



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

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

**DEFOLIACIÓN EXPERIMENTAL EN LA PALMA
BRAHEA DULCIS (KUNTH) MART. (ARECACEAE), EN UNA ZONA
SEMIÁRIDA DEL ESTADO DE HIDALGO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

LUIS ÁNGEL PÉREZ LÓPEZ

DIRECTORA: DRA. MARÍA TERESA PULIDO SILVA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
Licenciatura en Biología

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

PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología Luis Ángel Pérez López quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado "Defoliación experimental en la palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. (Arecaceae), en una zona semiárida 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:	Dra. María del Consuelo Cuevas Cardona
PRIMER VOCAL:	Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández
SEGUNDO VOCAL:	Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark
TERCER VOCAL:	Dra. María Teresa Pulido Silva
SECRETARIO:	Dr. Gerardo Sánchez Rojas
PRIMER SUPLENTE:	Dra. Claudia Teresa Hornung Leoni
SEGUNDO SUPLENTE:	Dra. Ana Laura López Escamilla



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

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Mineral de la Reforma, Hidalgo a 12 de mayo de 2014

M. en C. Miguel Ángel Cabral Perdomo
Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



c.c.p. Archivo



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,
Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184
Tel. +52 771 7172000 exts 2532, Fax 2109
cabralma@uaeh.edu.mx mcabralperdomo@gmail.com



ÍNDICE

RESUMEN	3
AGRADECIMIENTOS	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	6
Descripción de la especie <i>Brahea dulcis</i> (Kunt) Mart. y usos artesanales	6
Manejo	7
Usos	9
Experimentos de defoliación en palmas	9
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
HIPÓTESIS	14
MÉTODOS	14
Área de estudio	14
Diseño experimental	16
Experimento de defoliación 1	17
Experimento de defoliación 2	18
Mediciones	18
Análisis de datos	19
RESULTADOS	20
Producción de hojas	20
Experimento de defoliación uno	20
Experimento de defoliación dos	21
Crecimiento de <i>Brahea dulcis</i>	22
Reproducción vegetativa	23
Tamaño de las hojas cosechadas	23

Peso de las hojas cosechadas	24
Productividad foliar	24
Experimento 1	25
Experimento 2	26
<i>DISCUSIÓN</i>	27
Producción de hojas	27
Crecimiento y mortalidad	31
Reproducción vegetativa	32
Tamaño y peso de las hojas	33
Implicaciones para su aprovechamiento sostenible	34
<i>CONCLUSIONES</i>	35
<i>LITERATURA CITADA</i>	36
<i>ANEXO 1</i>	40
<i>ANEXO 2</i>	41

RESUMEN

El trabajo evalúa el efecto de la cosecha de hojas jóvenes - en palmas con uno y dos tallos principales - sobre la producción, el tamaño y el peso foliar, así como el crecimiento, la mortalidad y la reproducción de los individuos; esto se hizo mediante la aplicación de dos experimentos con diferente intensidad y frecuencia de corte durante un año (Experimento 1: palmas con un solo tallo principal donde había dos tratamientos y un control; en un tratamiento se cortaron dos hojas mensualmente y en el otro dos hojas cada dos meses, estos se compararon con el control. Experimento 2: palmas con uno y dos tallos principales que integraban dos tratamientos donde se cortaron dos hojas cada dos meses para cada tronco principal y dos controles de uno y dos tallos principales; cada tratamiento se comparó con el control que le corresponde según el número de tallos). Las palmas utilizadas en ambos experimentos, fueron distribuidas en 12 bloques (un diseño de muestreo donde se distribuyó un conjunto de unidades de respuesta en 12 lugares. En cada bloque hubo 7 palmas: 3 del experimento 1 y 4 del experimento 2). Los resultados indican que: 1) la tasa de producción anual de hojas varió de acuerdo al número de hojas iniciales que tenía cada individuo, pero no se encontraron diferencias entre tratamientos ni bloques; 2) las plantas cortadas cada mes produjeron hojas más grandes que las sometidas a cortes bimensuales; 3) el peso fresco de las hojas cosechadas no fue alterado con respecto a los tratamientos de cosecha; 4) la cosecha de hojas nuevas no afectó negativamente el crecimiento de las palmas; 5) ninguna palma murió en el año que duró el experimento de defoliación; 6) la reproducción por hijuelos no fue alterada por la cosecha de hojas nuevas. Estos resultados aportan elementos para plantear métodos de cosecha de hojas nuevas, ya que demuestran que al menos para un año la palma puede ser utilizada sosteniblemente. Se deben plantear estrategias adecuadas para el uso, manejo y la conservación de esta palma en México, ya que la reglamentación actual prohíbe el corte de hojas en algunas zonas de nuestro país donde se encuentra esta palma.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera y en especial en el apoyo que me brindaron moral y económicamente durante la realización de este trabajo, agradezco a mis amigos: Mauricio Quiroz, Erick Mejía, Francisco Salim, Pedro Gutiérrez, Luis Manuel Badillo por mencionar a algunos que fueron tan amables de acompañarme a mis muestreos, a todos mis profesores que me formaron como profesionista y me enseñaron grandes cosas con respecto a la carrera y a la vida diaria, a mis compañeros de grupo y del laboratorio de Etnobiología, a mi maestra y directora de tesis Ma. Teresa Pulido Silva que siempre estuvo al pendiente de mí en todo momento, a mis profesores asesores de tesis que también estuvieron siempre al pendiente de mi trabajo y me aconsejaban de la mejor manera.

INTRODUCCIÓN

La defoliación hecha por el hombre es una práctica que se basa en el corte o cosecha de hojas o partes de éstas, con el fin de obtener materia prima necesaria para hacer techos, utensilios y otra serie de bienes. Esta acción humana puede conllevar a efectos a nivel del individuo defoliado, la población, la comunidad o incluso el ecosistema (Ticktin, 2005). La pérdida foliar en algunas plantas puede causar la reducción en la supervivencia, crecimiento y/o reproducción de los individuos (López-Toledo *et al.* 2012). Aun así, la cosecha de hojas rara vez resulta en la muerte inmediata de la planta debido a que los efectos tienden a ser acumulativos (Endress *et al.* 2004). Sin embargo, el incremento potencial de la mortalidad de los individuos y la disminución de las tasas vitales puede alterar la estructura poblacional (Palabral-Aguilera *et al.* 2008). Aunado a lo anterior, el efecto en la dinámica de las poblaciones puede tener implicaciones a la escala ecosistémica, aunque esto es aún poco explorado (Ticktin, 2005).

El impacto ecológico de la defoliación a la escala poblacional se ha estudiado particularmente en especies proveedoras de productos forestales no maderables (PFNM), en particular las palmas (Martínez-Ramos *et al.* 2009). Esto se ha hecho porque los estudios de defoliación son útiles para establecer métodos que puedan utilizarse en la extracción de PFNM de una manera sostenible (Ash, 2007; Martínez-Balleste *et al.* 2008).

Se han realizado trabajos de defoliación experimental en palmas, tales como los realizados por Mendoza *et al.* (1987) en *Astrocaryum mexicanum.*, Endress *et al.* (2004) con la palma *Chamaedorea radicalis* Mart., Martínez-Ramos *et al.* (2009) y López-Toledo *et al.* (2012) en la palma *Chamaedorea elegans*, por citar algunos. Sin embargo, todos los estudios que fue posible revisar coinciden en que defolian hojas maduras de estas palmas, mientras que las hojas jóvenes no son utilizadas en dichos estudios. Llama la atención este

sesgo, puesto que las hojas jóvenes también son PFMN muy útiles especialmente para producir artesanías y otros objetos, tales como: sombreros, petates, figuras y juguetes (Coronel, 2010), y en la elaboración de manteles, cestos y canastas (Illsley *et al.* 2001).

En este trabajo se realizaron dos experimentos de defoliación de la palma *Brahea dulcis* (Kunt) Mart. empleando diferente frecuencia e intensidad de corte de hojas nuevas durante un año. Esto se hizo para evaluar los efectos de cosecha de hojas nuevas sobre la tasa de producción de hojas, peso y longitud de éstas, el crecimiento del tallo y la reproducción vegetativa de la planta.

ANTECEDENTES

Descripción de la especie *Brahea dulcis* (Kunt) Mart. y usos artesanales

Brahea dulcis (Kunt) Mart. es una palma clonal (Figura 1) que se desarrolla en los suelos calizos de los bosques tropicales secos y de colinas semidesérticas desde Veracruz y San Luis Potosí hasta Guatemala (Quero, 1994). Estas palmas pueden llegar a medir hasta 8 m de alto, presentando tanto tallos solitarios como cespitosos (con dos o más troncos dominantes), los cuales pueden ser erectos o decumbentes. Sus hojas son filíferas con lámina foliar verde o glauca en el envés y pueden medir entre 50 – 70 cm de diámetro y de 90 – 1.5 cm de longitud; la lámina está dividida en 30 o más segmentos de 2 – 3 cm de ancho. Los peciolo miden de 50 – 75 cm de largo por 1.5 – 2.5 cm de ancho con dientes en los márgenes de 2 – 4 mm de largo. Las inflorescencias miden entre 1 – 1.5 m de largo, las raquillas son densamente tomentosas, amarillentas cuando jóvenes y se vuelven grisáceas con la edad. Las flores están embebidas en el tomento, miden de 3 – 4 mm de largo, con cáliz pequeño, corola

pubescente en la base y glabra arriba. Los frutos son drupas de forma elipsoidal de 10 – 15 mm de largo (Quero, 1994).

Manejo

Los palmares de *B. dulcis* son casi monoespecíficos (Figura 1) y constituyen un estrato arborescente bajo o mediano (Pavón *et al.* 2006). Por lo general estos palmares son de naturaleza secundaria, ya que es muy frecuente encontrarlos en áreas perturbadas donde los ejemplares se encuentran postrados con gran cantidad de hijuelos formando colonias (Quero, 1994).

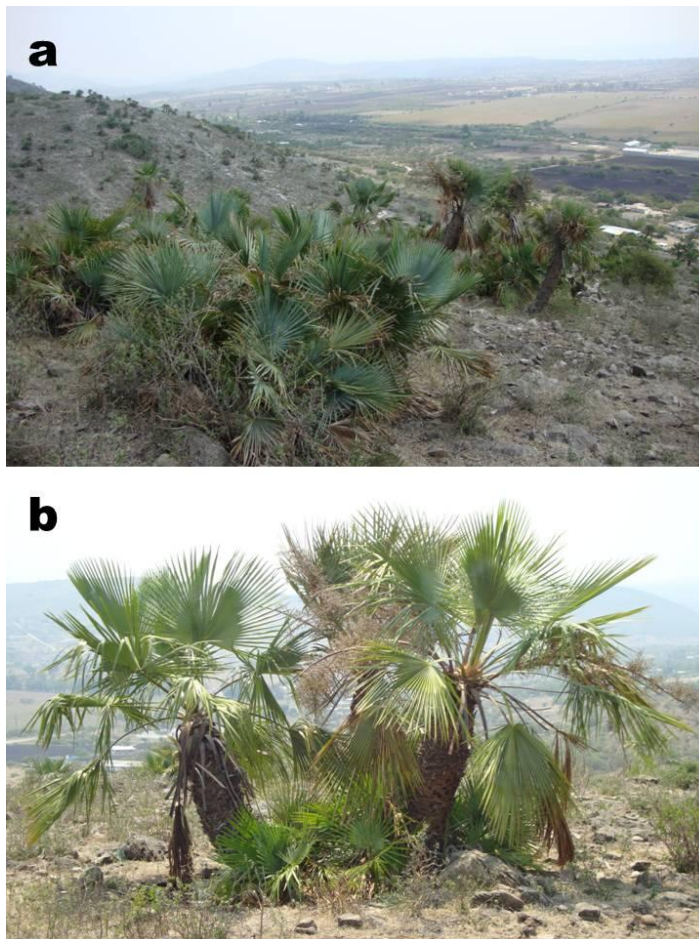


Figura 1. *Brahea dulcis* en el sitio de estudio. a) palmares con ramets numerosos y de porte bajo, b) palmares de porte alto con más de dos tallos principales.

Diferentes estudios realizados ofrecen evidencia de que los grupos humanos, específicamente los que pertenecen o descienden de poblaciones indígenas, realizan manejos *in situ* de los recursos vegetales, los cuales representan diferentes formas de interacción hombre-planta: la recolección, la tolerancia, el fomento o inducción y la protección (Casas *et al.* 1997). Un ejemplo de manejo *in situ* es el caso de *Brahea dulcis*, el cual se utiliza bajo fomento en la zona mixteca de Guerrero, donde los pobladores provocan incendios para eliminar deliberadamente arbustos, hierbas y plántulas de árboles con el fin de eliminar competidores y a su vez favorecer el crecimiento de las palmas, así como fomentar la reproducción sexual de la misma (Casas *et al.* 1997).

Otro ejemplo del manejo humano de *B. dulcis* es el relacionado con el corte continuo de hojas el cual promueve un cambio fisonómico en poblaciones de dicha palma, ya que una cosecha intensa promueve plantas de tallos más cortos y hojas más pequeñas, mientras que una baja intensidad de cosecha promueve plantas más altas y hojas más grandes (Illsley *et al.* 2001). Esta cosecha diferencial, realizada durante décadas es el mecanismo que ha propuesto Illsley *et al.* (2001) para explicar la existencia de dos tipos de palmares: uno llamado bosquete (*soyacahuiteras*), con palmas que llegan a medir de seis o más metros de altura de las cuales solo se extrae la hoja seca para techar casas, y otro llamado *manchonera*, integrado por palmas que no rebasan los dos metros de altura y de los que la gente solo corta las hojas jóvenes para tejer sombreros y artesanías. Se ha demostrado para la especie que ese manejo humano conduce a diferencias genéticas entre ambos tipos de palmares, en donde la cosecha realizada por el hombre promueve altos niveles de diversidad genética, clonal y una hibridación esporádica, probablemente debido a la exitosa reproducción sexual que permite el flujo génico entre poblaciones (Ramírez-Rodríguez *et al.* 2012).

Por último, otra práctica de manejo reportada para *B. dulcis* es “el deshije”, es decir, la eliminación de los brotes vegetativos (ramets) para contribuir a una mejor producción foliar, como se ha reportado para la comunidad de Chilapa, Guerrero (Ilsley *et al.* 2001).

Usos

Esta especie tiene gran importancia económica y cultural para las familias campesinas de algunas regiones de México debido a que sus partes proveen de variados productos. Por ejemplo, sus hojas tiernas y plegadas son utilizadas para elaborar artesanías, ofrendas religiosas, petates, sombreros y productos para turistas. Las hojas secas en algunas comunidades se utilizan para techar sus hogares. Así mismo, las brácteas foliares son utilizadas para suaderos o coaxtlis que son un tipo de cojinete que se coloca sobre el lomo de los burros (Ilsley *et al.* 2001; Pavón *et al.* 2006; Coronel, 2010).

En tiempos prehispánicos *B. dulcis* se manipulaba para techar casas y para elaborar petates y canastos que se tributaban al imperio azteca (Casas *et al.* 1997). Con la llegada de los españoles, se introdujo al país la técnica para tejer sombreros y con el paso del tiempo cobró tal importancia que para 1877 se registró una producción de 46,392 sombreros en el estado de Guerrero y se añade la producción de manteles, canastos, petates y figuras diversas que hasta nuestros días se siguen elaborando (Ilsley *et al.* 2001).

Experimentos de defoliación en palmas

Se han realizado diversos trabajos de defoliación en varias especies de palmas (Cuadro 1) con el objetivo de saber de qué manera la cosecha de hojas afecta el tamaño y la producción de hojas por planta, así como el crecimiento y la reproducción. La meta es optimizar el método de cosecha para maximizar la producción del recurso útil, sin deteriorar al individuo *per se* o a las poblaciones que conforma.

En general, estos experimentos consisten en aplicar diversos tratamientos a un conjunto de plantas que son observados por un año o más. Los tratamientos consisten en cortar un número determinado de hojas cada cierta unidad de tiempo (pudiendo ser cada mes, cada dos meses o anual) como se ha hecho con *Chamaedorea radicalis* (Endress *et al.* 2004) *Sabal yapa*, *S. mexicana* (Martínez-Ballesté *et al.* 2008), y *Brahea dulcis* (Coronel, 2010) o cortar un porcentaje de hojas del total de las que disponga la planta, como se ha experimentado con *Chamaedorea elegans* (Martínez-Ramos *et al.* 2009; López-Toledo *et al.* 2012). Con base en la respuesta funcional de la planta se evalúa cuál o cuáles son los tratamientos que incrementan la producción del recurso y simultáneamente minimice los efectos negativos sobre la planta. En ocasiones, se incluyen algunos tratamientos de defoliación que simulan la manera en que la gente local cosecha las hojas (técnica tradicional de cosecha), como se ha hecho con *Brahea dulcis* (Illsley *et al.* 2001). Los resultados obtenidos de estos trabajos sirven para establecer métodos de cosecha adecuados para la extracción de hojas. Esta información es útil potencialmente para transmitirla a las comunidades y sectores de gobierno y así contribuir a un mejor aprovechamiento del recurso.

Los experimentos de cosecha realizados en varias especies permiten observar que la defoliación puede causar un incremento en la producción de hojas en *Sabal yapa* y *Sabal mexicana* (Martínez-Ballesté *et al.* 2008) y en las palmas adultas de *Astrocaryum mexicanum* (Mendoza *et al.* 1987). En otros casos, la respuesta de la planta fue la disminución de hojas como ocurrió en *Chamaedorea radicalis* (Endress *et al.* 2004, 2006). Para *Chamaedorea elegans* la defoliación aumenta la tasa de mortalidad y reduce el crecimiento y la actividad reproductiva (López-Toledo *et al.* 2012). Un resumen de algunos de los experimentos de defoliación realizados en palmas de México, y sus principales resultados están en el Cuadro 1.

Con relación a la defoliación experimental de la palma *Brahea dulcis*, se han desarrollado y documentado los trabajos de Illsley *et al.* (2001), Pavón *et al.* (2006) y Coronel (2010). Illsley *et al.* (2001) analizaron el manejo del recurso en función de tres ejes (conocimiento campesino, prácticas de manejo y regulación social) comparándolos en dos tipos diferentes de palmares, de porte bajo o manchoneras de Topiltepec y los de porte arbóreo o soyacahuiteras de Ayahualco, comunidades vecinas de la región de Chilapa Guerrero. Pavón *et al.* (2006) no realizaron tratamientos experimentales, establecieron dos transectos de 5 x 200 m, ubicados de manera perpendicular y con orientación este-oeste y cada uno de estos transectos lo dividieron en 40 cuadros de 5 x 5 m donde al interior ubicaron a las palmas las cuales fueron contadas y medidas desde el suelo hasta la base de las hojas. Coronel (2010) utilizó un diseño experimental en bloques (20) los cuales fueron ubicados al azar, donde emplearon cinco tratamientos variando la frecuencia (semestral, anual) e intensidad de corte (cero, dos y cuatro hojas) de hojas a 42 individuos durante un año.

Coronel (2010) menciona que la mayor producción de hojas ocurre en los meses de julio y agosto y que el constante corte de hojas no afecta negativamente la producción de hojas (Cuadro 1). En trabajo de Illsley *et al.* (2001) la defoliación no afectó negativamente la reproducción, crecimiento y producción de hojas, aunque señala que ésta causa un cambio fisonómico en los palmares. Resultados similares obtuvieron Pavón *et al.* (2006), quienes obtuvieron que a mayor manejo del palmar éste es más pequeño y frondoso, mientras que cuando la extracción de hojas es menos intensa y no hay incendios los palmares tienden a ser más altos y menos frondosos. En el caso de *Brahea dulcis* se sabe que un tallo menor de 50 cm produce en promedio 0.83 hojas en época de lluvias y 0.45 hojas por tallo en los meses de secas (Acosta *et al.* 1998 citado por Illsley *et al.* 2001).

Cuadro 1. Resumen de algunos de los experimentos de defoliación hechos con palmas en México. ■ palmas monoicas y ◆ dioicas								
Referencia Bibliográfica	Especie	Zona o localidad	Altitud (msnm)	Precipitación mm/año	Temperatura anual (°C)	Tipo de Vegetación	Duración del experimento	Resultados
Martínez-Ballester <i>et al.</i> , (2008)	<i>Sabal yapa mexicana</i> ■ <i>Chamaedor</i>	Maxcanú (YUC) (huertos familiares)				Huertos familiares	2	La producción de hojas fue mayor en las palmas cosechadas más intensamente; el crecimiento y la reproducción no fueron afectados negativamente
Endress <i>et al.</i> , (2004)	<i>Chamaedor</i> ■ <i>Mart</i> ◆ <i>Astrocaryum</i>	Reserva de la Biosfera El Cielo (TAMPS)	1100	2500	13.8	Mesofilo de montaña	3	Disminución en la producción de hojas y tamaño de éstas
Mendoza <i>et al.</i> , (1987)	<i>mexicanum</i> ◆	Estación Biológica Tropical Los Tuxtlas, (VER)		4600	24	Selva alta	3	Palmas juveniles e inmaduras produjeron menos hojas que las control. En los adultos aumentó la producción de 3 hojas. La reproducción fue afectada negativamente. La supervivencia de adultos no fue afectada negativamente.
Endress <i>et al.</i> , (2006)	<i>Chamaedor</i> ■ <i>Mart</i> ◆	El Cielo, Reserva de la Biosfera, (TAMPS)	1100	2500	13.8	Mesofilo de montaña	6	La defoliación aumentó la tasa de mortalidad y redujo el crecimiento y la actividad reproductiva. No observaron diferencias en la producción de hojas entre los tratamientos.
Martínez-Ramos <i>et al.</i> , (2009)	<i>Chamaedor</i> ■ <i>ea elegans</i> ◆	Estación Biológica Chajul, Reserva de la Biosfera Montes Azules, (CHIS)	160	3000	22 - 26.7	Bosque tropical de hoja perenne	3	A mayor defoliación hay menor tasa de reproducción. En el control aumentó la mortalidad (por la disponibilidad de luz durante la estación seca) y en las defoliadas el incremento en la mortalidad se debió a la eliminación de área foliar, ya que redujo la transpiración.
López-Toledo <i>et al.</i> , (2012)	<i>Chamaedor</i> ■ <i>ea elegans</i> ◆	Estación Biológica Chajul, Reserva de la Biosfera Montes Azules, (CHIS)	160	3000	22 - 26.7	Bosque tropical perennifolio	3	La defoliación afectó negativamente a la producción de hojas nuevas, supervivencia, crecimiento y reproducción. Esto afectó más a las palmas hembras que a las machos, independientemente del tamaño de la planta; de igual manera la recuperación fue mayor y más rápida en machos que en hembras.
Mendoza y Franco, (1991)	<i>Reinhardtia gracilis</i> ■ <i>Chamaedor</i> ■ <i>ea</i>	Estación Biológica Tropical Los Tuxtlas, (VER)		4600	24	Bosque tropical lluvioso (Sotobosque)	2	La separación física de los ramets, la defoliación y la fertilización del suelo incrementaron la producción de hojas. En los ramets de las palmas a las que no se les cortaron las conexiones no presentaron diferencias negativas estadísticamente significativas.
Martínez-Camilo <i>et al.</i> , (2011)	<i>Chamaedor</i> ■ <i>ea</i> ◆ <i>quezalteca</i> ◆	Reserva de la Biosfera El Triunfo, (CHIS)	450 - 3000				1	La cosecha de hojas aumentó la producción de hojas pero no cambió la reproducción ni la supervivencia de los individuos
Coronel (2011)	<i>Brahea dulcis</i> ◆	La Yerbabuena, Meztitlán (HGO)	1880			Matorral xerófilo	1	Mayor producción de hojas fue en los meses de julio y agosto, (estación húmeda). Menor producción de hojas en los meses de sequía febrero - mayo. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.
Pavón <i>et al.</i> , (2006)	<i>Brahea dulcis</i> ◆	Reserva de la Biosfera, Barranca de Meztitlán (HGO)		600	18 - 22	Seco semicálido	1	El corte continuo de hojas provoca un cambio isonómico en el palmar, así como una mayor densidad, una menor altura del tronco y una mayor producción de hojas. Cuando la extracción es nula, el palmar es significativamente más alto y menos denso
Illisley <i>et al.</i> , (2001)	<i>Brahea dulcis</i> ◆	Topiletepec, Guerrero (GRO)	2100			palmar		No afectó negativamente la reproducción, crecimiento y producción de hojas; por el contrario, aumentó la producción foliar y estimó el crecimiento de la palma.

JUSTIFICACIÓN

La palma *Brahea dulcis* es una de las más empleadas en muchas comunidades de nuestro país para realizar diversos tipos de artesanías (sombreros, petates, figuras religiosas) y en la construcción; por esto es necesario realizar experimentos de defoliación por medio de los cuales podamos obtener resultados que indiquen cuál es la mejor manera para el aprovechamiento de este recurso y la frecuencia con la que deben de ser cosechadas para no afectar la reproducción, el crecimiento y/o la producción de hojas, de manera que se evite la sobreexplotación del recurso.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la cosecha de hojas jóvenes, mediante la aplicación de varios tratamientos con diferente intensidad y frecuencia de corte durante un año, para aportar conocimiento sobre el aprovechamiento sostenible de la palma *Brahea dulcis* (Kunt) Mart. en la comunidad de San José Zoquital, perteneciente al municipio de Atotonilco El Grande, Hidalgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para *Brahea dulcis* en San José Zoquital, se pretende:

1. Evaluar el efecto de la defoliación a lo largo de un año sobre la tasa de producción de hojas, el tamaño y el peso de éstas, el crecimiento de los tallos, la mortalidad de los individuos y la reproducción asexual en palmas con un solo tallo principal.
2. Aplicar durante un año un experimento de defoliación en individuos con dos tallos principales, evaluando el efecto de la defoliación sobre la tasa de

producción de hojas, el tamaño y el peso de éstas, el crecimiento de los tallos, la mortalidad de los individuos y la reproducción asexual.

HIPÓTESIS

Con base en que *Brahea dulcis* es una planta con crecimiento clonal, que está al parecer bien adaptada a suelos calizos pobres se hipotetiza lo siguiente:

El incremento en la frecuencia e intensidad de defoliación se espera que conduzca a una menor tasa de producción de hojas, las cuales además se esperan que sean de menor tamaño y/o de menor peso como consecuencia del gasto energético del individuo para compensar la defoliación.

Se espera que el crecimiento del tallo y la reproducción asexual (número de hijuelos) sea menor en las plantas defoliadas comparadas con los controles. Esto debido a que el gasto de recursos para la producción de las hojas se espera que conlleve a una disminución en la asignación de recursos para crecimiento y reproducción asexual.

Se espera que los efectos negativos de la defoliación sean menos evidentes en las plantas con dos tallos principales comparada con aquellas de un tallo principal, puesto que individuos con más biomasa y posiblemente mayor edad puede contar con mayor cantidad de recursos almacenados que les permita responder más eficientemente ante la defoliación.

MÉTODOS

Área de estudio

Los estudios de defoliación se llevaron a cabo en la comunidad de San José Zoquital, perteneciente al municipio de Atotonilco El Grande, Hidalgo. Esta comunidad está localizada a 20°19'53.03" N 98°42'08.47" O, a una altitud de

1,990 msnm, en una región semiárida con una topografía accidentada y con pendientes ligeras y abundantes rocas calizas, los 12 bloques fueron distribuidos por toda el área de estudio con una separación de 30 a 50 metros y cada uno estaba integrado por 7 palmas (Figura 2). La vegetación está conformada principalmente por palmar de *Brahea dulcis* y bosque de *Quercus*. La precipitación anual es de 603.9 mm y se tomó con respecto a la estación meteorológica ubicada en la localidad de Los Baños de Santa María Amajac perteneciente al municipio de Atotonilco el Grande (Figura 3).

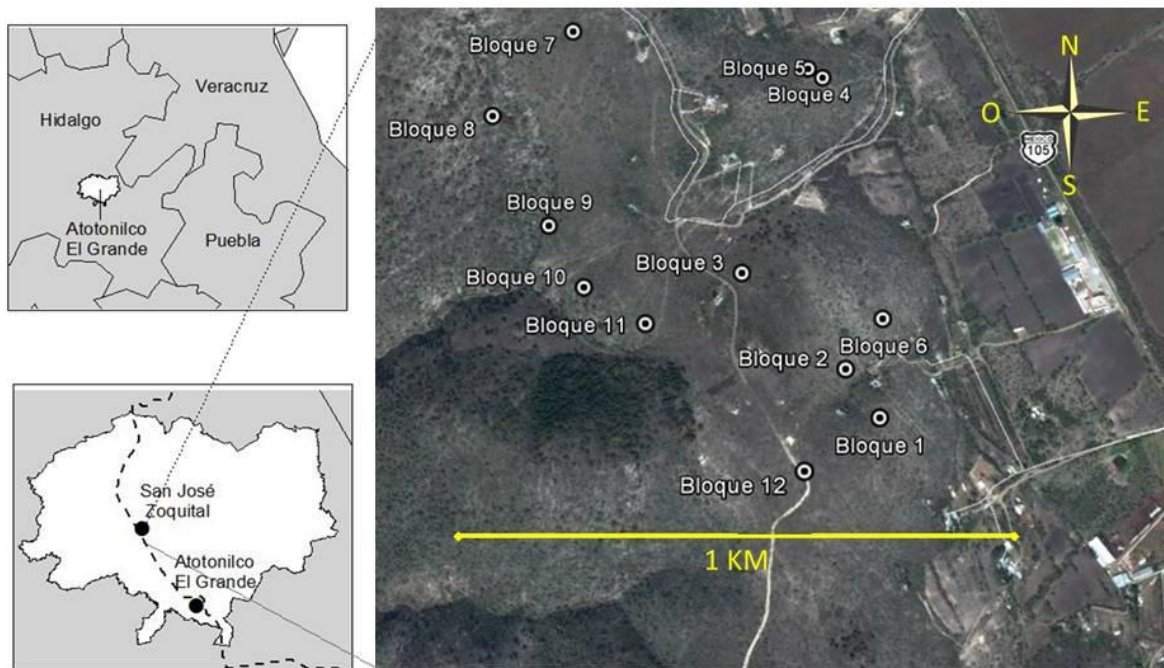


Figura 2. Localización de la zona de estudio en San José Zoquital, Atotonilco El Grande, Hidalgo. Se observa la distribución de los doce bloques donde cada uno está marcado con un punto en el mapa y está integrado por 7 palmas (5 de un tallo principal y 2 de dos tallos principales).

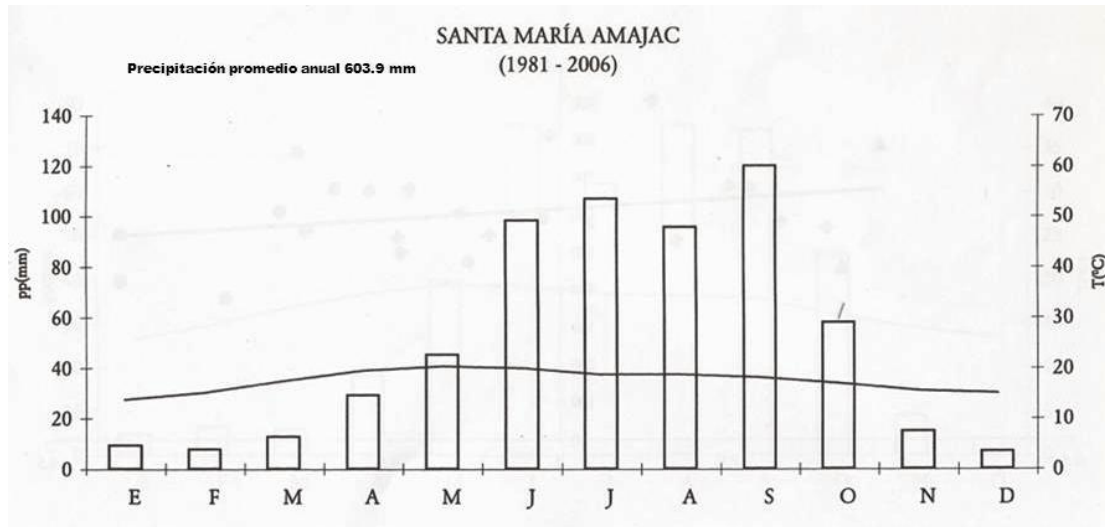


Figura 3.- Climograma de la Estación Meteorológica Los Baños de Santa María Amajac, que es la más próxima al sitio de estudio. Se graficaron los datos para el período 1981 – 2006. Tomado de Pavón y Meza (2009).

Diseño experimental

Los dos experimentos de defoliación fueron realizados durante un año, desde mayo del 2011 hasta mayo del 2012 efectuando observaciones cada mes o cada dos meses según el tratamiento. Los individuos que se tomaron en cuenta para los experimentos de defoliación presentaron una altura que va de 0.80 m a 1.60 m ya que a esta altura incluye individuos que usualmente son cosechados por la gente local y este rango de altura permite manipular y cortar más fácilmente las hojas y los peciolo de las plantas. Además, en la presente tesis todos los individuos seleccionados en ambos experimentos se encontraban separados por mínimo a 5 m de otras palmas, para evitar que se estuviera experimentando con individuos genéticamente idénticos. Ramírez-Rodríguez *et al.* (2012) demostraron para la especie que troncos muy cercanos son un mismo individuo genético (genet), aunque señalaron que en un caso encontraron un genet con troncos separados hasta por 14 m.

En ambos experimentos se realizó un diseño experimental en bloques (12), distribuidos en diferentes puntos de la zona de muestreo, cada uno estaba integrado por siete palmas. Cada bloque incluyó palmas de ambos experimentos (tres palmas para el experimento 1 y cuatro para el experimento dos). Se empleó un diseño en bloques ya que es un método en el cual se localiza un conjunto completo de unidades de respuesta en cada uno de varios puntos diferentes, en el espacio o el tiempo, con respecto a los potenciales factores alineados, cada conjunto o bloque consiste en al menos una unidad de respuesta por cada nivel del factor de diseño.

Experimento de defoliación 1

Integrado por 36 palmas de un solo tallo principal, se aplicaron dos tratamientos y el control en las que variaba la intensidad de cosecha (cero y dos hojas) y frecuencia de cosecha (mensual y bimensual). Además del control, en este experimento en el tratamiento dos se cosecharon dos hojas cada mes y el tratamiento tres se cosecharon dos hojas cada dos meses (Cuadro 2). Así, el tratamiento dos fue el de mayor intensidad y frecuencia de cosecha.

Cuadro 2.- Tratamientos a los que fueron sometidas las 84 palmas en los dos experimentos.

	Tratamientos	N	# de troncos principales (>0.80 y <1.60 m)	Hojas jóvenes cosechadas	Frecuencia de corte
Experimento 1	1 (control)	12	1	0	0
	2	12	1	2	Mensual
	3	12	1	2	Bimensual
Experimento 2	1 (control)	12	1	0	0
	2	12	1	2	Bimensual
	3	12	2	2 hojas/tallo principal	Bimensual
	4 (control)	12	2	0	0

Experimento de defoliación 2

Integrado por 48 palmas, 24 de un tallo principal y 24 de dos talos principales, se aplicaron dos tratamientos y dos controles en los que varió sólo la intensidad de cosecha (cero y dos hojas). El tratamiento dos se le cosecharon dos hojas cada dos meses a palmas con un solo tronco principal y se comparó con el control; el tratamiento tres se le cosecharon dos hojas por cada tronco principal cada dos meses y se comparó con el control (Cuadro 2).

Mediciones

A los 84 individuos observados en ambos experimentos se les registró los siguientes datos:

- a) hojas jóvenes: se contó el número de hojas con la lámina foliar aún cerrada.
- b) hojas maduras: se contabilizó el número de hojas con la lámina foliar totalmente extendida.
- c) hojas muertas: se contó el número de hojas secas de color café y que aún se encontraban pegadas al tronco.
- d) altura total, se tomó desde la base del tronco hasta el meristemo apical de ésta.
- e) altura relativa, correspondió a la distancia entre el meristemo apical (donde está naciendo una nueva hoja) y un clavo que fue puesto sobre el tronco como referencia en el primer muestreo, de manera que se pudiera medir con precisión el crecimiento anual del tallo (Figura 4).

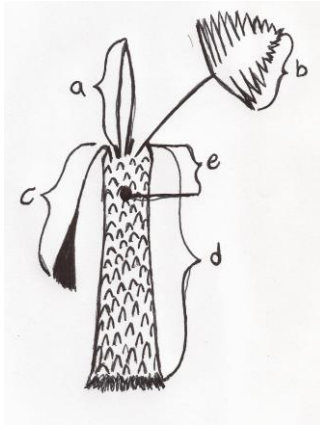


Figura 4.- a) hojas nuevas; b) hojas maduras; c) hojas muertas; d) altura total; e) altura relativa.

Análisis de datos

Se utilizaron los programas GLM y SigmaStat 3.5 para analizar los datos. En el programa GLM se utilizaron los Modelos Lineales Generalizados la cual consiste en una ecuación que contiene variables matemáticas, parámetros y variables aleatorias, es una forma de expresar en forma cuantitativa relaciones entre un conjunto de variables, en la que una de ellas se denomina variable de respuesta y que en este caso fue la producción de hojas (P) y las restantes son las llamadas covariables, variables explicativas o variables independientes las cuales fueron: Tratamiento (T), Bloque (B), Crecimiento de la palma (C), Altura total (A), Hojas muertas iniciales (Mi), Hojas muertas finales (Mf), Hijuelos (Hi) y Hojas totales (Ht), con las cuales se formó un modelo saturado, dejando en el modelo final sólo los términos que resultaron significativos aplicando la prueba de chi-cuadrada.

Se analizaron los datos con el programa SigmaStat 3.5 para estimar la variación en la producción, tamaño y peso de hojas nuevas, crecimiento y reproducción vegetativa en los dos experimentos. En los casos en que los datos presentaron una distribución normal se usó un análisis de varianza (ANOVA), mientras que cuando no hubo normalidad se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

Producción de hojas

Experimento de defoliación uno

La tasa de producción anual de hojas varió de acuerdo al número de hojas iniciales que tenía cada individuo (Figura 5, Cuadro 3), la producción de hojas sólo dependió del número de hojas con las que contaban los individuos en el primer muestreo, explicando esta única variable el 42.66% del total de la variación de los datos, mientras que otras variables explicatorias que se emplearon en el modelo saturado inicial de GLM no fueron significativas (A = Altura; T = Tratamiento; B = Bloque; C = Crecimiento; Mi = Hojas muertas iniciales; Mf = Hojas muertas finales; H = Hijuelos, Cuadro 3).

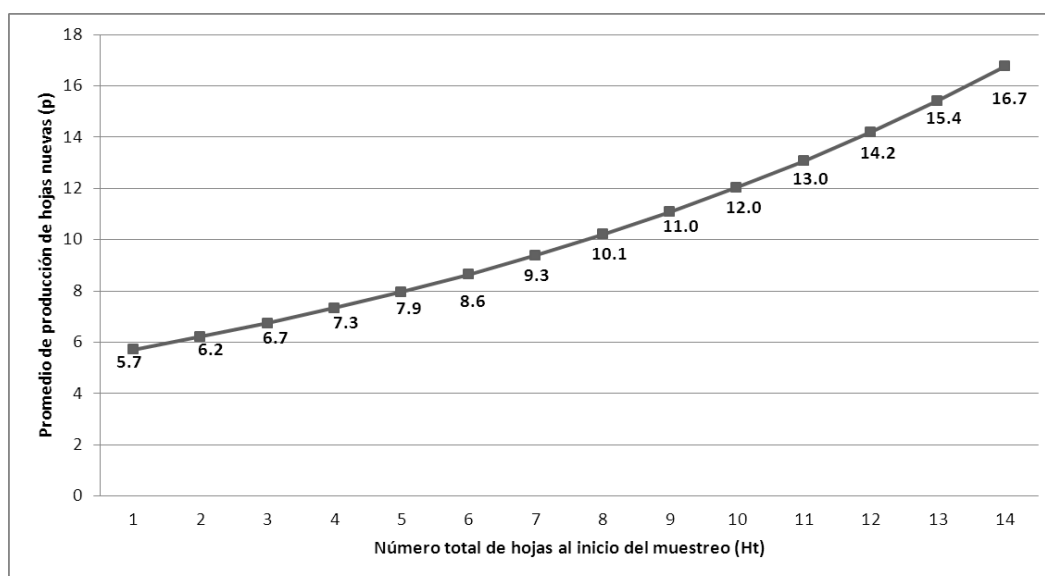


Figura 5.- Promedio de la producción anual de hojas nuevas (P) en función del número total de hojas iniciales (Ht) en 36 individuos de la palma *Brahea dulcis* (mayo 2011 a mayo 2012) sometidas al experimento uno. Los valores dentro de la gráfica muestran el promedio de hojas nuevas que produce una palma en un año.

Cuadro 3.- Contribución de las variables explicatorias evaluadas en el modelo de producción anual de hojas de *Brahea dulcis* del experimento 1.

Factor	X ²	g.l.	P	% explicado
hojas iniciales	15.75	1	0.00007	42.66%
Altura	0.2448	1	0.620760595	0
Muertas finales	0.08379	1	0.772225542	0
Hijuelos	0.005124	1	0.942934469	0
Muertas iniciales	0.01045	1	0.918577893	0
Crecimiento	0.01788	1	0.89362706	0
Tratamiento	1.371	2	0.503838251	0
Bloque	4.218	11	0.963100472	0

Similarmente, la producción de hojas no varió de manera estadísticamente significativa entre tratamientos aplicados en el experimento 1, de acuerdo a lo encontrado mediante la prueba de Kruskal-Wallis (H=1.984; g.l.=2; P=0.371).

Experimento de defoliación dos

Pruebas similares a las del experimento uno se llevaron a cabo en este experimento. De igual manera la tasa de producción de hojas varió de acuerdo con el número de hojas iniciales de cada palma (Figura 6, Cuadro 4) explicando esta variable el 14.25 % de la variación total.

Los tratamientos aplicados en el experimento dos no condujeron a diferencias estadísticamente significativas en la producción de hojas, como lo señaló el GLM, así como la prueba de ANOVA F=1.564; g.l.=3; P=0.212.

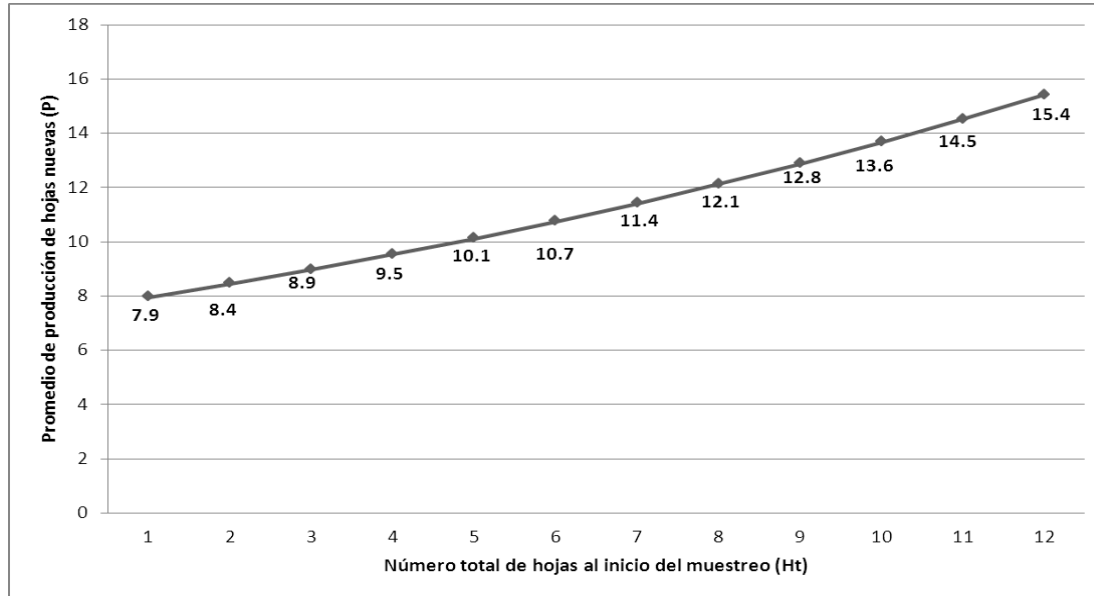


Figura 6.- Promedio de la producción anual de hojas nuevas (P) en función del número total de hojas iniciales (Ht) en 48 individuos de la palma *Brahea dulcis* (mayo 2011 a mayo 2012) sometidas al experimento dos. Los valores dentro de la gráfica muestran el promedio de hojas nuevas que produce una palma en un año.

Cuadro 4.- Contribución de las variables explicatorias evaluadas en el modelo de producción anual de hojas de *Brahea dulcis* del experimento 2.

Factor	X ²	g.l.	P	% explicado
hojas iniciales	4.48	1	0.034293726	14.25
Altura	0.2118	1	0.645360226	0
Muertas finales	0.5212	1	0.470330247	0
Hijuelos	0.001508	1	0.969023554	0
Muertas iniciales	1.945	1	0.163126742	0
Crecimiento	0.5832	1	0.445060755	0
Tratamiento	0.7465	3	0.862215928	0
Bloque	5.358	11	0.912597595	0

Crecimiento de *Brahea dulcis*

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos del experimento uno ($F=1.671$; g.l.=2; $P=0.204$). En el experimento dos, los resultados obtenidos arrojaron que no hay una diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento de las palmas de un tallo principal y de dos tallos principales ($F=0.214$; g.l.=1; $P=0.648$ y $H=2.192$; g.l.=1; $P=0.139$), ya que la cosecha de hojas nuevas no afecta negativamente al crecimiento de ninguno de los individuos. En promedio las palmas de un tallo principal crecieron 10 cm anuales, mientras que las palmas de dos tallos principales crecieron 13 cm anuales.

Reproducción vegetativa

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la producción neta de hijuelos en ninguno de los dos experimentos de defoliación ($H=2.662$; g.l.=2; $P=0.624$ y $H=6.060$; g.l.=3; $P=0.109$).

Tamaño de las hojas cosechadas

La frecuencia de corte de hojas en el experimento 1 mostró diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de las hojas. Así, las plantas cortadas cada mes (Tratamiento 2) produjeron hojas más grandes que las sometidas a cortes bimensuales (Tratamiento 3) (Figura 7). En el experimento dos no se observó una diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de las hojas nuevas ya que la frecuencia de corte no afectó esta variable de respuesta ($F=1.247$; g.l.=1; $P=0.276$).

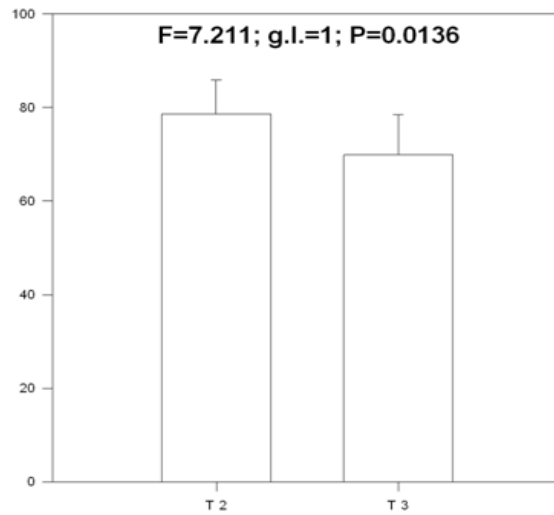


Figura 7.- Promedio anual del tamaño de las hojas cosechadas en la palma *Brahea dulcis* en un año (mayo 2011 a mayo 2012), para el experimento uno, el cual consta de los siguientes tratamientos: tratamiento 2 (dos hojas cortadas cada mes) y tratamiento 3 (dos hojas cortadas cada dos meses). Las barras representan los valores promedio de los tratamientos y las líneas los errores estándar.

Peso de las hojas cosechadas

El peso fresco de las hojas cosechadas no fue alterado con respecto a los tratamientos de cosecha que se efectuaron en el experimento uno ($F=2.011$; $g.l.=1$; $P=0.170$), ni en el experimento dos ($F=0.0103$; $g.l.=1$; $P=0.920$).

Productividad foliar

Debido a que no se encontraron diferencias significativas en la tasa de producción de hojas en función del tratamiento experimental aplicado, entonces se decidió juntar el conjunto de datos de cada experimento y evaluar con ellos la variación de la productividad foliar a lo largo del año de estudio.

Experimento 1

Teniendo en cuenta que la época de lluvias ocurre de mayo a octubre, mientras que la época de sequía es de noviembre a abril (Figura 3), la mayor producción de hojas nuevas/individuo/mes en el experimento uno se presentó en los meses de agosto y septiembre los cuales corresponden a la temporada húmeda, mientras que en la época seca se presentó una producción menor (Figura 8). El mayor promedio registrado con respecto a la producción foliar en el experimento uno fue de 1.666 hojas nuevas/individuo/mes en el mes de septiembre, mientras que el menor promedio fue de 0.305 en el mes de febrero. El valor de producción promedio anual de hojas fue de 0.902, mostrando variación entre la temporada húmeda y la seca (Figura 8). Así, durante los meses de lluvia (mayo a octubre) la productividad promedio mensual fue de 1.203, mientras que en la época de sequía (noviembre a abril) fue de 0.601.

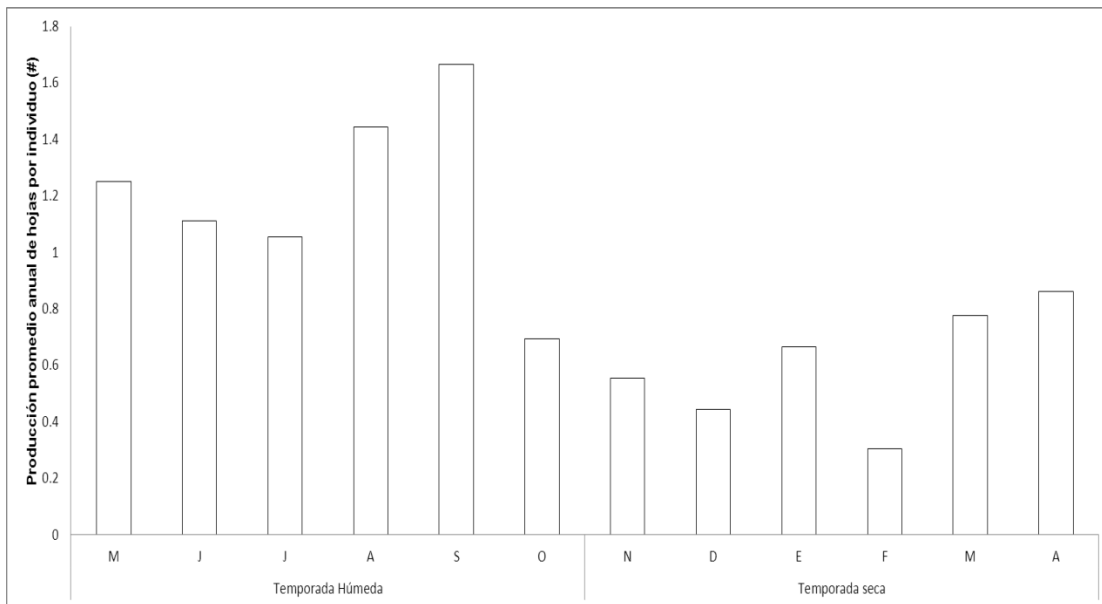


Figura 8.- Gráfica de barras que muestra la producción promedio de hojas nuevas/individuo/mes para el experimento uno tomando en cuenta las estaciones húmedas y secas de mayo del 2011 a abril del 2012. Los datos con respecto a los meses húmedos y secos fueron tomados del Climograma de la Estación Meteorológica Los Baños de Santa María Amajac (período 1981 – 2006). Tomado de Pavón y Meza (2009).

Experimento 2

El valor de producción promedio anual de hojas por tallo principal fue de 0.958, mostrando variación entre la temporada húmeda y la seca (Figura 9). Así, durante los meses de lluvia (mayo a octubre) la productividad promedio mensual para las palmas de un solo tallo principal fue de 1.291 hojas/ramet/mes y para las de dos tallos principales fue de 1.176 hojas/ramet/mes, mientras que en la época de sequía (noviembre a abril) para las palmas de un tallo principal se registró un promedio de producción foliar mensual de 0.638 hojas/ramet/mes y para las palmas de dos tallos principales fue de 0.726 hojas/ramet/mes.

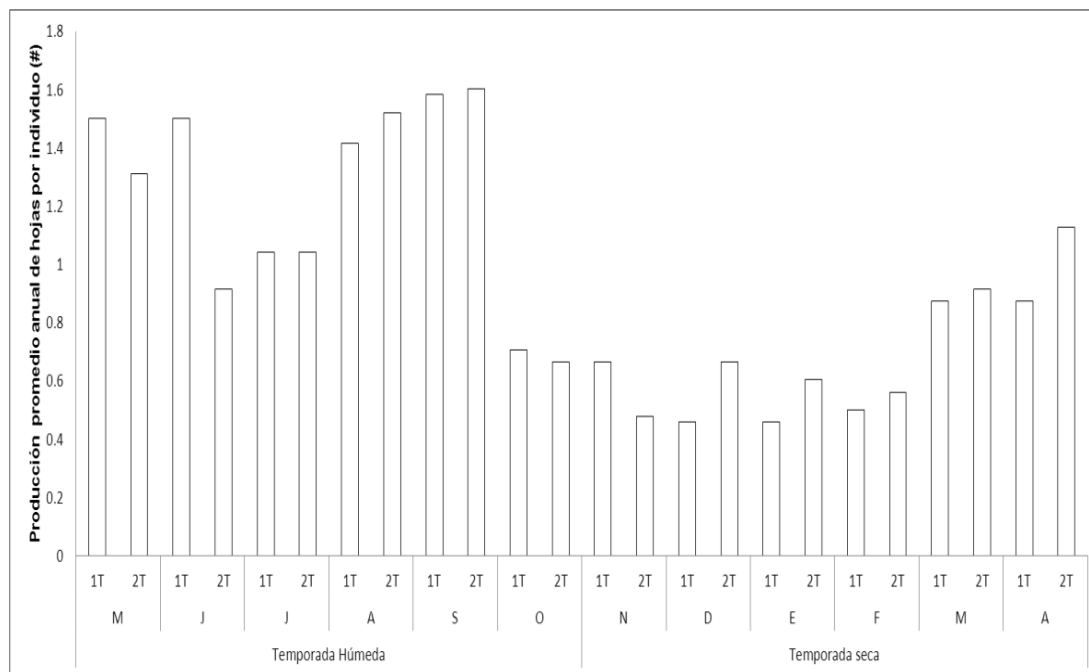


Figura 9.- Gráfica de barras que muestra la producción promedio de hojas nuevas/individuo/mes para palmas de uno y dos tallos dominantes del experimento dos tomando en cuenta las estaciones húmedas y secas de mayo del 2011 a abril del 2012. Los datos con respecto a los meses húmedos y secos fueron tomados del Climograma de la Estación Meteorológica Los Baños de Santa María Amajac (período 1981 – 2006). Tomado de Pavón y Meza (2009).

De igual manera que el experimento uno, la producción mayor de hojas nuevas/individuo/mes en el experimento dos se presentó en los meses de agosto y septiembre correspondientes a la temporada húmeda y la menor producción foliar se presentó los meses de enero y febrero pertenecientes a la temporada seca (Figura 9). El promedio mayor obtenido en cuestión de la producción de hojas nuevas en este experimento fue de 1.604 hojas/ramet/mes en septiembre, por otro lado el menor promedio obtenido fue de 0.458 hojas/ramet/mes en diciembre y enero.

DISCUSIÓN

La cosecha de Productos Forestales no Maderables (PFNM) puede afectar procesos ecológicos en muchos niveles, desde el individuo hasta el ecosistema (López-Toledo *et al.* 2012). La tolerancia a la cosecha varía según la historia de vida y la parte de la planta que se cosecha (Martínez-Ramos *et al.* 2009). Algunas consecuencias ecológicas más directas de la extracción de PFNM son la disminución de la probabilidad de supervivencia, disminución de tasas de crecimiento y disminución de los eventos reproductivos y/o esfuerzo reproductivo de individuos cosechados; cambios en estas tasas vitales pueden afectar la estructura y dinámica poblacional (Illsley *et al.* 2001).

Producción de hojas

En el presente trabajo se encontró que después de un año de aplicar tratamientos de cosecha con diferente frecuencia de corte, las palmas no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la producción de hojas en ninguno de los experimentos. Por lo tanto, ni la frecuencia e intensidad de corte de hojas produjo cambios en la producción de hojas en individuos con uno o dos ramets. Este resultado es similar a lo obtenido por Coronel (2010) e Illsley

et al. (2001) para la misma especie de palma. Esto sugiere que esta especie tiene una alta capacidad de producción de hojas, aunque se le corte constantemente.

Sin embargo, de acuerdo a lo encontrado en el presente trabajo, debe tomarse en cuenta que esta alta recuperación de la planta después de la cosecha puede deberse a que los tres experimentos mencionados anteriormente sólo se han desarrollado a lo largo de un año, y posiblemente este es un lapso de tiempo muy corto para observar el efecto de esta defoliación. Por lo anterior, se recomienda realizar experimentos en una ventana de tiempo mayor, que posiblemente permitan resultados más claros.

Esta alta recuperación que mostró la especie ante la defoliación también sugiere que es una especie no maderable con un alto potencial de aprovechamiento, pues no se encontró evidencia que se afecte – al menos en el plazo de un año – por la cosecha intensa de sus hojas nuevas. Evidentemente la planta debe tener un límite máximo que soporte para poder recuperarse, pero teniendo en cuenta que esta palma forma densos palmares en los sitios donde se ha observado en Hidalgo, podemos afirmar que tiene un gran potencial de aprovechamiento, pues con un correcto manejo se podría sacar algún beneficio del alto número de hojas que produce cada planta y de la alta densidad de sus poblaciones.

A diferencia del presente estudio de tesis, en otros experimentos de defoliación realizados con palmas sólo se ha explorado la respuesta de las palmas a la cosecha de hojas maduras, sin estudiar el efecto de cortar las hojas jóvenes. Hay que notar que éstas son importantes productos forestales no maderables, que deben estudiarse más ampliamente, pues son la base de múltiples objetos artesanales. El efecto de la defoliación de hojas jóvenes puede ser muy distinto de aquel causado por el corte de hojas maduras, puesto que las hojas jóvenes contienen mayor cantidad de nutrientes valiosos comparado con

las maduras. Además, las hojas jóvenes aún no han producido fotosintatos que contribuyan al individuo, por lo que el efecto a largo plazo de su defoliación se espera que sea mayor que aquel causado por la defoliación de hojas maduras.

En los estudios que han evaluado el efecto de la defoliación de hojas maduras se han encontrado tres grupos de resultados: los que la defoliación no altera de forma significativa la producción de hojas, aquellos que incrementan esta producción y por último, aquellos donde la defoliación ocasiona la disminución de la producción de hojas. Primero se discutirán aquellos donde la defoliación no alteró la producción de hojas nuevas, como ocurrió en los experimentos realizados en esta tesis.

Estudios donde la defoliación no alteró la producción de hojas nuevas: Tal como se encontró en el presente trabajo, Zuidema *et al.* (2007) no reportaron diferencias estadísticamente significativas al realizar los tratamientos de cosecha realizados en la palma *Geonoma deversa*, palma clonal de sotobosque. Similarmente, Ash, (2007) y Endress *et al.* (2006) reportaron en sus respectivos trabajos efectuados con la palma *Chamaedorea radicalis* que la producción de hojas nuevas fue independiente de los tratamientos y frecuencias de corte aplicadas. Así mismo, Martínez-Ballesté *et al.* (2005, 2008) mencionan también en su trabajo de defoliación de hojas en las palmas *Sabal yapa* y *Sabal mexicana* que la producción de hojas nuevas no depende de la intensidad o frecuencia de corte, sólo que en este trabajo, a diferencia de los demás, la producción de hojas dependió del número de hojas acumuladas que presentaba cada palma al inicio del estudio. Este mismo resultado es lo que se encontró en los experimentos realizados con *B. dulcis* en la presente tesis. Posiblemente, la relación entre la tasa de producción de hojas con el número de hojas iniciales que posee la planta se relacione con la capacidad de obtención de recursos para volver a producir las hojas perdidas. El tiempo de duración de los trabajos antes mencionados fue de 1 a 6 años, dependiendo la especie.

Hay al menos dos mecanismos principales por los cuales se ha explicado esta no alteración de la tasa de producción de hojas en los experimentos de defoliación: a) la asignación de recursos de otras partes de la planta (tales como partes aéreas y de la raíz) para compensar la pérdida de tejido foliar y así ayudar a una supervivencia exitosa (Zuidema *et al.* 2007); b) Las plantas pueden neutralizar o compensar daños mediante procesos de naturaleza homeostática que conducen a la normalización de las funciones vitales de las plantas y al incremento de su poder de resistencia. Uno de estos procesos es la llamada fotosíntesis compensatoria, definida como el incremento de las tasas fotosintéticas de plantas que han experimentado una situación de estrés (Rodríguez-Roiloa *et al.* 2003). Estos mecanismos podrían también estar ocurriendo en *Brahea dulcis*, pero se necesitaría realizar estudios específicos para demostrarlo.

Estudios donde la defoliación modificó la producción de hojas nuevas:
Otros trabajos realizados en palmas han mostrado que la defoliación genera efectos positivos y en otros casos negativos sobre la producción de hojas. Por ejemplo, los resultados de los trabajos efectuados por López-Toledo *et al.* (2012) y Martínez-Ramos *et al.* (2009) en la palma de sotobosque *Chamaedorea elegans* mostraron que los tratamientos de defoliación afectaron negativamente a la producción de hojas, al igual que lo reporta Navarro *et al.* (2011) para la palma de sotobosque *Lepidocaryum tenue*. En otros trabajos se vio estimulada la producción de hojas por medio de los tratamientos de cosecha fueron con la palmas: *Chamaedorea radicalis* (Endress *et al.* 2004), *Reinhardtia gracilis* (Mendoza y Franco 1992), *Chamaedorea quezalteca* (Martínez-Camilo *et al.* 2011). Estos experimentos tuvieron una duración mínima de 1 año y una máxima de 6 años, lo que sugiere que para poder observar esos efectos de la defoliación se requiere realizar los experimentos de defoliación por varios años consecutivos.

En el contexto del presente trabajo de tesis, los trabajos anteriores señalan que debe realizarse el experimento por un mayor período de tiempo pues probablemente las respuestas de la planta parecen observarse en períodos mayores de tiempo. Aún así, algunos trabajos han logrado encontrar diferencias notables tan sólo en un año. Esto indica que hay plantas que responden rápidamente a la defoliación, incluso en períodos cortos de un año, mientras que palmas como la estudiada en la presente tesis no muestra cambios significativos en el corto plazo.

Crecimiento y mortalidad

Después de un año de haber realizado los experimentos de defoliación en las palmas tanto de un tronco principal como de dos, se obtuvo que la cosecha de hojas nuevas no modificó el crecimiento de los troncos de manera significativa. Sin embargo, Illsley *et al.* (2001) y Ramírez-Rodríguez *et al.* (2012) sugieren que los palmares de *B. dulcis* son moldeados por las comunidades humanas, resultando en dos tipos: las “sayacahuileras”, y las “manchoneras”. La primera variante son palmares altos, en las que el poco corte de hojas promueve su mayor talla, mientras que las “manchoneras” son palmares de baja estatura, lo cual es logrado por la intensiva corta de hojas por sus manejadores. Los resultados de la presente tesis no apoyan lo propuesto por Illsley *et al.* (2001) y Ramírez-Rodríguez *et al.* (2012), probablemente por la duración del período de estudio.

En otras especies de palmas la cosecha de hojas afectó de manera significativa el crecimiento de los tallos. Es el caso de por ejemplo: López-Toledo *et al.* (2012) con la palma *Chamaedorea elegans*, Ash, (2007) y Endress *et al.* (2006) con la palma *Chamaedorea radicalis*. Igualmente, en plantas de crecimiento clonal como son *Geonoma deversa* y *Reinhardtia gracilis*, Zuidema *et al.* (2007) y Mendoza y Franco, (1992) reportaron un efecto en el crecimiento

de los tallos producto de la defoliación. Los trabajos antes mencionados tuvieron una duración de 1 a 6 años. Esto indica que el efecto sobre el crecimiento se debe en parte al tiempo de realización del experimento, así como de las características específicas de la especie y/o género. Por ejemplo, el género *Chamaedorea* crece en el sotobosque, donde la defoliación parece causar un impacto mayor que en una palma de dosel como lo es *B. dulcis*.

Además de la defoliación, hay otros factores que influyen en el crecimiento de las palmas, tales como escasez de recursos en el sustrato, bajas temperaturas, exposición permanente a la luz solar y competencia con otras plantas (Rodríguez-Roiloa *et al.* 2003, Valladares *et al.* 2000, Rodríguez-Buriticá *et al.* 2005, Bunker y Carson, 2005). Hace falta evaluar el efecto de estos factores sobre el crecimiento de *B. dulcis*.

Por último, debe mencionarse que la defoliación no ocasionó efectos sobre la mortalidad de los individuos, en este caso ninguno de los 84 individuos seguidos durante un año murió.

Reproducción vegetativa

En *B. dulcis* no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la producción de hijuelos para ninguno de los dos experimentos después de un año de realizar diferentes frecuencias de corte en las palmas cosechadas, tanto de un tronco principal como de dos.

Se han reportado trabajos en los que los resultados son opuestos al obtenido en esta tesis, como por ejemplo Zuidema *et al.* (2007) reportó para la palma *Geonoma deversa* que su defoliación aumentó en un 70% la producción de hijuelos. En el caso particular de las palmas que presentan una reproducción clonal, éstas pueden realizar intercambios de recursos, así como modificaciones en el esquema de desarrollo de brotes que pudieran estar latentes, o bien

pueden modular la eficiencia de la maquinaria fotosintética (Rodríguez-Roiloa *et al.* 2003).

Tamaño y peso de las hojas

Al concluir la cosecha de hojas nuevas en las palmas sometidas a los diferentes tratamientos, en el experimento uno se encontró que la defoliación afectó el tamaño de las nuevas hojas, donde el tratamiento más intensamente cosechado (Tratamiento dos: dos hojas cosechadas cada mes) produjo hojas de mayor tamaño que el Tratamiento 3 (dos hojas cosechadas cada dos meses), aunque no hubo diferencias en los pesos de las hojas entre estos tratamientos. Esto es un resultado relevante puesto que indica que posiblemente como una respuesta fisiológica a la defoliación, la palma responde mediante la producción de hojas de mayor tamaño. Debe recordarse que esta respuesta se observó en el período de un año, pero se desconoce lo que puede pasar si la defoliación se prolonga por más años. Por otro lado, el obtener hojas de mayor tamaño es relevante desde el punto de vista de la elaboración de objetos artesanales. Por ejemplo, en los petates es importante contar con hojas más grandes para que sea más fácil elaborar petates de mayor tamaño; aunque en el petate se puede añadir nuevos fragmentos de hojas al tejido, es más fácil si estos fragmentos son de mayor longitud.

Endress *et al.* (2004 y 2006) mencionan que hay una relación inversa entre la intensidad de cosecha de las hojas y la longitud de éstas, de modo que una alta cosecha conduce a que la planta produzca hojas de menor longitud, las cuales son demasiado pequeñas para ser comercializadas. Zuidema *et al.* (2007) reporta esta misma tendencia para *Geonoma deversa*. Los trabajos antes mencionados obtuvieron resultados diferentes con respecto al tamaño de las hojas nuevas comparados a lo encontrado en esta tesis, no se ha podido establecer las razones que explican esta diferencia. En cuanto al peso, hasta el

momento no se han reportado efectos tanto negativos como positivos en trabajos efectuados en otras palmas o plantas que se utilicen como PFNM. En el presente trabajo tampoco se encontraron estas diferencias en el peso fresco de las hojas. Sin embargo, en futuros estudios deberá evaluarse si se encuentran diferencias en el peso seco de las hojas, para evitar errores debidos a las diferencias de humedad que pueden opacar las diferencias en biomasa.

Implicaciones para su aprovechamiento sostenible

Los resultados anteriores en su conjunto apoyan la idea que esta palma es un producto forestal no maderable con gran potencial de aprovechamiento, pues su defoliación tiene efectos casi imperceptibles a lo largo de un año. Por lo tanto, se sugiere que este no maderable debe ser promovido como un producto estratégico para aprovechar. Por lo tanto, tanto en Áreas Naturales Protegidas como fuera de éstas, este no maderable constituye un medio importante de promoción del desarrollo rural. El gran potencial biológico de la especie, se debería combinar con una estrategia de mercado adecuada de sus productos, de manera que impactara positivamente las necesidades monetarias y de subsistencia de la gente local.

CONCLUSIONES

- Los dos tratamientos de defoliación aplicados durante un año a la palma *Brahea dulcis*, donde se modificó experimentalmente la frecuencia e intensidad de corte de hojas nuevas sobre palmas con uno y dos tallos principales, no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la producción de hojas, peso foliar, crecimiento, la mortalidad y la reproducción vegetativa.
- La producción de hojas mostró una relación directa con el número de hojas iniciales con que contaba la planta, en ambos tratamientos experimentales.
- La longitud de las hojas en las palmas defoliadas en el experimento uno presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las plantas cortadas cada mes, que produjeron hojas más grandes, comparadas con aquellas sometidas a cortes bimensuales. En el segundo experimento no hubo diferencias significativas en la longitud de las hojas. La producción de hojas más grandes puede ayudar en la elaboración de artículos artesanales que requieren de esa característica.
- Las plantas con uno o dos troncos principales no mostraron diferencias significativas por tronco en cuanto a la producción y peso de las hojas, reproducción vegetativa, crecimiento del tronco principal.

LITERATURA CITADA

- Ash, J.D., 2007. Assessment of sustainable leaf harvest from the understory palm, *Chamaedorea radicalis*. Tesis de Maestría. Miami University. Oxford, Ohio.
- Bunker, D.E., Carson, W.P., 2005. Drought stress and forest woody seedlings: effect on community structure and composition. *Journal of Ecology* 93, 794 – 806.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zaráte, S., 1997. Manejo de la Vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Revista Ciencias* 61, 31 – 47.
- Coronel, O.M., 2010. Usos artesanales, fenología y cosecha óptima de la palma *Brahea dulcis* (KUNTH) MART. (Arecaceae), en dos zonas del estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Endress, B.A., Gorchoy, L.D., Peterson, B.M., Padrón, S.E., 2004. Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, it's effects on the leaf production, and implications for sustainable management. *Conservation Biology* 18, 822 – 830.
- Endress, B.A., Gorchoy, L.D., 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.
- 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* (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. 259 – 289. En: Rendón, B., Rebollar, S., Caballero, J., Martínez, M., 2001. Plantas,

cultura y sociedad, estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI. SEMARNAT., México 1 – 311.

López-Toledo, L., Anten, N.P.R., Endress, B.A., Ackerly, D.D., Martínez-Ramoz, M., 2012. Resilience to chronic defoliation in a dioecious understorey tropical rain forest palm. *Journal of Ecology* 100, 1245 – 1256.

Martínez-Ballesté, A., Martorell, C., Martínez-Ramos, M., Caballero, J., 2005. Applying retrospective demographic models to assess sustainable use: the Maya management of Xa'an palms. *Ecology and society* 10, 1 – 35.

Martínez-Ballesté, A., Martorell, C., Caballero, J., 2008. The effect of Maya traditional harvesting on the leaf production, and demographic parameters of *Sabal* palm in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management* 256, 1320 – 1324.

Martínez-Camilo, R., González-Espinosa, M., Pérez-Ferrera, M.A., Quintana-Ascencio, P.F., Ruíz-Montoya, L., 2011. Evaluación del efecto del aprovechamiento foliar en *Chamaedorea quezalteca* Standl. & Steyer. (palmae) en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas, México. *Agrociencia* 45, 507 – 518.

Martínez-Ramos, M., Anten, N, P, R., Ackerly, D, D., 2009. Defoliation and ENSO effects on vital rates of an understorey tropical rain forest palm. *Journal of Ecology* 97, 1050 – 1061.

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.

Mendoza, A., Franco, M., 1992. Integración clonal en una palma tropical. *Boletín del Instituto Frances de Estudios Andinos* 21, 623 – 635.

- Navarro, J.A., Galeano, G., Bernal, R., 2011. Impact of leaf harvest on populations of *Lepidocaryum tenue*, an Amazonian understory palm used for thatching. *Tropical Conservation Science* 4, 25 – 38.
- Palabral-Aguilera, A., Arteaga, L.L., García, E., 2008. Herbivoría en distintas etapas de vida de *Virola sebifera* comparando bosques con y sin tala reciente. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 22, 51 – 58.
- Pavón, N.P., Escobar, R., Ortiz, P.R., 2006. Extracción de hojas de la palma *Brahea dulcis* en una comunidad Otomí en Hidalgo, México: efecto sobre algunos parámetros poblacionales. *Interciencia* 31, 57 – 61.
- Pavón, N.P., Meza, S.M., 2009. Cambio Climático en el Estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo.
- Quero, J.H., 1994. Flora de Veracruz, Palmae. Instituto de Ecología AC. Xalapa, Veracruz, México. Fasc 81, 25 – 28.
- Ramírez-Rodríguez, R., Mussali-Galante, P., Quero, H., Tovar-Sánchez, E., 2012. Management and its relation to hybridization, clonality and genetic structure of the Mexican palm *Brahea dulcis*. *Forest Ecology and Management* 285, 92 – 100.
- Rodríguez-Buriticá, S., Orjuela, M.A., Galeano, G., 2005. Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: an understory palm used as foliage in Colombia. *Forest Ecology and Management* 211, 329 – 340.
- Tickin, T., 2005. Applying a metapopulation framework to the management and conservation of a non-timber forest species. *Forest Ecology and Management* 206, 249 – 261.

Valladares, F., Wright, S.J., Lasso, E., Kitajima, K., Pearcy, R.W., 2000. Plastic phenotypic response to light of 16 congener shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecology* 81, 1925 – 1936.

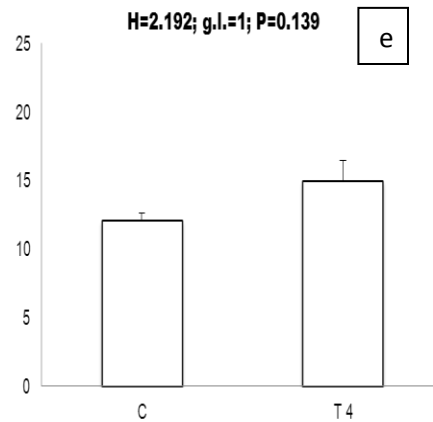
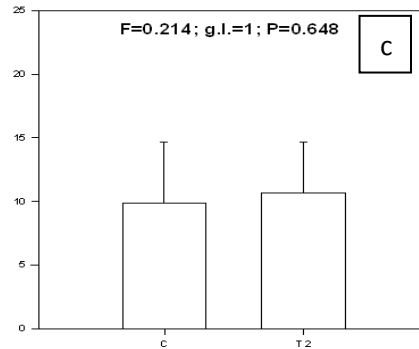
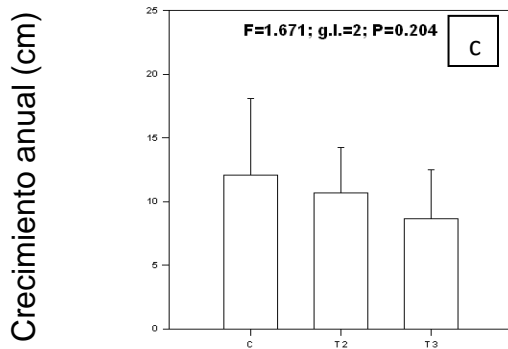
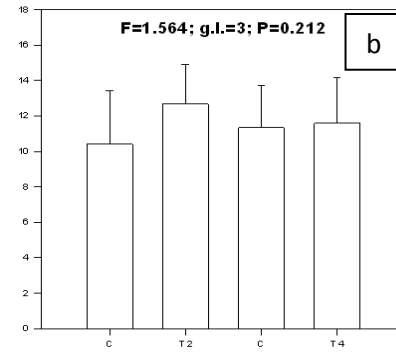
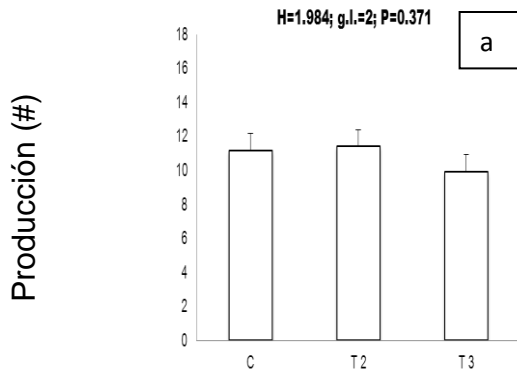
Zuidema, P.A., Hans de Kroon., Werger, M.J.A., 2007. Testing sustainability by prospective and retrospective demographic analyses: evaluation for palm leaf harvest. *Ecological applications* 17,118 – 128.

ANEXO 1

Resultados de los análisis de Anova (F) y Kruskal Wallis (H) para ambos experimentos, mostrándose el efecto sobre: a) Producción promedio anual de hojas nuevas en el experimento 1; b) Producción promedio anual de hojas nuevas en el experimento 2; c) Crecimiento anual de las palmas en el experimento 1; d) Crecimiento anual de las palmas de un tronco principal en el experimento 2; e) Crecimiento anual de las palmas de dos troncos principales en el experimento 2.

Experimento 1

Experimento 2



ANEXO 2

Resultados de los análisis de Anova (F) y Kruskal Wallis (H) para ambos experimentos, mostrándose el efecto sobre: a) número promedio de hijuelos experimento 1; b) número promedio de hijuelos experimento 2; c) longitud promedio de las hojas cosechadas experimento 2; d) peso promedio de las hojas cosechadas experimento 1; e) peso promedio de las hojas cosechadas experimento 2.

