente de productividad foliar y los datos de precipitación promedio mensual por 15 años (1991-2006), los cuales fueron tomados del libro Cambio climático en el estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas (Pavón y Meza 2009). Los análisis de regresión, se hicieron comparando la productividad foliar de cada mes con la precipitación promedio de cada mes, con la de un mes atrás y dos meses atrás.

Se eligió esta prueba porque permite evaluar la relación de una variable dependiente (producción de hojas nuevas) con relación a una variable independiente (precipitación). En el modelo de regresión lineal simple, la precipitación fue considerada como la variable independiente (X), y la productividad foliar como la variable dependiente (Y). El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico (MYSTAT versión 12).

Para demostrar cuales son los factores que intervienen sobre la productividad foliar, se utilizó el paquete estadístico GLIM (Crawley 1993). A la variable independiente que fue considerada como el número de hojas nuevas totales producidas, se le asignó un error tipo Poisson y los datos fueron ajustados a un modelo lineal. La altura, altura al cuadrado, número de hijuelos y número de estructuras reproductivas fueron considerados como variables (x) que constituyeron el modelo máximo para evaluar la producción de hojas nuevas (y) a lo largo del estudio (Anexo 2).

Los resultados del experimento de defoliación fueron analizados con el programa estadístico MLGM (Littel *et al.* 1996, Crawley 2007), el cual es el conjunto del análisis de modelos de efectos fijos (tratamientos) y efectos aleatorios (bloques), se le asignó un

error tipo Poisson y los datos fueron ajustados a un modelo lineal. El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico R.

6 RESULTADOS

6.1 Usos artesanales

En las comunidades que forman parte del Valle del Mezquital, la gente que se dedica al trabajo de la palma combina esta actividad con el campo, siendo esto complementario para el sustento de la economía familiar. La palma *Brahea dulcis*, es un recurso natural muy valorado por la gente, que se ha empleado para diversos fines (Cuadro 2).

De esta palma se aprovechan casi todas sus partes y, según el valor de uso que la gente le da en el estado de Hidalgo, podemos clasificarlos en diferentes categorías, entre los más importantes encontramos el artesanal y el religioso. Existen diversos artículos artesanales que se elaboran con la hoja nueva de la palma, entre ellos podemos mencionar: petates, aventadores, escobas/escobetillas, sombreros, bolsas, tortilleros, miniaturas y la cinta que es utilizada en la elaboración de sombreros. Muchos de estos artículos son de uso doméstico y forman parte de la vida cotidiana de la gente. Otras estructuras de la planta son utilizadas para fines diversos. Las hojas verdes se usan en la elaboración de arreglos florales, las hojas secas son utilizadas como combustible en la comunidad de Atotonilco el Grande. En la comunidad de Metztlán la gente utiliza las brácteas foliares de la palma para la elaboración de suaderos o almohadillas para los burros, que sirven para que a los animales no les lastime la carga.

Por último encontramos el uso religioso. Esta palma forma parte muy importante en la celebración de Semana Santa (Domingo de Ramos) (Figura 13) no sólo en Hidalgo, sino en todo el país. En la comunidad de Tlaxco la gente acude a la iglesia a bendecir los ramos que ellos mismos han elaborado o han sido regalados por gente de la comunidad; estos ramos son tejidos con la hoja nueva de la palma con la que forman diferentes figuras según la imaginación de cada persona, y la adornan con flores que la gente corta de sus huertos o jardines. Antes de entrar a la iglesia para que los ramos sean bendecidos, la gente se reúne en el atrio de la iglesia y entra entonando cantos alusivos a la celebración, ya dentro de la iglesia se da una breve enseñanza bíblica y se procede a la bendición de

los ramos. Cuando termina la ceremonia, la gente se despiden y toma unos panecillos sin sal, elaborados previamente por algunas personas de la comunidad, que simboliza que nunca faltará el alimento en la casa durante el año.



Figura 13. Hombre de la comunidad de Yerbabuena, Metztitlán, elaborando un ramo con la hoja nueva de *B. dulcis*, el cual es utilizado en Semana Santa.

Otro uso religioso, que muestra la gran importancia que la palma representa para la gente, es el que se realiza en la comunidad de Taxhié, perteneciente a la localidad de Alfajayucan Hidalgo, donde a la gente que muere, le es colocada una cruz de palma sobre la cabeza (Figura 14). Según relatos de algunos habitantes, esto se debe a que existió un hombre en esa localidad que un día murió y en su caminar al cielo, llegó hasta donde estaba San Pedro, quien le preguntó: ¿Por qué no traes sombrero?, a lo que él le dijo que no sabía que tenía que usarlo. San Pedro le explicó que ponérselo era un requisito para entrar al cielo, además de que lo protege del sol en el largo camino. Después de esto San Pedro le dijo que podía regresar a la tierra y decirle a la gente que cuando murieran tenían

que ser enterrados con un sombrero. Para esto la gente diseñó una corona con una cruz de palma, con unas cintillas del mismo material que dan el aspecto de un gorro o sombrero, la cruz en la frente es para ahuyentar a los peligros en el caminar hacia el cielo.



Figura 14. Artesano de la comunidad de Taxhié, Alfajayucan, Hidalgo, elaborando una cruz de palma, la cual tiene un uso religioso cuando la gente muere.

Cuadro 2. Usos de cada una de las partes de la palma *Brahea dulcis* en el estado de Hidalgo, de acuerdo con información de campo, excepto donde se indica.

Parte utilizada	Producto	Usos/Descripción
Palma entera		Ornamental: Adorno en casas y jardines
Hoja nueva	Cinta	Materia prima, utilizada para la elaboración de sombreros y bolsas.
	Petate	Doméstico: Tapetes de palma, utilizados para dormir.
	Aventadores	Doméstico: Instrumento utilizado, para provocar el esparcimiento del aire en el fogón.
	Escobas	Doméstico: Para barrer la casa
	Escobetillas	Doméstico: Para limpiar las cenizas del fogón o comal.
	Tortilleros	Doméstico: Recipiente donde se depositan las tortillas.
	Bolsas	Doméstico: Bolsa tejida para guardar cosas.
	Sombreros	Doméstico: Para cubrirse del sol
	Miniaturas	Pequeñas artesanías, utilizadas como adornos en eventos especiales.
	Ramos	Religioso: Elaborados y utilizados en Semana Santa para la festividad de Domingo de Ramos.
	Ramos (palmas)	Mágico-religioso: Los ramos utilizados en la celebración de Semana Santa, se colocan detrás de las puertas para alejar los “malos espíritus” (B. E. Pérez-Escandón <i>comunicación personal</i>).

Parte utilizada	Producto	Usos/Descripción
	Ramos (palmas)	Mágico-religioso: Los ramos utilizados en la celebración de Semana Santa, se colocan detrás de las puertas para evitar los truenos sobre las casas en días lluviosos (M. A. Villavicencio <i>comunicación personal</i>).
	Ramos (palmas)	Religioso: Los ramos utilizados en la celebración de Semana Santa de años anteriores, se queman en las actividades previas a Domingo de Ramos y la ceniza que se obtiene de ellas es colocada en la frente de los feligreses el “miércoles de ceniza”(B. E. Pérez-Escandón <i>comunicación personal</i>).
	Cruz	Ritual: Se coloca a los muertos en la frente
	Hoja rajada	Comercial: Para amarres de verduras.
	Hoja sola	Cubierta: La hoja se utiliza para cubrir el zacahuil (comida tradicional de la huasteca Hidalguense) y es reemplazada por la hoja de plátano.
	Capotes	Capas de hoja de palma tejidas usadas antiguamente para protegerse de la lluvia.
Hoja verde	Adorno	Se utiliza en adornos florales.
	Cercas	Doméstico: Se coloca para delimitar terrenos.

Continuación cuadro 2

Parte utilizada	Producto	Usos/Descripción
Hoja seca	Combustible	Combustible: Se utiliza como sustituto de leña.
	Techos	Doméstico: Techado de casas (Escobar 2005 y E. R. Martínez <i>comunicación personal</i>)
	Fumigante	Doméstico: Se queman hojas secas de la palma y el humo se esparce por los gallineros para eliminar el exceso de “gorupos” (Familia Acaridae) y evitar que los pollitos mueran (E. R. Martínez <i>comunicación personal</i>)
Flores		Alimenticio: Se comen en quesadillas (Escobar 2005).
Fruto “capulín”		Comestible
Brácteas foliares		Almohadilla colocada sobre el lomo de burros, para que no les lastime la carga



Figura 15. Usos artesanales de *Brahea dulcis* en el estado de Hidalgo. a) Escoba, b) Cesto/canasta, c) Aventador, d) Brácteas foliares (utilizadas para elaborar suaderos para burros) Foto: Josefina Ramos Frías. e) Canasta, f) Sombrero, g) Ramo usado en Semana Santa. Foto: Josefina Ramos Frías. h) Hojas secas usadas como combustible, Foto: M. Teresa Pulido. i) *Brahea dulcis* en jardín, j) Hojas secas de *B. dulcis* usadas como cerca.

En la comunidad de Tlaxco (Metztitlán) además de dedicarse a las labores agrícolas, algunos pobladores complementan sus ingresos con la elaboración de artículos artesanales, que se venden a algunos pobladores locales y en otras ocasiones en comunidades aledañas a Tlaxco. Entrevistas realizadas a los artesanos de Ixmiquilpan, Taxhié y Tlaxco indican que las artesanías más elaboradas son los petates, seguidas de las escobas (Figura 16).

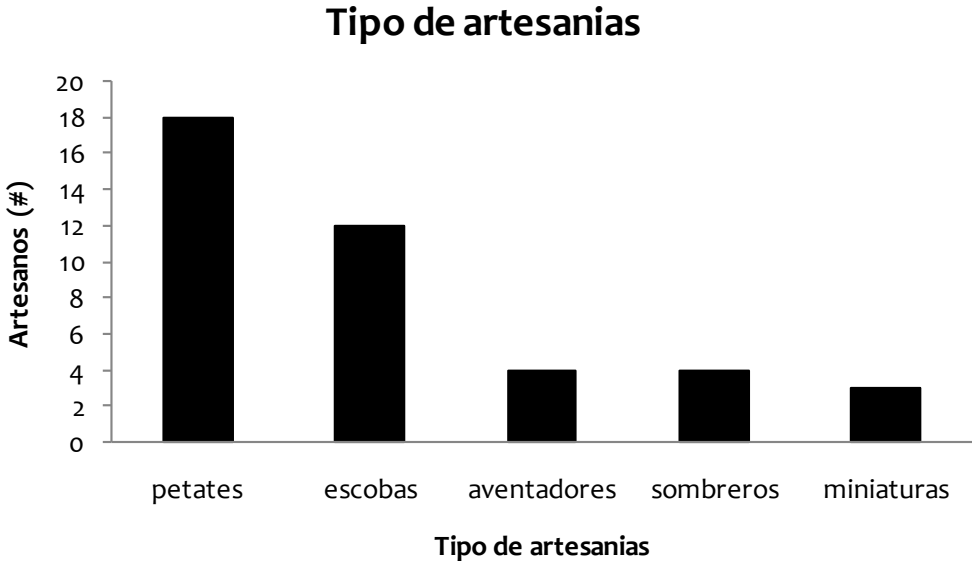


Figura 16. Tipo de artesanías elaboradas con *Brahea dulcis* en Ixmiquilpan, Tlaxco (Metztitlán) y Taxhié (Alfajayucan) en el estado de Hidalgo, México. La gráfica muestra las artesanías más elaboradas y la cantidad de artesanos dedicados a su manufactura. Los petates son las artesanías más frecuentemente elaboradas, seguidos de las escobas, mientras que la gente que fabrica aventadores, sombreros y miniaturas, es más escasa por la dificultad y el proceso que lleva la palma para elaborarlos.

6.1.1 Procesos de elaboración de artesanías

La base para la elaboración de muchas artesanías es la hoja nueva de *B. dulcis*, pero el lograr tener un producto artesanal implica varios pasos, desde la selección y el corte de las hojas, los procesos de hervido, secado y rajado, hasta el tejido.

Selección y corte: Las hojas nuevas de la palma se recolectan en vegetación natural dominada por palmas o en algunos casos bosques de *Juniperus* (“sabino”) con palmas en el sotobosque. Sin embargo, muchos artesanos no cosechan directamente la palma, sino que compran sus hojas en el mercado de Ixmiquilpan y Metztitlán principalmente. Este trabajo es combinado con actividades secundarias tales como el pastoreo y la recolección

de leña. La gente que se dedica a esta actividad, selecciona y corta las hojas nuevas que no tienen la lámina foliar extendida aún. Para el corte de hojas se emplea un machete y se corta el peciolo de la hoja procurando no dañar la planta.

La selección de hojas es importante, generalmente se cosechan las hojas de individuos que comprenden una talla que no transpase el límite de los 90 cm y 1.60 m, es decir, una altura promedio en la cual los recolectores puedan cosechar las hojas. Las plantas que oscilan entre esa altura producen hojas que son las más adecuadas para la elaboración de artesanías, mientras que individuos de talla más pequeña producen hojas pequeñas, inadecuadas para el trabajo artesanal.

Hervido: Una vez que las hojas nuevas de la palma son cortadas se colocan en agua hirviendo durante un periodo de una hora, esto con el objetivo de que la palma adquiera mejor flexibilidad para el tejido. Después de hervidas se sacan del agua y son colocadas sobre un plástico en el techo de la casa, en cercas de madera, o bien se colocan en tendedores.

Secado: Las hojas hervidas son puestas al sol durante un periodo de 3 a 5 días, el número de días influye con la estación del año. Este proceso se realiza con la finalidad de que las hojas no guarden humedad y adquieran un color más blanco, a este proceso se le llama “blanqueado”. Cuando las hojas son colocadas en el techo de las casas, se deben voltear constantemente para que se logren secar de ambos lados. Una vez secas, pueden conservarse durante años.

Rajado: Este proceso consiste en ir cortando en secciones o tiras sencillas (botánicamente los segmentos) la hoja de la palma con la ayuda de un cuchillo, una aguja o incluso con una púa de maguey. La hoja puede cortarse sagitalmente o longitudinalmente y en cualquier caso posteriormente las partes más duras son usadas para las escobas, mientras que las más blandas son empleadas para los otros tipos de objetos.

Tejido: La hoja hervida se utiliza para el tejido de sombreros, miniaturas, bolsas y canastos, entre otros. Antes de comenzar la elaboración de algún artículo, se colocan a remojar tiras de la hoja de palma, para que no se quiebren y tengan buena flexibilidad a la hora de tejerse. Algunos artesanos elaboran un cono con una penca de maguey y ahí colocan las tiras de hojas, para que guarden humedad.

En algunos casos, no se realiza el paso de hervir la hoja de palma, de manera que la hoja recién cortada es trabajada siguiendo los pasos descritos. Este segundo procedimiento conduce a que el objeto elaborado tenga una consistencia más rígida, un color algo más oscuro y es más susceptible a resquebrajarse.

Se sabe que la hoja nueva de la palma se emplea para realizar diferentes tipos de artesanías (Blancas 2001, Ramírez 1996, Aguilar *et al.* 2005, Iillsley *et al.* 2006). Primeramente pasando por diferentes procesos de transformación, para luego procesarla en la manufactura de varios artículos que se ocupan para el hogar o bien para vender. A continuación se realiza una breve descripción de los procesos de elaboración de sombreros, petates, aventadores y escobas.

6.1.1.1 Sombreros

Para elaborar sombreros siempre se emplea la hoja de palma hervida y que es rajada longitudinalmente con la ayuda de un cuchillo. Su proceso de manufactura suele ser un tanto complejo (Figura 17), por lo que aquí se describirá de manera muy general. El proceso de elaboración se divide en tres fases principales, el inicio, la copa y el ala. A continuación se describen brevemente cada una de ellas.

Inicio: Se prepara la hoja de palma previamente rajada en tiras pequeñas, que van de 40 cm de largo y un cm de ancho. Se toman tres tiras de palma, se ponen paralelas entre sí y luego se doblan formando un caracol (conformado por tres segmentos). Para que las tres tiras permanezcan unidas y adquieran más rigidez, cada una es enrollada con una tira pequeña de palma. Posteriormente, con otra tira se van entretejiendo las tres secciones que conforman el caracol formando así un tejido plano, en forma de óvalo, que es lo que conforma la base del sombrero.

Copa: Para esta parte se realiza el mismo tejido, se toma una tira de palma, se pasa por un orificio, se entrelaza, se pasa al siguiente orificio y así sucesivamente; cada vez que se necesite, se añade más palma. Para la elaboración de la copa se necesitan realizar 20 vueltas del tejido. Cabe señalar que cada vez que avanza, aumenta el tamaño de las vueltas.

Ala: Cuando ya se terminó de elaborar la copa se realiza el ala con 10 vueltas más, empleando el mismo tipo de tejido; sin embargo, en el ala se tejen círculos concéntricos. Finalmente, con un cuchillo se eliminan los sobrantes de las tiras.

Para la elaboración de este artículo el tiempo estimado es de cinco a siete días. Su costo oscila alrededor de \$70 a \$90 pesos. En la zona de estudio son pocos los artesanos que saben tejer sombreros.

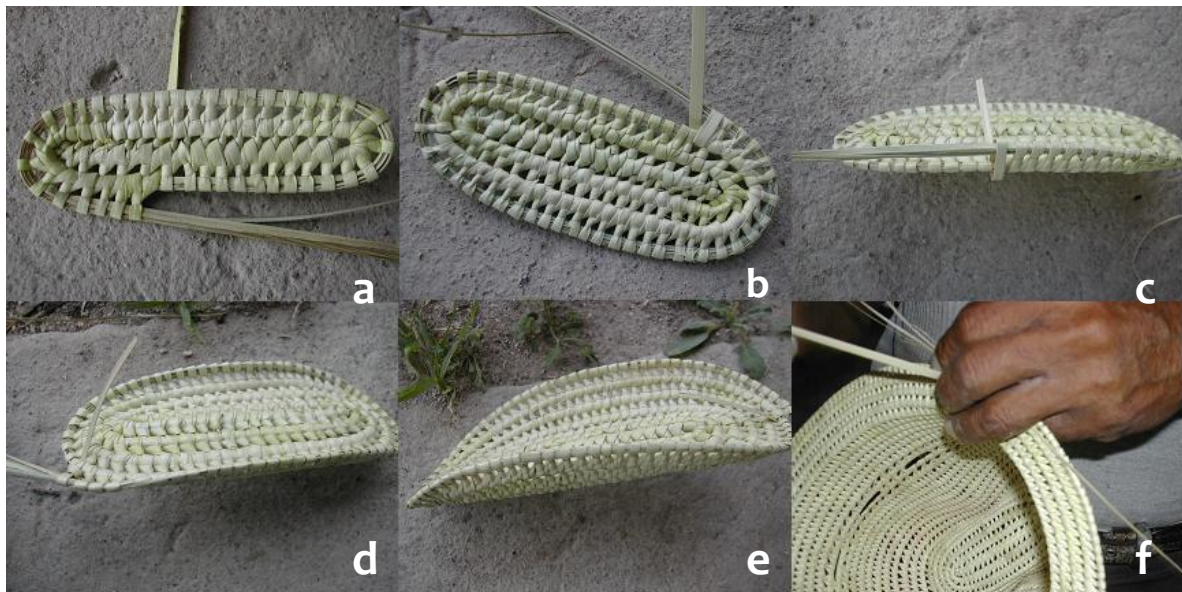


Figura 17. Secuencia fotográfica de elaboración de sombrero. a) Se muestra el inicio de elaboración de este artículo artesanal, se observan las tiras que forman los segmentos del caracol del sombrero. b) Conforme el tejido avanza se aumenta el número de segmentos y la longitud del artículo. c) Muestra una pequeña sección en el tejido de forma convexa que dará origen a la copa del sombrero d) y e) En estas secciones, se observa el aumento de cada uno de los segmentos y se distingue más la forma curveada que da origen a la copa. f) Muestran una sección que corresponde a la copa y el ala del sombrero, se distinguen claramente cada uno de los segmentos.

6.1.1.2 Aventadores

Para este artículo, la hoja de palma no se utiliza hervida, simplemente las hojas nuevas que fueron recolectadas se ponen al sol, para secarse durante un lapso de 3 a 5 días, después de este tiempo, se raja con la ayuda de un cuchillo. Su proceso de manufactura es un tanto complicado, es por eso que la gente dedicada a crear estos artículos es muy poca, según lo comentan las artesanas (Figura 18). El proceso de elaboración de este artículo se divide en tres fases principales, relacionadas entre sí. A continuación se describen brevemente cada una de ellas.

Inicio: Se prepara la hoja de palma previamente rajada en tiras pequeñas, que van en un rango de 40 cm de largo y 1 cm de ancho. Posteriormente, se inicia el tejido del artículo, colocando tres tiras de palma dobladas a la mitad, en forma horizontal, seguido de esto, se entrelazan con otras tres tiras de palma colocadas en forma vertical. Con ayuda de ambas manos, se va entretejiendo y añadiendo nuevas tiras en la medida que se requiere. Los extremos de las tiras, que lleguen a sobresalir del tejido, son cortados de manera que no se logre distinguir los sitios de enlace con otras tiras.

Orilla: Para este tejido, que es base fundamental para la formación del aventador, se añaden dos tiras superpuestas de 1.5 cm de ancho; se requiere que estén superpuestas para que el tejido quede muy reforzado, de manera que la orilla lleva doble capa de palma, mientras el cuerpo del aventador es una capa sencilla. Las tiras de la orilla evitan el desprendimiento de las tiras que formaron el cuerpo del aventador. Cabe mencionar que el tejido de la orilla se va realizando conjuntamente con el cuerpo del aventador.

Agarradera: Para la elaboración del mango o agarradera que sujetará al aventador, inicialmente se divide en dos partes las tiras de palma que sobraron del tejido que formó el cuerpo del aventador. Estas tiras son unidas en forma de trenza, formando un arco, el cual se enrolla con dos tiras de palma. Finalmente, con un cuchillo se eliminan los restos sobrantes de las tiras.

Para la elaboración de este artículo se necesita la mitad de una hoja de palma y el tiempo estimado para realizarlo es de una hora aproximadamente. Su costo oscila alrededor de \$3.00 pesos en las zonas artesanales.

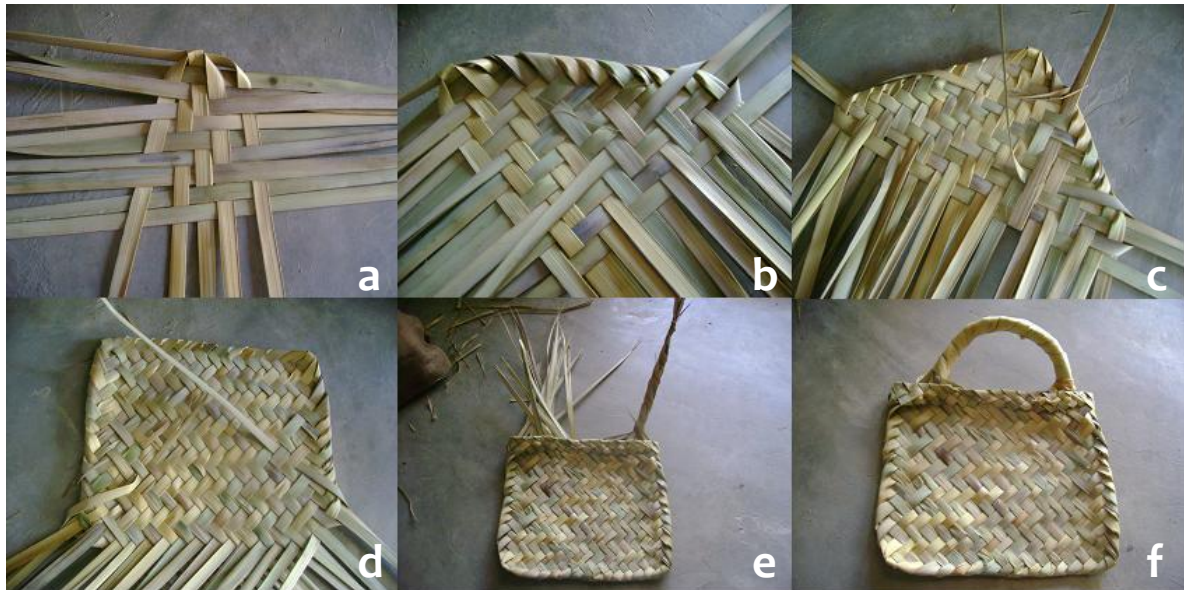


Figura 18. Secuencia fotográfica de la elaboración de aventadores. a) Tiras de palma dobladas en forma horizontal y vertical. b) Se muestran las tiras superpuestas de palma que dan origen al cuerpo y orilla del aventador. c) y d) Secciones del cuerpo del aventador. e) Las dos porciones de tiras salientes, formarán la agarradera o mango sujetador de este artículo. f) Aventador.

6.1.1.3 Petates

Al igual que los aventadores, para la elaboración de este artículo, la hoja de palma no se utiliza hervida, aunque las hojas secas deben rociarse con agua para hacerlas más maleables. El proceso de elaboración es similar al de estos, siendo los petates diferentes en sus dimensiones (Figura 19). Los que se dedican a su elaboración son, en su mayoría, las personas más viejas. Su proceso suele ser un tanto complejo, y se divide principalmente en dos fases:

Inicio: Previamente se prepara la hoja de palma rajada en secciones de 40 cm de largo y 1 cm de ancho. Posteriormente se colocan tres tiras de palma dobladas por la mitad en forma horizontal, que, se entrelazan con otras tres tiras más colocadas en forma vertical. Con ayuda de ambas manos se entretejen y añaden nuevas tiras en la medida que se necesitan y tomando en cuenta las dimensiones del petate. Los extremos de tejido que van sobrando son cortados con un cuchillo. Conforme se avanza, el tejido se aprieta con un pequeño palo de madera, para que quede uniforme y sin huecos.

Orilla: Se añaden dos tiras superpuestas de 1.5 cm de ancho; con lo que se logra que el tejido quede muy reforzado, de manera que la orilla lleva doble capa de palma. Este tejido se realiza en conjunto con el tejido del cuerpo del petate. Finalmente con un cuchillo, se eliminan los restos de tiras que no se insertaron bien.

Para la elaboración de este artículo artesanal se necesitan de 15 a 40 hojas y de uno a siete días de trabajo, según sea el tamaño y sobre todo la habilidad y dedicación del artesano; su costo oscila entre los \$20 y \$40 pesos, según las dimensiones.

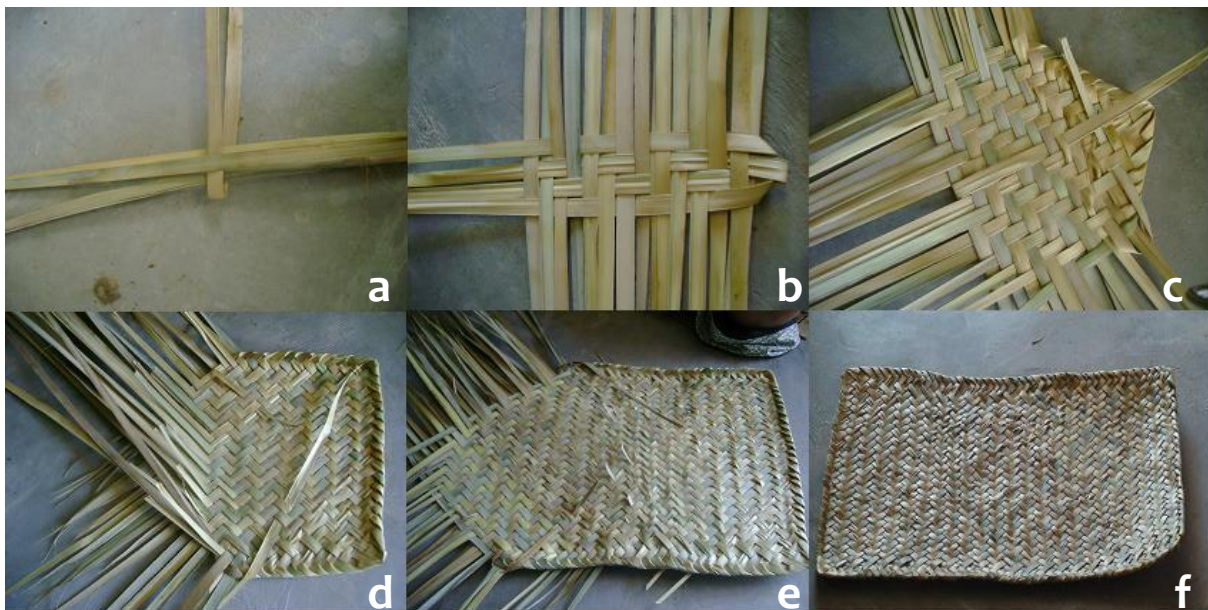


Figura 19. Secuencia fotográfica de la elaboración de petates. a) a) Tiras de palma dobladas en forma horizontal y vertical. b) Se muestran las tiras superpuestas de palma que dan origen al cuerpo y orilla del petate. c), d) y e) Secciones del cuerpo del petate, f) Petate.

6.1.1.4 Escobas/Escobetillas

Para la elaboración de estos artículos la hoja de palma no se utiliza hervida, simplemente se utiliza el desperdicio, resultado de la fabricación de petates (Figura 20). Poca gente se dedica a la realización de éstos. A continuación se describe brevemente su proceso de elaboración.

Inicialmente, se preparan tiras de hoja de palma remojada con un poco de agua. Posteriormente, se hacen dos manojos con tiras, uno de ellos con menos que el otro y cada uno se amarra en la mitad con una tira pequeña de palma. Seguido de esto, el manojito grande se coloca de manera vertical y se sostiene entre las piernas (la persona está sentada), después el manojito más pequeño es colocado paralelamente en la parte

media del manajo grande y se amarran ambos para formar uno solo. Después de este proceso las tiras medianas que fueron colocadas en la parte media del manajo grande se doblan hacia abajo (quedando sus puntas dirigidas hacia el suelo) y son amarradas en la parte superior con la tiras de hojas de palma.

El primer amarre es importante, este debe de estar atado fuertemente, seguido de eso se añaden más tiras de palma y se van enroscando una por una y así mismo se van enrollando y apretando perfectamente a lo largo del manajo, para que no se desprenda. Terminando de amarrar las tiras requeridas, con un machete se corta el final de la escoba para que todas las tiras que formaron la escoba queden a un mismo nivel, finalmente se le coloca un palo.

Para la elaboración de este artículo se necesita el residuo de palma que resulta de la elaboración de los petates. El tiempo requerido para la elaboración de estas es de 30 minutos y su costo oscila entre los \$3.00 para escobetillas y \$5.00 para escobas en las zonas artesanales.



Figura 20. Secuencia fotográfica de elaboración de Escobas/Escobetillas. a) Manajo grande de palma b) Unión de manajos de palma de diferentes proporciones. c) Formación de un solo manajo, d) y e) Elaboración del mango de la escoba/escobetilla, f) Escoba.

Cuadro 3. Para cuatro productos elaborados con *Brahea dulcis* se especifica el número de hojas requeridas, el tiempo empleado y el precio de venta en zonas artesanales por artículo.

Producto	Hojas requeridas	Tiempo empleado	Costo (pesos mexicanos)
Sombrero	Desconocido	5-7 días	\$70 - \$90
Aventador	Media hoja de palma	1 hora	\$3
Petate	15- 40 hojas	1-7 días *	\$20 - \$40
Escobas	Emplean el desperdicio de hojas tejidas para petates	30 minutos	\$3 - \$5

* Según dimensiones

6.2 Fenología

6.2.1 Producción y fenología foliar

El pico de producción de hojas nuevas ocurrió en los meses de julio y agosto (Figura 21), correspondientes a parte de la estación húmeda, mientras que en la época de sequía la producción de hojas fue notablemente menor. Así, la mayor productividad foliar registrada fue un promedio de 0.88 hojas nuevas/individuo/quincena (ocurrida en la quincena del 31 de julio de 2009) y la menor fue de 0.14 hojas nuevas/individuo/quincena (quincena del 13 de febrero de 2009). La productividad foliar mostró una relación estadísticamente significativa con la precipitación promedio mensual del mes en curso ($R^2= 0.3328$, $P= 0.050$) y del mes anterior ($R^2= 0.5105$, $P= 0.013$) evaluada a partir de 15 años (1991-2006) de observaciones en estaciones meteorológicas (Pavón y Meza, 2009) (Figura 22 y 23). No se encontró una relación significativa entre el número de hojas nuevas y la precipitación de los dos meses anteriores ($R^2= 0.2102$, $P= 0.183$, Figura 23c) ni con la precipitación evaluada a partir del pluviómetro casero que se empleó (Figura 24), ni para el mes en curso ($R^2= 0.0026$, $P= 0.870$), ni para el mes anterior ($R^2= 0.1112$, $P= 0.290$), ni para los dos meses anteriores ($R^2= 0.2379$, $P= 0.128$).

Para el rango de altura de los individuos evaluados (0.6 - 1.6 m.), se encontró que en promedio una planta produce al año 12.0 ± 2.5 hojas. Sin embargo, como se mencionó, la producción foliar depende fuertemente de la precipitación y también varía de manera

importante según la altura de la planta, mostrando una relación directamente proporcional entre ambas variables ($R^2 = 0.3805$, $P = <0.05$) (Figura 25). Esto se soporta también con los resultados del modelo lineal GLIM, que indica que la altura es la única variable significativa en el modelo y ésta explica el 30% de la variación total observada (Cuadro 4). Otras variables evaluadas en el modelo fueron el número de ramets y número de estructuras reproductivas, de las cuales ninguna resultó ser significativa para explicar la variación observada en la variable de respuesta (número de hojas nuevas) en este modelo (Tabla 1, Anexo 2).

Por lo tanto, se encontró que en promedio una planta produce al año 12.0 ± 2.5 hojas, y si se trata de una planta de porte bajo (0.7 m), ésta produjo tan sólo 6 hojas en un año, mientras que las plantas de mayor altura (1.6 m) produjeron 17 hojas en un año. Se noto que este total anual fue producido principalmente durante la época de lluvias y en menor proporción durante el período de sequía.

El tiempo de desarrollo de cada etapa fenológica foliar evaluada (hoja nueva, verde y seca) varió notablemente entre etapa, pero fue relativamente constante entre plantas de diferentes alturas. Así, calculando el promedio anual de hojas nuevas, verdes y secas para cada planta ($n = 42$) y a su vez promediando estos valores, se obtuvo que las hojas nuevas están disponibles 4.11 ± 0.17 quincenas (intervalo de 1.9 a 6.4 quincenas), las hojas verdes un promedio de 10.59 ± 0.30 quincenas (intervalo 7.1 a 16.9) y las hojas secas un promedio de 5.48 ± 0.42 quincenas (rango 2.0 a 15.0), el desarrollo de las hojas nuevas y secas presentan valores estadísticamente no significativos con relación a la altura, mientras que las hojas secas sí presentan una relación con la altura evaluada ($R^2 = 0.1579$, $P = 0.031$) (Figura 26). Por lo tanto, al sumar estos valores ($4.11 + 10.59 + 5.48$), una hoja dura en promedio 20.18 quincenas en la planta, es decir, que al cortar una hoja para fines artesanales, se está eliminando la producción fotosintética de ésta durante 20.18 quincenas en promedio.

Con relación a la supervivencia promedio de una hoja, se encontró que las 21 hojas marcadas para esta evaluación tuvieron un porcentaje de supervivencia anual del 76%. Las primeras muertes foliares ocurrieron a partir de la quincena 17 y por lo tanto el porcentaje fue disminuyendo paulatinamente hasta ser de 76% al finalizar el año de observaciones (Figura 27).

Cuadro 4. Resultado del modelo log-lineal (GLIM), donde se evaluó la tasa de producción de hojas nuevas en *Brahea dulcis* (variable de respuesta) en función de la altura, altura al cuadrado, estructuras reproductivas y el número de hijuelos. La altura explico el 30% de la variación y fue estadísticamente significativa. El muestreo fenológico fue realizado en el ejido de San José Zoquital, Atotonilco el Grande, Hidalgo de julio de 2008 a julio de 2009.

Fuente	X ²	Variación explicada	g.l	P
Altura	7.450	0.30	1	0.0063

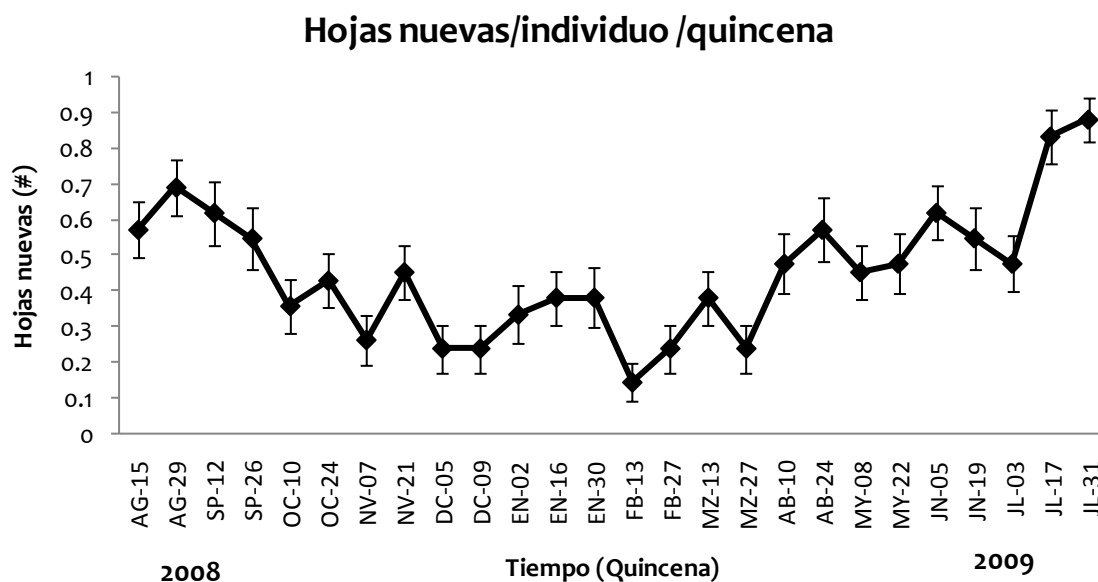


Figura 21. Producción de hojas nuevas/individuo/quincena, correspondientes a observaciones realizadas durante un año (julio de 2008 a julio de 2009) a 42 individuos de *Brahea dulcis*, en el ejido de San José Zoquital Atotonilco el Grande, Hidalgo. Los rombos indican el valor promedio, mientras que las barras verticales representan el error estandar asociado. En el eje X las letras corresponden a las iniciales del mes y el número al día en que se realizó el muestreo, el eje Y muestra la producción de hojas nuevas. Se observa que los meses con mayor producción de hojas son julio y agosto.

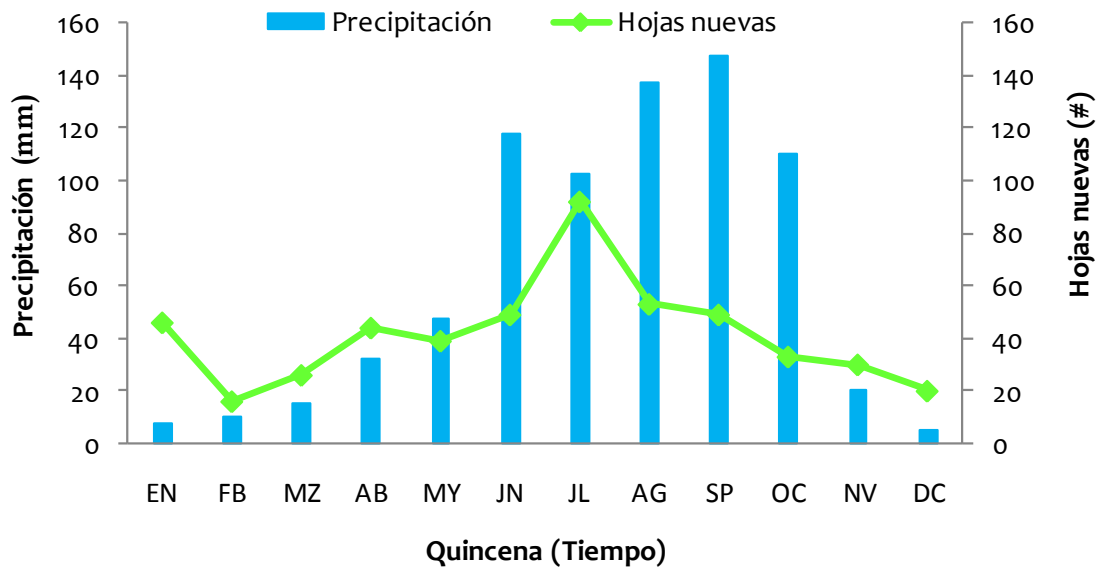


Figura 22. Variación de la precipitación (barras) y producción foliar (líneas) durante el estudio fenológico realizado en un ciclo anual en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el eje X, las letras corresponden a las iniciales del mes, el eje Y muestra la precipitación (mm) y el eje secundario la suma de hojas nuevas producidas mensualmente por 42 individuos en el período julio 2008 a julio de 2009. Los datos de precipitación fueron tomados de Pavón y Meza (2009), con registros de precipitación promedio mensual por un periodo de 15 años (1991-2006). En la gráfica se observa la relación positiva que existe entre la precipitación y la producción de hojas nuevas.

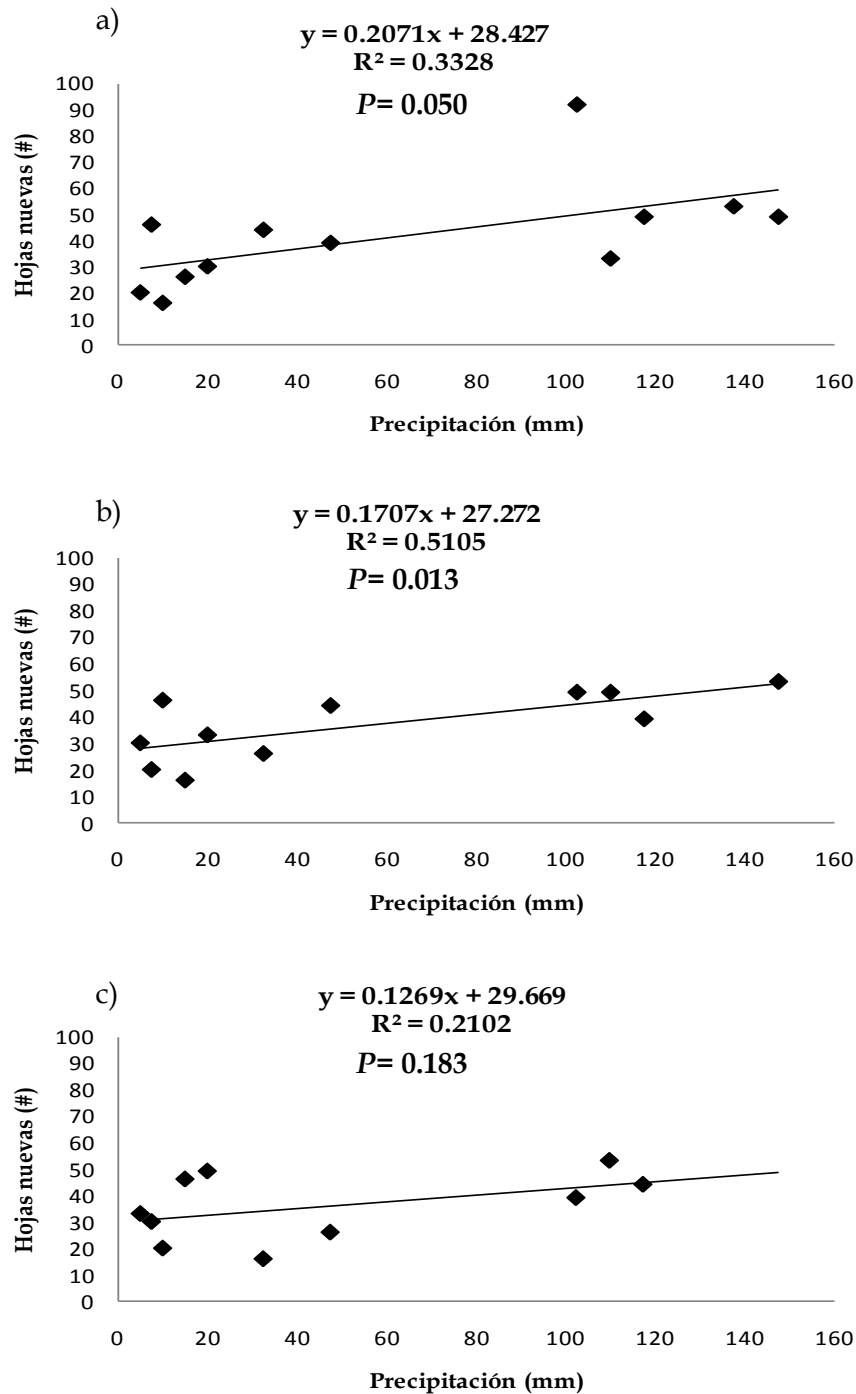


Figura 23. Relación entre el número total de hojas nuevas producidas mensualmente por 42 individuos (julio 2008 a julio de 2009) y la precipitación promedio mensual (promedios de los años 1991 a 2006), durante el estudio fenológico de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el gráfico cada rombo representa los meses, se muestra la línea de regresión, el modelo de regresión, el coeficiente de determinación (R^2) y el valor de probabilidad asociado. Los análisis de regresión se hicieron comparando la productividad foliar de cada mes con la precipitación promedio del mismo mes (panel a), con la de un mes atrás (panel b) y dos meses atrás (Panel c). Fuente: los datos de precipitación fueron tomados de Pavón y Meza (2009).

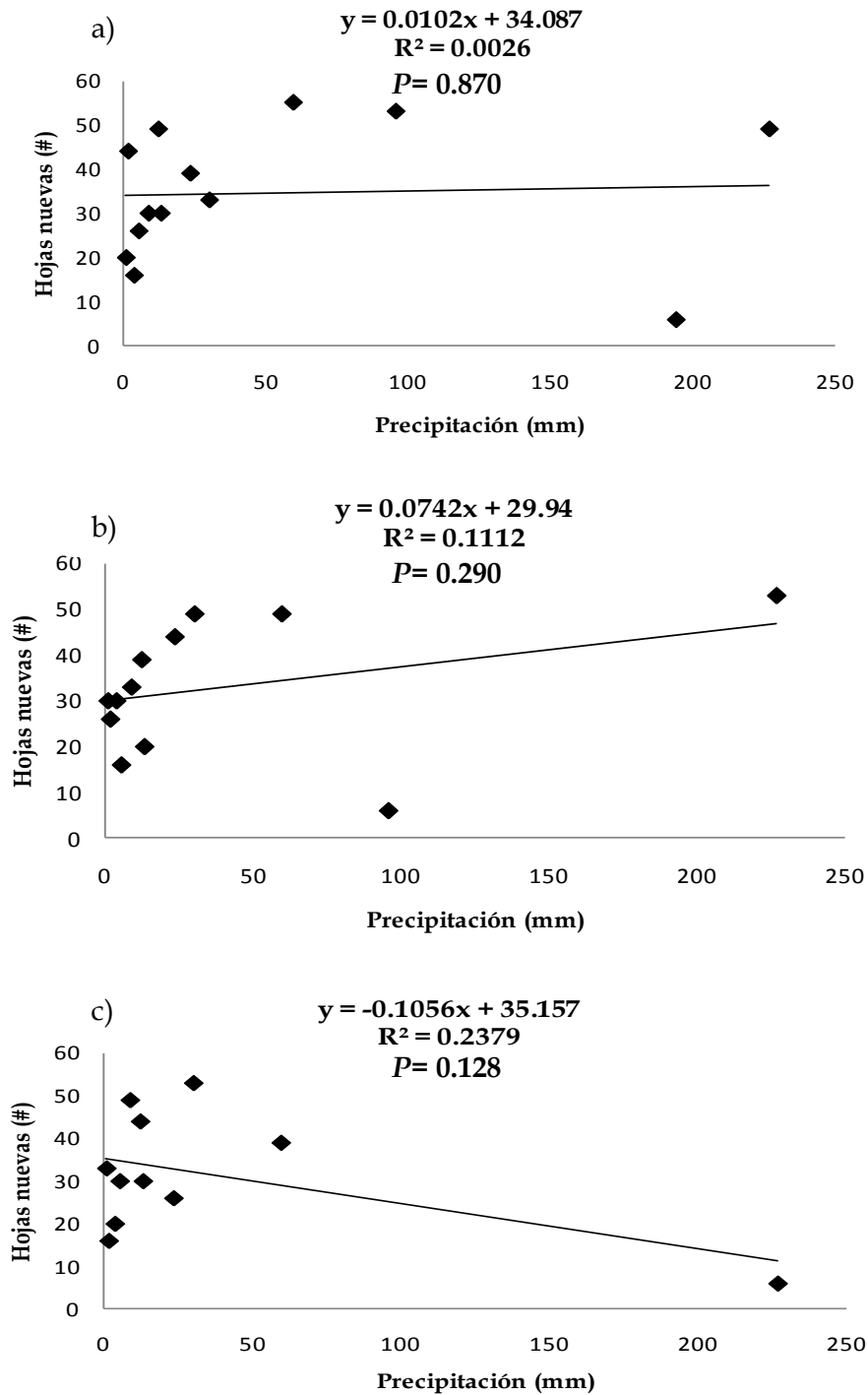


Figura 24. Relación entre el número total de hojas nuevas producidas mensualmente por 42 individuos (julio 2008 a julio de 2009) y la precipitación mensual tomada en la zona, durante el estudio fenológico de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el gráfico cada rombo representa los meses, se muestra la línea de regresión, el modelo de regresión, el coeficiente de determinación (R^2) y el valor de probabilidad asociado. Los análisis de regresión se hicieron comparando la productividad foliar de cada mes con la precipitación promedio del mismo mes (panel a), con la de un mes atrás (panel b) y dos meses atrás (panel c).

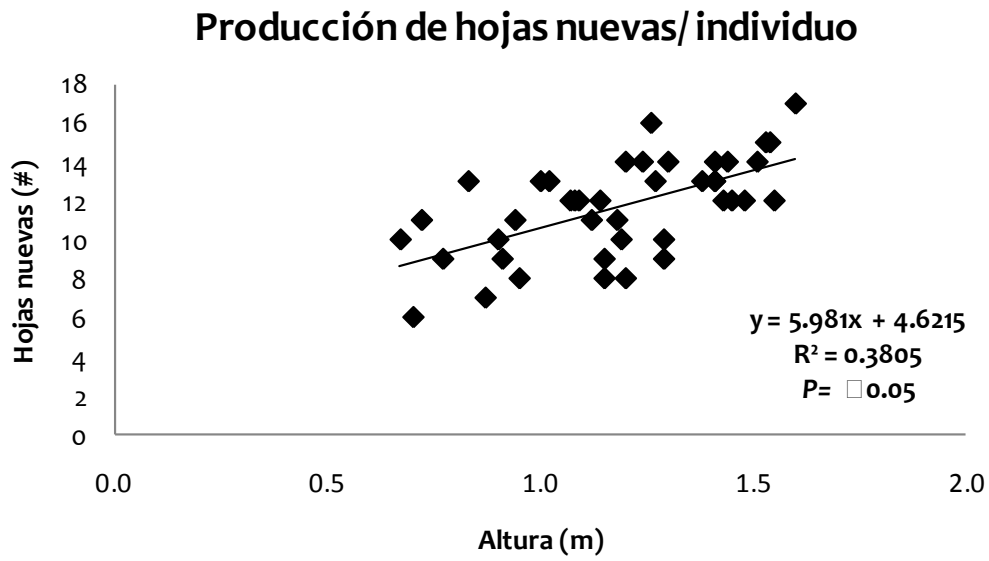


Figura 25. Producción anual de hojas nuevas (julio 2008 a julio de 2009) por individuo con relación a la altura (0.6m a 1.6m de altura del tallo), durante el estudio fenológico realizado en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el gráfico cada rombo representa un individuo, se muestra la línea de regresión, el modelo de regresión y el coeficiente de determinación (R^2) y el valor de probabilidad. El modelo de regresión lineal indica la relación significativa que existe entre la producción de hojas nuevas y la altura ($p = \leq 0.05$).

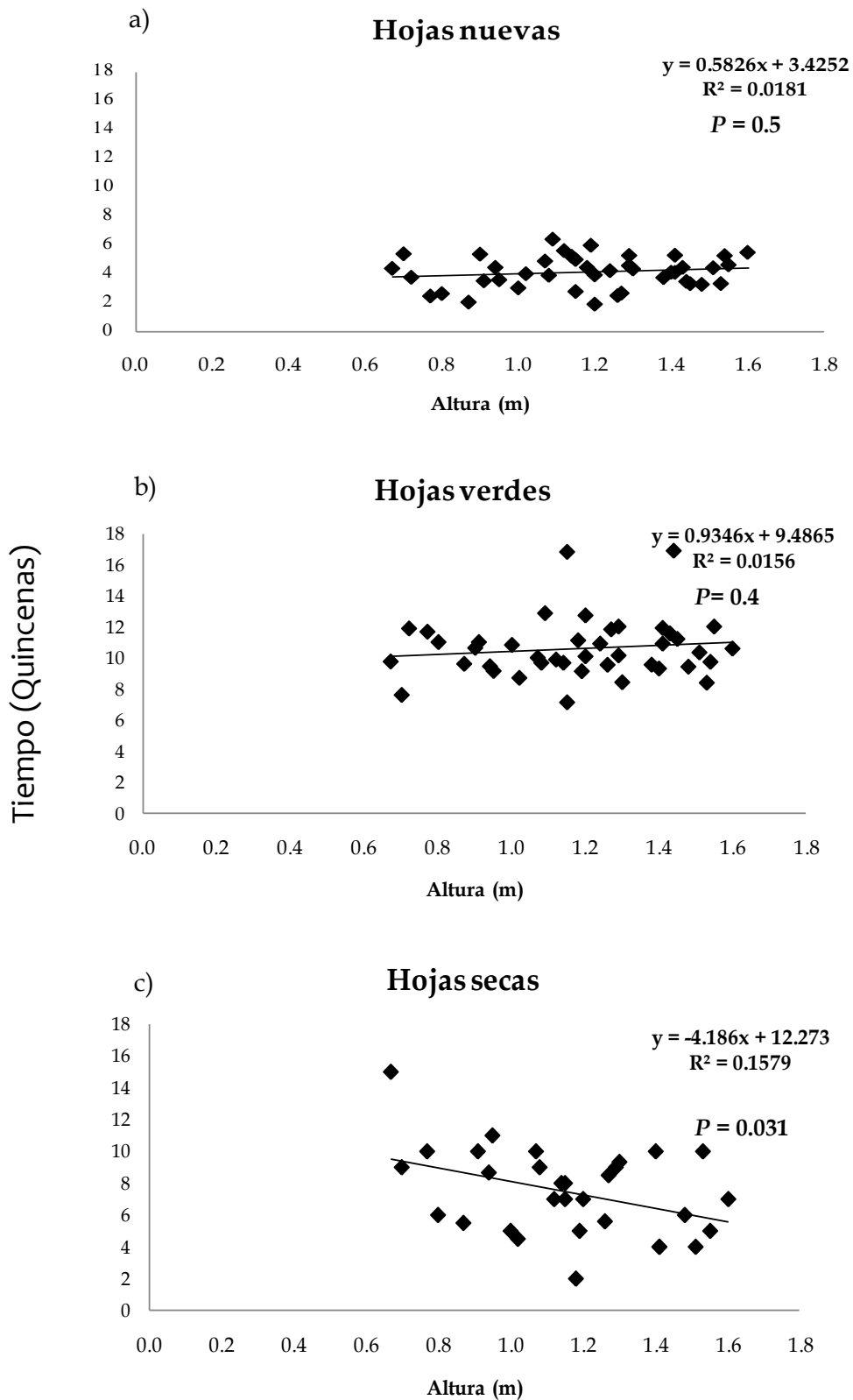


Figura 26. Tiempo (quincenas) que transcurrió en promedio para el desarrollo de hojas nuevas (panel a), hojas verdes (panel b) y hojas secas (panel c) en cada uno de los 42 individuos muestreados durante el estudio fenológico realizado en la palma *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el gráfico cada rombo representa un individuo, se muestra la línea de regresión, el modelo de regresión, el coeficiente de determinación (R^2) y el valor de probabilidad.

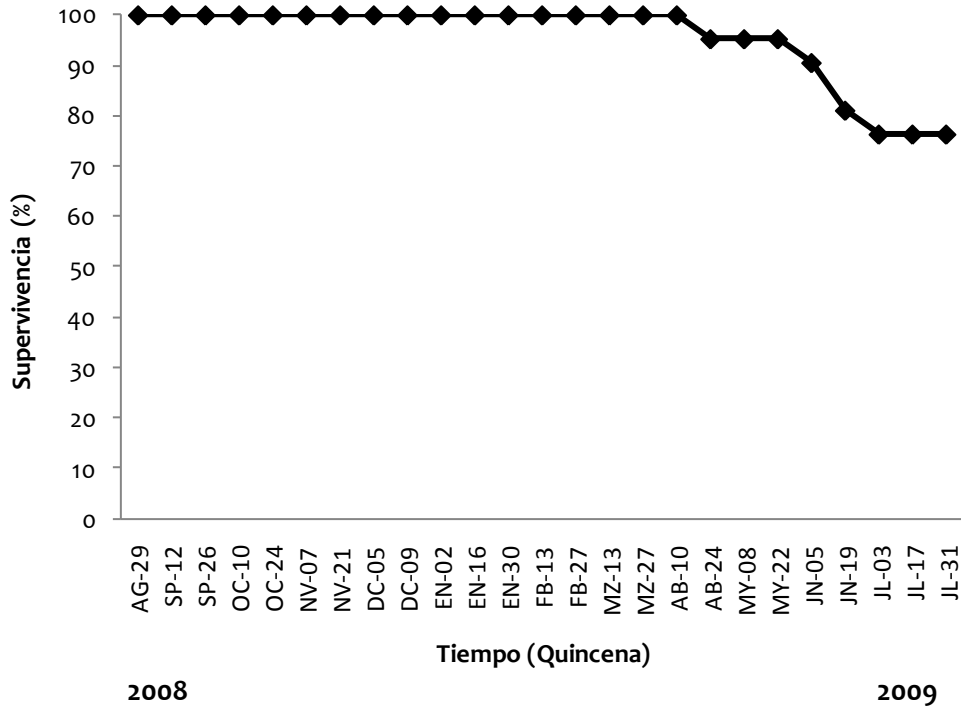


Figura 27. Porcentaje de supervivencia por quincena de hojas marcadas (n=21), durante el estudio fenológico realizado en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el eje X las letras corresponden a las iniciales del mes y el número al día en que se realizó el muestreo, el eje Y muestra el porcentaje de supervivencia de hojas marcadas desde que inicio el estudio. En la grafica se observa que las 21 hojas para esta evaluación tuvieron un porcentaje de supervivencia del 76% al finalizar el año de observaciones.

6.2.2 Floración

La floración fue subdividida en cinco etapas de desarrollo que se describen a continuación; las inflorescencias emergentes se produjeron de abril hasta junio (Figura 28) y su desarrollo tardó en promedio 3 ± 0 quincenas (n=4 individuos), presentándose entre 2 y 4 inflorescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 29a), y tuvieron un color rojizo característico y una longitud promedio de 79.78 cm.

Posteriormente, éstas se transforman en inflorescencias pubescentes, presentes desde julio hasta enero (n=1) y de junio a julio de 2009 (n=4), cuando terminó el período de observación (Figura 28). El desarrollo de las cuatro inflorescencias del único individuo observado desde el inicio del muestreo tardó 14 quincenas, pero debe notarse que ya estaba en esa fase de desarrollo desde la primera fecha de muestreo (julio 31 de 2008), por lo que su tiempo de desarrollo puede ser superior a las 14 quincenas. Por otra parte, en junio y julio de 2009 se observó a cuatro individuos con inflorescencias pubescentes

(los emergentes que transitaron a pubescentes), pero su observación concluyó el 31 de julio de 2009, sin conocer el tiempo total que requiere esta fase. Por lo tanto, con los datos disponibles sólo puede aseverarse que se requieren al menos 14 quincenas para el desarrollo de las inflorescencias pubescentes. Además, cada individuo presentó entre 3 y 4 inflorescencias/individuo/quincena (Figura 29b). Estas inflorescencias fueron de color crema y presentaron una longitud promedio de 97.71 cm.

Por su parte, las inflorescencias en botón estuvieron presentes de julio de 2008 a abril de 2009, su desarrollo duró en promedio 10 quincenas, pero nueve individuos observados ya estaban en esta etapa cuando se inició el trabajo y otro individuo no fue observado en la totalidad de su desarrollo, pues sobrepasó el período de muestreo. Por lo tanto, la estimación de 10 quincenas para este estadio es una subestimación. Un individuo presentó de 1 a 2.5 inflorescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 29c).

Inflorescencias en estadio de flor se observaron desde septiembre de 2008 a julio de 2009, siendo más frecuentes de noviembre de 2008 a abril de 2009 (Figura 28). El tiempo de desarrollo tomó 5.8 ± 2.0 quincenas ($n=6$ individuos). Debe mencionarse que algunos individuos requirieron tan sólo tres quincenas para completar esta etapa, mientras que otros tardaron 10 quincenas en el mismo proceso, sugiriendo una gran variación entre individuos que no se relaciona de una manera clara ni con la altura de la planta ni con el número que hojas verdes obtenidas al comenzar el muestreo. Un individuo presentó de 1 a 2.5 inflorescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 29d). Además, se observaron tres individuos con inflorescencias abortadas.

Por último, individuos en el estadio de flor seca fueron observados de septiembre de 2008 a junio de 2009, siendo más frecuentes de febrero a mayo de 2009 (Figura 28). El tiempo de desarrollo tomó 2.2 ± 0.8 quincenas ($n=5$ individuos). Al igual que en el estadio de flor, se observó una variación importante entre individuos en el tiempo de desarrollo, pues algunos tardaron una quincena, mientras otros tardaron tres en el estadio de flor seca. Un individuo presentó de 1 a 3 inflorescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 29e). Dos individuos adicionales presentaron inflorescencias abortadas en esta etapa.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta las limitaciones de los datos en algunas etapas, el tiempo de desarrollo de una inflorescencia dura en promedio al menos 23.8 quincenas, lo que equivale a 11.9 meses ó 0.99 años.

Estado de desarrollo de Inflorescencias

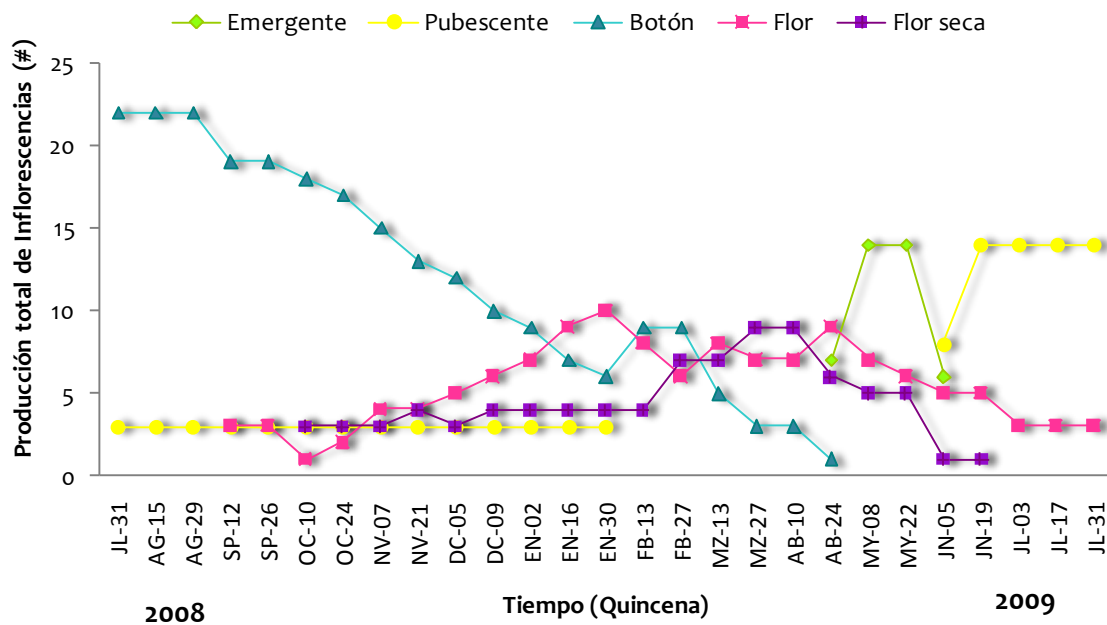


Figura 28. Producción total de inflorescencias a lo largo de un año de observación fenológica en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido San José Zoquitlan de Atotonilco el Grande, Hidalgo. La floración fue dividida en las etapas de inflorescencia emergente, pubescente, botón, flor y flor seca. En el eje X las letras corresponden a la inicial del mes y el número al día en el que se efectuó el muestreo. El eje Y muestra la suma total de inflorescencias encontradas quincenalmente en los 13 individuos que florecieron.

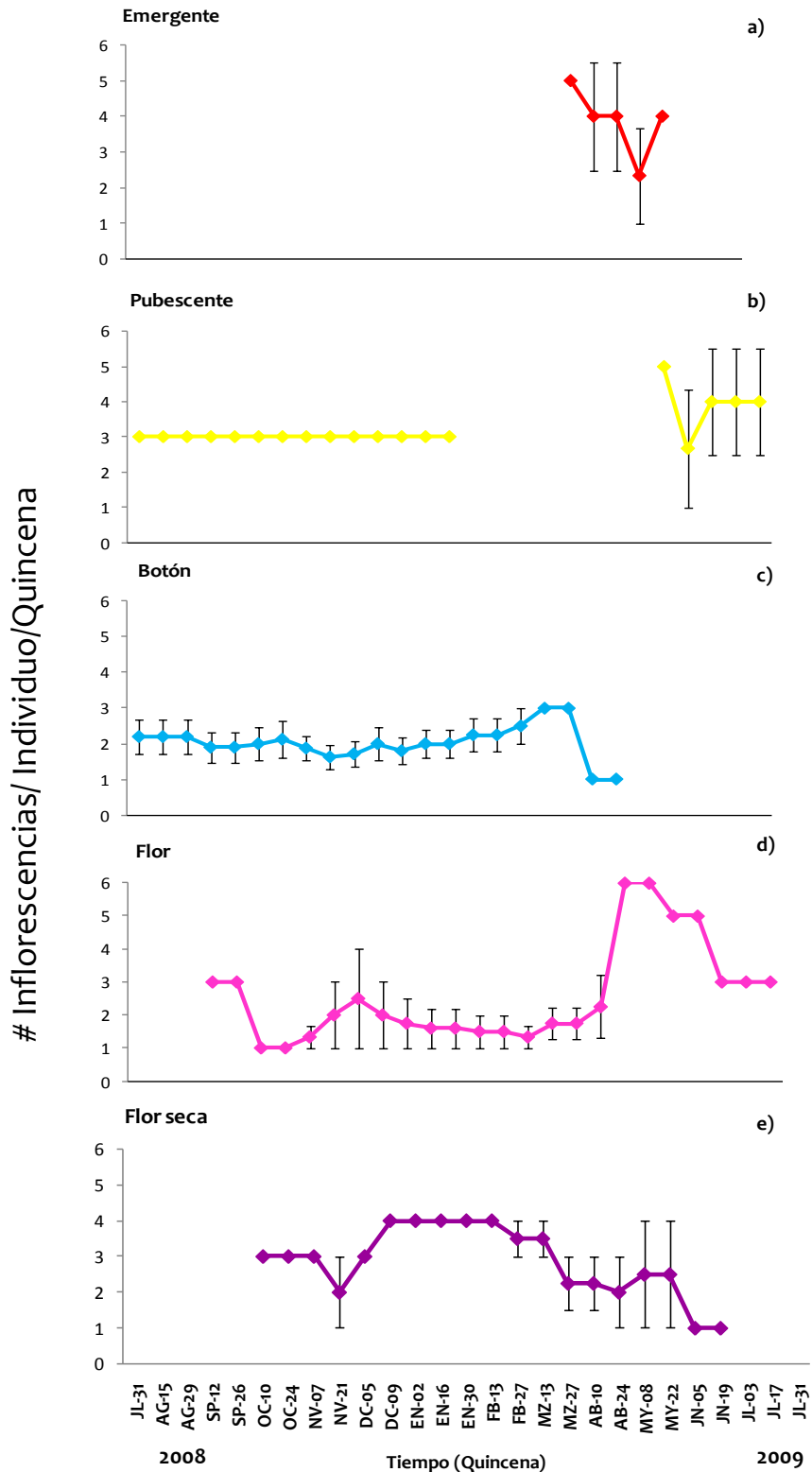


Figura 29. Producción total de inflorescencias/individuo/quincena, a lo largo de un año de observación fenológica en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el eje X las letras corresponden a la inicial del mes y el número al día en el que se efectuó el muestreo, en el eje Y se muestra la producción total de inflorescencias/individuo/quincena. La floración fue dividida en las siguientes etapas; a) emergente, b) pubescente c) botón, d) flor y e) flor seca. En la gráfica, no todos los valores presentan el error estándar (barras verticales), debido a que corresponden a una observación (n=1).

6.2.3 Fructificación

La fructificación fue subdividida en cinco etapas de desarrollo que se describen a continuación; los frutos verdes se produjeron de julio 2008 hasta febrero de 2009 (n=9 individuos), y también de mayo de 2009 a julio de 2009 (n=1 individuo) (Figura 30); en esta fase, el único individuo que fue observado durante todo su desarrollo tardó cinco quincenas (n=1), pero otros siete individuos observados ya estaban en esta etapa cuando se inició el muestreo y éstos se tardaron entre 1 y 15 quincenas; promediando los datos de siete individuos (eliminando el dato de 1) éstos se tardaron 7.0 ± 4.8 quincenas en promedio, lo cual parece ser una subestimación del tiempo real de desarrollo. Además, un individuo presentó infrutescencias abortadas y dos individuos adicionales no lograron ser observados en la totalidad de su desarrollo, debido a que sobrepasaron el periodo de muestreo. Los individuos presentaron entre 2 y 4 infrutescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 31a).

Posteriormente, estos frutos se transformaron en frutos amarillos, presentes desde agosto de 2008 hasta abril de 2009, siendo más frecuentes de septiembre a diciembre de 2008 (Figura 30), su desarrollo duró en promedio 4.7 ± 2.6 quincenas (n=9). Debe mencionarse que algunos individuos requirieron tan sólo una quincena para completar esta etapa, mientras que otros tardaron nueve quincenas en el mismo proceso, sugiriendo que existe una gran variación entre los individuos que no se relaciona de manera clara con la altura ni con las hojas verdes al inicio del muestreo. Un individuo presentó de 2.0 a 5.5 infrutescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 31b).

Por su parte, los frutos negros estuvieron presentes de noviembre de 2008 a julio de 2009 (Figura 30), aunque los frutos negros de 21 noviembre a 9 de diciembre corresponden a sólo un individuo. El desarrollo en esta fase duró en promedio 5.7 ± 3.1 quincenas (n=9); al igual que los frutos amarillos, existieron individuos, que requirieron cuatro quincenas para completar esta etapa, mientras que otros tardaron siete quincenas en hacerlo. Un individuo presentó de 2.0 a 7.0 infrutescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 31c).

Finalmente las infrutescencias secas se observaron durante todo el año, presentando mayor abundancia en los meses de marzo a julio de 2009 (Figura 30). Un

individuo presentó de 2.8 a 4.57 infrutescencias/individuo/quincena en promedio (Figura 31d).

Por lo anterior, y teniendo en cuenta las limitaciones de los datos en algunas etapas, el tiempo de desarrollo de una infrutescencia (sin incluir la etapa de infrutescencia seca) dura en promedio al menos 17.4 quincenas, lo que equivale a 8.7 meses ó 0.72 años.

Tomando en cuenta el tiempo de desarrollo de las inflorescencias y de las infrutescencias simultáneamente una planta en promedio requiere al menos de 41.2 quincenas, equivalentes a 20.6 meses ó 1.71 años para realizar el ciclo de desarrollo de inflorescencias e infrutescencias sobre la planta.

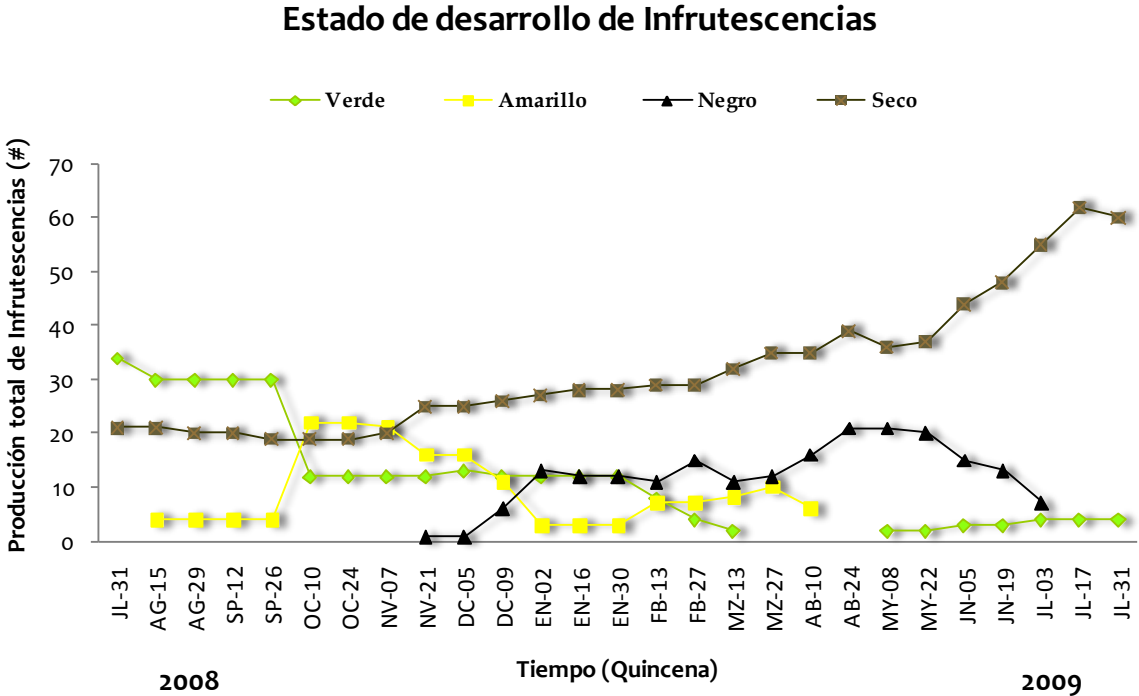


Figura 30. Producción total de infrutescencias, a lo largo de un año de observación fenológica en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. La fructificación fue dividida en las etapas de infrutescencia verde, amarilla, negra y seca. En el eje X las letras corresponden a la inicial del mes y el número al día en el que se efectuó el muestreo. El eje Y muestra la suma total de infrutescencias encontradas quincenalmente en los 14 individuos que fructificaron.

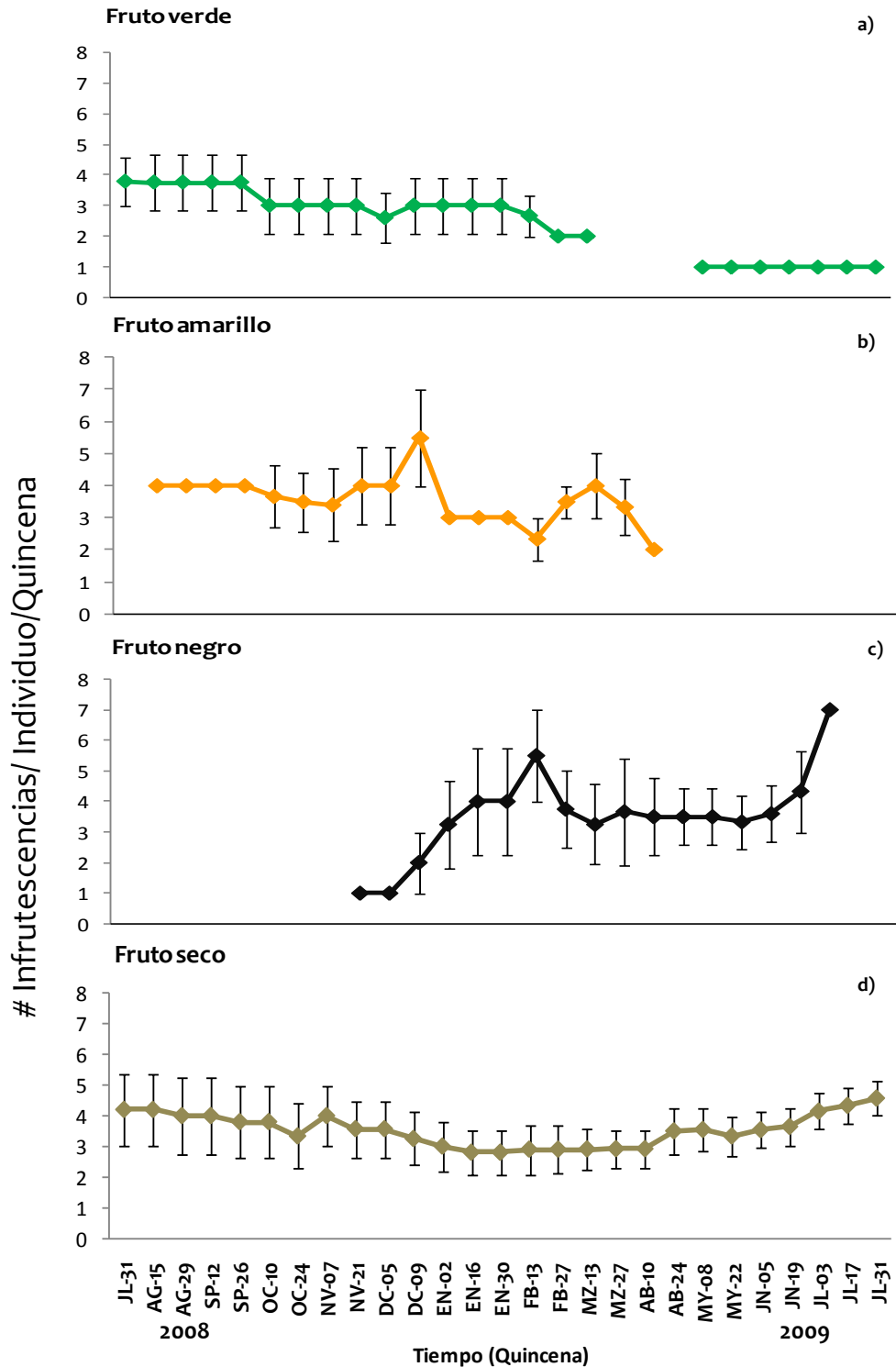


Figura 31. Producción total de infrutescencias/individuo/quincena, a lo largo de un año de observación fenológica en 42 individuos de *Brahea dulcis* en el ejido de San José Zoquital de Atotonilco el Grande, Hidalgo. En el eje X las letras corresponden a la inicial del mes y el número al día en el que se efectuó el muestreo, en el eje Y se muestra la producción total de infrutescencias/individuo/quincena. La fructificación fue dividida en las siguientes etapas; a) fruto verde, b) fruto amarillo c) fruto negro y d) fruto seco. En la gráfica, no todos los valores presentan el error estándar (barras verticales), debido a que corresponde a una observación (n=1).

% Inflorescencias e Infrutescencias/Quincena

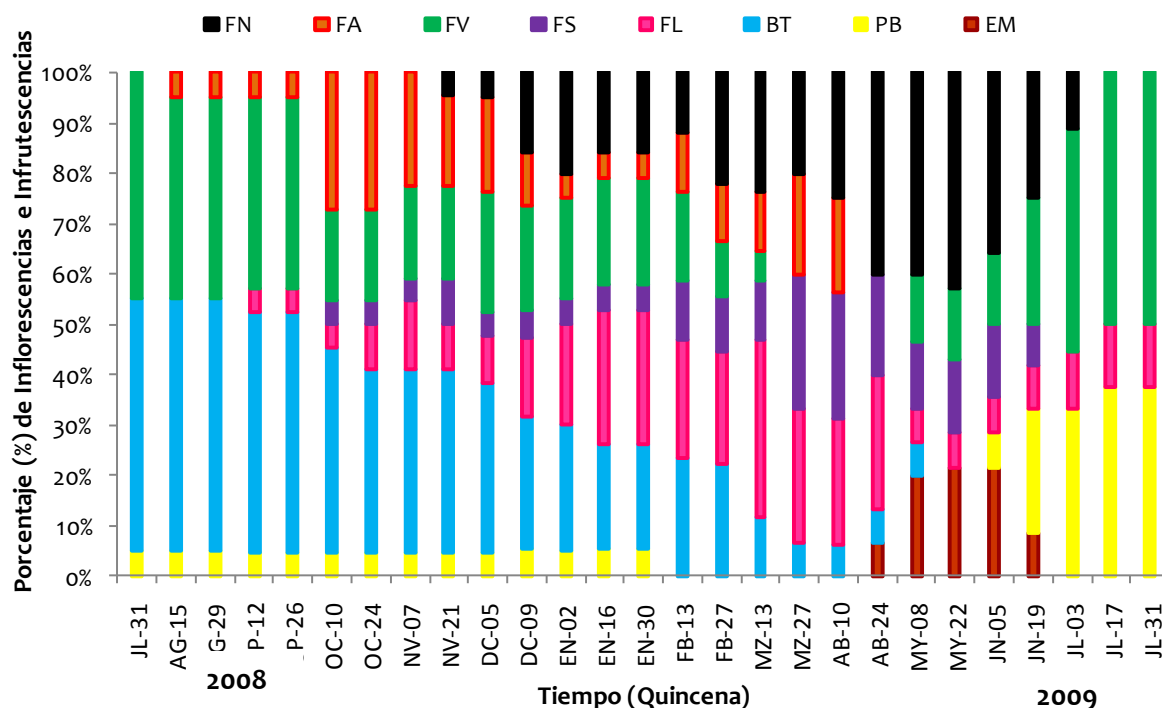


Figura 33. Porcentaje de inflorescencias e infrutescencias por quincena a lo largo un año de observaciones fenológicas en 42 individuos de *Brahea dulcis*, en el ejido de San José Zoquital Atotonilco el Grande, Hidalgo. Las inflorescencias fueron divididas en emergente (EM), pubescente (PB), botón (BT), flor (FL) y flor seca (FS), mientras que las infrutescencias se clasificaron en verde (FV), amarillo (FA) y negro (FN). Note que en la gráfica no se incluyen las infrutescencias secas debido a que estas ya no cumplen un papel reproductivo en la planta. En el eje X las letras corresponden a las iniciales del mes y el número al día en que se realizó el muestreo, el eje Y muestra los porcentajes de inflorescencias e infrutescencias observadas quincenalmente en 17 individuos que florecieron y/o fructificaron de julio 2008- julio 2009.

En cuanto a los porcentajes de floración por categoría los resultados indican que las inflorescencias emergentes sólo se presentaron de abril a junio, teniendo su pico de producción en mayo, donde el 20.5% de todas las estructuras reproductivas observadas fueron inflorescencias emergentes. Por su parte, las inflorescencias pubescentes (emergentes que transitaron a pubescente) se presentaron de junio a julio, concentrándose en este último mes (36.3%), y también ocurrieron de agosto de 2008 a enero de 2009 en un único individuo que representó un 4.8% de todas las categorías observadas para esas fechas. La presencia de botones se efectuó en un periodo largo, de julio de 2008 a mayo de 2009, registrando picos máximos de producción en el mes de agosto (50%), mientras que el estadio de flor se presentó de septiembre de 2008 a julio de 2009, registrando una mayor abundancia en el mes de marzo donde el 31% de todos los

estadios observados corresponden a esta etapa. Las flores secas se encontraron presentes nueve meses, de octubre de 2008 a junio de 2009, siendo más frecuentes en abril; representaron el 25.8% del total de estructuras reproductivas.

Por otra parte, los frutos verdes se presentaron en dos etapas de julio de 2008 a marzo de 2009 y de mayo a julio de 2009, presentando picos máximos de producción en julio donde un 48% de las estructuras reproductivas fueron de este estadio. En cuanto a los porcentajes de frutos amarillos, éstos se presentaron de agosto de 2008 a abril de 2009, teniendo su pico de producción en el mes de octubre con un 27% de todas las infrutescencias observadas en ese estadio. Finalmente, los frutos negros se presentaron de noviembre de 2008 a julio de 2009, presentando su pico de producción en mayo, donde el 41.5% de todas las infrutescencias observadas fueron frutos negros. De esta forma, se completan las etapas reproductivas evaluadas en esta palma. Debe notarse que en mayo coinciden los mayores picos tanto de inflorescencias emergentes como de frutos negros, lo cual indica que a la palma le toma aproximadamente dos años completar su ciclo de producción de flores y frutos. Esto concuerda con la estimación hecha de 1.71 años para el período reproductivo.

6.3 Cosecha óptima

Durante los primeros seis meses de muestreo (julio 2008 a enero 2009), correspondiente a la época más húmeda del año, sólo los tratamientos uno, dos y tres fueron evaluados y los resultados mostraron que a menor frecuencia e intensidad de cosecha (tratamiento 1 - control), la productividad promedio de hojas nuevas por individuo (3.05 ± 0.20) fue marcadamente menor con respecto a los tratamientos dos (3.85 ± 0.26) y tres (4.25 ± 0.28) cosechados semestralmente (Figura 34a). Teniendo en cuenta el rango de variación de los tratamientos, se puede ver que el tratamiento 1 fue diferente a los tratamientos 2 y 3, más no hubo diferencias entre los tratamientos 2 y 3.

Sin embargo, durante los siguientes seis meses de observación (enero 2009- julio 2009), correspondientes a la parte más seca del año, no se observaron diferencias entre los tres tratamientos. Así el tratamiento uno produjo 5.55 ± 0.37 hojas en promedio, el

tratamiento dos 5.15 ± 0.31 y el tres 5.4 ± 0.41 hojas en promedio, sobreponiéndose el rango de variación entre tratamientos (figura 34b).

Los datos anuales mostraron que la mayor productividad la obtuvo el tratamiento 3, que fue el más cosechado (dos hojas nuevas y dos viejas cortadas semestralmente). Este produjo 9.7 ± 0.58 hojas por individuo, lo cual fue diferente al tratamiento uno (control), que produjo 8.60 ± 0.37 hojas, al tratamiento 4 (2 hojas nuevas cosechadas anualmente), que produjo 8.15 ± 0.49 , y al tratamiento 5 (2 hojas nuevas y 2 verdes cosechadas anualmente) que produjo 8.65 ± 0.49 . Los restantes tratamientos no mostraron diferencias entre sí (figura 34c).

Resalta que la menor productividad anual fue registrada en el tratamiento 4 (2 hojas nuevas anualmente) y que además el tratamiento 1 (control) y el 5 (2 hojas nuevas y 2 verdes anuales) presentaron una productividad foliar anual promedio similar, 8.60 ± 0.37 y de 8.65 ± 0.49 hojas, respectivamente (figura 34b). A su vez, la producción anual de hojas entre los tratamientos dos y tres fue similar.

Sin embargo, los resultados arrojados con el análisis estadístico MLGM, indican que no existen diferencias significativas ($X^2 = 2.53$; g.l = 4; $P = 0.6387$) entre la productividad foliar y los tratamientos (Cuadro 5). Por lo anterior las tendencias mostradas en la Figura 34 y explicadas anteriormente no son estadísticamente significativas.

Cuadro 5. Resultado del modelo log-lineal (MLGM), donde se evaluó el efecto de tratamientos en la producción de hojas nuevas en *Brahea dulcis* (variable de respuesta) el modelo indicó que no existen diferencias significativas arrojando una devianza residual de 45.71, usando el criterio de información de Akaike (CIA) se eligió una distribución Poisson obteniendo un valor de 57.71. el efecto de los bloques no se logro analizar debido al error de restricción. El experimento de defoliación fue realizado en la comunidad de Yerbabuena, Hidalgo de julio 2008 - julio 2009.

Fuente	X^2	g.l	P
Tratamientos	2.53	4	0.6387

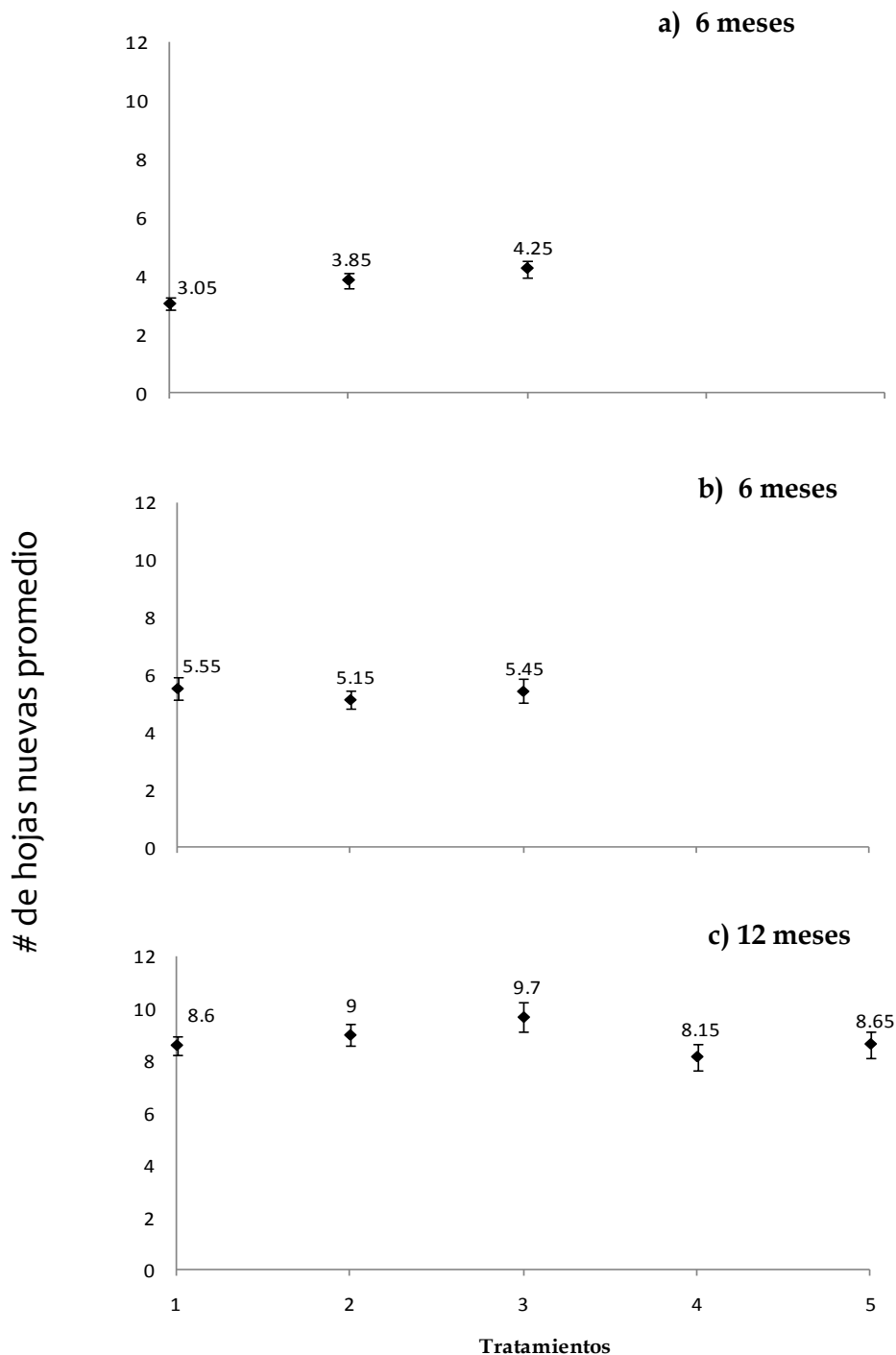


Figura 34. Producción de hojas nuevas en 100 individuos de *Brahea dulcis*, sometidos a diferentes frecuencias e intensidades de corte, durante el experimento de defoliación realizado en la comunidad de Yerbabuena, Metztlán, Hidalgo. El eje X muestra los tratamientos y el eje Y la producción semestral o anual de hojas nuevas. Tratamientos: (1) plantas control; (2) cosecha semestral eliminando dos hojas nuevas; (3) cosecha semestral eliminando dos hojas nuevas y dos verdes; (4) cosecha anual eliminando dos hojas nuevas; (5) cosecha anual eliminando dos hojas nuevas y dos verdes. Los rombos indican el valor promedio de hojas nuevas, mientras que las barras verticales representan el error estándar asociado. La Productividad foliar semestral se represente en el panel A (julio 2008- enero 2009) y el panel B (enero 2009- julio 2009); la productividad anual se muestra en el panel C (julio 2008- julio 2009). La productividad semestral de los tratamientos cuatro y cinco no fue evaluada.

7 DISCUSIÓN

7.1 Usos artesanales

Brahea dulcis se distribuye al menos en 17 estados de la República Mexicana (Quero 1994), todos con amplia extensión de zonas áridas y semiáridas. En estos sitios, sus hojas jóvenes son materia prima para la elaboración de artesanías (Ramírez 1996; Blancas 2001;; Pérez-Escandón *et al.* 2003; Escobar 2005; Aguilar *et al.* 2005; Illsley *et al.* 2006), tienen también uso mágico-religioso, alimenticio, doméstico, entre otros, lo que explica que Aguilar *et al.* (2005) reporta más de 100 usos para esta especie en Guerrero. Por lo anterior, *Brahea dulcis* puede considerarse una especie multipropósito con gran valor de uso e importancia comercial en muchas partes áridas y semiáridas de México. Por lo tanto, teniendo en cuenta la versatilidad de usos distintos, la gran extensión territorial de estos palmares en México y la casi omnipresencia de los productos artesanales en muchos mercados y esquinas de ciudades y pueblos en México, se plantea en esta tesis que *B. dulcis* es una de las especies de palmas más importantes de las zonas áridas de México.

A nivel país, los principales centros de transformación y producción de cintas hechas con esta palma se encuentran en Tehuacán (Puebla), Sahuayo (Michoacán) y Tlapehuala y Chilapa (Guerrero); entre ellos destaca Chilapa por tener uno de los mercados más importantes que incluye numerosos sitios de transformación y producción de artículos hechos con palma (SEMARNAT SF). En el contexto nacional, el uso dado a *B. dulcis* en Hidalgo es mínimo en términos del número de artesanos dedicados a esta labor y a la importancia marginal de esta planta en los mercados hidalguenses comparado con otros mercados nacionales.

A pesar de esto, destaca la gran cantidad de usos distintos que la palma tiene en la región del Valle de Mezquital y zonas aledañas. Así, en esta región de Hidalgo se reportan al menos 26 usos, lo cual es mayor a lo señalado por Sánchez (2005) para Metztitlán, donde se mencionan sólo cuatro usos artesanales (escobas, escobetillas, aventadores y petates). Además de esto, Blancas (2001) reporta 30 usos para esta especie en la comunidad de Huitziltepec, Guerrero; al comparar los resultados de Blancas (2001) con el presente trabajo, se tiene que para el estado de Hidalgo se reportan 15 usos más, que no están documentados para la localidad de Huitziltepec, entre los cuales se encuentran:

sombreros, miniaturas, el uso de la cruz de palma en la frente de los muertos, la quema de ramos para colocar cruces con la ceniza resultante en la frente de los fieles que asisten a las celebraciones de Semana Santa, el uso de los ramos de palma detrás de las puertas para alejar los malos espíritus y evitar los truenos sobre las casas en días lluviosos, la hoja rajada para hacer amarres a verduras, el uso de la hoja joven para elaborar zacahuil (tipo de tamal de la comida tradicional de la huasteca hidalguense), la hoja verde para adornos florales y en la elaboración de cercas, el consumo de las flores en quesadillas y la hoja seca que se utiliza como combustible y fumigante en gallineros.

Sin embargo, existen 20 usos que Blancas (2001) reporta, los cuales no se registran en el presente estudio, tales como el empleo de la hoja joven para elaborar mecapales, mecates, cilindros que son usados en la apicultura, huaraches que son colocados en los pies de los muertos, bolsas llamadas tenates que son usadas para llevar comida o semillas, canastas que se utilizan en la recolección de mazorcas, bozales que son colocados en la boca de los bueyes mientras se trabaja en la milpa, y la elaboración de trojes de palma llamadas tehiotzintle para guardar mazorcas, la hoja madura se utiliza para la envoltura de tamales, el techado de casas y la elaboración de patcholes (hojas prensadas para dar sombra a plantas de jitomate), el uso del meristemo apical como alimento y medicinal para infecciones vaginales, el tomento de las hojas para ayudar a que las heridas cicatricen más rápido, el tallo para elaborar postes, las brácteas foliares para fabricar capas, el uso de la raíz para hacer escobetas y finalmente el uso de las inflorescencias para elaborar coronas que son usadas en rituales.

Los usos reportados en ambos trabajos son el artesanal y el religioso. Entre ellos, se encuentra la elaboración de cinta para manufactura de sombreros, petates, aventadores, escobas, escobetillas, tortilleros, capas, ramos para Semana Santa, las hojas secas para techado de casas, el fruto que es comestible y el uso ornamental.

La mayor importancia que tiene este recurso en Guerrero comparado con Hidalgo puede deberse a varias razones. Por un lado, probablemente hay una mayor extensión territorial de palmares en Guerrero que en Hidalgo, por ser éste un estado más árido y con mayor superficie territorial (63 621 km² en Guerrero y 20 846 km² en Hidalgo, según INEGI 2005). Por otro lado, se estima que el número de artesanos es mucho mayor en Guerrero que en Hidalgo (no hay datos precisos) y aunado a que en Guerrero muchas de

las comunidades están clasificadas como de alta marginación económica (GEA 2003), la necesidad económica los obliga a trabajar más este recurso y cada día diseñar nuevos productos, diversificar los usos dados a esos productos e incorporar a más gente a esta actividad, que incluye a los niños que van aprendiendo el oficio desde pequeños. Esto concuerda con los resultados de Aguilar *et al.* (2005), quienes identificaron más de 100 usos diferentes para esta palma en Guerrero, donde el trabajo con este recurso es la base para el sustento familiar, mientras que en el estado de Hidalgo es sólo un complemento en la economía familiar.

A continuación se explicará con mayor detalle algunos de los principales usos de la palma en Hidalgo y cómo ha cambiado a lo largo del tiempo la frecuencia de utilización de productos elaborados con palma. Antiguamente, según cuentan los pobladores locales, esta palma era frecuentemente usada para elaborar petates que se usaban para dormir, mientras que en la actualidad este producto ha sido sustituido por colchones y camas, siendo relativamente poca la gente que duerme aún sobre petates en el estado. Similarmente, los capotes usados antiguamente para protegerse de la lluvia hoy están completamente sustituidos por capas hechas de plástico.

La sustitución de un producto por otro no necesariamente significa que ya no es usado el recurso, sino que puede ocurrir que los artesanos han transformado sus productos por otros que puedan presentar una demanda en el mercado. Así, la creatividad de ellos ha dado lugar a introducir petates en dimensiones más pequeñas y para diferentes usos tales como tapetes que son usados en la entrada de las casas o bien para ponerlos al lado de las camas y algunos mantelitos que se utilizan para colocar sobre ellos los platos de comida. Por lo tanto, la sustitución observada para algunos productos hechos con palma es simplemente el patrón general que han enfrentado muchos otros productos forestales no maderables (PFNM) en diversas partes del mundo y es motivada principalmente por la búsqueda de alternativas más baratas para obtener el producto deseado o ante la escasez del recurso natural (Alexiades y Shanley 2004). Aunque la sustitución del PFNM puede conducir al desuso del producto natural, también se ha observado con frecuencia que la sustitución puede causar una mayor valoración del producto natural dado que éste puede tener mejores características que su sustituto sintético (por ejemplo muchas plantas medicinales).

Otro de los usos más sobresalientes dados a esta palma en Hidalgo es el mágico religioso. En la comunidad de Taxhié (Alfajayucan), el uso de la cruz de palma en la frente de los muertos es muy simbólico para esta comunidad, dada la creencia de que, si no es colocada esa cruz, el alma de las personas no podrá ser recibida en el cielo. Un uso similar es el efectuado en la comunidad de Huitziltepec (Guerrero), donde a la gente que muere le son colocados unos huaraches tejidos de palma, con el objetivo de ayudar a vencer los obstáculos en su transcurso al “más allá” (Blancas 2001); evidentemente no es exactamente el mismo uso, pero los dos aditamentos se elaboran con el mismo recurso y se utilizan para la misma ocasión. Otros importantes usos mágico-religiosos en Hidalgo van desde la elaboración de ramos para las celebraciones en Semana Santa, el uso de la ceniza resultado de la quema de ramos usados en celebraciones pasadas para colocar con ella una cruz sobre la frente de los fieles, el uso de ramos de palma detrás de las puertas para alejar “malos espíritus” (B. E. Pérez-Escandón, *comunicación personal*) y evitar los truenos sobre las casas en días lluviosos (M. A. Villavicencio, *comunicación personal*). Llama la atención la gran importancia simbólica de esta palma en Hidalgo, reflejada en todos los usos descritos anteriormente.

Es interesante la gran diversidad de usos que se le da a las hojas en Hidalgo y otras partes de México. Así, se usan las secas como combustible en la comunidad de San José Zoquital (Hidalgo), se emplean para el techado de casas en la comunidad de la Rivera (Escobar 2005), en la localidad de Mesa Chica ubicada en Actopan (E. R. Martínez, *comunicación personal*) y en la comunidad de Topiltepec Guerrero (Illsley et al. 2006). Además de esto, en la localidad de Mesa Chica (Actopan, Hidalgo), se utilizan estas hojas en actividades tradicionales de fumigación en nidos de gallinas, actividad que consiste en quemar hojas secas de *B. dulcis* y el humo que sale de ellas esparcirlo en los nidos para eliminar el exceso de “gorupos” (Familia Acaridae) y evitar que los pollitos pequeños mueran (E.R. Martínez, *comunicación personal*). Por último, algunos pobladores en Hidalgo recomiendan envolver el zacahuil en hojas jóvenes de esta palma (y de otras especies) porque le dan un cierto sabor dulce a estos tamales.

A pesar de que este recurso hoy en día se sigue utilizando en algunas comunidades del estado, se esperaría que con el paso de los años disminuyera cada vez más su utilización debido a razones tales como: la falta de empleo lo cual obliga a un número

considerable de personas, principalmente jóvenes, a emigrar a otras ciudades en busca de mejores oportunidades de vida. Por otro lado, actualmente sólo la gente de mayor edad se dedica a la manufactura de estos artículos, mientras que los jóvenes muestran un gran desinterés por aprender este trabajo, lo que causa que cada vez haya menos personas conocedoras de este oficio. Aunque se puede recalcar que el valor económico de los productos es prácticamente simbólico y no refleja el trabajo del artesano, su conocimiento ni el costo de la materia prima, aún así este trabajo ha sido una fuente de economía esencial para mitigar algunos gastos esenciales en los hogares de los artesanos quienes siguen conservando y valorando esta actividad. Por último, la reglamentación vigente limita fuertemente el uso artesanal, actividad que según datos de campo se realiza desde hace al menos 100 años en Hidalgo.

7.2 Fenología

La tasa de producción de hojas en *Brahea dulcis* fue en promedio de 12.0 ± 2.5 por individuo por año, presentando un mínimo de 6 y máximo 17 hojas por planta al año. Para esta especie, Illsley *et al.* (2001) reportan una producción foliar de 20 hojas anuales, mientras que el estudio de Aguilar *et al.* (1996) indica que la producción foliar es de 24 hojas por año. Estas diferencias pueden deberse a variaciones climáticas entre los sitios, o a que estos lugares hayan sido cosechados con distinta intensidad, o a diferencias en los métodos para cuantificar estas tasas de producción de hojas; desafortunadamente, estos autores no explican cómo lo evaluaron (tamaño de muestra, frecuencia de muestreo, tamaño de los individuos observados).

En cuanto al ciclo de vida de una hoja de *B. dulcis* dura en promedio 20.18 quincenas (equivalente a 0.84 años) y por otra parte sabemos que el porcentaje de supervivencia anual es del 76%, esto mostraría que en promedio una hoja de esta palma dura menos de un año (0.84 años), aunque algunas pueden sobrepasar el ciclo anual y permanecer vivas un poco más de un año.

En varias palmas se ha medido la productividad foliar anual y el ciclo de vida foliar. Así, para *Euterpe edulis* 2.21 hojas/individuo/año (De Carvalho *et al.* 1999), *Chameadorea radicalis* una hoja/individuo/año (Endress *et al.* 2006), *Podococus barberi* (una planta de sotobosque en bosques húmedos del litoral de Camerún) una hoja/individuo/año, con un

ciclo de vida foliar de cinco años en la planta (Bullock 1980), *Serenoa repens* y *Sabal etonia* tienen una productividad foliar anual de 3.2 a 3.9 hojas/individuo/año en *S. repens* y de 1.5 a 2.1 en *S. etonia*, variando ampliamente según la apertura del dosel, y presentan un ciclo de vida foliar de 2 años en sitios poco sombreados hasta 3.5 años en sitios extremadamente sombreados (Abrahamson 2007), *Sabal yapa* produce mayor cantidad de hojas en sitios de mayor insolación (milpas) y menos en sitios más sombreados (acahuales, selvas medianas) y muestra una relación en forma de campana entre la productividad foliar y la altura de la planta, siendo máxima en los individuos de tallas intermedias (8 m.), así los individuos más productivos que se encontraron en milpas y de tallas intermedias producen 8 hojas/individuo/año, mientras que estos mismos individuos en selvas 6 hojas/individuo/año. En los trabajos citados anteriormente se puede observar que en general en estas palmas hay una relación inversamente proporcional entre la longitud del ciclo de vida foliar y la disponibilidad de luz. Similarmente en la cícada *Zamia skinneri*, que crece en el sotobosque de selvas en Costa Rica, se ha encontrado que el ciclo de vida foliar es de 4 a 6 años (Clark et al. 1992).

Comparando lo encontrado en *B. dulcis* con otras palmas, se observó que su productividad foliar anual es la más alta. Por otra parte, el ciclo de vida de la hoja es relativamente muy corto contrastado con lo observado en *Podococcus barteri* que crece en el sotobosque en zonas húmedas de Camerún y con *Sabal etonia* y *Serenoa repens* en un sitio seco de la Península de la Florida. Esto sugiere que la estrategia de *B. dulcis* es producir una gran cantidad de hojas, pero cada hoja tiene una duración relativamente corta, puesto que en ambientes áridos las escasas precipitaciones suelen relacionarse más con el ciclo de vida corto de las hojas (Westoby et al. 2000). Sin embargo a pesar de esta relación, se debe de tomar en cuenta el valor que representa la hoja para la planta, puesto que no solo desempeña funciones vitales (fotosíntesis), sino que además aportan gran cantidad de energía utilizada para la formación de flores, tallos, raíces e hijuelos, sin embargo se debe de tener en cuenta que la vida útil de la hoja empieza cuando esta ha alcanzando un 35-40% de su tamaño total y la velocidad a la que alcance este tamaño está determinada claramente por el sistema hídrico (Harper 1989).

Por lo tanto, esta estrategia de la planta es ideal desde el punto de vista del aprovechamiento sostenible de productos no maderables. Por consiguiente, aunque al

cortar una hoja con fines artesanales se quita la producción fotosintética durante 20.18 quincenas y esto tiene efectos en el balance energético de la planta, aún así las características de su historia de vida favorecen una alta productividad foliar y cortos ciclos de vida foliares, de manera que el efecto humano se disminuye debido precisamente a que el hombre está aprovechando esa estrategia de historia de vida de la planta.

En cuanto a los factores que influyen en la producción de hojas, en esta tesis se encontró que ésta varía de manera estadísticamente significativa con la precipitación y con la altura de la planta. En general, varios estudios han señalado que la mayor producción foliar en palmas ocurre en épocas de mayor precipitación. Esto ha sido sugerido para *B. dulcis* en Topiltepec (Guerrero) por Acosta *et al.* (1998); además, para *Sabal yapa* Pulido y Caballero (2006) demostraron que la producción foliar se relacionó con la altura de la palma y con el sitio (milpas, acahuales, selvas medianas). Lo anterior no exime que otros factores podrían también influir sobre la producción foliar. Debe añadirse que aunque no exista una relación significativa con los datos obtenidos a partir de las mediciones con el pluviómetro casero puede deberse a factores tales como el método empleado (el aceite quizá no evitó suficientemente la evaporación del agua), el lugar donde fue colocado (debió elegirse con los mismos criterios que se usan en las estaciones meteorológicas), la relación del sitio con la dirección de la lluvia y sobretodo a la alteración que causó la gente local pues en ocasiones se encontraban piedras dentro del pluviómetro o se encontró caído de manera intencional.

Pasando ahora a la fenología de inflorescencias e infrutescencias, se encontró que los eventos de floración y fructificación en esta palma se dieron de manera asincrónica entre individuos, pero de manera sincrónica entre ellos mismos. La floración en esta especie estuvo delimitada por el surgimiento de las inflorescencias emergentes que se encontraron disponibles en una etapa bien definida del año (abril- junio) la cual corresponde a la época húmeda, e indica que su producción está claramente influenciada por la lluvia. Caso similar ocurrió con los estadios de desarrollo pubescente y botón se presentaron en periodos prolongados de desarrollo, incluidas la época húmeda y la seca, registrando picos máximos de producción en la época húmeda. Sin embargo los estadios flor y flor seca, se manifestaron en un periodo de desarrollo corto en relación con las etapas antes mencionadas (pubescente y botón) y presentaron su máxima producción

durante la época seca. Estos resultados son similares a los encontrados en las palmas *Attalea phalerata* y *Socratea exorrhiza* de la amazonia boliviana (Cabrera y Wallace 2007) y en un estudio de 30 especies de palmas en un bosque amazónico (Henderson *et al.* 2000), en el que se registraron picos de floración tanto en época seca como en húmeda.

Por otra parte, la fructificación varió según cada una de las etapas registradas para esta especie. La presencia de frutos verdes, amarillos y negros se registró tanto en la época húmeda como en la seca, sin embargo, los tres estadios presentaron picos máximos de producción en la época húmeda, sugiriendo entonces una posible relación entre esto y la precipitación.

A pesar de los picos de producción observados para los distintos estadios de inflorescencias e infrutescencias, es notable que en todo el año pueden encontrarse todos los estadios simultáneamente en la población estudiada. Esta amplia disponibilidad a lo largo del año puede favorecer a otros organismos que se alimentan de su néctar, polen y/o frutos. El único dato disponible en la literatura es que los frutos de *B. dulcis* son consumidos y probablemente dispersados por mamíferos pequeños (Ramírez 1996). Información adicional sobre los polinizadores y dispersores es inexistente. En el campo se observó muy frecuentemente a hormigas en las inflorescencias e infrutescencias, abejas en las inflorescencias y algunas excretas de zorras con semillas de esta palma. Por consiguiente, estudios detallados sobre los polinizadores y dispersores son necesarios.

Por último, en *B. dulcis* se encontró que la fenología de su reproducción tiene un ciclo bianual, es decir se requieren dos años para que se produzcan las inflorescencias e infrutescencias, sin contar el tiempo de germinación de las semillas. Este ciclo bianual también se ha encontrado en *Borassus aethiopum* (Barot y Gignoux 1999), *Oenocarpus bataua* (Miller 2002), mientras que es sub anual en *Normanbya normanbyi* (Inkrot *et al.* 2007) y anual en *Geonoma epetiolata* (Martén y Quesada 2001) y *Euterpe edulis* (Galetti *et al.* 1999; Castro *et al.* 2007).

A pesar del gran esfuerzo reproductivo demostrado por *B. dulcis*, en el sitio de estudio se observó que no se presentaron reclutamientos de nuevos individuos por medio de reproducción sexual. Es decir, las semillas no logran germinar y establecerse, lo que puede deberse a la alta insolación que recibe este sitio, al pisoteo del ganado (borregos, chivos y burros) y parcialmente a la depredación de semillas por Bruquidos, lo

cual es muy frecuente en palmas. Por lo tanto, a futuro sería interesante realizar un experimento de exclusión para evaluar el efecto del ganado y germinar experimentalmente semillas tanto en invernadero como en condiciones naturales. El hecho que sólo se haya observado reproducción clonal y no sexual tiene claras implicaciones genéticas que también deberán evaluarse.

7.3 Cosecha óptima

Después de un año y bajo el mismo régimen de cosecha, las palmas cosechadas con mayor intensidad y frecuencia produjeron un número mayor de hojas (9.7 ± 0.58 hojas por individuo), que aquellas palmas que presentaron tratamientos con menor intensidad y frecuencia de corte. Resultados similares son reportados por Martínez-Ballesté (2006) para las palmas *Sabal yapa* y *S. mexicana*, Oyama y Mendoza (1990) para la palma *Chamaedorea tepejilote* y Calvo-Irabién *et al.* (2009) para *Thrinax radiata*. Algunos de estos trabajos han sugerido que los carbohidratos almacenados en los tejidos de los troncos explican la mitigación de las pérdidas de tejido fotosintético; además, esto es más notable en los individuos de mayor altura, pues tienen más almacenamiento de carbohidratos (Mendoza *et al.* 1987; Oyama y Mendoza 1990; Calvo-Irabién *et al.* 2009).

Sin embargo los resultados obtenidos con el programa MLGM, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la productividad foliar y los tratamientos empleados. Esto es opuesto a las tendencias generales observadas durante los muestreos en campo.

En este estudio no existieron palmas donde se cortara el 100% de las hojas, pero estudios realizados con otras especies de palmas (Mendoza *et al.* 1987 Oyama y Mendoza 1990, Martínez-Ballesté 2006), indican que la defoliación total de la planta provoca la disminución en su productividad foliar *B. dulcis* probablemente podría disminuir su producción de hojas si éstas son cosechadas en su totalidad. Si se añadieran tratamientos más intensos de defoliación, a largo plazo se observaría el efecto que causa ésta sobre la planta. Aunque el corte de hojas amarillentas y necrosadas favorece una dinámica de recambio adecuada para incrementar la producción de hojas nuevas (Martínez-Ballesté 2006), y el corte de las hojas viejas no causa efectos negativos sobre la producción de

hojas jóvenes, debido a que estas presentan una menor actividad fotosintética que las hojas maduras (Bazzatz 1996), la defoliación total o parcial de cualquier planta implica una pérdida de tejido fotosintético y por lo tanto afecta el crecimiento, reproducción y sobrevivencia de la planta (Anten *et al.* 2003). Es así como la respuesta de las plantas depende en gran manera de la intensidad de la defoliación y por lo tanto también de la capacidad para mitigar los daños resultantes de ésta (Zuidema *et al.* 2000).

Durante los 12 meses del estudio, no se observó la mortalidad de ninguna planta, ni siquiera cuando los individuos quedaron con dos hojas, al igual que lo encontrado en estudios como el de Mendoza *et al.* (1987) Oyama y Mendoza (1990) Martínez-Ballesté (2006) y Calvo-Irabién *et al.* (2009). Sin embargo, hay que tener en cuenta que los efectos de la defoliación no sólo implican la mortalidad de los individuos sino además cambios que se reflejan en ellos, como la disminución en la longitud foliar (O'Briend y Kinnaird 1996) y disminución de la actividad reproductiva (Anten *et al.* 2003; Endress *et al.* 2004, 2004; Endress *et al.* 2006; Zuidema *et al.* 2007). Estos aspectos falta evaluarlos en *B. dulcis*, pero debe señalarse que no se observaron diferencias notables en los tamaños de las hojas producidas en los distintos tratamientos. Por otro lado, como se mencionó, la reproducción sexual es virtualmente cero.

Es relevante añadir la importancia de las prácticas de cosecha tradicionales en este o cualquier otro recurso no maderable. Por ejemplo, tradicionalmente en Guerrero, la cosecha constante de hojas nuevas, el deshije (eliminación de hijuelos), la limpia (eliminación de hojas secas, solamente se dejan las hojas verdes en la planta, debido a que estas hojas forman una especie de “sombrialla” en el tallo e impiden que la humedad llegue hasta esa zona (Acosta *et al.* 1998) y la quema (quema de hojas secas e hijuelos que se encuentran en la base de los tallos) son prácticas de manejo tradicional que favorecen la productividad foliar y el desarrollo de los palmares (Ilsley *et al.* 2001).

Otro ejemplo nos muestra que los mayas de la Península de Yucatán tradicionalmente cortan las hojas disponibles para *Sabal yapa*, dejando dos hojas nuevas sin cortar, y además, recomiendan que el corte de la hoja debe hacerse lo más cerca posible del tronco, dejando un pecíolo de tamaño mínimo, para así favorecer la producción foliar (Pulido y Caballero 2006, Martínez-Ballesté 2006). Experimentalmente fue comprobado que el método tradicional maya de cosecha de esta palma es la manera

óptima de cosechar la planta (Martínez-Ballesté *et al.* 2006). En el caso de *B. dulcis* habitualmente cortan las hojas nuevas que estén disponibles, pero hasta donde conocemos no se presta atención a la longitud del pecíolo cortado. Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados del experimento de defoliación, se recomienda que se corten dos hojas nuevas semestralmente por planta, teniendo en cuenta que el pecíolo sea dejado en un mínimo posible y además, se recomienda que corten también dos hojas maduras (que pueden usarse como combustible) para estimular la producción de nuevas hojas. Más de cuatro hojas nuevas anuales por individuo no es recomendado, pues los tratamientos empleados sólo nos permiten concluir esto.

Por último, deben enfatizarse las diferencias que se encontraron en el experimento de defoliación durante el primer semestre y el segundo semestre y los datos anuales. Esto sugiere que en este caso y seguramente en muchos otros debe ampliarse el período de observación para poder concluir de manera más precisa en las respuestas de la palma a la defoliación. Por lo tanto, el periodo limitado de este estudio no nos permite concluir sobre los efectos a largo plazo que puede tener esta palma por la intensidad de cosecha. Sin embargo estos datos nos ayudan a evaluar el impacto de cosecha de las hojas, además de evaluar el potencial de uso sostenible o el riesgo de sobreexplotación y el diseño de los reglamentos apropiados para el manejo de este recurso. Finalmente el potencial de aprovechamiento sostenible de esta planta, es un tema que falta estudiar mucho más a fondo. Esto significa que se requiere de más trabajos de investigación que aborden diversas temáticas biológicas, socio-económicas y culturales.

7.4 Limitaciones impuestas por el marco legal vigente

Si bien, las hojas de esta palma son un recurso muy importante para la gente de las comunidades en Hidalgo, su aprovechamiento hoy en día está muy limitado debido a una serie de normas oficiales de regulación ambiental, establecidas para poder controlar la extracción de hojas de palma de los ambientes naturales. Para el buen aprovechamiento de las hojas, en nuestro país existe la NOM-006-RECNAT-1997, la cual se encarga de un sinnúmero de procedimientos, criterios y especificaciones para lograr un aprovechamiento sostenible de diversas especies de palmas, entre ellas *Brahea dulcis*. Sin embargo existen una serie de procedimientos, que se tienen que llevar a cabo para lograr obtener

permisos para extracción de hojas de esta palma, procedimientos y requisitos nada sencillos y un poco exagerados, tales como estudios técnicos abalados por Ingenieros forestales, planes de manejo de aprovechamiento, notificaciones trimestrales sobre la tasa de extracción, contar con facturas o notas de remisión para demostrar la legalidad del recurso, en fin muchas trabas y mucho dinero invertido. Si el recurso es tan importante en diversos sectores tales como gubernamental, social y cultural, y se sabe que las ganancias por la transformación de él son bajas, las autoridades o dependencias podrían ser un poco más flexibles a la hora de establecer las normas a seguir, para el aprovechamiento del recurso para no sobre regularlo y en otros aspectos restringir su uso.

Dentro del marco normativo en el estado, la gente de las comunidades no puede extraer palma por la falta de permisos, los cuales no son obtenidos fácilmente por los requisitos antes mencionados y sobre todo por el costo elevado de ellos. Por lo tanto, el no extraer este recurso afecta al sector de los artesanos, los cuales no tienen palma para elaborar artesanías y por consiguiente su trabajo se ve afectado. Dentro de las experiencias en campo se ha escuchado a la gente hablar con tristeza sobre este recurso, cuando se visitan las comunidades, la gente se acerca y habla de la necesidad por tener un poco de palma para trabajar, atribuyendo la falta de esta a la “biosfera” que es así como le llaman al Área Natural Protegida (RBBM). Si bien podemos darnos cuenta que aún existe poco conocimiento en cuanto a las normas legales para la extracción de este recurso, no es el Área Natural Protegida quien regula su extracción, sino la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA), vinculada con el Instituto Nacional de Ecología (INE), los que establecen un sinnúmero de requisitos para lograr un permiso de aprovechamiento. Sin embargo estos requisitos son exagerados y resulta claro que la gente de las comunidades pequeñas no puede invertir en un permiso de extracción y que además implica una serie de trámites costosos. Así es como existen dos escenarios, uno en el cual las regulaciones oficiales tienen como objetivo un aprovechamiento sostenible y que tienen trámites muy complicados para los recolectores y otro en donde la gente tiene que extraer el recurso “ilegalmente” para poder seguir subsistiendo. Escenarios que no pueden controlarse si los dos no obtienen algún beneficio. Las dependencias tienen que proteger y cuidar el recurso, pero también la

gente tiene que trabajar para comer. Sin duda alguna es un problema que puede tener solución beneficiando a las dos partes.

Si bien hasta el momento sabemos que muchas veces las Normas oficiales que se ponen en práctica, son muy generales y no observan los procesos biológicos que existen en los sistemas naturales (GEA 2003, Aguilar *et al.* 2005), son muy importantes y es un avance tenerlas, pero es necesario ampliarlas y sobre todo elaborarlas junto con las comunidades, siempre tomando en cuenta su experiencia, sus necesidades, y sobre todo el valor de uso que el recurso tiene para ellas. Hay que tener en claro que mucha gente lo necesita para seguir subsistiendo y que, en parte, el trabajo y conocimiento tradicional que la gente tiene puede verse opacado por este tipo de reglamentaciones.

7.5 Uso sostenible de *B. dulcis*

B. dulcis es un recurso forestal no maderable que ha sido ampliamente utilizado por la comunidad otomí del estado de Hidalgo, siendo una fuente pequeña de ingresos para varias familias indígenas. Las hojas nuevas son el principal producto cosechado para la elaboración de diversos artículos artesanales. La recolección y transformación de este recurso se efectúa a lo largo del año, siendo el periodo de Semana Santa el que presenta mayor actividad, debido a las celebraciones de Domingo de Ramos.

La planta presenta una tasa de producción foliar anual de 12 hojas por individuo, y un ciclo de vida de hojas en promedio de 0.84 años. Esta elevada productividad foliar, desde el punto de vista de aprovechamiento sostenible es ideal, puesto que la estrategia de producir una alta cantidad de hojas y que éstas presenten un ciclo de vida foliar corto son características de la historia de vida de la planta, que el ser humano ha aprovechado.

Ahora bien, si la planta presenta una historia de vida que nos permite aprovecharla, también se deben tomar en cuenta algunos factores que a largo plazo se observarían en ella si es cosechada exhaustivamente. Desafortunadamente no existen trabajos con esta especie que demuestren esto a largo plazo, sin embargo hasta hoy en día sabemos que una cosecha sostenible para esta planta es el corte de 4 hojas nuevas por año, mismas que son suficientes para la elaboración de cuatro aventadores o para una cuarta parte de un petate; claro está que los artesanos no esperarían cuatro años para poder terminar un petate y venderlo o bien usarlo ellos mismos. Sin embargo, la

demanda requerida para elaborar todas esas artesanías proviene de palmares altamente densos y no sólo de una planta.

En la actualidad, la sustitución de este recurso con alternativas más baratas como las sintéticas, han querido colapsar el mercado de esta especie, pero la capacidad que tienen los artesanos para crear nuevos diseños y poder responder así a las presiones del mercado, los ha ayudado a seguir manteniéndose en él hasta hoy en día.

Sin embargo se debe crear conciencia entre los consumidores para el pago justo por la venta de artesanías, debido que este trabajo es uno de los más sobreexplotados, además de elaborar esquemas de comercialización de este recurso desde la cosecha hasta la manufactura en las que se elimine a los intermediarios, quienes son los que ganan más con el trabajo de esta gente.

Actualmente, existen normas y reglas que limitan el aprovechamiento de este recurso en la zona, principalmente por la ausencia de información básica (biológica, ecológica y cultural) y por el mal diseño de los reglamentos de aprovechamiento de ésta. El manejo de *B. dulcis* no consiste en sólo delimitar una serie de acuerdos y decisiones por parte de las instituciones gubernamentales, sino además que éstas sean establecidas junto con las comunidades, para regular el aprovechamiento de manera sostenible de esta palma.

Sin embargo, el reto consiste en lograr un equilibrio entre las dependencias gubernamentales, diversas asociaciones civiles, instituciones académicas y la gente de las comunidades, para así poder formular estrategias más adecuadas para el aprovechamiento de este recurso, pero sobre todo que exista una sensibilidad política y gubernamental, para que verdaderamente se respeten y reconozcan los conocimientos, usos y costumbres que la gente le ha dado a este recurso por mucho tiempo.

Por último, aún faltan muchos trabajos de investigación que verdaderamente entiendan la problemática actual que presentan las comunidades poseedoras de recursos naturales, y que contemplen diferentes temáticas, esperando que este trabajo sea la punta de lanza de muchos estudios próximos y sobre todo la inspiración y sensibilidad de muchas generaciones venideras.

8 CONCLUSIONES

- En el estado de Hidalgo *Brahea dulcis* se emplea para 26 usos distintos, destacando los artesanales y religiosos, lo que implica el aprovechamiento de casi todas las estructuras de la planta.
- Los objetos más frecuentemente elaborados en Hidalgo son los petates, escobas, aventadores, sombreros y miniaturas. El tiempo requerido para la manufactura de petates es de 1 a 7 días y se emplean de 15-40 hojas. Los sombreros requieren de 5-7 días. Las escobas/escobetillas se elaboran en 30 minutos y se utiliza el desperdicio de hojas que resulta de la elaboración de petates. Un aventador se elabora en una hora y se requiere de media hoja de palma para su manufactura.
- La producción de hojas nuevas mostró una relación estadísticamente significativa con la altura y la precipitación. La tasa de producción de hojas fue en promedio de 12.0 ± 2.5 por individuo por año, presentando un mínimo de seis y un máximo de 17 hojas por planta al año.
- La fenología de la reproducción de *Brahea dulcis* tiene un ciclo bianual.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas entre la productividad foliar y los tratamientos evaluados.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Abrahamson, W.G., 2007. Leaf traits and leaf life spans of two xeric-adapted palmettos. *American Journal of Botany* 94, 1297-1308.
- Acosta, G.J., Illsley, C., Flores, A., 1998. Producción foliar en *Brahea dulcis* (HBK) Mart, Arecaceae, en Topiltepec, Guerrero. Memorias. 7° Congreso Latinoamericano de Botánica y XVII Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F.
- Aguilar, J., Acosta, J., Illsley, C., Gómez, T., García, J., 1996. Manejo campesino de recursos naturales de la selva baja caducifolia, en particular *Brahea dulcis*, en la región de Chilapa, Guerrero. GEA, A.C. México, pp. 161.
- Aguilar, J., Illsley, C., Acosta, J., Gómez, T., Tlacotempa, A., Flores, A., Miranda, E., Sazoxoteco, D., Teyuco, E., 2005. Palma soyate: tejiendo en el tiempo. En: López, C., Chanfón, S., Segura, G. (Eds.), La riqueza de los bosques mexicanos más allá de la madera: experiencias de comunidades rurales. Semarnat, Cifor, Cecadesu, Conafor, Procimaf II, México, pp. 17-23.
- Alexiades, M.N., 1996. Selected guidelines of ethnobotanical research: a field manual. The New York Botanical Garden, New York, pp. 306.
- Alexiades, M., Shanley, P., 2004. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Centro para la Investigación Forestal Internacional, Bogor, Indonesia, pp. 499.
- Anónimo, 1991/1992. Non-timber forest products defined. *Unasylva* 165, 3.
- Anten, N.P.R., Martínez-Ramos, M., Ackerly, D.D., 2003. Defoliation and growth in a undestory palm: quantifying the contributions of compensatory responses. *Ecology* 84, 2905-2918.
- Barot, S., Gignoux, J., 2007. Population structure and life cycle of *Borassus aethiopum* Mart. Evidence of early senescence in a palm tree. *Biotropica* 31, 439-448.
- Bazzaz, F.A., 1996. The ecophysiology of plants in heterogeneous environments. Harvard University Press, Massachussets.

- Blancas, V.J.J., 2001. Estudio etnobotánico de soyatl o palma *Brahea dulcis* HBK Martius en la comunidad nahua de Huitziltepec, Eduardo Neri, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bullock, S.H., 1980. Demography of an undergrowth palm in littoral Cameroon. *Biotropica* 12, 247-255.
- Caballero, J., 1994. Use and management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatán. Tesis de Doctorado. University of California, Berkeley, USA.
- Cabrera, H.W., Wallace, R., 2007. Patrones fenológicos de ocho especies de palmeras en un bosque amazónico de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 21, 1-18.
- Calvo-Irabien, L.M., Zapata, M.T., Iriarte-Vivar, S., 2009. Effects of leaf harvest on *Thrinax radiata* palm: implications for management and conservation. *Journal of Tropical Forest Science* 21, 34-44.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zaráte, S., 1997. Manejo de la Vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61, 31-47.
- Castillo, G. C., 1993. Contribución al conocimiento sobre *Brahea dulcis* (H.B.K). Mart. en la región Mixteca de Cárdenas, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Castro, E.R., Galetti, M., Morellato, L.P.C., 2007. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. *Australian Journal of Botany* 55, 725-735.
- Clark, D.B., Clark, D.A., Grayum, M.H., 1992. Leaf demography of a neotropical rain forest Cycad, *Zamia skinneri* (Zamiaceae). *American Journal of Botany* 79, 28-33.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP, 2003. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.
- Crawley, M.J., 1993. *GLIM for Ecologist*. Blackwell Science, London, pp. 392.
- Crawley, M.J., 2007. *The R Book*. Wiley, London, pp.877.
- De Carvalho, R.M., Martins, R.F., Santos, A.M.F., 1999. Leaf Ecology of Pre-reproductive ontogenetic stages of the palm tree *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). *Annals of Botany* 83, 225-233.

- Endress, B., Gorchoy, D.L., Peterson, M., Padron-Serrano, E., 2004. Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, its effects on leaf production, and implications for sustainable management. *Conservation Biology* 18, 822-830.
- Endress, B., Grochov, D.L, Noble, B.R., 2004. Non-Timber forest product extraction: effects of harvest and browsing on an understory palm. *Ecological Applications* 14, 113-1153.
- Endress, B., Gorchoy, D.L., Berry, E.J., 2006. Sustainability of a non-timber forest product: effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. *Forest Ecology and Management* 234, 181-191.
- Escobar, G.R.I., 2005. Extracción de hojas de la palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart (Arecaceae) en una comunidad otomí en la Reserva de la Biosfera “Barranca de Metztitlán”, Hidalgo: efectos sobre algunos parámetros poblacionales. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Galetti, M., Zipparro, B.V., Morellato, C.P., 1999. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland atlantic forest of Brazil. *Ecotropica* 5, 115-122.
- GEA, 1996. Informe final del proyecto manejo campesino de recursos naturales de la selva baja caducifolia, en particular *B. dulcis*, en la región de Chilapa, Guerrero. Grupo de Estudios Ambientales, A.C, México.
- GEA, 2003. Normatividad y manejo sustentable de productos forestales no maderables: El caso de la palma Soyate en el estado de Guerrero. Grupo de Estudios Ambientales, A.C, México.
- Harper, J. L., 1989. The value of a leaf. *Oecologia* 80, 53-58.
- Henderson, A., Galeano, G., Bernal, R., 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, New Jersey, pp. 352.
- Henderson, A., Fischer, B., Scariot, A., Whitaker P.A.M., Pardini, A.R., 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia* 52, 149-159.
- Illsley, C., Aguilar, J., Acosta, J., García, J., Gómez, T., Caballero, J., 2001. Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de *Brahea dulcis* (HKB) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. En: Rendon, A.B., Rebollar, D.S., Caballero, N.J., Martínez, A.M., (Eds.). *Plantas Cultura y Sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, pp. 259-287.

- Illsley, C., Gómez, T., Díaz, L., Velazco, G., Flores, J., Morales, J., García, P., Aguilar, J., 2006. Palma soyate *Brahea dulcis* (Arecaceae). En: Marshall, E., Schreckenber, K., Newton, A.C., 2006. Comercialización de productos forestales no maderables, factores que influyen en el éxito. Conclusiones del estudio de México y Bolivia e implicaciones políticas para los tomadores de decisión. Cambridge Printers, Cambridge, UK, pp. 148.
- INEGI, 2005. XII Censo General de Población y Vivienda, 2005. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Hidalgo, México.
- INEGI, 2005a. Hidalgo: resultados definitivos, datos por localidad. XII Censo General de Población y Vivienda, 2005. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Hidalgo, México.
- INEGI, 2005b. Atotonilco el Grande, estado de Hidalgo: cuaderno estadístico municipal. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Hidalgo, México.
- Inkrot, D., Sattler, D., Geyer, C., Morawetz, W., 2007. Flowering and fruiting phenology of *Normanbya normanbyi* (W.Hill) L. H. Bailey (Arecaceae), palm endemic to the lowland tropical rainforest of north-eastern Australia. *Austral Ecology* 32, 21-28.
- Littel, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W, Wolfinger, R.D., 1996. SAS System for Mixed Models. SAS Institute. Cary, EEUU, pp. 779.
- Martén, S., Quesada, M., 2001. Phenology, sexual expression, and reproductive success of the rare neotropical palm *Geonoma epetiolata*. *Biotropica* 33, 596-605.
- Martín, G.J., 2001. Etnobotánica: manual de métodos. Nordan Comunidad. Montevideo, Uruguay.
- Martínez, M., 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura Económica. México, pp. 1220.
- Martínez-Ballesté, A., 2006. Efecto de la cosecha de hojas sobre la palma *Sabal*: una evaluación de los métodos tradicionales empleados por los agricultores Mayas de Yucatán. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Mastache, A., Morett, E., 1982. El trabajo de la palma en la región de La Montaña de Guerrero. Universidad Autónoma del Estado de Guerrero. Cuadernos de Ciencias Sociales, México, pp. 84.

- Mendoza, A., Piñero, D., Sarukhán, J., 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 75, 545-554.
- Miller, C., 2002. Fruit production of the unguurahua palm *Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, *Arecaceae*, in an indigenous Managed Reserve. *Economic Botany* 56, 165-176.
- Niels, P., Anten, R., Martinez-Ramos, M., Ackerly, D., 2003. Defoliation and growth in an understory palm: quantifying the contributions of compensatory responses. *Ecology* 84, 2905-2918.
- O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F., 1996. Effect of harvest on leaf development of the Asian palm *Livistona rotundifolia*. *Conservation Biology* 10, 53-58.
- O'Hara, J.L. 1999. An ecosystem approach to monitoring non-timber forest products harvest: the case study of Bayleaf palm (*Sabal mauritiiiformis*) in the Rio Bravo conservation and management area, Belize. Tesis de doctorado. Yale University, New Haven, CT.
- Olmsted, I., Alvarez-Buylla, E., 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* 5, 484-500.
- Oyama, K., Mendoza, A., 1990. Effects of defoliation on growth, reproduction, and survival of a neotropical dioecious palm, *Chamaedorea tepejilote*. *Biotropica* 22, 119-123.
- Pavón, N., Escobar, R., Ortíz-Pulido, R., 2006. Extracción de hojas de la palma *Brahea dulcis* en una comunidad otomí en Hidalgo, México: efecto sobre algunos parámetros poblacionales. *Interciencia* 31, 1-6.
- Pavón, N.P., Meza, M., 2009. Cambio climático en el estado de Hidalgo: clasificación de tendencias climáticas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, pp. 168.
- Pérez-Escandón, B.E., Villavicencio, N.M.A., 2003. Lista de las plantas útiles del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Pulido, M.T., 2006. Uso y manejo de la palma de guano (*Sabal yapa*, *Arecaceae*) en zonas de vegetación natural del área maya de la península de Yucatán. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Pulido, M.T., Caballero, J., 2006. The impact of shifting agriculture on the availability of non-timber forest products: the example of *Sabal yapa* in the Maya lowlands of Mexico. *Forest Ecology and Management* 222, 399-409.
- Quero, H., 1989. Flora genérica de Arecaceas de México. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Quero, H., 1994. Las palmas de México: presente y futuro. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55, 123-127.
- Quero, H., 1994b. Flora de Veracruz. Fascículo 81. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México, pp. 63.
- Ramírez, J., 1996. La palma: hacia una estrategia de manejo campesino. *Biodiversitas* 2, 6-10.
- Rzedowsky, J., 1983. Vegetación de México. México, D.F, pp. 432.
- Sánchez, C., 2005. Uso y manejo de la palma (*Brahea* sp.) y la vara de sauce (*Salix* sp.) en el municipio de Metztlán, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- SEMARNAT, SF. Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de Recursos Forestales No Maderables de Clima Árido y Semiárido. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Publicacion/Manual_Clima%20C3%81rido.pdf.
- Sohng, S.S.L., 1995. Enfoques de investigación participativa: algunos conceptos fundamentales. pp. 87-90. En: Gonsalves, J., Becket, T., Braun, A., Campilan, D., De Chávez, H., Fajber, E., Kapiriri, M., Rivaca-Caminade, J., Vernooy, R. (Eds.). *Investigación y desarrollo participativo para la agricultura y el manejo sostenible de recursos naturales. Volumen 1: Comprendiendo investigación y desarrollo participativo*. Centro Internacional de la Papa, Laguna, Filipinas y Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo, Ottawa, Canadá, pp. 262. Disponible en: <http://www.idrc.ca/openebooks/302-x/>
- Ticktin, T., 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal Applied Ecology* 41, 11-21.

- Ugent, D., 2000. The master basker weavers of the Toluca market region Mexico. *Economic Botany* 54, 256-266.
- Westoby, M., Warton, D., Reich, P.B., 2000. The time value of leaf area. *The American Naturalist* 155, 649-656.
- Zuidema, P.A., Werger, M.J.A., 2000. Impact of artificial defoliation on ramet and genet demography in a neotropical understory palm. En: Zuidema, P.A. (Ed.), *Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon*. Promab, Beni, Bolivia, pp. 109-132.

10 ANEXOS

Anexo 1. Formato de entrevistas estructuradas, aplicadas a artesanos de Ixmiquilpan, Tlaxco (Metztitlán) y Taxhié (Alfajayucan) de julio de 2008 a marzo de 2009.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Encuesta: Usos artesanales de *Brahea dulcis* en _____ . Hidalgo.

Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Ocupación (es) _____ Principal: _____

1. _____

2. _____

3. _____

SI LA PERSONA CORTA PALMA

1. ¿Usted corta palma? _____

2. ¿En donde la corta? _____

3. ¿Con que frecuencia corta palma? _____

4. ¿En donde encuentra la palma? _____

5. ¿Qué proceso le da a las hojas? _____

SI LA PERSONA NO CORTA PALMA

6. ¿A quién se la compra? _____

7. ¿Sabe usted de donde la traen? _____

8. ¿Cuánto paga por ella? _____

9. ¿Cuántas hojas trae el rollo de palma? _____

SI SABE ELABORAR ARTESANIAS

1. ¿Usted sabe trabajar la palma? _____

2. ¿Cuántos años lleva trabajando la palma? _____

3. ¿Quién le enseñó? _____

(nombre, parentesco, comunidad) _____

4. ¿Qué tipo de artesanías hace? _____

5. ¿Qué hace con lo que usted elabora? _____

¿Lo vende? _____ ¿A quien se lo vende? _____

¿A cuánto lo vende? _____ ¿Cada cuanto viene la persona a

quien lo vende? _____

¿De dónde es esa persona? _____

¿Usted sabe a dónde lleva a vender lo que usted hace? _____

6. ¿Si no vende ninguna de las cosas que elabora ¿Qué las hace? _____

¿Las utiliza para su casa? _____ ¿Las regala? _____

7. ¿Cuántas horas o días se tarda para hacer? Tapete _____,

Aventadores _____, Sombreros _____, Escobas _____

otros _____

8. ¿Sabe cuántas hojas o rollos tiene que usar para elaborar? Tapetes _____,

Aventadores _____, Sombreros _____, Escobas _____

otros _____

SI NO SABE ELABORAR ARTESANIAS

1. ¿De dónde trae las artesanías para venderlas? _____
2. ¿A quién se las compra? _____
3. ¿Cada cuando viene el señor que le trae las artesanías? _____
4. ¿Se las lleva hasta su casa? _____ ¿ó usted las va a recoger _____
5. ¿A como le venden cada artículo? _____ - petate \$ _____, aventador \$ _____, escobas \$ _____, Sombreros \$ _____, otros \$ _____

Anexo 2. Resultado del programa estadístico GLIM (Crawley 1993), utilizado para analizar los datos de producción de hojas de *Brahea dulcis*. La variable de respuesta fue la producción de hojas (h), mientras que la altura (a), altura al cuadrado (c), número de estructuras reproductivas (e) y número de hijuelos (r), fueron considerados como variables (x) que constituyeron el modelo máximo para evaluar la producción de hojas nuevas (y) a lo largo del estudio. A la variable independiente se le asignó un error tipo Poisson y los datos fueron ajustados a un modelo lineal.

[o] GLIM 4, update 8 for IBM etc. 80386 PC / DOS on 23-Feb-2010 at 17:14:16

[o] (copyright) 1992 Royal Statistical Society, London

[i] ? \$units 42\$

[i] ? \$data a c e r h\$

[i] ? \$dinput 7\$

[i] File name? feno.txt

[i] ? \$yvar h\$

[i] ? \$link l\$

[i] ? \$error p\$

[i] ? \$fit\$

[o] scaled deviance = 24.830 at cycle 3

[o] residual df = 41

[o]

[i] ? \$fit a+c+e+r+a.c+a.e+a.r+c.e+c.r+e.r\$

[o] scaled deviance = 14.125 at cycle 3

[o] residual df = 31

[o]

[i] ? \$fit -e.r\$

[o] scaled deviance = 14.251 (change = +0.1253) at cycle 3

[o] residual df = 32 (change = +1)

[o]

[i] ? \$calc %CHP(0.1253,1)\$
[o] 0.2766
[i] ? \$fit -c.r\$
[o] scaled deviance = 14.330 (change = +0.07940) at cycle 3
[o] residual df = 33 (change = +1)
[o]
[i] ? \$calc %CHP(0.07940,1)\$
[o] 0.2219
[i] ? \$fit -c.e\$
[o] scaled deviance = 14.331 (change = +0.0005136) at cycle 3
[o] residual df = 34 (change = +1)
[o]
[i] ? \$calc %CHP(0.0005136,1)\$
[o] 0.01808
[i] ? \$fit -a.r\$
[o] scaled deviance = 14.436 (change = +0.1056) at cycle 3
[o] residual df = 35 (change = +1)
[o]
[i] ? \$calc %CHP(0.1056,1)\$
[o] 0.2548
[i] ? \$fit -a.e\$
[o] scaled deviance = 15.122 (change = +0.6855) at cycle 3
[o] residual df = 36 (change = +1)
[o]
[i] ? \$calc %CHP(0.6855,1)\$
[o] 0.5923
[i] ? \$fit -a.c\$
[o] scaled deviance = 15.994 (change = +0.8726) at cycle 3
[o] residual df = 37 (change = +1)
[o]
[i] ? \$calc %CHP(0.8726,1)\$
[o] 0.6498
[i] ? \$fit -r\$
[o] scaled deviance = 16.114 (change = +0.1200) at cycle 3

[o] residual df = 38 (change = +1)

[o]

[i]? \$calc %CHP(0.1200,1)\$

[o] 0.2710

[i]? \$fit -e\$

[o] scaled deviance = 16.183 (change = +0.06884) at cycle 3

[o] residual df = 39 (change = +1)

[o]

[i]? \$calc %CHP(0.06884,1)\$

[o] 0.2070

[i]? \$fit -c\$

[o] scaled deviance = 17.380 (change = +1.197) at cycle 3

[o] residual df = 40 (change = +1)

[o]

[i]? \$calc %CHP(1.197,1)\$

[o] 0.7261

[i]? \$fit -a\$

[o] scaled deviance = 24.830 (change = +7.450) at cycle 3

[o] residual df = 41 (change = +1)

[o]

[i]? \$calc %CHP(7.450,1)\$

[o] 0.9937

[i]? \$comment .

Anexo 3. Especies de plantas de la zona de Atotonilco el Grande, Yerbabuena (Metztlán) y Chichatla (Tlanchinol), visitadas para desarrollar allí distintas partes de este trabajo de tesis. El material botánico se depositó en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo (HGOM), bajo la numeración de colecta de Mayte Coronel Ortega (MCO).

COLECTA	FAMILIA	ESPECIE	LUGAR DE COLECTA
MCO 1	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 2	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 3	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L) Kunth	Atotonilco el Grande
MCO 4	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 5	Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i> (Zuccagni)	Atotonilco el Grande
MCO 6	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 7	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 8	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> (L)	Atotonilco el Grande
MCO 9	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Schltdl)	Atotonilco el Grande
MCO 10	Asteraceae	<i>Stevia</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 11	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc) Ralk	Atotonilco el Grande
MCO 12	Rosaceae	<i>Crataegus</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 13	Rosaceae	<i>Crataegus</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 14	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc) Ralk	Atotonilco el Grande
MCO 15	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc) Ralk	Atotonilco el Grande
MCO 16	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 17	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.	Atotonilco el Grande
MCO 18	Oleaceae	<i>Forestiera</i> sp.	Atotonilco el Grande

MCO 19	Oleaceae	<i>Osmanthus</i> sp.	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 20	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 21	Rutaceae	<i>Casimiroa pubescens</i> (Ramírez)	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 22	Rutaceae	<i>Casimiroa pubescens</i> (Ramírez)	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 23	Sapindaceae		Yerbabuena (Metztlán)
MCO 24	Leguminosae	<i>Dalea minutifolia</i> (Rydb) Harms	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 25	Asteraceae	<i>Brickellia</i> sp.	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 26	Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> (L)	Yerbabuena (Metztlán)
MCO 27	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	Chichatla (Tlanchinol)
MCO 28	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	Chichatla (Tlanchinol)
MCO 29	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	Chichatla (Tlanchinol)
MCO 30	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	Chichatla (Tlanchinol)



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
HERBARIO (HGOM)

Mineral de la Reforma, Hidalgo a 27 de septiembre de 2010

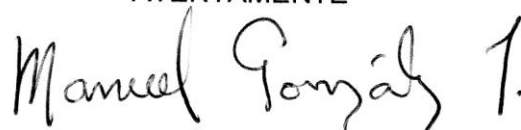
DRA. MARIA TERESA PULIDO SILVA
Presente

Por este medio acuso el recibo de 30 ejemplares de herbario montados y etiquetados, recolectados por la alumna Mayte Coronel Ortega como parte de su investigación de tesis, de acuerdo a la siguiente relación:

MCO 1	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i>
MCO 2	Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i>
MCO 3	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>
MCO 4	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.
MCO 5	Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i>
MCO 6	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.
MCO 7	Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.
MCO 8	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>
MCO 9	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>
MCO 10	Asteraceae	<i>Stevia</i> sp.
MCO 11	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i>
MCO 12	Rosaceae	<i>Crataegus</i> sp.
MCO 13	Rosaceae	<i>Crataegus</i> sp.
MCO 14	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i>
MCO 15	Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i>
MCO 16	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.

MCO 17	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.
MCO 18	Oleaceae	<i>Forestiera</i> sp.
MCO 19	Oleaceae	<i>Osmanthus</i> sp.
MCO 20	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.
MCO 21	Rutaceae	<i>Casimiroa pubescens</i>
MCO 22	Rutaceae	<i>Casimiroa pubescens</i>
MCO 23	Sapindaceae	
MCO 24	Leguminosae	<i>Dalea minutifolia</i>
MCO 25	Asteraceae	<i>Brickellia</i> sp.
MCO 26	Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>
MCO 27	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.
MCO 28	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.
MCO 29	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.
MCO 30	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.

ATENTAMENTE



M. en C. Manuel González Ledesma
 Profesor Investigador Titular TC A
 Curador del Herbario