

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO

11 DIC 1988
RECIBIDO

ELEMENTOS PARA LA CONSERVACION Y MANEJO
DE *Carludovica palmata* EN CENTROAMERICA

POR

JUDITH CEVALLOS ESPINOSA



Turrialba, Costa Rica
1998

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación
Escuela de Postgrado

RECIBIDO
11 DE 1998

Elementos para la conservación y manejo de *Carludovica palmata* en Centroamérica

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por

Judith Cevallos Espinosa

CATIE

Turrialba, Costa Rica
Noviembre de 1998

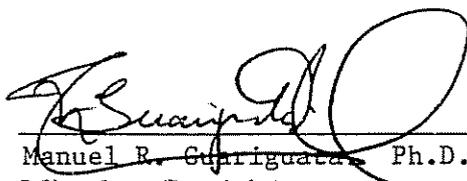
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

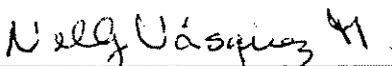
FIRMANTES:



~~Daniel Marmillo Sigrist. Ph.D. Profesor Consejero~~
Profesor Consejero



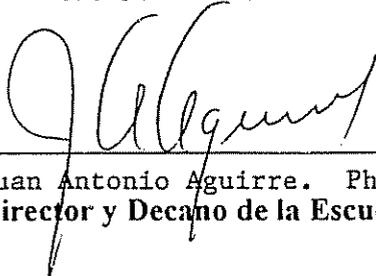
~~Manuel R. Guiriguata. Ph.D. Miembro Comité Asesor~~
Miembro Comité Asesor



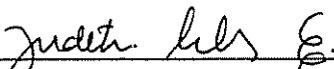
~~Nelly Vázquez. M.Sc. Miembro Comité Asesor~~
Miembro Comité Asesor



~~Róger Villalobos Soto. M.Sc. Miembro Comité Asesor~~
Miembro Comité Asesor



~~Juan Antonio Aguirre. Ph.D. Jefe Area de Postgrado~~
Director y Decano de la Escuela de Postgrado



~~Judith Cevallos Espinosa. Candidata~~
Candidato

A Jesús Juan

A mis padres, hermanos y sobrinos

A la familia Rosales Adame

A todos ellos gracias por ser parte de mi vida...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara y Centro Universitario de la Costa Sur por su patrocinio. Al Dr. Adolfo Espinoza de los Monteros y al Maestro Salvador Acosta Romero por todo su apoyo.

Al Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) por financiar mis estudios mediante el programa Russell E. Train Educación para la Naturaleza. A todo el personal de las oficinas centrales de WWF en Centroamérica.

A Fundatropicos por su apoyo durante el desarrollo de mis estudios.

A mis profesores Dr. Daniel Marmillod y Dr. Manuel R. Guariguata, por su conducción enseñanza y paciencia.

M. Sc. Nelly Vázquez y M.Sc. Roger Villalobos, miembros de mi comité asesor por sus recomendaciones y colaboración.

Al personal del proyecto OLAFO por su apoyo logístico durante el trabajo en campo, en particular al Sr. José Masís.

A la comunidad de la Reserva indígena Keköloodi, a German Martínez, Juanita Sánchez, Gloria Mayorga, Eduard Jackson y sus familias; por todo el apoyo, amistad y confianza que me brindaron.

A Pedro Bernal por su apoyo logístico durante mi estancia en el Teribe, Panamá.

A Roger Flores, por su amistad y toda su ayuda durante mi trabajo de campo en Santa Bárbara, Honduras.

A Jonhy Pérez por su asesoría en el análisis de los datos.

A todo el personal de Posgrado por su estímulo y apoyo en todo momento durante mi estancia en CATIE.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, por su colaboración y enseñanza en el manejo de las fuentes de información.

A mis compañeros de promoción, en especial a mis compañeros de "Biodiversidad" por tantos momentos felices que compartimos juntos y por su apoyo y solidaridad en los momentos difíciles.

A Delmar Cancino por su enorme colaboración en la elaboración de mapas y figuras.

A todos mis paisanos en CATIE durante mis dos años de estancia en este centro, especialmente a Don Miguel y Doña Julieta Caballero, por brindarme un ambiente de familia en Costa Rica.

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
3. HIPÓTESIS.....	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
EL MEDIO AMBIENTE Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES	4
¿QUÉ SE ENTIENDE POR SOSTENIBILIDAD?	5
DEFINICIÓN DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE.....	7
EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD.....	8
EFECTOS DE LA COSECHA EN LAS POBLACIONES NATURALES DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES.....	8
CARLUDOVICA PALMATA	11
Clasificación taxonómica de la especie.....	11
Descripción de la especie	11
Hábitat	13
Distribución	13
Etnobotánica	14
CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE C. PALMATA Y DEFINICIÓN DEL PRODUCTO.....	14
Definición del producto.....	15
¿Cómo establecer los estados de desarrollo y que medir para evaluar la productividad de la población?	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
Costa Rica, Reserva indígena Keköldi.....	18
Panamá, valle Teribe	18
Honduras, Departamento de Santa Bárbara.....	19
METODOLOGÍA	20
Caracterización de las condiciones de sitio	20
Evaluación del efecto de cosecha.....	28
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS E HISTORIAL DE USO DE LOS PARCHES DE CARLUDOVICA PALMATA CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.....	34
Costa Rica (Talamanca).....	34
Panamá (Valle Teribe)	37
Honduras (Municipio de Santa Bárbara).....	39
PREFERENCIAS AMBIENTALES DE CARLUDOVICA PALMATA.....	44
Distribución de Carludovica palmata entre categorías de tamaño en la población natural.....	44
Variación de dimensiones de la planta en poblaciones naturales y cultivadas.....	46
Características de iluminación	48
Condiciones topográficas	50

Características de la vegetación	51
FENOLOGÍA	54
Frutos	54
Hojas	56
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE COSECHA EN UNA POBLACIÓN NATURAL	59
Efectos en la maduración de candelas	59
Efectos en la producción de candelas	61
Efectos en el crecimiento de la planta y dimensiones de la candela	64
Efectos en la actividad reproductiva	70
LA ILUMINACIÓN Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE CANDELAS DE LOS INDIVIDUOS BAJO TRATAMIENTOS DE PODA	72
7. CONCLUSIONES	76
8. RECOMENDACIONES	78
9. BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXO 1	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Características morfológicas de <i>Carludovica palmata</i>	12
Figura 2. Área de estudio: Keköldi, Talamanca, Costa Rica.	21
Figura 3. Área de estudio: Valle del Teribe, Bocas del Toro, Panamá.	22
Figura 4. Área de estudio: Santa Bárbara, Honduras.	23
Figura 5. Distribución de individuos de <i>Carludovica palmata</i> por categoría de tamaño, Talamanca, Costa Rica.	44
Figura 6. Distribución de individuos de <i>Carludovica palmata</i> por categoría de tamaño, Bocas del Toro, Panamá.	45
Figura 7. Distribución de individuos de <i>Carludovica palmata</i> por categoría de tamaño, Sta. Bárbara, Honduras.	46
Figura 8. Plantas de <i>Carludovica palmata</i> fructificando durante el muestreo. Keköldi, Costa Rica. N = 110 plantas.	54
Figura 9. Producción mensual promedio de frutos y candelas por planta (Error estándar) N = 110 plantas.	55
Figura 10. Porcentaje de plantas con emergencia simultánea de candelas. N= 110 plantas.	57
Figura 11. Producción mensual promedio de candelas por categoría de tamaño (Error estándar).	58
Figura 12. Producción promedio de candelas totales y candelas que maduraron antes y después de que el pecíolo contara con 1 metro de longitud, entre tratamientos (Error estándar).	59
Figura 13. Producción promedio de candelas totales y candelas que maduraron antes y después de que el pecíolo contara con una longitud de 1 metro por categoría de tamaño (Error estándar).	60
Figura 14. Producción promedio mensual de candelas entre tratamientos por categoría de tamaño durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Solamente la categoría tres presenta todos los tratamientos de poda, el resto de las categorías presenta únicamente los tratamientos 0 y 100 %.	62

Figura 15.	Producción mensual promedio de candelas aprovechables entre tratamientos por categoría de tamaño, durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Solamente en la categoría tres se practicaron todos los tratamientos de poda, el resto de las categorías tuvieron 0 y 100 % de poda.	63
Figura 16.	Perímetro basal inicial y final por categoría de tamaño después de ocho meses de muestreo (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.	64
Figura 17.	Longitud del pecíolo de la hoja mayor inicial y final por categoría de tamaño después de ocho meses de muestreo (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.	65
Figura 18.	Número promedio de hojas maduras en tratamientos por tamaño: 0 y 100 % en cinco tamaños y 0, 50 y 100 % en el tamaño III (Error estándar).	66
Figura 19.	Producción promedio de hojas maduras por categoría de tamaño (Error estándar).	66
Figura 20.	Diámetro máximo promedio de la candela por categoría de tamaño (Error estándar). Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes.	67
Figura 21.	Longitud máxima promedio del pecíolo de la candela por categoría de tamaño (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.	68
Figura 22.	Producción mensual promedio de frutos entre tratamientos por categoría de tamaño durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Únicamente la categoría tres presenta todos los tratamientos de poda, el resto presentan sólo los tratamientos 0 % y 100 %.	71
Figura 23.	Producción promedio de candelas por categoría de iluminación (Error estándar).	73
Figura 24.	Maduración promedio de candelas por categoría de iluminación (Error estándar).	75

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Condiciones topográficas consideradas para la ubicación de las parcelas de muestreo en los transectos.	25
Cuadro 2. Tipos de vegetación identificados en los transectos de muestreo.	25
Cuadro 3. Categorías de tamaño en relación al número de cepas por planta empleadas en la caracterización de las condiciones de sitio de <i>Carludovica palmata</i> .	26
Cuadro 4. Características de iluminación definidas por Clark y Clark (1992) y adaptadas para la vegetación del sotobosque y árboles pequeños.	27
Cuadro 5. Características de tamaño con base en el número de cepas establecidas para el ensayo de podas experimentales.	29
Cuadro 6. Tratamientos experimentales de poda para cada categoría de tamaño con 10 repeticiones.	29
Cuadro 7. Características abióticas de los parches por país.	43
Cuadro 8. Valores promedio de dimensiones de plantas, cobertura y número de candelas aprovechables de <i>Carludovica palmata</i> en las poblaciones natural y cultivada.	48
Cuadro 9. Número de individuos de <i>C. palmata</i> por categoría de tamaño y categoría de iluminación en parches naturales de Costa Rica y Panamá	49
Cuadro 10. Valores promedio de cobertura y número de candelas aprovechables de <i>Carludovica palmata</i> en diferentes rangos de altura del dosel.	52
Cuadro 11. Valores promedio de número de cepas, hojas y frutos por planta en cada categoría de tamaño, en ocho meses de muestreo.	55
Cuadro 12. Distribución de individuos entre las categorías de iluminación registrados por categoría de tamaño.	73

RESUMEN

Cevallos, E. Judith. ELEMENTOS PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE *CARLUDOVICA PALMATA* EN CENTROAMÉRICA.

Palabras claves: *Carludovica palmata*, podas experimentales, manejo, cosecha.

Carludovica palmata es una hierba perenne de la familia Cyclanthaceae. De las "candelas" (lámina de las hojas jóvenes inmaduras) se extrae la fibra que es ampliamente utilizada para la elaboración de sombreros y cestería artesanal en diferentes sitios de América tropical.

A pesar de la importancia económica de la especie, no se han desarrollado estrategias para dar un manejo sostenible del recurso. Este tipo de manejo requiere de previa información sobre patrones biológico-ecológicos y conocer además el grado de susceptibilidad de la especie hacia las diferentes intensidades de extracción. Con el fin de determinar las condiciones ambientales en los cuales se distribuye la especie, se establecieron transectos de muestreo en parches naturales de *Carludovica palmata* localizados en Costa Rica y Panamá. En cada transecto se caracterizaron las condiciones topográficas, la vegetación e iluminación. Se establecieron parcelas circulares de 50 m² cada 10 metros para determinar la estructura poblacional, densidades y dimensiones de individuos de *C. palmata*. Esta misma metodología se aplicó en poblaciones cultivadas (en Honduras), para evaluar bajo que condiciones ambientales fue mejor la producción de candelas.

Para determinar los efectos de la cosecha de candelas en una población natural de *C. palmata*, se estableció un ensayo de podas experimentales dividido en dos fases: en la primera se practicaron dos intensidades de poda (0 y 100%) en plantas productivas de cinco categorías de tamaño; en la segunda se practicaron tres intensidades de poda (0, 50 y 100%) sobre plantas productivas de una categoría de tamaño. Estos tratamientos fueron realizados mensualmente durante un periodo de ocho meses. Se evaluaron los efectos de los tratamientos en el crecimiento y reproducción de la planta y el tiempo de emergencia, producción y dimensiones de las nuevas candelas.

La estructura poblacional de los parches naturales mostró en general una distribución de "J" invertida (con altas tasas de regeneración y mortalidad de juveniles), se observaron algunos parches con poblaciones en decadencia. Los individuos de tallas mayores, el mayor porcentaje de cobertura de la especie y de producción de candelas se encontraron en sitios con terrenos planos y bases de ladera y en vegetación tipo "charral" con doseles bajos (0-10 m). Las condiciones con iluminación lateral fueron las que presentaron un mayor porcentaje de individuos.

Durante los ocho meses de muestreo los efectos por los tratamientos en el crecimiento y reproducción de la planta fueron evidentes en la reducción del número de hojas maduras y en el aumento en la producción de frutos. Los tratamientos no tuvieron efectos significativos en el tiempo de emergencia, producción y dimensiones de las nuevas candelas, éstas características estuvieron en función del tamaño de la planta. Probablemente la especie mantenga reservas suficientes para reponer la falta de área foliar que resulta de las podas, o el tiempo de muestreo no ha sido suficiente para determinar los efectos totales de las podas experimentales.

Se recomienda que la cosecha se realice durante los meses de junio a septiembre que es cuando está la mayor producción de hojas y cosechar preferentemente individuos de tamaños mayores. Es mejor cosechar a intensidad del 50%. Se recomienda utilizar terrenos planos húmedos y con estratos bajos de vegetación para el cultivo de la especie.

ABSTRACT

Cevallos, E Judith. ELEMENTS FOR THE CONSERVATION AND MANAGEMENT OF *CARLUDOVICA PALMATATA* IN CENTRAL AMERICA.

Key words: *Carludovica palmata*, experimental pruning, management, harvest.

Carludovica palmata is a perennial herb of the Cyrtanthaceae family. From the "candles" (sheet of the young uninvolved leaves) the fiber is extracted and used for the manufacturing of hats and hand-crafted baskets in different sites in the tropical America.

Although this species has an economic importance there still does not exist strategies for a sustainable use of these resources. This type of management requires of previously information about biologic-ecological patterns and besides this the knowledge of the susceptibility grade of the species caused by different extraction intensities.

To determine the environmental conditions in which the species is distributed, transect of samples were established in natural patches in Costa Rica and Panama where *C. palmata* is localized. In each transect the topographic conditions, vegetation and illumination have been characterized. Round parcels of 50 m² were installed every 10 m to determine the populating structure, density and dimension of the *C. palmata* individuals. The same methodology was applied in cultivated populations (in Honduras) to evaluate under which environmental conditions the production of "candle" was the best.

To determine the effects the "candle" harvest in a natural population of *C. palmata*, a test with experimental pruning divided in two phases was established. In the first phase the intensities of pruning (0 and 100%) in productive plants of five size categories were practiced. In the second three pruning intensities (0, 50 and 100%) in productive plants of one size category was practiced. These treatments were realized monthly during a period of eight months. The effects of the treatments on the growing and reproduction of the plants, the production and dimensions of the new "candles" were evaluated.

The population structure of the natural patches demonstrated in general a distribution of high rate of regeneration and mortality of young plants, in some patches a high mortality of adult plants was observed. The tallest individuals, the highest percentage of covering of the species and the production of "candles" were found in sites with plane areas and bases of slopes, in "charral" vegetation type with low canopies (0-10 m). The condition with lateral illumination were those which presented the highest percentage of individuals.

During the eight months of sampling the effects of the treatments on growth and reproduction of the plants were evident for the reduction of the number of old leaves and the increase of the fruit production. The treatments did not have significant effects in the time of emergency, production and dimension of the new "candles". These characteristics depend on the size of the plant. Probably the specie has sufficient reserves to replace the losses of foliar area caused by pruning or the time of the sampling was not long enough to finish the total effects of the experimental pruning.

It is recommended that the harvest should be done during the months of June to September during the highest leaf production and for harvesting individuals of the biggest sizes should be preferred.

It is better to harvest with an intensity of 50%. For the cultivation of this species plane humid areas with low vegetation should be used.

1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los países tropicales las políticas sobre la utilización de los bosques están enfocadas principalmente a la producción de madera. Sin embargo, la biodiversidad presente en estos bosques provee una enorme variedad de productos maderables y no maderables que forman parte esencial de la vida y economía de poblaciones indígenas y campesinas en todo el mundo (Panayotou y Ashton 1992).

Ante la acelerada tasa de deforestación de los bosques tropicales, los productos no maderables recientemente han tomado un importante papel como alternativa de manejo para lograr a su vez la conservación de estos ecosistemas (Panayotou y Ashton 1992). Si bien es cierto que la extracción de estos productos puede ser una opción de manejo, la utilización no adecuada de sus poblaciones también puede representar un problema de conservación para las especies en sí y para el bosque en general (Vásquez y Gentry 1989, Hall y Bawa 1993).

Carludovica palmata es una hierba perenne de la familia Cycolanthaceae que es utilizada tradicionalmente para fines artesanales, alimenticios y medicinales desde el Sudeste de México hasta la parte central de Bolivia (Bennett 1992). En América Central, las fibras que se obtienen de las hojas jóvenes de *C. palmata* han sido utilizadas tradicionalmente para la elaboración de artesanías y cestería. En algunas zonas de esta región, esta actividad ha representado una alternativa económicamente productiva cuyos productos han sido reconocidos internacionalmente (IICA-Laderas 1996).

Hoy en día se cuenta con algunos estudios orientados hacia los aspectos agronómicos y productivos en plantaciones de *Carludovica palmata* (Uc 1995, Alarcón y Londoño 1977). Sin embargo a pesar de su importancia como un recurso no maderable de los bosques tropicales, se conoce muy poco sobre su biología y ecología en condiciones naturales y sobre el efecto que pueda tener la cosecha de sus productos en sus poblaciones. Esta información es básica para poder establecer una estrategia adecuada para el manejo sostenible de sus poblaciones naturales.

El propósito de la presente investigación fue de obtener información básica sobre el crecimiento, distribución y preferencias ambientales de poblaciones naturales de *Carludovica palmata*, además de evaluar el efecto que tiene la cosecha de hojas jóvenes a diferentes niveles de extracción sobre el crecimiento y producción de sus poblaciones. Esto con el fin de proporcionar información disponible para desarrollo de estrategias sostenibles de manejo.

2. OBJETIVO GENERAL

Proporcionar información básica disponible sobre la biología y el efecto del aprovechamiento de poblaciones naturales de *Carludovica palmata* que pueda ser empleada en el diseño de propuestas para su manejo sostenible en la región Centroamericana.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Caracterizar la estructura y distribución de tamaños en poblaciones naturales de *Carludovica palmata* en algunas localidades de Centroamérica en función de las condiciones de sitio.
2. Conocer sobre los patrones biológicos de *Carludovica palmata* en condiciones naturales.
3. Evaluar el efecto de cosecha de hojas jóvenes a diferentes intensidades de extracción sobre el crecimiento, producción de hojas y reproducción de poblaciones naturales de *Carludovica palmata*.
4. Establecer recomendaciones para el manejo sostenible de las poblaciones naturales de *C. palmata*.

3. HIPÓTESIS

1. La presencia de *Carludovica palmata* en un área determinada y la estructura de sus poblaciones están influenciadas por las condiciones ambientales del sitio.
2. La intensidad de cosecha de hojas jóvenes (candelas) de *Carludovica palmata* influye sobre el tiempo de emisión, producción y dimensiones de nuevas candelas.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

EL MEDIO AMBIENTE Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

Los factores ambientales son elementos determinantes en la distribución espacial de la vegetación. Particularmente, los bosques tropicales comprenden una gran variedad de condiciones y recursos que conforman microambientes y estos a su vez generan una heterogeneidad en los patrones de distribución de las especies presentes en ellos (Whitmore 1978).

Para entender como influyen los factores ambientales en la distribución de las especies, es importante definir primero qué son los recursos y qué son las condiciones. Los *recursos* son definidos como aquello que puede ser consumido por un organismo, son un conjunto de elementos disponibles que pueden resolver una necesidad (Tilman 1982 citado por Begon *et al.* 1996). Dentro de los recursos se pueden considerar a la radiación solar, moléculas inorgánicas (CO₂, H₂O) y nutrientes minerales (N, P, S, K, Ca, Mg, Fe, etc.) (Begon *et al.* 1996).

Begon *et al.* (1996) definen como *condición* a un factor ambiental que varía en el tiempo y espacio. Dentro de estas condiciones pueden incluirse por ejemplo la temperatura, la humedad relativa, el pH y otras características físicas del suelo y el clima. Las condiciones pueden ser modificadas por la presencia de los propios organismos, y a diferencia de los recursos éstas no pueden ser consumidas por ellos mismos.

La variación de las condiciones y los recursos pueden tener efectos en los organismos, pudiendo ser detectados por ejemplo en la actividad de una enzima, en las tasas de respiración de un tejido, o en las tasas de crecimiento individuales así como de reproducción y sobrevivencia. Sin embargo los efectos de la variación de las condiciones no se manifiestan en el mismo grado en cada una de éstas propiedades, es decir un organismo puede sobrevivir perfectamente en un amplio rango de variaciones ambientales, sin embargo va a

tener un rango limitado en donde puede crecer y desarrollarse óptimamente y un rango aún más limitado en donde solo tendrá las condiciones óptimas para lograr reproducirse (Begon *et al.* 1996).

Los efectos del medio ambiente en los organismos pueden percibirse a diferentes escalas que van desde la escala geográfica hasta la local. En la escala geográfica es posible dividir la biosfera en zonas macroclimáticas, para lo cual Holdridge (1978) estableció diferentes zonas de vida considerando tres condiciones ambientales: Temperatura, precipitación y evapotranspiración. Estas zonas de vida pueden dividirse para lograr un nivel más local en donde se consideran factores como el suelo, topografía, drenaje y exposición al viento.

La variación en la temperatura es una de las condiciones más importantes en la distribución de las especies, esta variación puede deberse a diferentes causas ya sea a nivel macroclimático (efectos de latitud y longitud, efectos continentales) o a nivel microclimático (efectos estacionales y efectos durante el día).

La disponibilidad de condiciones y recursos es variable tanto en espacio como en tiempo bajo los diferentes gradientes ambientales. Muchos estudios ecológicos se han enfocado a explicar la estructura u organización que presentan las comunidades vegetales en términos de las diferentes reacciones que presentan las especies ante gradientes ambientales (Basnet 1992, Kahn 1987, Hanna y Kalle 1994, Clark *et al.* 1995, 1998).

La mayoría de estos estudios concluyen que la variación de las condiciones como topografía, iluminación, niveles de humedad y condiciones del suelo afectan directamente la distribución espacial de las comunidades vegetales, demostrando además que las especies presentan marcadas preferencias por microhábitats particulares.

¿QUÉ SE ENTIENDE POR SOSTENIBILIDAD?

En el marco del manejo de los recursos naturales, específicamente en el campo forestal, el concepto de *sostenibilidad* es definido como el principio que asegura, para las generaciones

presentes y futuras una producción en forma perpetua y óptima de los beneficios del bosque: madera, productos no maderables y servicios ambientales (Lamerts 1997).

Históricamente el concepto de sostenibilidad en el manejo del bosque ha sido enfocado fundamentalmente hacia la producción de madera. De Groot (citado por Lamerts 1997) subdividió las funciones del bosque en: reguladoras, de hábitat, producción e información. Esta subdivisión de funciones dio la base para la formulación y definición de manejo forestal sostenible y para identificar los principios en los tres dominios de la sostenibilidad descritos por Upton y Bass (citados por Lamerts 1997) que a continuación se mencionan.

Sostenibilidad ecológica: Se refiere a que un ecosistema y/o ecosistemas adyacentes pueden ser capaces de mantener su viabilidad y funcionalidad mientras que mantienen su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación. Esto requiere que el manejo del bosque sea acorde con los procesos naturales.

Sostenibilidad social: Refleja las relaciones entre éticas culturales, desarrollo y normas sociales. Una actividad es socialmente sostenible si está conformada con valores éticos y normas sociales y no va más allá de la tolerancia común al cambio.

Sostenibilidad económica: Requiere que los beneficios excedan los costos incurridos y que de alguna forma el capital equivalente sea traspasado de una generación a otra.

La extracción de los productos forestales puede ser económicamente sostenible, pero la sostenibilidad económica no siempre es consistente con la ecológica. Por ejemplo, la sobre cosecha puede llevar a un decline continuo de las poblaciones a tal punto que el producto en cuestión se torne escaso, lo que trae por consiguiente una elevación en su valor económico. Finalmente con la completa reducción del recurso, la sostenibilidad no se dará ni de forma económica ni ecológica y se llegarán a extinciones locales de las poblaciones y eventualmente extinciones totales de las especies (Hall y Bawa 1993).

En términos ecológicos, la extracción sostenible no debe tener efectos de deterioro a largo plazo en la reproducción y regeneración de poblaciones que están siendo cosechadas;

además de no tener efectos adversos evidentes en otras especies de la comunidad o en la función y estructura del ecosistema (Hall y Bawa 1993; Peters 1996).

DEFINICIÓN DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

El concepto de manejo forestal sostenible no es reciente y ha venido evolucionando desde su enfoque exclusivo de producción maderera hasta el concepto actual en donde ya se consideran otros componentes y productos del bosque.

La ITTO (International Tropical Timber Organization, 1992) define el manejo forestal sostenible con referencia a los bosques tropicales de la siguiente manera:

"El manejo forestal sostenible es un proceso permanente de manejo de terrenos boscosos con objetivos claramente definidos y específicos que permiten lograr un flujo continuo en la generación de productos y de bienes y servicios del bosque, sin una reducción excesiva de sus valores inherentes y productividad futura, y sin efectos negativos en el ambiente físico y social".

Otra definición comúnmente utilizada es la que se formuló en el proceso Helsinki (1994) que es más enfocada a bosques templados y boreales:

"El manejo sostenible significa en cierto modo, el aprovechamiento y uso de los bosques de tal forma y tal proporción que permite el mantenimiento de su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial actual y futuro; mantiene la relevancia de sus funciones ecológicas y económicas a nivel local, nacional y global, y no causa daño a otros ecosistemas".

Estos conceptos sustentan la importancia de implementar herramientas que permitan la sostenibilidad en el manejo tanto a nivel de ecosistema como a nivel de especies individuales. En el presente estudio, el concepto de sostenibilidad fue orientado hacia la sostenibilidad ecológica, sin embargo los resultados del mismo servirán como precedente para que en

futuros estudios sean implementadas metodologías que puedan contribuir al manejo de la especie con un enfoque de sostenibilidad económica y social.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

La biodiversidad ocurre a varios niveles en la organización biológica (genes, poblaciones, comunidades y ecosistemas) y la extracción de productos puede impactar todos esos niveles. La posibilidad de evaluar si las actividades de cosecha son sostenibles o no, depende en parte del entendimiento de la dinámica de las especies, comunidades y ecosistemas (Hall y Bawa 1993).

Para este tipo de evaluaciones se requiere de conocimientos previos sobre demografía y patrones biológicos de cada especie. Los datos demográficos proveen de una visión estática de la población. Sin embargo las poblaciones cambian sobre el tiempo, por lo que se requiere de mediciones sistemáticas para poder diferenciar los cambios naturales en la estructura poblacional de los cambios por los efectos de la cosecha (Hall y Bawa 1993).

Solo una comparación directa entre poblaciones naturales y cosechadas daría suficiente información para evaluar la sostenibilidad. Muestreos comparativos entre poblaciones naturales y poblaciones sujetas a diferentes intensidades de extracción pueden determinar los efectos de la cosecha en la población natural (Hall y Bawa 1993; Murali *et al.* 1996; Ratsirarson *et al.* 1996; O'Brien y Kinnaird 1996).

EFFECTOS DE LA COSECHA EN LAS POBLACIONES NATURALES DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES.

La extracción de cualquier tipo de recursos de los bosques tropicales puede resultar en un impacto ecológico. El delicado balance que se mantiene en estos ecosistemas puede ser fácilmente perturbado por la intervención del hombre; algunas prácticas de uso de la tierra que a simple vista parecen ser benignas, más tarde pueden tener impactos severos sobre la estructura y dinámica de las poblaciones de especies presentes en ellos. En general el

impacto ecológico dependerá de la utilización del bosque, de su composición florística, la naturaleza e intensidad de la cosecha, las especies en particular y el tipo de recurso bajo explotación (Peters 1996).

Una de las suposiciones actuales raramente cuestionadas y de fundamental interés en las reservas extractivas es que la explotación comercial de los productos forestales no maderables tiene poco o ningún impacto ecológico. Sin embargo estas suposiciones son incorrectas y peligrosas. Cada producto forestal no maderable tiene un punto específico en el nivel de cosecha máxima sostenible (Peters 1996). Si este nivel de cosecha es excedido, las poblaciones de plantas que han sido explotadas así como las comunidades animales que dependen de ellas, pueden ser adversamente afectadas.

La recolección esporádica de sólo algunos frutos del bosque por ejemplo, pueden tener bajo impacto sobre la estabilidad a largo plazo de las poblaciones que han sido explotadas. Sin embargo cosechas anuales intensivas, pueden gradualmente ser motivo de la eliminación de especies de un bosque.

Las prácticas de cosecha por si mismas pueden ser también un factor que puede tener efectos negativos. Por ejemplo en la Amazonía Peruana los árboles femeninos de una palma dióica conocida como "aguaje" (*Mauritia flexuosa*), frecuentemente son tumbados para la recolección de los frutos, los cuales son muy comercializados en la zona. Después de algunas cosechas las poblaciones de esta especie se quedan con una abundancia de árboles machos estériles, situándola en peligro de desaparecer completamente del bosque (Vázquez y Gentry 1989).

El impacto inicial de la extracción de recursos está grandemente determinado por el tipo específico del recurso o tejido de la planta cosechado. La enorme variedad de recursos no maderables producidos por los bosques tropicales puede ser agrupada en tres categorías básicas: propágulos reproductivos (frutos, nueces y semillas oleaginosas), exudados (látex, gomas y resinas) y estructuras vegetativas (tallos fibrosos, hojas, raíces y yemas apicales) (Peters 1996).

La cosecha puede tener efectos en la dinámica de la población a corto y largo plazo. Los efectos inmediatos pueden percibirse en la reducción de las cantidades del producto y en los cambios de densidad, tasas de crecimiento y capacidad reproductiva de las especies. Asimismo los efectos secundarios a corto plazo pueden verse reflejados en los cambios en la estructura poblacional.

Por ejemplo, la extracción intensiva de látex de árboles grandes y maduros puede generar un efecto inmediato manifestado en las altas tasas de mortalidad de individuos adultos o minimizar la producción de frutos. La baja producción de frutos puede tener como efectos secundarios a corto plazo la reducción en las tasas de individuos juveniles y a largo plazo un efecto en la futura densidad de individuos adultos. El efecto final a largo plazo será la total disminución en la densidad así como en el promedio de tamaños de los individuos y finalmente la disminución en abundancia de los adultos reproductivos (Hall y Bawa 1993).

La cosecha de las estructuras vegetativas inevitablemente puede producir dos impactos diferentes. Un impacto sería la muerte de la planta en el proceso de recolección, o sobrevivir y regenerar tardíamente la estructura vegetativa removida, esto básicamente va a depender de la práctica de cosecha y de el tipo de hábito de crecimiento de la especie. Por lo tanto se pueden presentar diferentes resultados bajo circunstancias particulares: si la planta es cosechada completamente, si se dejan algunas hojas que le permitirán fotosintetizar y si se dañan o no las estructuras reproductivas (Hall y Bawa 1993, Peters 1996).

Implementar actividades de manejo que minimicen la intensidad de estos impactos es importante para lograr una cosecha sostenible. Para la mayoría de las especies de los bosques tropicales se requiere de un conjunto de esfuerzos de manejo; lo cual indica una selección meticulosa de las especies, recursos y hábitats más convenientes para la extracción sostenible del bosque. Se requiere de inventarios detallados para determinar la densidad y distribuciones en clases de tamaño de las poblaciones de cada especie no maderable dentro de las áreas de manejo en el bosque; además de estudios para determinar la producción de los recursos deseados (semillas, látex, hojas, etc.) y el seguimiento periódico de la regeneración y estado poblacional para registrar sistemáticamente la respuesta demográfica a las diferentes intensidades de cosecha. Esto puede servir como un

sistema de alerta ecológico en caso de que un recurso esté siendo sobreexplotado (Peters 1996).

CARLUDOVICA PALMATA

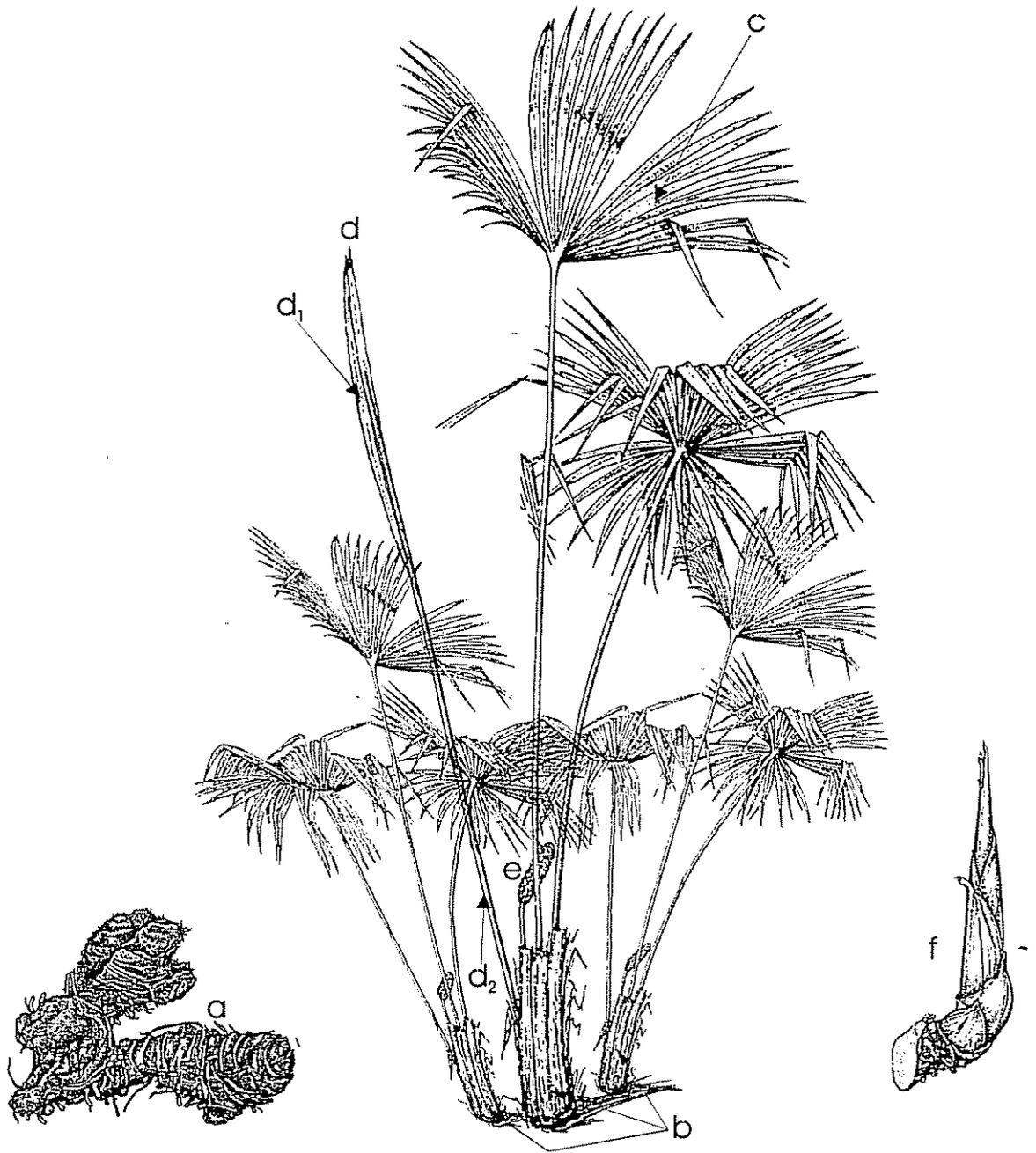
Clasificación taxonómica de la especie

La familia Cyclanthaceae se divide en dos subfamilias (Carludovicoidae y Cyclanthoidae), consta de cerca de 11 géneros y 180 spp. Está compuesta de plantas monóicas perennes monocotiledóneas. El género *Carludovica* se encuentra dentro de la subfamilia Carludovicoidae y consta de cuatro especies: *palmata*, *rotundifolia*, *drudei* y *sulcata* (Harling 1958).

Descripción de la especie

Carludovica palmata es la especie más común del género, son plantas parecidas a palmas que crecen en sitios abiertos con suelos húmedos. Presentan tallos rizomatosos no evidentes por arriba del suelo que producen grandes macollas compuestas por un gran número de cepas o vástagos. Los rizomas producen hojas de largos pecíolos acanalados que sostienen láminas plegadas en forma de abanico (Harling 1958, Figura 1).

Las hojas son de 1.5 a 4 metros de largo, los pecíolos pueden tener una longitud de 2 a 3 metros. Las láminas miden usualmente 1 metro de ancho o menos, se dividen en cuatro lóbulos cerca de la base y a su vez estos lóbulos en sus bordes se dividen en pequeños segmentos casi siempre irregulares. La base de la lámina presenta dos protuberancias conspicuas llamadas hástulas que es una de las características que diferencia esta especie con el resto (Harling 1958).



Carludovica palmata

a.- Tallo rizomatoso
 b.- Cepas
 c.- Hoja madura
 d.- Hoja joven inmadura

d₁.- Candela
 d₂.- Pecíolo
 e.- Infrutescencia
 f.- Rebrote

Figura 1. Características morfológicas de *Carludovica palmata*

Las inflorescencias son espádices cilíndricos protegidos al principio por espatas que después caen dejándolo desnudo. Estos espádices nacen en las axilas de las hojas y generalmente tienen una longitud de 1 metro o menos. La superficie de los espádices están cubiertas de flores, 4 flores estaminadas rodeadas por 4 flores pistiladas las cuales están hundidas en el espádice. Las flores masculinas presentan numerosos estambres unidos por la parte de abajo (Harling 1958).

Dada la forma de la estructura de los frutos y el color de los espádices, *C. palmata* es comúnmente dispersada por hormigas o por aves y polinizada por escarabajos o por pequeños gorgojos (Harling 1958, Gottensberg 1991).

Carludovica palmata presenta ejes simpodiales (repetición en forma consistente de una ramificación desigual), cada rebrote del tallo simpodial consiste de a) una porción no evidente del eje del tallo y la producción de una o más hojas; b) una inflorescencia que consiste de un pedúnculo, espatas y espádice (Wilder 1977).

Hábitat

Hay poca información sobre la ecología de la familia de Cyclanthaceae, pero generalmente las especies de esta familia crecen en sitios húmedos y sombreados por ejemplo en los bosques lluviosos tropicales y montanos. *C. palmata* a excepción del resto de las especies de la familia crece también en lugares más secos y soleados como claros en rodales, pastizales, y como parte de la vegetación riparia y a lado de caminos. (Harling 1958, Wilder 1977, Bennett 1992). En muchos de esos sitios esta especie ha sido introducida por el hombre (Harling 1958).

Distribución

C. palmata aparece desde el Sudeste de México en la parte Norte de América hasta el centro de Bolivia en la parte Sur. En Centroamérica, el género no está presente en la parte seca de Nicaragua hasta la frontera con Costa Rica y la parte occidental en ambas costas. La

distribución vertical de *C. palmata* varia desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm (Harling 1958).

Etnobotánica

Carludovica palmata es ampliamente utilizada en diferentes partes de América tropical y a lo largo de esta región es conocida con diversos nombres "palma jipi" (México), "Junco" (Honduras), "Semko" (Costa Rica), "paja toquilla" (Panamá), "jipijapa" (Ecuador), "Iraca" (Colombia) (Harling 1958, Bennett 1992, Uc 1995, Alarcón y Londoño 1997).

Los principales usos de ésta especie están destinados a la construcción de techos para casas, cocinas y lugares para resguardar animales. Para este fin se utilizan las hojas maduras con un segmento del peciolo. Este material es muy resistente y puede llegar a durar hasta 20 años (Bennett 1992). Otro uso muy frecuente es para la fabricación de cestos y canastas, para lo cual se utiliza la epidermis del peciolo. Muchos grupos indígenas utilizan los tallos para la elaboración de trampas para peces. Las porciones basales de las yemas de las hojas tiernas y los frutos han sido reportados como comestibles. También se tienen registros de uso medicinal, utilizando el meristemo masticado y aplicándolo en heridas para curar las infecciones. En muchos sitios esta planta es cultivada con fines ornamentales (Bennett 1992, Uc 1995, Alarcón y Londoño 1997).

En algunos países como Ecuador, México y Honduras, la industria del sombrero es de gran importancia en la economía regional y nacional. En América Central, *C. palmata* es utilizada como un recurso artesanal para la fabricación de cestería y los famosos sombreros de Panamá para lo cual se utilizan las fibras que se obtienen de las hojas tiernas.

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE *C. PALMATA* Y DEFINICIÓN DEL PRODUCTO.

El desarrollo de estudios enfocados al manejo sostenible de cualquier especie requiere de información previa sobre sus características biológicas que ayuden a conocer los hábitos de

crecimiento de la planta y definir las variables que se pueden medir para poder asignar a cada individuo en un estado de desarrollo. Esta información es esencial para estudios posteriores de caracterización de su estructura poblacional; o si se trata de evaluar su capacidad productiva, para poder definir que variables considerar en la diferenciación de las subpoblaciones juveniles y productivas. Estos estudios requieren también de definir cual es el producto a cosechar para estimar la producción de una población y establecer estrategias de manejo adecuado (Marmillod *et al.* 1995).

Para *Carludovica palmata*, Ling (inédito) caracterizó algunas poblaciones naturales en la región de Talamanca en Costa Rica y la región Teribe en Panamá. En ésta caracterización se definió el producto según informantes artesanos locales y se establecieron las variables adecuadas para definir estados de desarrollo de la población. También determinó las características presentan los individuos productivos y las variables a medir para evaluar la producción en una población. A continuación se mencionan las principales conclusiones del estudio, las cuales sirvieron como base para la presente investigación.

Definición del producto

El producto más comúnmente utilizado para la artesanía por su calidad y versatilidad de uso es la fibra que se obtiene de las láminas inmaduras de las hojas nuevas llamadas comúnmente cogollos o *candelas*. Las fibras que provienen de la membrana o cutícula que cubre el pecíolo también son utilizadas pero en menor proporción dado que presentan mayor dureza y rigidez (Anexo 1).

La candela, producto de mayor interés en este estudio, fue definida como la lámina aún cerrada de las hojas jóvenes inmaduras de una planta de *Carludovica palmata* (Figura 1: d y d1).

El producto cosechado es procesado para obtener el producto final. Este procesamiento inicia con la extracción de la fibra más blanda eliminando las nervaduras duras para luego pasar por un proceso de blanqueado o tinción con colorantes que se realiza mediante la cocción del

material, finalmente el producto es secado al sol (Ling 1995). Este proceso es común en la región de Talamanca y Teribe, sin embargo en Santa Bárbara, Honduras la forma de blanquear es diferente. En ésta región, la costumbre es que después de que las fibras son desvenadas, se someten a calor en un horno con leña y azúfre, con este proceso las fibras se preservan y blanquean mejor una vez que son expuestas al sol (Obs. pers , Anexo1).

¿Cómo establecer los estados de desarrollo y que medir para evaluar la productividad de la población?

Para poder definir qué variables se relacionan con el estado de desarrollo, Ling (inédito) hizo una caracterización a nivel de cepa y de la planta total. A nivel de cepa, primero determinó indicadores para precisar su estado de madurez, incluyendo dos índices:

- *Cepa sexualmente madura*: si la cepa contó con inflorescencias o infrutescencias
- *Cepa productiva*: si tiene presencia de candelas aprovechables, consideradas como tales aquellas con una longitud mínima de 60 cm de largo.

Tomando estos indicadores y llevándolos a nivel de planta definió:

- *Planta madura*: Son plantas que presentan al menos una cepa adulta.
- *Planta madura productiva*: Son plantas que además de presentar una cepa adulta presenta candelas aprovechables.

Por lo tanto determinó que el estado de madurez de una planta se puede definir en función del número y características de sus cepas. Ling determinó también que aquellas plantas que tenían más de 4 cepas podían ser catalogadas como adultas porque ya tenían al menos una cepa con candela aprovechable o estaban en floración.

Con base en estas observaciones el estudio concluyó que las variables a considerar para la evaluación de *Carludovica palmata* en un inventario productivo son:

- 1) Las categorías de madurez según el número de cepas por planta

1. Regeneración : Plantas con una sola cepa
2. Juveniles : Plantas con 2 a 4 cepas
3. Adultas: Plantas con 5 cepas o más.

II) El número de candelas aprovechables

La variable a medir para estimar la producción de la población, es el número de candelas aprovechables por planta, definiéndola de la siguiente forma:

Candela aprovechable es considerada como tal, si su longitud presenta como mínimo 60 cm. Esta definición fue considerada como base para el presente estudio.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en tres países de Centroamérica: Costa Rica, Panamá y Honduras.

Costa Rica, Reserva indígena Keköldi

La Reserva indígena Keköldi se localiza en el cantón de Talamanca en la parte Sudeste de la región Atlántica, Costa Rica. Está ubicada entre las coordenadas 9° 00' a 9° 50' latitud Norte y 82° 35' a 83° 05' longitud oeste. La reserva presenta topografía accidentada con rangos de elevación que van desde el nivel del mar hasta los 2 800 m. De acuerdo a las condiciones climáticas presenta diferentes zonas: zona elevada, zona media y la llanura costera del Caribe, en ésta última es en donde se localiza el área de estudio (Figura 2). Esta zona presenta altitudes de 0 a 100 msnm, temperaturas medias entre 24-27 °C y precipitación anual de 2 753 mm (Barrantes *et al.* 1994).

Por todas estas variaciones en sus características biofísicas existe una gran diversidad ambiental: Bosque Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Premontano, Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque Pluvial montano, Bosque Pluvial y Páramo Pluvial (Barrantes *et al.* 1994).

En cuanto a los tipos de suelos presentes en la región, éstos se han definido como Ultisoles e Inceptisoles en su mayoría, salvo en las cercanías al mar y en la confluencia de los ríos Telire, Coen, Lari y Urén donde se identificaron como Entisoles.

Panamá, valle Teribe

El valle Teribe se localiza dentro del distrito de Changuinola en la provincia de Bocas del Toro, parte norte de la República de Panamá. Esta región se ubica en los 9°18' y 9°32' latitud

Norte y 82°34' y 82°50' longitud Oeste. Posee una superficie de 29 123 hectáreas (Maas 1996).

La cuenca del río Teribe varía en altitud, desde cerca de los 20 msnm hasta los 1 000 msnm, sobre la Cordillera Central. Presenta una topografía muy variada con terrenos ondulados y quebrados, con pendientes mayores de 40%. Se pueden encontrar algunas zonas planas a orillas del río Teribe y de la Quebrada Sieyic (Maas 1996).

En cuanto a climas, según la clasificación de Koppen, se presenta un clima tropical muy húmedo. Las precipitaciones oscilan en el orden de los 2 871 mm anuales. La temperatura promedio anual es de 26.3 °C (Maas 1996).

Dada la gran variación altitudinal se presentan diferentes zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1978): Bosque Húmedo Tropical, localizado en las partes bajas de la cuenca hasta elevaciones de 200 msnm; Bosque muy Húmedo Tropical en los 250 a 600 msnm; Bosque muy Húmedo Premontano y Bosque Pluvial Premontano predominando en las mayores altitudes.

Las localidades en las cuales se desarrolló el estudio fueron Sieyic y Bonyic, ubicadas en las proximidades del río Teribe entre los 100 y 160 msnm (Figura 3).

Honduras, Departamento de Santa Bárbara

El Departamento de Santa Bárbara se ubica en la región Noroccidental de Honduras, tiene una extensión de 5 115 km² la cual representa el 5% del territorio nacional y es donde se encuentra asentado el 6% de la población total. Limita con Guatemala en la parte Noreste, con el departamento de Cortés en la parte Este, con los departamentos de Intibuca y Lempira en la parte Sur y el departamento de Copán en la parte Oeste.

El 63% del territorio de este departamento está constituido por tierras montañosas que presentan vocación forestal, cultivo de granos básicos y café. Los terrenos planos que

representan una menor proporción de la superficie están más enfocados a las actividades agropecuarias (IICA/Laderas, 1996). La producción de café constituye el aporte económico más importante de Santa Bárbara al país. La artesanía también es una actividad económica muy importante en la que participa la familia completa. En esta actividad se utilizan las fibras de "junco" (*Carludovica palmata*) y otras especies principalmente de palmas, con las cuales fabrican sombreros y cestería.

Las localidades en las cuales se desarrolló la investigación fueron Santa Rita de Oriente, Los Bancos y Ceguaca, aldeas que se ubican dentro del Municipio de Santa Bárbara (Figura 4).

METODOLOGÍA

El estudio presentó dos componentes principales, el primero consistió en caracterizar las condiciones de sitio relacionadas con la presencia de *Carludovica palmata* y fue desarrollado en las tres regiones Centroamericanas. El segundo componente, que fue la evaluación del efecto de podas experimentales en una población natural de *Carludovica palmata*, se desarrolló solamente en Costa Rica (Figuras 2, 3 y 4).

Caracterización de las condiciones de sitio

Este componente fue diseñado para evaluar la relación entre la presencia de la especie y las condiciones topográficas, de vegetación y lumínicas del sitio, con la finalidad de determinar si éstas condiciones influyen en la distribución espacial y el crecimiento de los individuos.

Establecimiento de transectos de muestreo

Dado que las poblaciones de *Carludovica palmata* se distribuyen en forma agregada, formando parches de dimensiones variables (desde menos de una hasta casi 4 hectáreas), se establecieron siete transectos de muestreo en cuatro parches naturales, en Costa Rica y Panamá. Otros seis transectos fueron establecidos en parches cultivados en Santa Bárbara, Honduras.

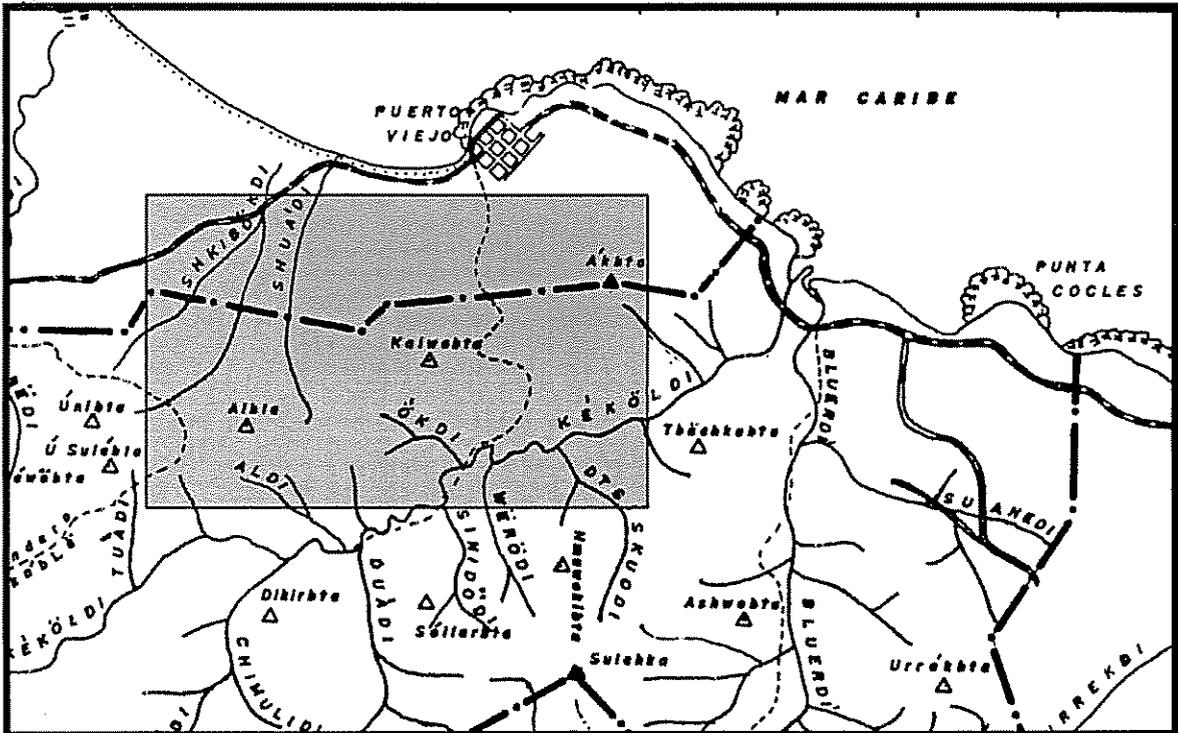


Figura 2. Área de estudio. Keköldi, Talamanca, Costa Rica.

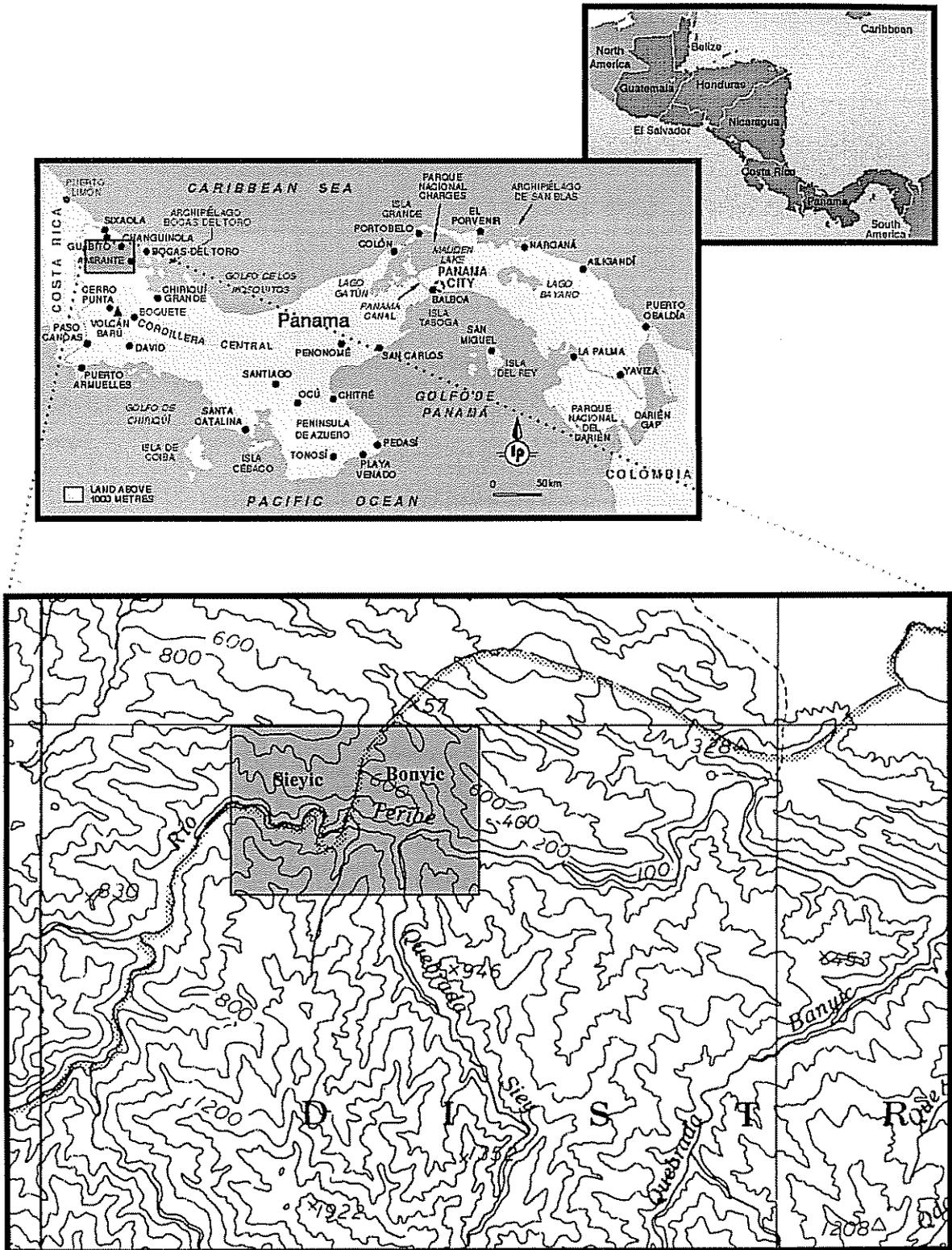


Figura 3. Área de estudio. Valle del Teribe, Bocas del Toro. Panamá

Cada transecto cruzó longitudinalmente la parte central del parche hasta llegar a sus límites y saliendo del mismo unos 20 a 30 metros o hasta comprobar que no se observaba más la presencia de la especie. El número de transectos por parche se determinó considerando la variación en los tipos de vegetación presentes en cada parche.

Antes de establecer el transecto, se hizo un recorrido de reconocimiento con el fin de determinar visualmente los límites del parche y la variedad de ambientes vegetales. Posteriormente, se ubicó el punto central del parche y a partir de éste, se estableció aleatoriamente un rumbo a seguir. Continuando con este rumbo se establecieron puntos cada 10 metros, tomándose las pendientes de un punto a otro con la ayuda de un clinómetro. En cada uno de estos puntos se registraron las características topográficas y de vegetación; además se establecieron las parcelas de muestreo para el censo de los individuos de *C. palmata* y el registro de iluminación. Estas parcelas sólo se establecieron en aquellos puntos en donde se observó la presencia de la especie.

Determinación de las condiciones ambientales

Se registraron características relacionadas con la topografía y la vegetación en los puntos de muestreo para posteriormente evaluar si las condiciones ambientales estaban relacionadas con la presencia de la especie.

Como características topográficas se registraron la posición topográfica, la pendiente y exposición geográfica del terreno. La posición topográfica de cada punto de muestreo se definió considerando las condiciones descritas en el Cuadro 1. La pendiente y exposición del terreno fueron determinadas desde el punto de muestreo hasta la parte de mayor elevación del sitio. La pendiente fue definida en porcentaje y la exposición geográfica en grados cardinales (azimut).

Cuadro 1. Condiciones topográficas consideradas para la ubicación de los puntos de muestreo en los transectos.

POSICIÓN TOPOGRÁFICA	DEFINICIÓN
Terreno plano (TP)	<ul style="list-style-type: none"> Sitios que presentaron una pendiente muy baja o nula, casi siempre con condiciones bajas de drenaje.
Base de ladera (BL)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de terreno en donde inicia una ladera, presenta pendientes bajas.
Ladera (L)	<ul style="list-style-type: none"> Sitios que muestran pendientes de moderadas (13%) a fuertes (más de 40%).
Cima (L)	<ul style="list-style-type: none"> Parte superior de una conformación orográfica, confluencia de las estrivaciones o de filas.
Orilla de río (OR)	<ul style="list-style-type: none"> Esta condición correspondió a sitios en donde se localizó algún tipo de corriente de agua.

Para evaluar las condiciones de la vegetación se consideraron la altura máxima del dosel y el tipo de vegetación en cada punto de muestreo. La altura máxima del dosel se midió con ayuda de un clinómetro, en los puntos donde no se presentó ningún estrato vegetal se le dio valor de cero (sin dosel). El tipo de vegetación de cada punto de muestreo se determinó con base en los criterios presentados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de vegetación identificados en los transectos de muestreo.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Bosque secundario	<ul style="list-style-type: none"> Vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas.
Cacaotal abandonado	<ul style="list-style-type: none"> Plantación que presentó como primer propósito la producción de cacao y que por ahora no recibe algún tipo de manejo.
Huerto	<ul style="list-style-type: none"> Área localizada en las inmediaciones de las viviendas de los pobladores locales en la cual se cultivan diversas especies con diferentes propósitos (maderables, medicinales, alimenticios etc.) casi siempre para autoconsumo. Estas especies presentan formas de vida variadas (árboles de tallas grandes o pequeñas, arbustos, hierbas, enredaderas, etc.).
Potrero	<ul style="list-style-type: none"> Área que ha sido utilizada para la producción de ganado en donde se ha cultivado algún tipo de especie forrajera, pastos principalmente.
Charral	<ul style="list-style-type: none"> Terreno que ha sido utilizado para actividades de agricultura migratoria y que actualmente se encuentra en los primeros estadios de sucesión vegetal (vegetación arbustiva y herbácea)
Plantación de <i>Carludovica palmata</i>	<ul style="list-style-type: none"> Área en la que se presenta exclusivamente un cultivo de <i>C. palmata</i>.
Plantación de <i>Carludovica palmata</i> más Huerto	<ul style="list-style-type: none"> Sitios en los cuales se presentó cultivo de <i>C. palmata</i> y cultivo de otras especies para diversos fines (maderable, alimenticio, medicinal, etc.).

Parcelas de muestreo

En todos aquellos puntos del transecto en los cuales se observó la presencia de la especie, se establecieron parcelas circulares de muestreo con un radio de 4.0 m (50 m²). Dentro de estas parcelas se censaron los individuos de *C. palmata* y se clasificaron en categorías de tamaño. Para cada planta se midió el largo del pecíolo de la hoja mayor (considerada como tal la hoja de mayor tamaño), el perímetro basal de la macolla y el número de candelas aprovechables (lámina de la hoja nueva con longitud mínima de 60 cm).

Variables de medición

Para diferenciar los estados de desarrollo de cada individuo se establecieron siete categorías de tamaño con base en el número de cepas, según los criterios establecidos por Ling (inédito) mencionados en acápites anteriores y modificados para este estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de tamaño en relación al número de cepas por planta empleadas en la caracterización de las condiciones de sitio de *Carludovica palmata*.

CATEGORÍAS DE MADUREZ (Ling inédito)	CATEGORÍAS DE TAMAÑO (para el presente estudio)	NÚMERO DE CEPAS
Regeneración	0	1
Juvenil	1	2-4
Adultos productivos	2	5-9
	3	10-13
	4	14-17
	5	18-25
	6	> 25

Para determinar el perímetro basal de la macolla se midió en centímetros la base de cada planta. A la hoja con mayor altura, se le midió la longitud del pecíolo desde el suelo hasta la base de la lámina, la medición fue tomada en centímetros con ayuda de una vara telescópica.

La iluminación fue registrada en cada planta considerando los criterios establecidos por Clark y Clark (1992), ésta metodología fue establecida para evaluaciones de iluminación de árboles emergentes del dosel y muestra valores máximos de categoría 5. La escala modificada para

el presente estudio va de categoría 1 a 4.5, aumentando respectivamente según el aumento en la intensidad de luz recibida por el individuo, como se describe en el Cuadro 4.

El número de candelas aprovechables fue contado en cada individuo. La candela se definió como aprovechable si tenía más de 60 cm de longitud y con la ayuda de criterios de artesanos o cosechadores en cada localidad.

Cuando se detectó la presencia de individuos de otras especies del género *Carludovica* dentro de las parcelas, se siguió el mismo procedimiento de medición, anotándose además que el individuo fue de otra especie, se colectaron muestras para su identificación y se investigó con informantes locales sobre el tipo de uso. Sin embargo, no fue muy frecuente la presencia de otras especies del género dentro de la población muestreada.

Cuadro 4. Categorías de iluminación definidas por Clark y Clark (1992) y adaptadas para vegetación del sotobosque y árboles pequeños.

CATEGORÍA DE ILUMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	• Sin iluminación directa vertical ni horizontal
1.5	• Con mínima luz lateral, la luz que recibe en forma directa ilumina en menos del 10 % a la copa del individuo
2	• Con fuente intermedia de iluminación lateral, mayor al 10 % y menor 50 %.
2.5	• Amplia iluminación lateral, mayor al 50 %.
3	• Hasta un 80 % de iluminación vertical directa.
4	• Más de un 80 % de iluminación vertical directa.
4.5	• Plena iluminación superior y vertical, mayor o igual al 90 %.

Análisis de resultados

La información registrada en el establecimiento de los transectos (pendientes de la línea, rumbo y distancias) se utilizó para elaborar un levantamiento topográfico para cada parche.

Para el análisis de la información sobre la caracterización de las plantas y su relación con las condiciones ambientales, se obtuvo información a nivel de parcela que incluyó: el número de plantas totales de *C. palmata*, la distribución de los individuos entre las diferentes categorías de tamaño, el promedio del perímetro basal de la macolla, el promedio del largo del peciolo

de la hoja mayor, la cobertura de la especie y un promedio de la iluminación. Esta información fue procesada de forma separada para la población natural y para la cultivada.

Las relaciones entre las condiciones ambientales y las variables de la caracterización de las poblaciones naturales y cultivadas de *C. palmata* fueron analizadas mediante regresiones y pruebas de "ji cuadrado" entre parches. Se utilizaron análisis de varianza para determinar diferencias de densidades entre parches.

Para evaluar la relación entre exposición del terreno con la cobertura y número de candelas aprovechables, se establecieron cuatro rangos de exposición geográfica a intervalos de 90°. La cobertura también fue dividida en rangos a intervalos de 3 m² y las candelas aprovechables a intervalos de 3 unidades.

Evaluación del efecto de cosecha

Para conocer sobre los patrones biológicos de *C. palmata* y evaluar el efecto de cosecha en el crecimiento y reproducción de sus poblaciones naturales, se estableció un ensayo con podas experimentales a diferentes niveles de extracción. Se evaluó el tiempo que toma la emisión de hojas nuevas, así como el número y dimensiones de éstas antes y después de haber sido cosechada la planta.

El muestreo y selección de individuos

La selección de los individuos requirió de un muestreo que permitió conocer las tendencias en distribución de tamaños de las plantas dentro del área de muestreo. Con base en esta información se establecieron las categorías de tamaño que fueron empleadas posteriormente en el dispositivo experimental. En este muestreo se ubicaron en total 180 plantas de diferentes tamaños localizados en toda el área de muestreo. A cada uno de los individuos se le asignó un número progresivo, colocándosele una etiqueta metálica para posteriormente contar el número de cepas.

Para el experimento de podas se establecieron cinco categorías de tamaño definidas según el número de cepas, las cuales consideraron individuos juveniles y adultos productivos (Cuadro 5). Los individuos de regeneración (1 cepa) fueron descartados del experimento por no producir candelas aprovechables (con longitud mínima de 60 cm). Para una mejor efectividad en el control de las mediciones sistemáticas, la categoría mayor incluyó plantas con un máximo de 25 cepas.

Cuadro 5. Categorías de tamaño con base en el número de cepas establecidas en el ensayo de podas experimentales de *Carludovica palmata*.

CATEGORÍA	NÚMERO DE CEPAS
I	2-5
II	6-9
III	10-13
IV	14-17
V	18-25

Diseño del experimento

Para evaluar la respuesta de la planta en sus diferentes etapas de vida ante una cosecha intensiva, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial con cinco categorías de tamaño y dos tratamientos (0 y 100 % de poda), considerando como unidad experimental a la planta. Para determinar los efectos que se producen en la planta bajo diferentes intensidades de cosecha, se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos (0, 50 y 100 % de poda) y una sola categoría de tamaño (Categoría III), ésta categoría se eligió por presentar mayor facilidad de manipulación en las mediciones. En cada tratamiento se establecieron 10 repeticiones (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tratamientos experimentales de poda para cada categoría de tamaño con 10 repeticiones.

CATEGORÍA	TRATAMIENTOS (PORCENTAJE DE PODAS)		
	TESTIGO (0%)	50%	100%
I	10		10
II	10		10
III	10	10	10
IV	10		10
V	10		10

Las podas se practicaron mensualmente y los tratamientos consistieron en cortar sólo aquellas candelas consideradas como aprovechables-cosechables (definidas más adelante) que se fueron generando durante el período de muestreo. Las plantas con 0 % de poda fueron las plantas testigo. La poda al 50 % consistió en cosechar durante cada medición alternadamente las candelas, es decir se cosechaba una y se dejaba otra y así sucesivamente durante todo el período de muestreo. En las podas al 100 % todas las candelas aprovechables-cosechables fueron cortadas durante el transcurso del muestreo. Las candelas fueron podadas con un machete, dejando una parte del pecíolo aún en pie (1.5 m) la cual fue marcada con pintura blanca para identificarla como cosechada.

Evaluaciones en las podas experimentales

El estudio comprendió un periodo de ocho meses (febrero-septiembre). La última medición no fue realizada en 20 de las 110 plantas que conformaron la población de muestreo, debido a que fueron eliminadas por pobladores locales al inicio del ensayo; esto obligó a establecer de nuevo plantas en otro sitio, por tal motivo las nuevas plantas quedaron retrasadas con una medición. Por otra parte, la limitante del tiempo no permitió concluir las mediciones para un ciclo fenológico completo de la planta. Éstas mediciones se hicieron periódicamente, considerando características a diferentes niveles: nivel planta, cepas y candelas.

Las mediciones a nivel de planta se realizaron sólo al inicio, cuando se estableció el dispositivo y al final, cuando se hizo la última medición. En cada planta se midió el perímetro basal de la macolla, la altura del pecíolo de la hoja mayor y se determinó la categoría de iluminación. La metodología empleada es la misma que la descrita para la caracterización de las condiciones de sitio. Además en cada planta se contaron y numeraron las cepas totales, cada cepa fue etiquetada con cinta plástica de colores brillantes en donde se anotó el número de la planta a la cual pertenecía y un número progresivo correspondiente a cada cepa; esto con el fin de dar un seguimiento sistemático en las diferentes mediciones.

Mensualmente se registró el número de hojas maduras por cada cepa. Al total de hojas maduras se les restaron las que fueron muriendo y se adicionaron las nuevas que alcanzaban la madurez, que fue cuando la lámina iniciaba su apertura.

Con el fin de evaluar el desarrollo reproductivo de la planta, se registró el número de flores y frutos por cada cepa. También fue registrado el número de frutos secos, cada fruto seco se eliminó de las cepas para no correr el riesgo de ser contado nuevamente en la siguiente medición.

Con el fin de evaluar la productividad de la planta, se contó el número de candelas totales y el número de candelas aprovechables considerando los mismos criterios que en la caracterización ambiental. En cada cepa se determinó la presencia de candelas y cuando existió más de una de ellas, las candelas fueron marcadas y numeradas para dar seguimiento a su desarrollo.

Las evaluaciones a nivel de candela se realizaron mensualmente. Las variables de medición de las dimensiones incluyeron el largo total de la hoja inmadura, el largo del peciolo y el diámetro de la candela. Las características de calidad incluyeron la condición de aprovechabilidad de cada candela

Para medir el largo total de la hoja inmadura, se consideraron solo las hojas o rebrotes que ya habían emergido 30 centímetros sobre el suelo. Se midió la longitud total en centímetros, incluyendo candela y peciolo. Esta medición se realizó utilizando una vara telescópica y/o cinta métrica. La longitud del peciolo fue registrada en centímetros similarmente a como fue medida la hoja inmadura total.

Para determinar el diámetro de la candela se consideraron dos medidas (una máxima y una mínima) justo en la parte media de la candela. Estas medidas fueron promediadas para obtener una medición total. Solo se midió el diámetro cuando la hoja joven presentaba ya el peciolo de manera evidente, esto es, después de que la candela ya había emergido completamente. Los diámetros fueron tomados hasta décimas de milímetros, utilizando un calibrador o "pie de rey".

Las candelas presentaron diferentes condiciones o características que permitieron decidir sobre su calidad y con base en ellas diferenciar que candelas se cortaban durante el experimento clasificándose de la siguiente manera:

Candela aprovechable. Candelas con una longitud mínima de 60 cm

Candela aprovechable - cosechable. Candela aprovechable que reunía además otras peculiaridades requeridas por los artesanos locales: contar con un diámetro mínimo de 20 mm, una longitud de peciolo mínima de 190 cm y que la cepa a la cual pertenecía presentara una hoja madura como mínimo.

Candela dañada. Una candela pudo haber sido dañada por diferentes factores, entre los más comunes fueron los daños mecánicos (caída de ramas o árboles sobre la candela) o los daños por larvas e insectos. Las candelas dañadas normalmente no fueron consideradas como aprovechables puesto que los efectos se reflejaron directamente en daños a la fibra (producto principal).

Candela no aprovechable. Estas candelas no cumplieron con las características de aprovechabilidad descritas anteriormente.

Maduración de candela. Una candela fue considerada como madura cuando se iniciaba la apertura de la lámina. En la madurez se determinaron dos condiciones: Cuando la candela maduraba antes de que el peciolo contara con un metro de longitud y cuando maduraba después de que el peciolo alcanzara esta medida. Las candelas que maduraron con un peciolo menor que un metro no fueron consideradas como aprovechables-cosechables.

Análisis de datos

A nivel de planta se evaluaron los efectos de los tratamientos en el crecimiento (longitud del peciolo de la hoja mayor, perímetro basal, número de hojas maduras) y en la actividad reproductiva (número de frutos). Se aplicó un análisis de varianza utilizando los valores iniciales y finales de las variables de crecimiento como variables dependientes y los tratamientos y categorías de tamaño como variables independientes, el tiempo fue tomado como una covariable. Para la actividad reproductiva se utilizó el promedio de frutos por planta en cada medición como variable dependiente y los tratamientos y categorías de tamaño como variables independientes y el tiempo como covariable.

A nivel candela se evaluaron los efectos en el crecimiento y dimensiones de la candela, mediante un análisis de varianza. Se consideraron como variables dependientes el largo del peciolo y el diámetro de la candela promedios por planta a través de las mediciones; las variables independientes fueron los tratamientos y tamaños. También se hicieron análisis de regresión considerando las mismas variables. Estos análisis se hicieron con el fin de conocer si la variación en el diámetro y en la longitud del peciolo mostraban alguna tendencia entre una medición y otra, para poder determinar variaciones en el tamaño a través del tiempo.

Se evaluó el efecto de las podas en el tiempo de generación de nuevas candelas, para lo cual se comparó la producción de candelas que produjo la planta entre cada medición mediante un análisis de varianza. Se consideraron como variables independientes los tratamientos y los tamaños de las plantas y como covariable el tiempo de medición.

El efecto de las podas en la maduración de candelas fue evaluado mediante un análisis de varianza con las dos condiciones de maduración de la candela entre tratamientos y categorías de tamaño considerando el tiempo de muestreo como covariable.

La influencia de la iluminación en la producción y maduración de candelas también fue evaluada mediante análisis de varianza entre el total de candelas aprovechables, las candelas que abrieron antes y después de que el peciolo contara con un metro de longitud y considerando como variable independiente la categoría de iluminación de cada planta.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS E HISTORIAL DE USO DE LOS PARCHES DE *CARLUDOVICA PALMATA* CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.

Costa Rica (Talamanca)

Keköldi parte baja

Este fue el parche de mayor extensión de todos los que se estudiaron (4.2 ha. aprox.). Se ubica a 60 msnm en la parte baja de la reserva indígena Keköldi. En este parche se distinguieron claramente tres tipos de ambientes por lo cual se trazaron tres transectos.

Transecto 1. Sector Oeste

El tipo de vegetación en este sector del parche incluyó un cacaotal abandonado, árboles frutales (cítricos, guayabos, palmas de coco, bananos), algunos árboles maderables (laurel) y vegetación arbustiva entre ellas plantas con usos medicinales, ornamentales y artesanales. El dosel en este sector no fue muy cerrado, sin embargo se presentaron sitios dentro del mismo con índices bajos de iluminación (Cuadro 7). En gran parte de este sector el suelo estaba cubierto por vegetación herbácea y enredaderas, sin embargo reportó que periódicamente se hacían limpiezas. El suelo mostró humedad y no presentó pedregosidad. El terreno se localizó en la base de una ladera con pendientes moderadas. En el extremo sur, el parche limitaba con un bosque secundario en donde drásticamente se observó la ausencia de la planta coincidiendo con el cambio de ambiente.

Las plantas de *C. palmata* estuvieron muy dispersas, se presentaron plantas en su mayoría de categorías adultas, aunque se observó regeneración. Las plantas frecuentemente fueron de perímetros grandes y con cepas muy juntas entre si formando macollas compactas. No se sabe exactamente la edad de este parche y este sector es el que ha estado bajo una mayor presión por la extracción de fibra y podas por limpieza de maleza.

Transecto 2. Sector medio

Este sector fue utilizado como pastizal, después se abandonó y el sitio fue dominado por especies principalmente de enredaderas y arbustivas (Heliconias, helechos), algunos árboles de talla mediana (Guarumo, Pílon) y pocos árboles de tallas mayores (Higueras, gavilán). El dosel se mostró medianamente abierto, el estrato entre los 2 y 5 metros, estaba dominado por *Carludovica palmata* y heliconias. El suelo presentó vegetación herbácea densa (Helechos, pasto y otras especies).

El terreno fue plano en la mayor parte del sitio, sin embargo mostró sectores con pendientes moderadas los cuales formaban parte de una ladera (Cuadro 7). El suelo mostraba alta humedad, presentando incluso algunos sitios inundados.

Las plantas tuvieron perímetros grandes y fueron poco compactas, se observaron individuos de distintas clases de tamaño incluyendo abundante regeneración. Cabe mencionar que en este sector no se observaron evidencias de extracción ni de limpieza de malezas.

Transecto 3. Sector Este

Aparentemente este sector fue utilizado para agricultura, no se sabe desde cuando, ni tampoco la edad aproximada del parche. Recientemente parte de este sector fue quemado y preparado para la siembra, cosa que nunca se concretó. Un mes después las plantas de *C. palmata* rebrotaron y se observó un rápido crecimiento.

Este sector presentó poca vegetación arbórea por lo que el dosel era muy abierto, el sitio estaba dominado por *C. palmata* y por vegetación arbustiva.

El suelo se mostró desnudo en partes donde la iluminación fue muy baja, en otros sectores el suelo se mantenía cubierto de vegetación herbácea (pasto principalmente) y arbustiva, en estos sitios la iluminación llegó a niveles altos coincidiendo con la baja estatura de la vegetación. No se presentó pedregosidad y el suelo se observó con mucha humedad. Las

pendientes del terreno no fueron muy pronunciadas puesto que el sitio estaba ubicado en la base de una ladera (Cuadro 7).

Las plantas de *C. palmata* mostraron tallas grandes tanto en perímetro de la base como en la altura de sus hojas, las macollas fueron medianamente compactas y bien definidas. Se observó una gran cantidad de regeneración. En este sector tampoco se vieron evidencias de cosecha, sin embargo se observó la destrucción de plantas en una superficie considerable debido a la limpieza para la siembra como se mencionó anteriormente.

Keköldi parte alta

Transecto 1. La quebrada

El parche en el cual se estableció el transecto era pequeño (aproximadamente media hectárea), este parche se localiza a 180 msnm en la parte central de la Reserva Indígena Keköldi. En este sitio el bosque se tumbó para la siembra de maíz hace más de 10 años (el dueño no recordó el tiempo exacto). El parche estaba delimitado por una quebrada por la parte suroeste y por un bosque secundario en la parte noreste.

El dosel era abierto con poca vegetación arbórea (jobo, higueron, jabillo, guarumo), básicamente el sitio estaba dominado por individuos de *C. palmata*, heliconias y otras especies de arbustos. El suelo presentó mucha humedad, estaba cubierto por vegetación herbácea y no se observó pedregosidad. El parche se localiza en la base de una ladera por lo que no se registraron fuertes pendientes (Cuadro 7).

Los individuos de *C. palmata* presentaron una distribución densa, observándose individuos de todas clases de tamaño desde regeneración abundante hasta plantas adultas productivas. Muchas de estas últimas plantas mostraron macollas compactas con hojas de longitudes grandes. No se observó la presencia de individuos de la especie en el bosque secundario adyacente ni después de pasar la quebrada.

Panamá (Valle Teribe)

Sieyic

Transecto 1. Parche de Don José Salinas

Parche natural pequeño (media hectárea aproximadamente), con una edad aproximada de 10 años o menos. Se localiza a 160 m de altitud en una ladera de pendientes muy fuertes (Cuadro 7). En la parte noreste, el parche estaba delimitado por una quebrada y en la parte suroeste por sembradíos de maíz.

Anteriormente el sitio fue una plantación de cacao, por lo que aún se encontraban algunos individuos de esta especie, sin embargo en los últimos tres años se habían estado plantando y dejando regenerar individuos de laurel. También se observaron plantas de pejíbaye, guabas y banano. El dosel en algunas zonas fue más denso que en otras pero casi todo el parche presentó baja iluminación. Hubo poca vegetación arbustiva y estaba compuesta por especies de heliconias, yuca y otras no identificadas. El suelo estaba cubierto por vegetación herbácea muy densa y con mucha humedad.

Las plantas de *C. palmata* presentaron una distribución espacial muy dispersa, observándose individuos de todas categorías de tamaño y abundante regeneración. Las macollas fueron de medianas dimensiones y muy compactas.

Transecto 2. Parche cerca del río

Parche pequeño (menos de media hectárea), se localiza a 130 msnm en un terreno plano de una terraza aluvial, no se sabe la edad. Parte de este parche fue destruido por el cause del río.

El dosel era completamente abierto, salvo en algunos puntos más cercanos al río en donde se localizaron algunos árboles de laurel, guaba y algunas otras especies no identificadas. La vegetación en el sitio fue de un cañaveral abandonado tipo pastizal. Hubo presencia de

vegetación arbustiva muy abundante, el suelo estaba completamente cubierto de enredaderas de ñame y presentó alta humedad y nula pedregosidad.

Al parecer el parche estaba en decadencia, dado que se observaron muy pocos individuos los cuales se distribuían de manera dispersa, la mayoría de ellos estaban cubiertos completamente de enredaderas y no se observó regeneración. Las pocas macollas fueron densas y los perímetros de mayores dimensiones los tuvieron los individuos que estaban más cercanos al río.

Bonyik

Transecto 1.

Parche pequeño (media hectárea aproximadamente) que se localizó a una altitud de 100 msnm, en un terreno plano de terraza aluvial. En dos de sus extremos el parche se delimitó por el río Teribe, otro extremo por el río Bonyik y otro por una plantación de caña. El dueño no recordó la edad del parche, pero al parecer tenía más de 20 años.

El parche se localizó en terrenos que utilizaban como potrero, en donde se observó poca vegetación arbórea presentándose algunos individuos jóvenes de laurel y jabillo. La vegetación arbustiva estaba dominada por caña, algunos pastos y otras especies silvestres. El suelo presentó vegetación herbácea y enredaderas. El dosel fue muy abierto presentándose niveles de iluminación muy altos (Cuadro 7).

Las plantas de *C. palmata* mostraron una distribución espacial muy dispersa. Las macollas fueron de perímetros muy grandes (los más grandes de todos los parches), altamente compactas y con un gran número de cepas. No se observó regeneración y la mayoría de los individuos pertenecieron a categorías de tamaño adulto.

Honduras (Municipio de Santa Bárbara)

Sta. Rita de Oriente

Transecto 1. Parche de Don Candelario

Este fue el parche de mayor dimensión de los estudiados en el municipio de Santa Bárbara, se localizó a una altitud de 400 msnm. El parche es una plantación delimitada en la parte norte por una calle, en el extremo este y el extremo oeste por sembradíos de café y en la parte sur por una quebrada. La edad según el dueño se estimó en más de 30 años y durante todo este tiempo se ha estado cosechado.

El parche se localizó sobre una ladera que en algunas áreas presentó fuertes pendientes (Cuadro 7). El dosel era abierto en la mayor parte, pero con índices bajos de iluminación en áreas donde se presentaban árboles de guacimo, jobo, bambú o mango. El resto de la vegetación fue dominado por *C. palmata*, el suelo se presentó descubierto de vegetación herbácea.

Las plantas de *C. palmata* eran macollas con perímetros de grandes dimensiones y cepas dispersas, casi siempre dispuestas en el perímetro de la macolla y ausentes o muy poco densas en el centro. Se observaron individuos de diferentes categorías de tamaño incluyendo regeneración. Las candelas fueron de menores dimensiones tanto en longitud como en grosor en relación a las observadas en Keköldi.

Transecto 2. Parche de Don Francisco Sagastume

Plantación que se localizó a 550 msnm en la parte baja de una montaña, en una ladera con fuertes pendientes y terreno pedregoso. Este parche de aproximadamente una hectárea, tenía forma irregular y estaba delimitado por sembradíos de maíz, café y caña de azúcar. Fue cultivado hace nueve años y ha sido cosechado desde hace seis.

El dosel se mostró muy abierto con poca vegetación arbórea (guarumo, banano). El suelo presentó muy poca vegetación herbácea debido a la constante limpieza de la maleza. No se observó mucha humedad en el suelo, al parecer por el escurrimiento debido a las fuertes pendientes.

Las plantas de *C. palmata* presentaron macollas compactas con perímetros de medianas dimensiones y categorías de tamaño muy uniformes, no se observó regeneración.

Los Bancos

Transecto 1. Parche de Don Victoriano

Este parche de aproximadamente media hectárea, se localizó a los 600 m de altitud, en una ladera con fuertes pendientes. Esta plantación de 12 años de edad, se había estado cosechando desde hace 9 años. Se ubicó dentro de el huerto de la casa, en donde además de *C. palmata* se encontraron árboles frutales; entre ellos mango, mamey, aguacate, plátano, árbol de pan, pimienta y cedro (este último como reserva maderable). El dosel fue cerrado porque los árboles tenían copas muy extendidas lo que originó un ambiente con bajos niveles de iluminación en los estratos bajos y el sotobosque. El suelo presentó muy poca vegetación herbácea.

En la parte Este, el parche estaba delimitado por un arroyo y una quebrada cruzaba la parte media del mismo, por lo que el suelo y el ambiente se mostró con mucha humedad. En las partes Norte y Sur el parche estaba delimitado por plantíos de café.

Se observaron individuos de *C. palmata* distribuidos en las diferentes categorías de tamaño (principalmente adultos) y no se observó mucha regeneración. Las macollas fueron más o menos compactas, aunque se observaron algunas con cepas muy dispersas con perímetros de mayores dimensiones.

Dentro de la misma plantación se localizaron individuos de otra especie del género identificada como *Carludovica sulcata*, sin embargo el dueño del parche mencionó que ésta especie no es útil porque produce candelas pequeñas y es muy poco productiva.

Transecto 2. Parche de Doña Gregoria

Parche pequeño (poco menos de media hectárea) que se localizó a 650 m de altitud en un terreno con pendientes moderadas; delimitado en la parte Sur y en los extremos Este y Oeste por plantíos de café y en la parte norte por una calle. Plantación de más de 40 años que había estado bajo constante extracción. Sin embargo en los últimos meses una gran parte de las plantas de *C. palmata* habían sido eliminadas para ser reemplazadas por plantíos de café, debido al incentivo generado en la zona para este último cultivo.

La vegetación arbórea no fue muy densa pero presentó copas muy extendidas originando en algunos sitios bajos niveles de iluminación. Algunas especies arbóreas fueron cedro, higueras, guarumo, laurel y cincho. El suelo estaba cubierto con vegetación herbácea y se observó muy poca vegetación arbustiva. Se observó mucha humedad en el suelo y corría un arroyo como a 50 m de la parte sur del parche.

Se observaron individuos de *C. palmata* de las diferentes categorías de tamaño, sin embargo hubo muy poca regeneración. La mayoría de las macollas tenían perímetros muy grandes y con cepas muy dispersas.

Ceguaca

Transecto 1. Parche de Doña María de Jesús

El parche se localizó a los 600 m de altitud en una ladera con fuertes pendientes. Un parche muy pequeño (1500 m²) con una edad entre 15 a 20 años, ubicado en el patio de la casa y delimitado por las viviendas de los vecinos y plantaciones de café.

La vegetación arbórea estuvo limitada solo a algunas especies frutales como naranja, aguacate y coco, por lo que el dosel fue muy abierto. No se observó vegetación arbustiva y el suelo tampoco presentó vegetación herbácea. El suelo sin pedregosidad mostró mucha humedad debido a la vegetación tan densa por la presencia de *C. palmata* que no exponía el suelo a la luz solar.

Se registraron individuos de *C. palmata* en diferentes categorías de tamaño pero no se observó regeneración. Las plantas fueron de baja estatura y presentaron macollas compactas, algunas con un gran número de cepas.

Transecto 2. Parche de Don Atanasio Rivera

Un parche de casi una hectárea que se localizó a 600 m de altitud, ubicado en una ladera de fuertes pendientes. Una plantación de más de 80 años que había estado bajo constante aprovechamiento. El parche se delimitaba en dos de sus extremos por calles y el resto por patios de casas vecinas.

El dosel en el sitio fue muy abierto debido a la escasa vegetación arbórea, solo se observaron algunos individuos de cedro, papayo y plátano. No hubo vegetación arbustiva ni herbácea y el suelo no mostró vegetación, ni pedregosidad y fue muy húmedo.

La gran mayoría de las plantas de *C. palmata* fueron de grandes categorías de tamaño, con macollas densas, aunque una minoría de plantas tenían cepas muy dispersas. No se observó mucha regeneración.

Cuadro 7. Características abióticas de los parches de *C. palmata* en Costa Rica, Panamá y Honduras.

PAÍS	PARCHE	TRANSECTO	PUNTOS	PENDIENTE DEL	ALTURA	ILUMINACIÓN
		N	TERRENO (%)	DOSEL (m)	MÁXIMA	PROMEDIO
COSTA RICA	Kekoldi Parte Baja	1	15	14.7 ± 6.9	17.8 ± 10.4	2.5
		2	20	9.5 ± 6.5	16.0 ± 11.2	2.5
		3	22	13.5 ± 13.3	10.0 ± 7.4	3.2
	Kekoldi Parte Alta	1	12	4.1 ± 7.3	17.3 ± 5.8	2.1
PANAMÁ	Steyic	1	14	40 ± 15.1	10.3 ± 3.3	2.4
		2	9	3.5 ± 2.1	2.8 ± 2.1	2.5
	Bonyic	1	15	1.1 ± 1.3	1.0 ± 2.2	4.5
HONDURAS	Sta. Rita de Oriente	1	13	23.8 ± 7.8	7.2 ± 3.2	2.7
		2	5	61.4 ± 21.6	4.7 ± 1.5	3
	Los Bancos	1	6	27.3 ± 5.7	16.0 ± 2.2	1.9
		2	5	27.0 ± 10.5	17.6 ± 2.5	2.4
	Ceguaca	1	5	50.2 ± 5.0	4.9 ± 1.9	3
		2	6	31.3 ± 14.9	6.3 ± 2.5	3

PREFERENCIAS AMBIENTALES DE CARLUDOVICA PALMATA

Distribución de Carludovica palmata entre categorías de tamaño en la población natural.

Los individuos de *C. palmata* en la población natural de Talamanca, mostraron distribución proporcionalmente similar por categoría de tamaño entre los cuatro parches, la tendencia simula una "J" invertida. Las categorías menores presentaron un mayor número de individuos y se observó una disminución evidente a partir de la categoría dos (Figura 5).

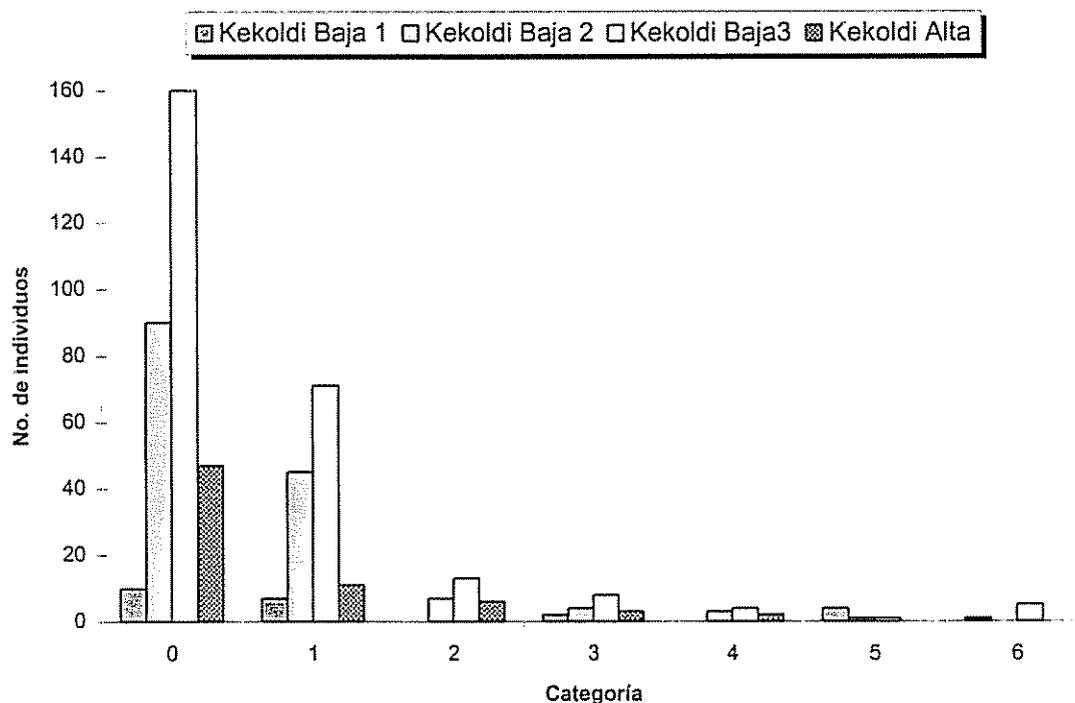


Figura 5. Distribución de individuos de *Carludovica palmata* por categoría de tamaño Talamanca, Costa Rica.

Los parches localizados en Bocas del Toro no mostraron una tendencia clara respecto a la distribución de los individuos en las categorías de tamaño. El parche que mejor se adaptó a una distribución de "J" invertida fue el de Sieyic 1, mostrando una alta proporción de individuos de regeneración, dicha proporción disminuyó a medida que aumentó la categoría de tamaño (Figura 6). Aunque el parche de Sieyic 2 mostró una distribución parecida, se

observó una ausencia total de regeneración. El parche de Bonyic mostró un comportamiento completamente opuesto a todos los parches, presentó una mayor proporción de individuos adultos y no se observaron individuos de regeneración ni juveniles (Figura 6).

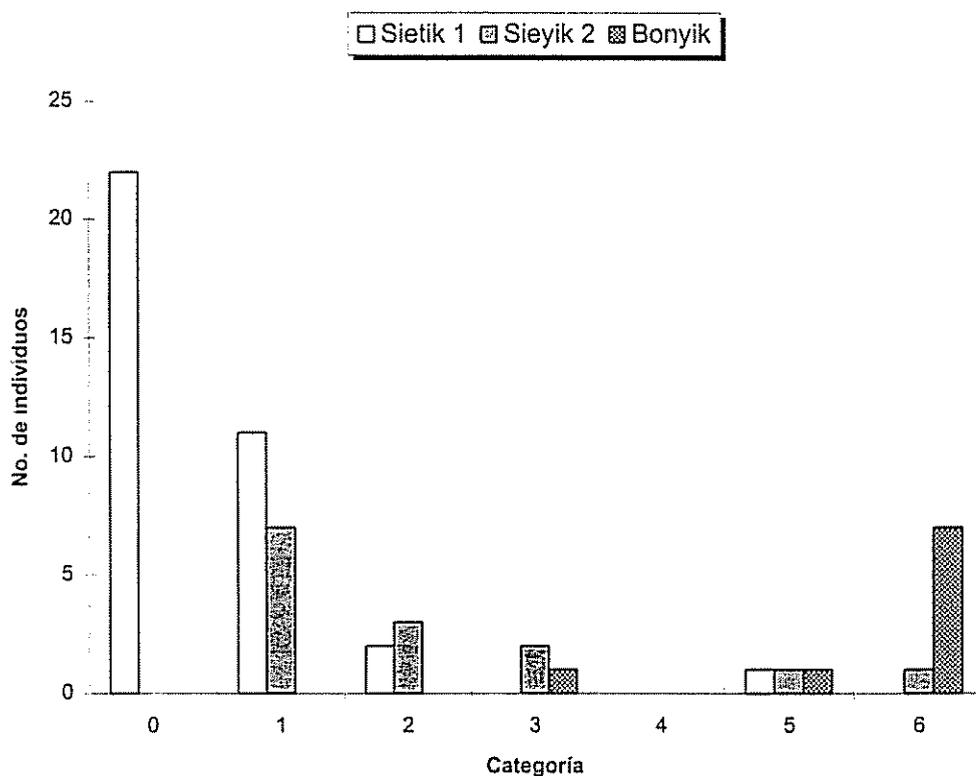


Figura 6. Distribución de individuos de *Carludovica palmata* por categoría de tamaño Bocas del Toro, Panamá.

Los patrones de distribución de *C. palmata* en los parches con tendencias en 'J' invertida muestran que la población se encuentra en un periodo de fuerte regeneración y que posiblemente se estén presentando un periodo de alta mortalidad de las categorías juveniles. Uno de los motivos de éstas tasas de mortalidad pueden ser debidas a la competencia intraespecífica. Por el contrario en los parches de Sieyic 2 y Bonyic se puede estar presentando un decaimiento de las poblaciones, puesto que no se observó regeneración y la mayor proporción de los individuos fueron adultos viejos (Figura 6).

Para la población cultivada (Honduras), se evaluó la distribución de los individuos por categoría de tamaño para determinar hasta que grado las plantaciones están desarrollando

regeneración. A excepción de dos sitios, se observó regeneración en la mayoría de los parches cultivados, sin embargo ésta fue en proporción muy baja en relación a las otras categorías de tamaño (Figura 7). Probablemente las actividades de limpieza periódicas en las plantaciones no estén favoreciendo el desarrollo de la regeneración, otra razón puede ser que las condiciones de sitio en las cuales se establecieron las plantaciones no sean adecuadas para una mejor regeneración.

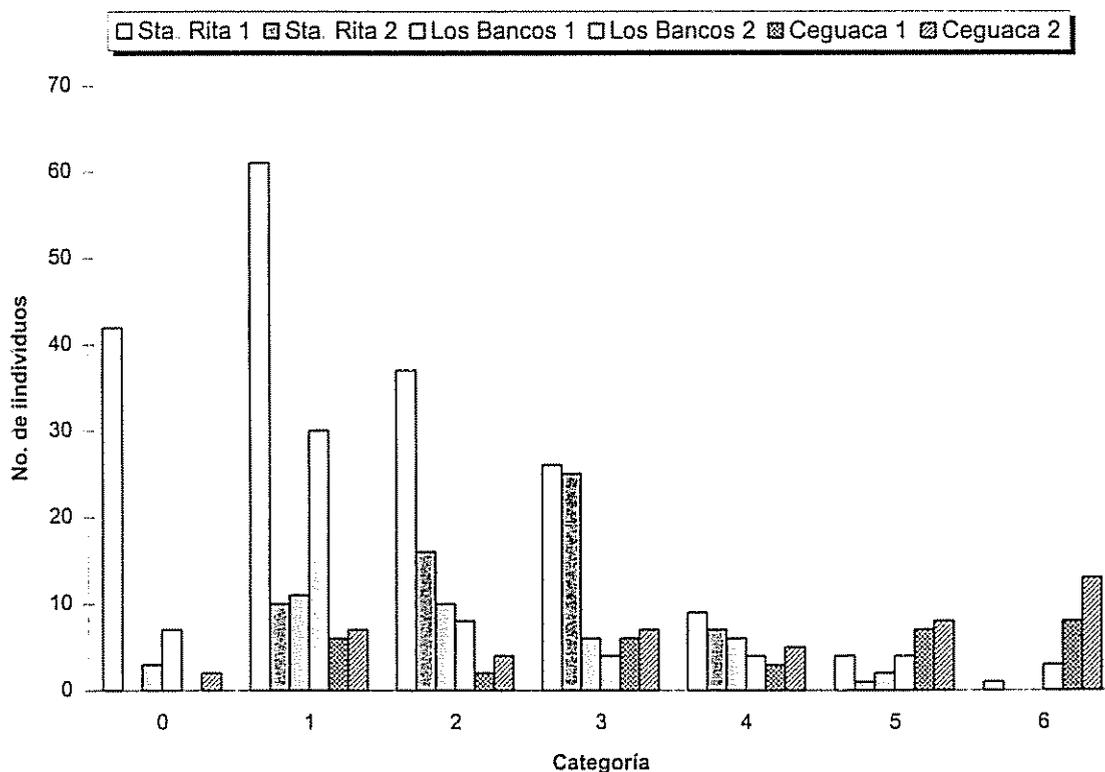


Figura 7. Distribución de individuos de *Carludovica palmata* por categoría de tamaño Santa Barbara. Honduras.

Variación de dimensiones de la planta en poblaciones naturales y cultivadas

Con relación a las dimensiones de los individuos de *C. palmata* en condiciones naturales, el perímetro basal de la macolla no mostró diferencias significativas entre los parches ($F= 1.75$ $gl= 6$ $p= 0.1176$). El perímetro máximo entre las parcelas de muestreo fue de 1 041 cm con un promedio 170 cm (Cuadro 8).

Para el largo del peciolo de la hoja mayor, se observaron diferencias significativas entre los parches naturales ($F = 2.41$ $gl = 6$ $p = 0.0320$). Sin embargo, en los resultados que se obtuvieron con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) estas diferencias entre parches no fueron evidentes. El largo del peciolo máximo entre las parcelas de los siete parches fue de 591 cm y el promedio por parcela fue de 195 cm (Cuadro 8).

La cobertura de *Carludovica palmata* no mostró diferencias significativas entre los parches naturales ($F = 1.63$ $gl = 6$ $p = 0.1476$). En promedio los siete parches tuvieron parcelas con una cobertura de 1.08 m² con un valor máximo por parcela de 11.4 m² (Cuadro 8)

Las diferencias en cuanto al número de candelas aprovechables, tampoco fueron significativas entre los parches naturales ($F = 0.97$ $gl = 6$ $p = 0.4461$), en promedio las parcelas tuvieron un número de 2.1 candelas y el número máximo registrado fue de 16 candelas por parcela (Cuadro 8).

Con relación a las dimensiones de las plantas de *C. palmata* bajo condiciones de cultivo, el valor promedio para el perímetro basal por parcela fue de 452 cm, con un valor máximo de 823 cm. La longitud del peciolo de la hoja mayor promedio en las parcelas se determinó en 358 cm. Sólo para el caso de las tallas del perímetro basal se mostraron diferencias significativas entre los parches ($F = 3.17$ $gl = 5$ $p = 0.0187$). Estas diferencias fueron más evidentes entre una plantación con una edad de 9 años (Parche de Don victoriano) y una de más de 40 años (Parche Doña Gregoria). El resto de los parches no fueron significativamente diferentes según los resultados dados por la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$).

La cobertura máxima registrada de *C. palmata* en las parcelas de muestreo en la población cultivada, fue de 20.6 m² con un promedio de 7.19 m² (Cuadro 8). El número promedio de candelas aprovechables por parcela fue de 13.5 y el máximo registrado por parcela fue de 37 candelas (Cuadro 8). El número de candelas aprovechables presentó una alta correlación con la cobertura de la especie ($r = 0.8$ $p < 0.001$) y en menor grado con el perímetro basal ($r = 0.6$ $p < 0.001$).

Una mayor cobertura explica que la parcela muestra un mayor número de plantas por unidad de área, y en consecuencia un mayor número de candelas. Esto no significa que las plantas en sitios con mayor cobertura sean más productivas comparadas con aquellas con una cobertura menor. Por otra parte, las diferencias tan marcadas que muestran los promedios de la cobertura, tamaño de los individuos y el número de candelas entre la población natural y la cultivada que se presentan en el Cuadro 8, pueden ser debidas en parte a la gran variación de tamaños y densidades de individuos en la población natural y a lo homogéneo de las poblaciones cultivadas. Sin embargo se muestra también que las mayores tallas de individuos se presentaron en la población natural (Perímetro basal y largo del peciolo de la hoja mayor)

Cuadro 8. Valores promedio de dimensiones de plantas, cobertura y número de candelas aprovechables de *Carludovica palmata* en las poblaciones natural y cultivada.

	POBLACIÓN NATURAL* N= 110	VALORES MÁXIMOS	POBLACIÓN CULTIVADA* N= 40	VALORES MÁXIMOS
Perímetro basal (cm)	170 ± 235	1041	452 ± 231	823
Largo peciolo- hoja mayor (cm)	204 ± 195	591	358.6 ± 130.9	520
Cobertura (m ²)	1.08 ± 2.3	12.46	7.1 ± 5.3	20.6
Candelas aprovechables (n)	2.1 ± 3.8	16	13.5 ± 10.1	37

*Las celdas contienen los valores promedio y la desviación estándar

Características de iluminación

La mayor cobertura de *Carludovica palmata* en condiciones naturales, se distribuyó entre categorías de iluminación con valores de 1.5 a 2.5, aunque hubo registros de cobertura en categorías de iluminación de 4.5 estos fueron muy bajos (Cuadro 9). La relación entre iluminación y cobertura fue significativa, sin embargo el coeficiente de determinación presentó valores muy bajos, mostrando que sólo el 20 % de la variación en la cobertura fue determinado por la iluminación ($r^2= 0.2$ $p < 0.001$).

Se realizó una prueba de correlación para determinar si la iluminación presentaba alguna relación con los patrones de distribución de los individuos entre las categorías de tamaño y los resultados mostraron que la iluminación está influenciando esta distribución en un 40 % ($r^2= 0.4$ $p < 0.001$). Una prueba de X^2 , también determinó que la distribución de los individuos

entre las categorías de tamaño depende en cierta medida de las condiciones de iluminación ($X^2 < 0.05$). En el Cuadro 9, se observa que ésta dependencia es más evidente entre las condiciones bajas de iluminación (1 y 2) y los individuos de regeneración. La proporción de individuos de regeneración va disminuyendo a medida que aumenta la intensidad de luz. Por su parte los individuos juveniles y adultos fueron más frecuentes en sitios con condiciones de iluminación lateral (2 a 2.5). Estas tendencias coinciden con los resultados que encontró Alarcón (1997) en sus ensayos de regeneración de *C. palmata* en vivero, en donde concluye que la regeneración de esta especie requiere de condiciones lumínicas bajas, y que los individuos juveniles muestran un mejor crecimiento en sitios más iluminados.

Cuadro 9. Número de individuos de *C. palmata* por categoría de tamaño y categoría de iluminación en parches naturales de Costa Rica y Panamá.

Categorías de Iluminación	Categorías de tamaño						
	Regeneración	Juvenil	Adultos				
	0	1	2	3	4	5	6
1	3	0	0	0	0	0	0
1.5	141	22	3	1	0	0	0
2	130	64	7	7	4	3	1
2.5	42	45	12	8	3	3	5
3	8	17	8	3	2	2	1
4	0	2	1	1	0	1	5
4.5	6	3	0	0	0	0	2

Se observó alta correlación entre las condiciones de iluminación con el perímetro basal y el largo del peciolo de la hoja mayor ($r = 0.7$ $p < 0.001$, en ambos casos). Según el coeficiente de determinación la iluminación contribuye significativamente a explicar la longitud del peciolo ($r^2 = 0.6$ $p < 0.001$) y perímetro basal ($r^2 = 0.5$ $p < 0.001$).

La mayor concentración de individuos de la población cultivada se presentó en la categoría de iluminación 2 y la máxima categoría de iluminación con registro de individuos fue la categoría 3. Cuando se analizó la relación entre las dimensiones de la planta y la iluminación,

se determinó que tanto el perímetro de la macolla ($r = 0.6$ $p < 0.001$) como el largo del peciolo de la hoja mayor ($r = 0.7$ $p < 0.001$) mostraron correlación con esta condición de sitio.

La iluminación también presentó una correlación significativa con el número de candelas aprovechables registradas en las plantaciones ($r = 0.5$ $p < 0.001$). El coeficiente de determinación en ésta relación fue significativo pero con valores muy bajos ($r^2 = 0.3$ $p < 0.001$).

Condiciones topográficas

La pendiente y la exposición geográfica del terreno en los sitios de la población natural, no mostraron una relación directa con las densidades de la planta, el perímetro basal de la macolla, el largo del peciolo de la hoja mayor ni con el número de candelas aprovechables. Los coeficientes de correlación de Pearson fueron negativos en todos los casos y con valores muy bajos tanto en la pendiente como en la exposición ($r = -0.1$ en ambos casos).

Debido a que los resultados en el análisis de X^2 relacionados con la posición topográfica tanto en la población natural como en la cultivada no fueron significativos, sólo fue posible utilizar estadísticas descriptivas para explicar esta variable topográfica con la cobertura de la especie y el número de candelas aprovechables.

Carludovica palmata en la población natural se encontró con mayor frecuencia en terrenos planos, el 49 % de la cobertura registrada en los transectos se localizó en sitios con ésta característica. Los sitios en base de laderas también mostraron un alto porcentaje de cobertura (30 %) seguido por los terrenos en ladera (17 %). La especie presentó menor cobertura a la orilla de ríos y en las cimas de colinas (4 %).

La población natural mostró un mayor porcentaje de individuos con tallas grandes (perímetro basal de la macolla y longitud del peciolo de la hoja mayor) en terrenos planos y bases de ladera (48 y 20 % respectivamente), los individuos más pequeños se localizaron principalmente en terrenos de laderas (40 %).

El número de candelas aprovechables mostró una relación similar a la que presentó la cobertura, la mayor cantidad de candelas aprovechables se encontró en sitios con terreno plano y base de ladera, seguido por terrenos en ladera. También el menor número de candelas se registró en la orilla del río y sobre las cimas de las colinas (4 % en ambas). La población cultivada tampoco mostró una relación en el número de candelas con respecto a la exposición y pendiente del terreno; ambas correlaciones mostraron no ser significativas ($r=0.1$ $p>0.05$). Los seis parches bajo estudio estuvieron ubicados en terrenos de ladera con pendientes entre 12 y 88 %, por lo que no se lograron definir diferencias en el número de candelas entre posiciones topográficas.

Características de la vegetación

La relación de las características de la vegetación con la cobertura de la especie y candelas aprovechables en las parcelas, no resultó significativa ($X^2 > 0.05$), tanto en la población natural como en la cultivada; por lo que sólo se describen las tendencias observadas en éstas variables.

En la población natural el tipo de vegetación que presentó una mayor cobertura y mayor número de candelas aprovechables fue la vegetación tipo charral, con un 43.9 % en ambas variables. Los tipos de vegetación cacaotal, huerto y potrero también mostraron porcentajes considerables (23.3, 14 y 14 % respectivamente); el bosque secundario fue el que mostró los porcentajes más bajos (6.5 %).

Las mayores dimensiones del perímetro basal de la macolla y longitud del peciolo de la hoja mayor, se encontraron en mayor proporción en sitios con vegetación de charral, las menores tallas se localizaron en cacaotal, huerto y bosque secundario.

Los tipos de vegetación asociados a las plantaciones de *C. palmata* incluyeron solamente cafetales, huertos caseros y charrales. Las plantaciones que no presentaron asociación con otro tipo de vegetación fueron las que mostraron un mayor porcentaje de candelas aprovechables (37 %). Sin embargo la vegetación de tipo charral y huerto casero asociados

con las plantaciones manifestaron también un alto porcentaje de candelas aprovechables (33 y 28 % respectivamente).

La altura del dosel no mostró una correlación con la cobertura de *Carludovica palmata* en la población natural ($r = -0.1$ $p > 0.05$). Sin embargo, se observó que la cobertura fue mayor en alturas del dosel en el rango de 0 a 10 metros, el número de candelas coincidió con éste mismo rango. Por el contrario la vegetación con doseles altos (rango de 25 a más de 40 m) fue la que presentó una menor cobertura y a su vez un menor número de candelas aprovechables (Cuadro 10).

La altura del dosel en la población cultivada, no mostró una correlación significativa con la cobertura de *C. palmata* y el número de candelas aprovechables ($r = -0.2$ $p > 0.05$ y -0.3 $p > 0.05$, respectivamente). Sin embargo se observó que el dosel con menor altura (rango de 0 a 10 metros) fue el que mostró una mayor cobertura de la especie y a su vez el mayor número de candelas aprovechables. En ésta población no se presentaron parcelas con alturas de dosel de más de 20 metros, observándose que conforme fue aumentando la altura, fue disminuyendo la cobertura y el número de candelas (cuadro 10).

Cuadro 10. Valores promedio de la cobertura y número de candelas aprovechables de *Carludovica palmata* en diferentes rangos de altura de dosel.

ALTURA DEL DOSEL (RANGO EN METROS)	POBLACIÓN NATURAL			POBLACIÓN CULTIVADA		
	NÚMERO DE PARCELAS (N)	COBERTURA PROMEDIO (m ²)	CANDELAS PROMEDIO	NÚMERO DE PARCELAS (N)	COBERTURA PROMEDIO (m ²)	CANDELAS PROMEDIO
0-5	40	1.48 ± 2.7	3 ± 4.5	14	8.8 ± 6.0	17.2 ± 11.8
5-10	19	1.70 ± 3.7	2.1 ± 4	13	7.7 ± 4.7	15.3 ± 9.1
10-15	11	0.6 ± 1.3	0.7 ± 2.1	5	3.2 ± 3.6	6 ± 6.9
15-20	18	0.8 ± 1.0	3.2 ± 4.1	8	5.7 ± 5.0	8.6 ± 5.8
20-25	12	0.1 ± 0.3	0.2 ± 0.8	0	-	-
25-30	3	1.0 ± 1.8	2.6 ± 4.6	0	-	-
35-40	3	0.06 ± 0.03	0.3 ± 0.5	0	-	-
> 40	1	0.001	0	0	-	-

Las condiciones ambientales en las cuales se presentó *Carludovica palmata* parecen indicar que esta especie tiene preferencias por lugares con fuerte perturbación como ocurre en el charral y cacaotal que generalmente poseen doseles bajos.

Al parecer esta especie está mejor adaptada a condiciones lumínicas indirectas, puesto que en la población de estudio, el mayor porcentaje de individuos se encontraron con niveles de iluminación entre 1.5 a 2.5, siendo los niveles bajos una condición mejor para la regeneración.

Los parches de Sieyic 2 y Bonyic, mostraron poblaciones con tendencias decadentes debido a que un alto porcentaje de los individuos fueron adultos viejos. La falta de regeneración en estos sitios puede estar relacionada con las características de iluminación, dado que estos dos sitios en particular fueron los que presentaron una mayor proporción de individuos en sitios con altos niveles de iluminación; además de mostrar poca o nula vegetación arbórea. Estas características pueden no estar favoreciendo la regeneración de la especie.

Las preferencias lumínicas que muestra *Carludovica palmata* podrían explicar que ésta especie no es de las primeras que colonizan sitios perturbados, sino que requiere de una vegetación ya establecida con doseles muy bajos como la que se presenta en el tipo charral. Este tipo de vegetación proporciona un ambiente heterogéneo, con niveles de iluminación bajos adecuado para germinar y con mayor iluminación para concretar su crecimiento. El hecho de que la planta sea menos frecuente a medida que va aumentando el dosel, puede indicar su intolerancia a niveles altos de sombra que no permiten el desarrollo de individuos juveniles y adultos y por consiguiente el porqué la especie no fue frecuente en el bosque secundario.

La mayor cobertura de *Carludovica palmata* se encontró en sitios planos y bases de laderas con mayor humedad. Kahn (1987) define que el grado de declive de cada posición topográfica determina las condiciones de drenaje lateral del suelo. El grado de declive que muestran los sitios con terrenos planos y bases de ladera pueden ser considerados como sitios con poco drenaje que permiten cierto grado de humedad en el suelo y una mayor fertilidad. Por el contrario los sitios con mayor drenaje como la cima de colinas coincidió con los sitios de menor cobertura de la especie.

FENOLOGÍA

Frutos

A pesar de no poder concluir con un ciclo completo de *Carludovica palmata* por falta de tiempo, se lograron diferenciar etapas fenológicas de la especie en condiciones naturales. La fenología reproductiva se determinó con base en las plantas que presentaron frutos. El inicio del registro de la información al parecer coincidió con la etapa en la cual la fructificación estaba en su pico máximo; del total de 110 plantas que conformó la población de muestreo, 100 de ellas (90.9 %) presentaron producción de flores o frutos (Figura 8). La etapa máxima de producción continuó hasta el mes de abril, sin embargo durante mayo se observó una disminución que se mantuvo hasta septiembre (mes en que finalizó el estudio).

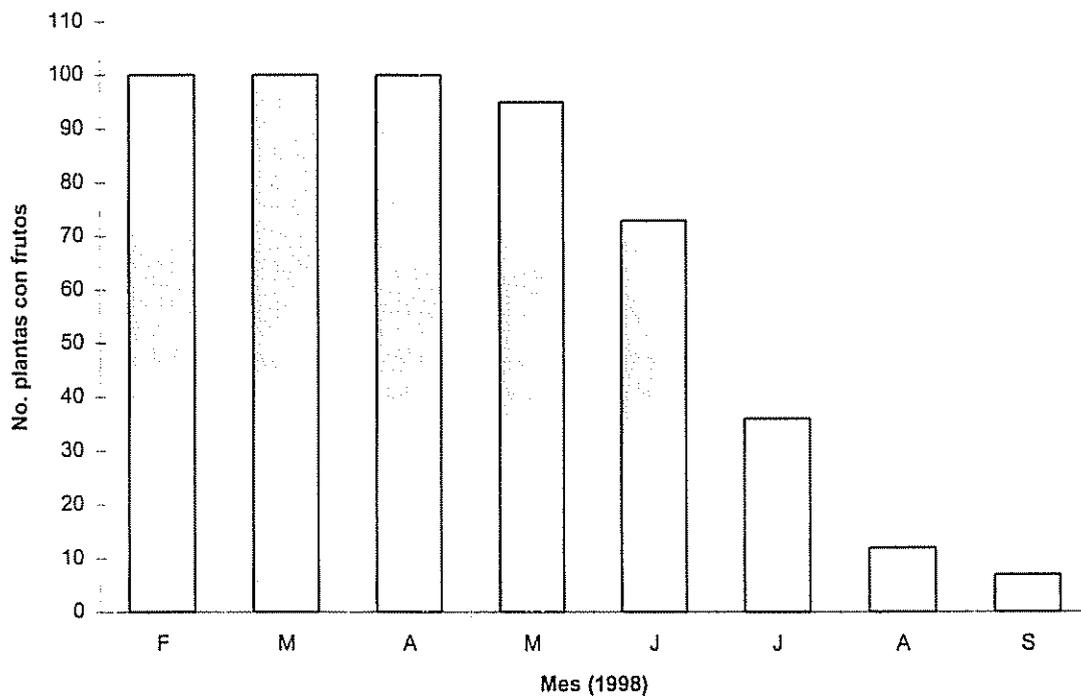


Figura 8. Plantas de *Carludovica palmata* fructificando durante el muestreo. Kekoldi, Costa Rica, N=110 plantas.

Las producción mensual promedio de frutos por planta fue más alta durante marzo con un promedio de 23 frutos y más baja durante agosto con un promedio de 0.2 frutos por planta

(Figura 9). Las tasas de producción de frutos por planta dependieron directamente de su tamaño, es decir del número de cepas (Cuadro 11). Durante el tiempo de muestreo se observó que un fruto puede tener un periodo de vida de hasta cuatro meses.

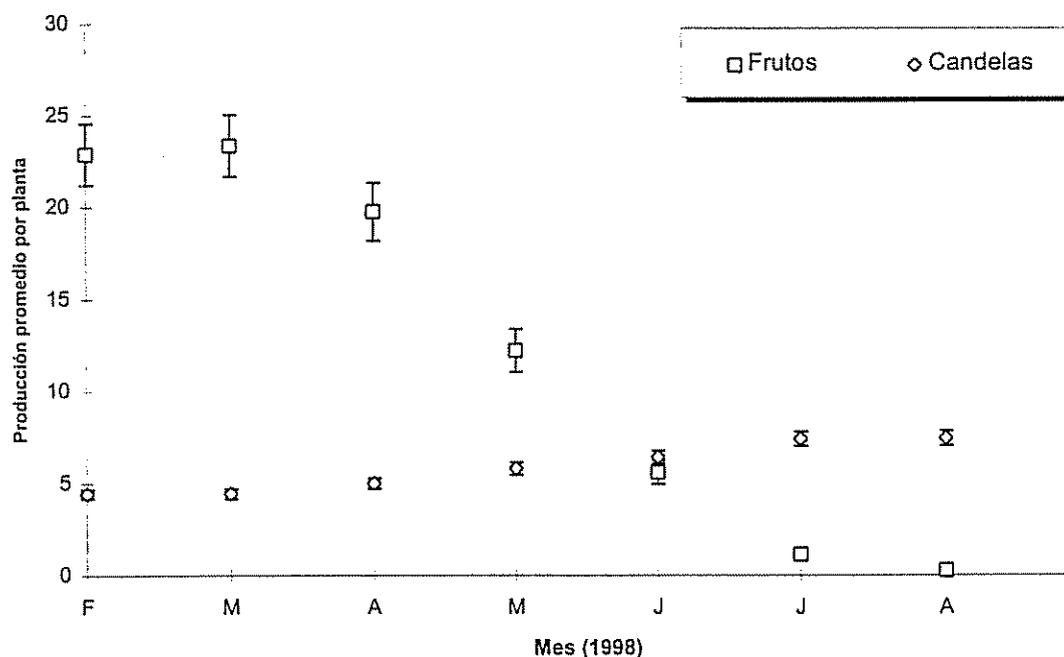


Figura 9. Producción mensual promedio de frutos y candelas por planta (Error estándar) de *Carludovica palmata*. N = 110 plantas

Cuadro 11. Valores promedio de número de cepas, hojas y frutos por planta en cada categoría de tamaño.

CATEGORÍA DE TAMAÑO	VALORES PROMEDIOS (\pm DS), N= 110		
	CEPAS	HOJAS	FRUTOS
1	4.2 \pm 1.7	12.9 \pm 4.9	1.9 \pm 3.2
2	8.9 \pm 2.2	28.29 \pm 6.7	7.1 \pm 10.1
3	12.1 \pm 1.5	35.2 \pm 6.6	9 \pm 11.0
4	15.7 \pm 1.6	44 \pm 8.7	16.8 \pm 18.6
5	21.3 \pm 2.6	57.1 \pm 12.5	19 \pm 20.4

Las tendencias mostradas en la producción de frutos determinó la existencia de una estacionalidad marcada en la fenología de la planta. Contrario a este patrón Alarcón y Londoño (1997), encontraron en su estudio, que la disponibilidad de semillas se presenta durante todo el año. Sin embargo este estudio fue desarrollado a nivel de vivero, factor que puede influir directamente en el comportamiento fenológico de la especie al contar con condiciones más controladas a nivel de ambiente. Es muy probable que la población natural esté produciendo frutos durante todo el año, no obstante los resultados de la presente investigación muestran en la región de Keköldi que la producción tiende a ser más baja en los últimos meses del año.

Hojas

Durante el proceso de emisión de hojas nuevas, se observó que primero emerge la parte de la lámina o candela; ésta va creciendo hasta que llega a estabilizar su tamaño tanto en longitud como en diámetro. Posteriormente inicia lo que es el crecimiento del peciolo el cual cesa hasta que la hoja llega a la madurez.

Una hoja nueva en promedio tarda tres meses en madurar, desde que emerge del suelo hasta que abre la lámina. Las hojas nuevas que provienen de cepas que solo tienen una hoja madura o que carecen de ellas, generalmente abren en periodos más cortos (uno a dos meses). Sin embargo rebrotes de menos de 30 cm y sin hojas maduras produjeron hojas que tardaron en abrir hasta cuatro o cinco meses (si no morían antes).

Cada cepa puede producir de una a tres hojas nuevas al mismo tiempo, no obstante lo más común fue que la cepa produjera sólo una hoja a la vez (Figura 10). Una cepa puede llegar a tener de una hasta ocho hojas maduras por lo que el promedio de hojas maduras en cada planta depende directamente de su tamaño es decir del número de cepas (Cuadro 11).

Aunque la producción de hojas fue permanente durante todo el muestreo, se definieron periodos de máxima producción. Durante los primeros tres meses del muestreo (febrero-abril), los resultados indican que la producción de hojas se encontraba en su tasa más baja,

la cual fue incrementando marcadamente a partir de mayo hasta llegar a su tasa máxima en el mes de julio (Figura 9). Esta tendencia de producción se presentó proporcionalmente en las diferentes categorías de tamaño y fue muy marcada en los individuos mayores (Figura 11).

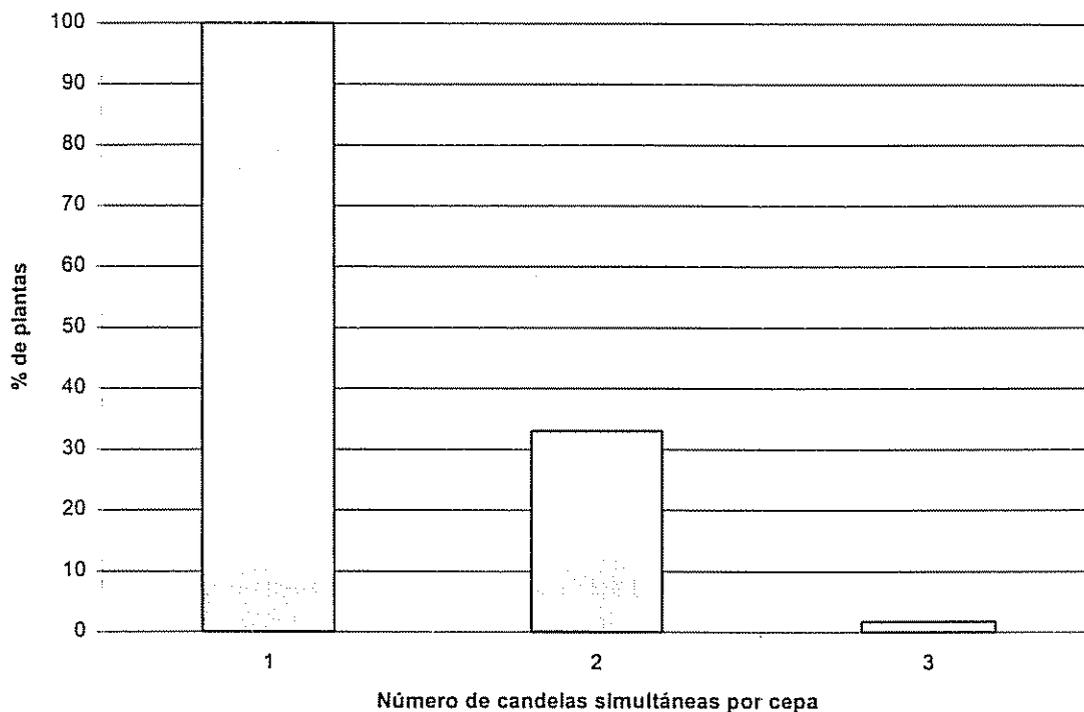


Figura 10. Porcentaje de plantas que presentan cepas con emergencia simultánea de candelas.
N = 110 plantas.

Como se muestra en la figura 9, la tendencia en producción de hojas nuevas mostró una relación inversa con la producción de frutos, lo que puede explicar que existe una periodicidad fenológica tanto en la actividad reproductiva como en la producción de hojas. Este patrón fenológico nos lleva a inferir que los efectos en el aprovechamiento de las hojas pueden verse reflejados en las tasas de producción de frutos. Sin embargo, ésta aseveración requiere ser comprobada con un tiempo mayor de muestreo.

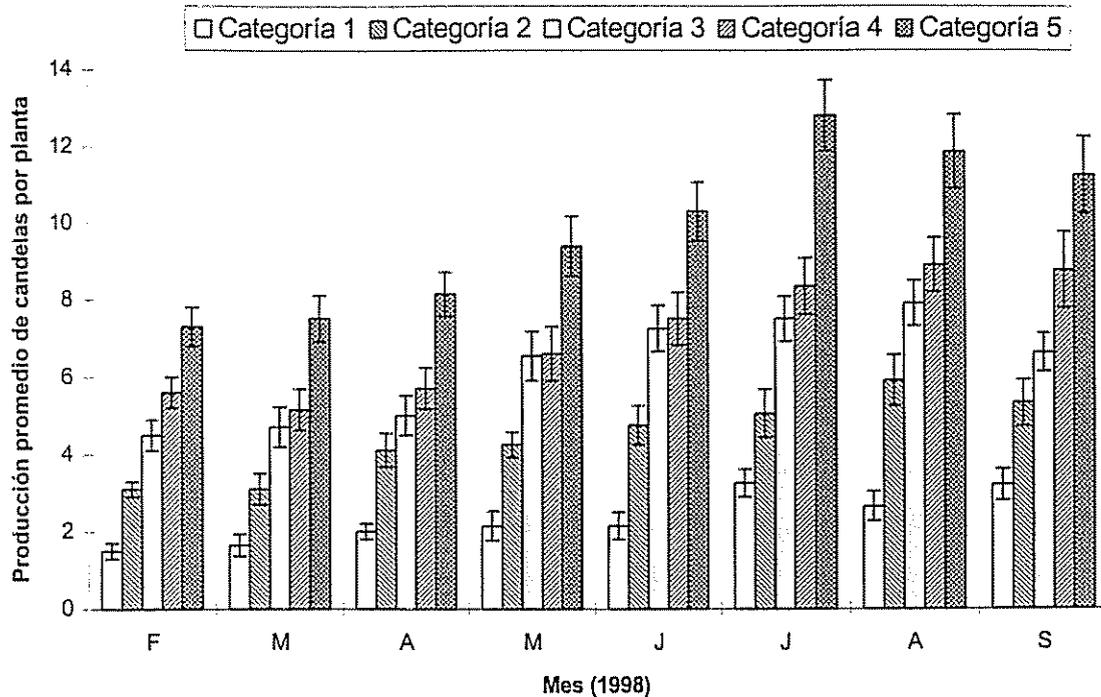


Figura 11. Producción mensual promedio de velas por categoría de tamaño (Error estándar).

En estudios fenológicos, uno de los aspectos importantes a considerar es el efecto de la estacionalidad climática. Tal estacionalidad es una determinante principal que debe ser considerada como factor de variación en la actividad biológica de la vegetación, en especial en las actividades reproductivas (Foster 1982). Para la Reserva Keköldi, Leigue (1997) determinó que no existe una estacionalidad marcada en los patrones de precipitación, es decir que no existe una temporada seca que permita dividir los periodos del año en seco y húmedo. Esta conclusión se estableció con base en las mediciones de precipitación para esta zona de los últimos 12 años.

El hecho de que no exista tal estacionalidad, puede explicar que la tendencia fenológica mostrada en la población de *C. palmata* en esta región, no es una respuesta a los efectos de los periodos de estrés originados por los cambios entre estaciones, sino por el contrario puede ser un comportamiento intrínseco de la especie en su hábitat natural.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE COSECHA EN UNA POBLACIÓN NATURAL.

Efectos en la maduración de candelas

No se observaron diferencias significativas en la maduración de candelas entre los tratamientos 0 y 100 % de poda con cinco categorías de tamaño, tanto en las candelas que maduraron antes de que el peciolo contara con un metro de longitud ($F= 1.68$ $gl= 1$ $p=0.198$) como las que maduraron después de haber logrado ésta medida ($F= 0.02$ $gl= 1$ $p=0.875$, Figura 12). Sin embargo, en ambas características de maduración se observaron diferencias entre los tamaños de las plantas ($F= 3.44$ $gl=4$ $p= 0.0116$; $F= 34.62$ $gl=4$ $p=0.0001$). El promedio de candelas que maduraron después de que el peciolo contara con un metro de longitud por categoría de tamaño fue mayor para las plantas de mayor tamaño, mostrando valores promedio de 4.9 a 20. Sin embargo en las candelas que maduraron antes del metro, esta tendencia no fue tan definida (Figura 13).

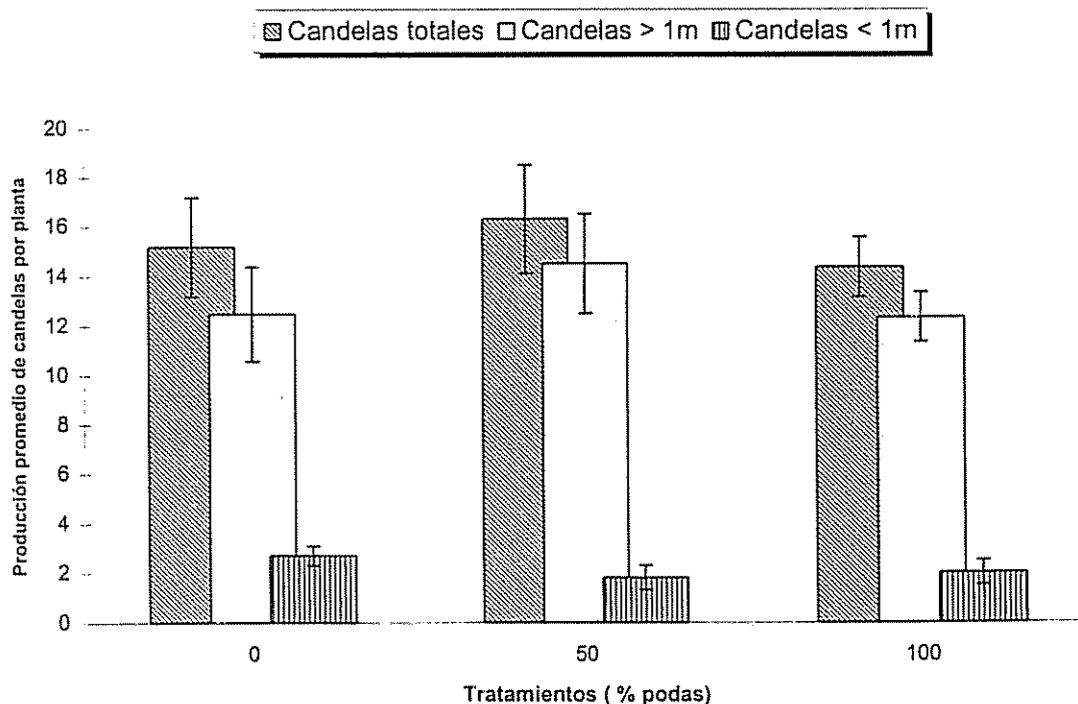


Figura 12. Producción promedio de candelas totales y candelas que maduraron antes y después de que el peciolo contara con 1 metro de longitud, entre tratamientos (Error estándar).

Mediante una prueba de medias ajustadas se determinó que para las candelas que maduraron después de que el peciolo contara con 1 metro de longitud, todas las categorías fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$), mientras que para las que maduraron antes del metro, solamente la categoría cinco fue la difirió con el resto por tener una mayor proporción de candelas con ésta característica de maduración (Figura 13).

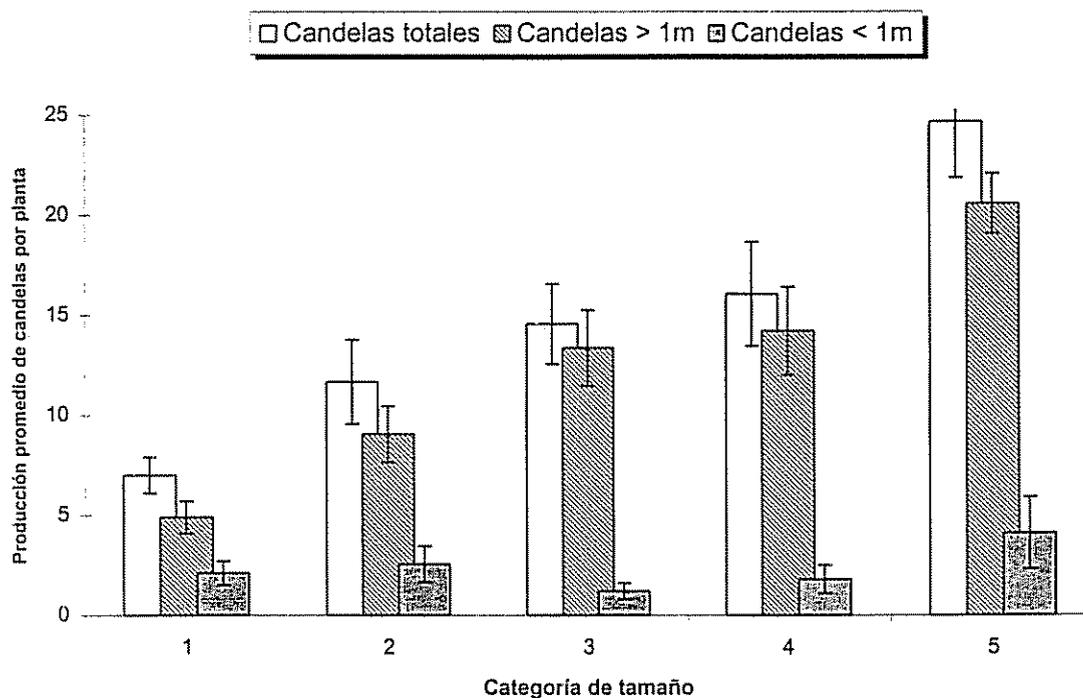


Figura 13. Producción promedio de candelas totales y candelas que maduraron antes y después de que el peciolo contara con una longitud de 1 metro por categoría de tamaño (Error estándar).

En el análisis de los tres tratamientos de poda para la categoría de tamaño III, tampoco se presentaron diferencias significativas para ambas características de maduración ($F = 0.30$ $gl = 2$ $p = 0.7427$; $F = 0.84$ $gl = 2$ $p = 0.4447$, Figura 12).

Los resultados señalados indican que hasta este momento los tratamientos no han mostrado ningún efecto en la emisión de hojas nuevas ni en la maduración de hojas; y que la variación en la emisión depende directamente del tamaño de la planta.

Esto podría indicar que las plantas mayores van a tener una generación de candelaş en menor tiempo y con mayores probabilidades de llegar a ser candelaş aprovechables. Esto en el supuesto de que van a lograr cumplir más fácilmente con las características deseables de cosecha. Mientras que las plantas de menores tamaños bajo cosecha producen candelaş más lentamente y con una mayor probabilidad de que sus candelaş no alcancen la longitud del peciolo deseable, característica que es considerada en la determinación de su aprovechabilidad.

En relación al efecto de los tratamientos experimentales de poda y su efecto en la maduración de las hojas, O'Brien y Kinnaird (1996) encontraron que cuando se cosechó intensivamente las hojas de la palma *Livistonia rotundifolia*, las hojas nuevas maduraron con mayor rapidez en comparación con las hojas emitidas por plantas que tuvieron cosechas más ligeras o plantas no manipuladas. Este efecto puede resultar como una respuesta compensatoria a la pérdida de hojas como mecanismo de recuperación del área necesaria para fotosintetizar y continuar con el crecimiento.

Efectos en la producción de candelaş

En cuanto a la producción de candelaş por planta, los individuos bajo tratamientos de poda no presentaron diferencias significativas respecto a los individuos testigo, tanto en el componente de dos tratamientos y cinco tamaños ($F=1.00$ $gl= 1$ $p= 0.3408$) como en el de tres tratamientos y la categoría III ($F=0.11$ $gl= 2$ $p= 0.8985$). La producción de candelaş por planta fue significativamente diferente entre categorías de tamaño ($F=37.32$ $gl=4$ $p=0.0001$). De acuerdo a los resultados de la prueba Tukey ($\alpha= 0.05$), se determinó que todas las categorías de tamaño difieren en cuanto a la producción de candelaş por planta. Los individuos de mayores dimensiones produjeron mayor cantidad de candelaş en el tiempo de muestreo que los individuos de categorías menores (Figura 14).

La producción de candelas aprovechables por planta mostró tendencias similares a la producción de candelas totales. Entre los tratamientos no se observaron diferencias significativas en la producción de candelas aprovechables tanto en los dos tratamientos con las cinco categorías de tamaño como en los tres tratamientos con la categoría de tamaño III ($F= 0.98$ $gl= 1$ $p= 0.3449$; $F= 0.57$ $gl= 2$ $p= 0.6169$ respectivamente). Por el contrario las diferencias en la producción de candelas aprovechables entre las cinco categorías de tamaños fueron altamente significativas ($F=48.15$ $gl=4$ $p=0.0001$). Mediante la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) se determinó que solo las plantas de categorías de tamaño dos y tres mostraron similitud en la producción de candelas aprovechables; en el resto de los tamaños la producción fue diferente (Figura 15).

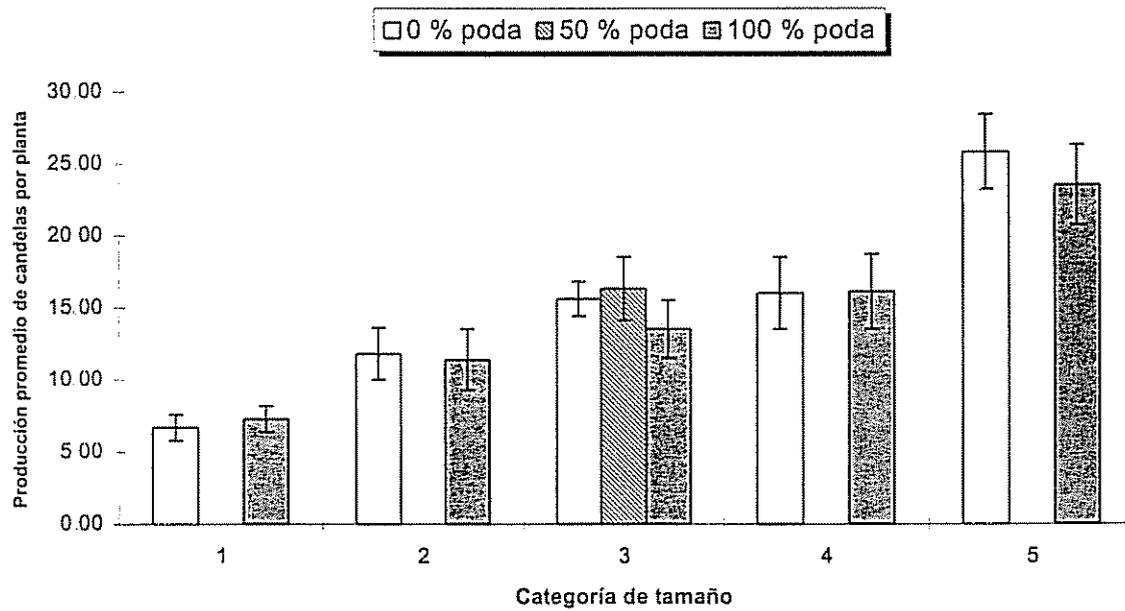


Figura 14. Producción promedio mensual de candelas entre tratamientos por categoría de tamaño durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Solamente la categoría tres presenta todos los tratamientos de poda, el resto de las categorías presenta únicamente los tratamientos 0 y 100 %.

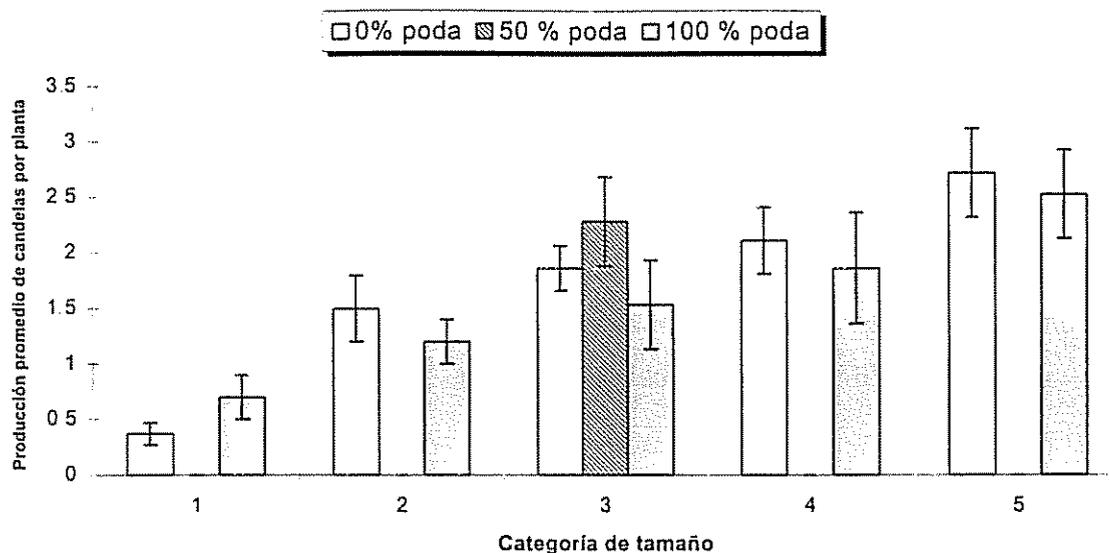


Figura 15. Producción mensual promedio de candelas aprovechables entre tratamientos por categoría de tamaño, durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Solamente en la categoría tres se practicaron todos los tratamientos de poda, el resto de las categorías tuvieron 0 y 100 % de poda.

El comportamiento que muestra la producción de candelas (hojas nuevas) ante los tratamientos de poda, no es consistente con los resultados reportados por estudios en los que también se han utilizado defoliaciones experimentales en otras especies, los cuales se han desarrollado principalmente en palmas (Mendoza *et al.* 1987, Oyama y Mendoza 1990, Chazdon 1991; O'Brien y Kinnaird 1996; Ratsirarson *et al.* 1997). Estos estudios determinaron que el efecto de las defoliaciones tienen como respuesta un aumento en la producción de hojas nuevas, siendo las plantas bajo los tratamientos intensivos (100 % de defoliación) las que produjeron una mayor cantidad de hojas en relación a la producción que mostraron las plantas con los tratamientos más ligeros y las plantas testigo.

Posiblemente los mecanismos con los cuales las especies de palmas estudiadas pudieron restablecer la pérdida del área foliar, fue mediante la movilización de reservas almacenadas en las raíces, por el incremento de las tasas fotosintéticas de las nuevas hojas producidas o por la fotosíntesis en los tallos verdes (Oyama y Mendoza 1990).

Efectos en el crecimiento de la planta y dimensiones de la candela

La variación en el tamaño del perímetro basal de la macolla no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($F= 0.75$ $gl= 2$ $p= 0.4731$), las plantas bajo los tres tratamientos tendieron a incrementar el perímetro basal en la medición final. En esta misma variable se encontraron diferencias significativas entre las categorías de tamaño ($F= 42$ $gl= 4$ $p= 0.0001$). Se hizo una prueba Tukey ($\alpha= 0.05$) para determinar entre que categorías de tamaño se dio esta variación y los resultados mostraron que las categorías cuatro y cinco no fueron significativamente diferentes ni las categorías dos y tres, y la categoría uno fue la que difirió completamente con resto de categorías de tamaño (Figura 16).

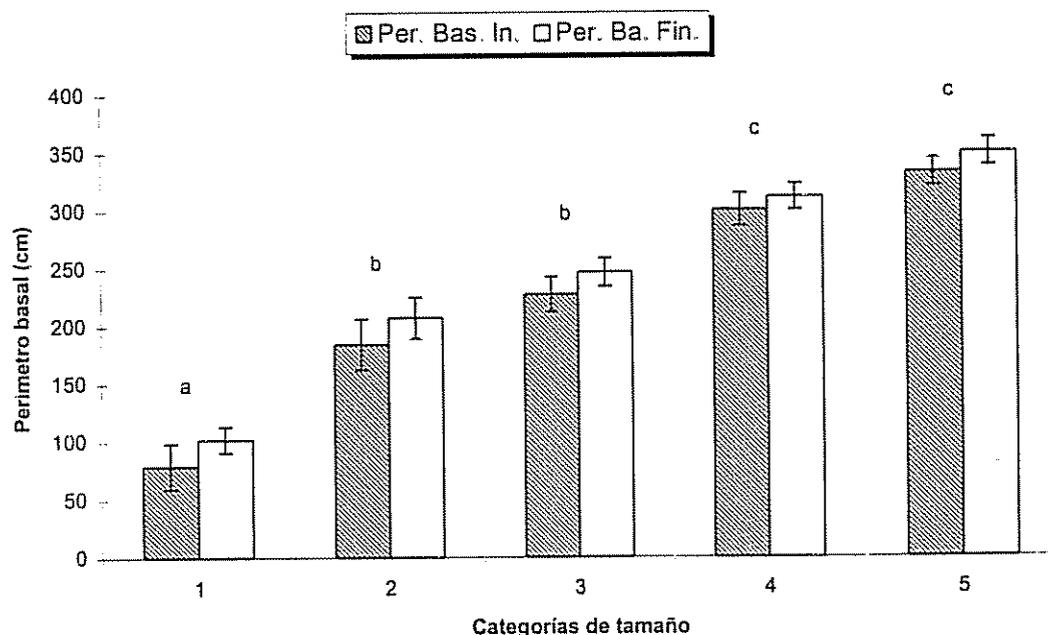


Figura 16. Perímetro basal inicial y final por categoría de tamaño después de ocho meses de muestreo (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.

La medición inicial y final del largo del peciolo de la hoja mayor, no mostró diferencias entre tratamientos ($F=1.40$ $gl= 2$ $p= 0.3459$) y tampoco una tendencia definida entre las mediciones. Sin embargo las categorías de tamaño difirieron significativamente ($F= 31.26$ $gl=4$ $p= 0.0028$). La prueba Tukey ($\alpha= 0.05$) mostró que las diferencias en la variación del

largo del peciolo fueron significativas en las categorías uno y tres con respecto al resto de los tamaños (Figura 17).

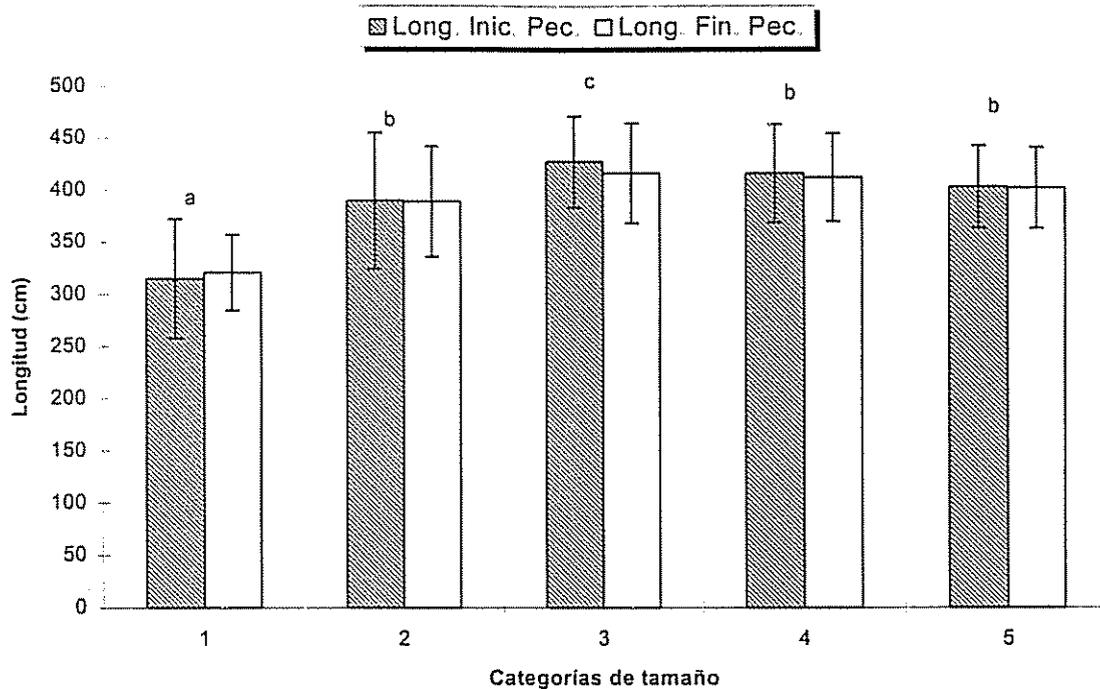


Figura 17. Longitud del peciolo de la hoja mayor inicial y final por categoría de tamaño después de ocho meses de muestreo (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.

El número de hojas fue la única variable que resultó ser diferente entre tratamientos tanto en los individuos de las cinco categorías y dos tratamientos ($F= 5.36$ $gl=1$ $p= 0.0431$) como en la categoría III y los tres tratamientos ($F=2.88$ $gl= 2$ $p= 0.05$). Las plantas de los tratamientos con poda 50 y 100 % resultaron tener valores más bajos en el número de hojas que los registrados en las plantas testigo (0 % poda, Figura 18). Entre las categorías de tamaño también se registraron diferencias ($F= 5.36$ $gl= 4$ $p = 0.0001$). De acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha= 0.05$), los valores en el número de hojas fueron diferentes en todas las categorías de tamaño, con promedios que fueron de 12 hasta 57 hojas por planta (de menor a mayor respectivamente Figura 19).

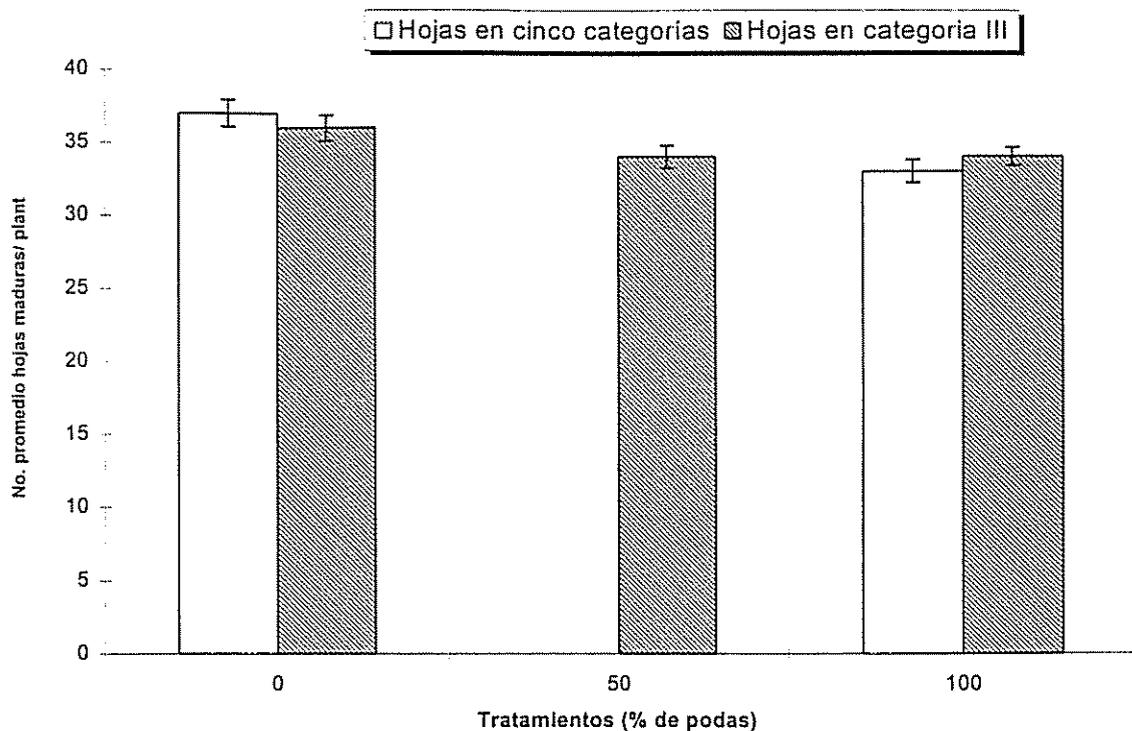


Figura 18. Número promedio de hojas maduras en tratamientos por tamaño: 0 y 100 % en cinco tamaños y 0, 50 y 100 % en el tamaño III (Error estándar).

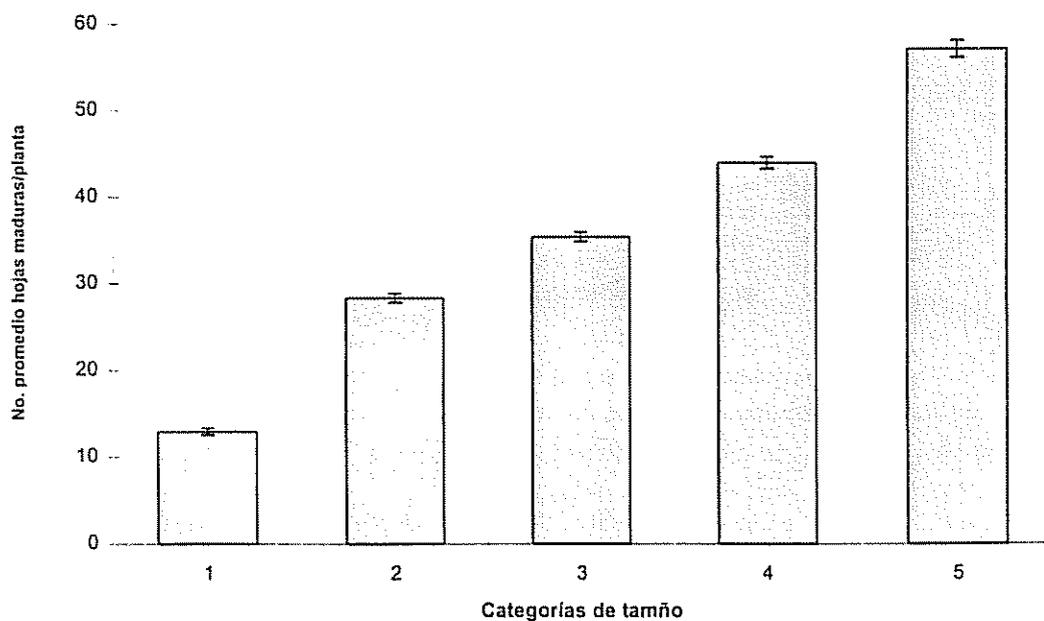


Figura 19. Producción promedio de hojas maduras por categoría de tamaño (Error estándar).

Las dimensiones de los diámetros de las candelas no fueron diferentes entre los tratamientos 0 y 100 % de poda entre las cinco categorías de tamaño ($F= 0.04$ $gl= 1$ $p= 0.8412$), ni entre los tres tratamientos (0, 50 y 100 %) en la categoría III ($F= 0.08$ $gl= 2$ $p= 0.9283$). Las categorías de tamaño mostraron variación en los diámetros ($F= 57$ $gl= 4$ $p= 0.0001$). De acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha= 0.05$) las categorías de tamaño 3 y 5 no fueron diferentes, ambas clases de tamaño fueron las que presentaron los diámetros de mayores dimensiones (246 y 251 mm respectivamente). Así mismo las categorías 2 y 4 tampoco difirieron, ambas categorías presentaron diámetros menores en relación a los tamaños 3 y 5 pero notablemente mayores que la primer categoría (Figura 20).

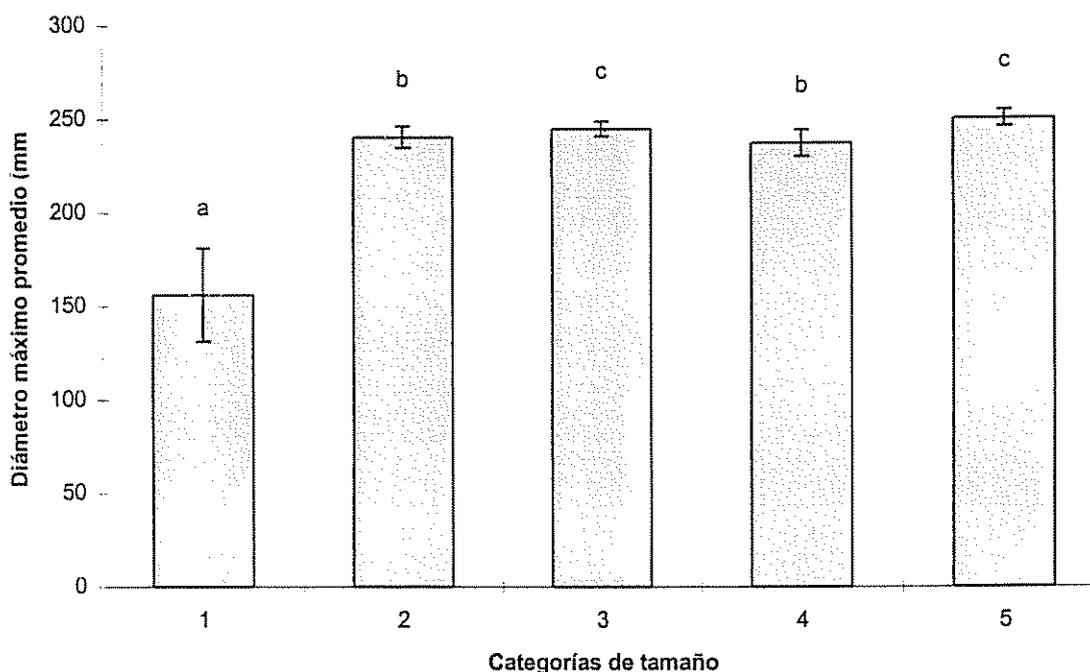


Figura 20. Diámetro máximo promedio de la candela por categoría de tamaño (Error estándar). Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes.

El largo del peciolo de la candela no mostró diferencias entre los tratamientos 0 y 100 % entre las cinco categorías de tamaño y tampoco los tres tratamientos en la categoría III ($F= 0.23$ $gl=1$ $p= 0.6402$; $F= 1.82$ $gl= 2$ $p= 0.3031$). El promedio de la talla del peciolo para los individuos con tratamiento 0 % fue de 91 cm, mientras que para el tratamiento 100 % fue de

90 cm. En los individuos de la categoría III el promedio fue 97, 101 y 92 cm (0, 50 y 100 % de poda respectivamente). El largo del peciolo mostró diferencias entre los tamaños de las plantas ($F= 43.41$ $gl= 4$ $p= 0.0001$). De acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha= 0.05$) éstas diferencias fueron significativas entre la categoría uno y el resto de los tamaños, puesto que la longitud promedio del peciolo en esta categoría fue notablemente menor (Figura 21).

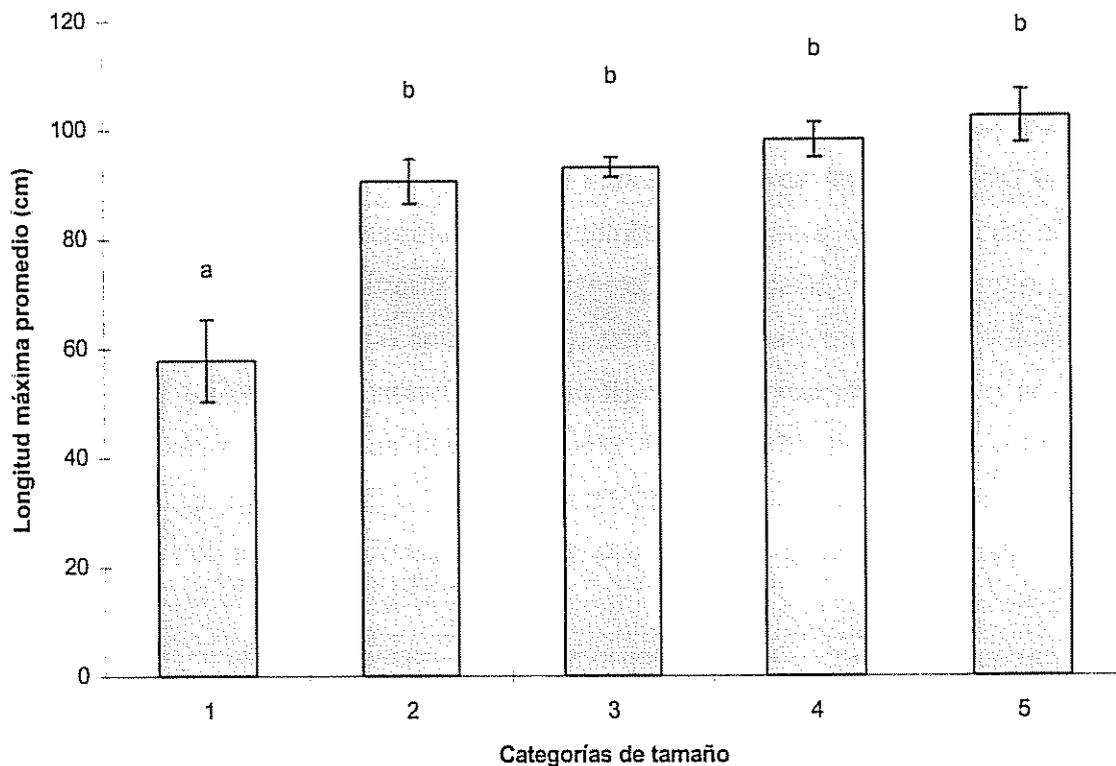


Figura 21. Longitud máxima promedio del peciolo de la candela por categoría de tamaño (Error estándar). Letras iguales no son significativamente diferentes.

En el análisis de regresión para conocer si el diámetro y la longitud del peciolo variaban en tamaño a través del tiempo, se encontró que para el diámetro de la candela en las plantas con 0 y 100 % de poda y cinco categorías de tamaño, el modelo lineal fue el que mostró una tendencia más definida. Es decir, las dimensiones del diámetro fueron aumentando conforme aumentó el tiempo, sin embargo el coeficiente de regresión no fue muy alto ($r^2= 0.46$ $p <$

0.05). La longitud del peciolo no mostró una relación significativa entre las mediciones ($r^2= 0.1$ $p > 0.05$).

Para las plantas de la categoría III y los tres tratamientos, la relación entre la variación de los diámetros a través de las mediciones fue más evidente ($r^2= 0.8$ $p= 0.05$), el modelo cúbico fue el que mejor explicó la tendencia de esta relación, mostrando que hubo variación en el tamaño del diámetro durante las evaluaciones. Por el contrario la variable longitud del peciolo no mostró una relación notable entre las diferentes mediciones ($r^2= 0.3$ $p > 0.05$).

Similar a lo observado en *Carludovica palmata*, Chazdon (1991) encontró en *Geonoma congesta*, una palma clonal del sotobosque, que los tratamientos de defoliación tampoco tuvieron un efecto en el crecimiento ni en la sobrevivencia de los individuos; *G. congesta* demostró ser marcadamente resistente a la defoliación durante los dos años que duró el estudio. Chazdon (1991) menciona que el efecto de las defoliaciones puede ser menos evidente en plantas clonales que en plantas no clonales, puesto que en las plantas clonales, cada clon tiene un efecto de amortiguamiento fisiológico como protección a la pérdida de tejido. Sin embargo, en palmas solitarias como *Astrocaryum mexicanum* y *Chamaedoria tepejilote*, Mendoza *et al.* (1987) y Oyama y Mendoza (1990) tampoco encontraron efectos en el crecimiento y sobrevivencia de los individuos ante la defoliación experimental.

Chazdon (1991) observó además que los individuos de *G. congesta* que tuvieron una defoliación fuerte, siguieron generando nuevos clones a una tasa similar que las que no fueron manipuladas. Esta misma respuesta fue observada en *C. palmata*, puesto que todas las plantas bajo los tratamientos siguieron produciendo cepas en tasas similares a las plantas testigo, tanto en los dos tratamientos en los cinco tamaños como con los tres tratamientos y la categoría III ($F= 0.23$ $gl=1$ $p= 0.6403$ y $F= 0.01$ $gl= 2$ $p= 0.9878$).

La reducción de hojas maduras en *C. palmata* bajo los tratamientos, puede ser uno de los primeros efectos evidentes de respuesta a la defoliación. Probablemente las plantas manifestarán mecanismos de compensación para reponer la pérdida de área fotosintética mediante la emisión de hojas nuevas. Este mecanismo de respuesta ha sido observado en varias especies de palma (Mendoza *et al.* 1987, Oyama y Mendoza 1990, Chazdon 1991,

Ratsirarson 1997, O'Brien y Kinnaird 1996). Sin embargo ésta respuesta puede ser lenta; Chazdon (1991) encontró que en *G. congesta* la compensación de hojas no logró restablecer el tamaño original del follaje sino hasta después de tres años de haber sido defoliada la planta.

Hasta ahora no se han visto efectos marcados en las dimensiones de las hojas de *C. palmata* bajo los tratamientos. Al respecto O'Brien y Kinnaird (1996) encontraron en su estudio con la palma asiática *Livistonia rotundifolia*, que las dimensiones de las hojas nuevas estuvieron en función de la intensidad de cosecha. En individuos tratados con defoliaciones intensas, las hojas se redujeron en tamaño hasta en un 70 % en relación a las plantas control. Este efecto fue debido a que la planta generó una mayor cantidad de hojas como respuesta compensatoria y la apertura de las hojas nuevas fue con mayor rapidez en los tratamientos intensivos, lo que resultó en una reducción drástica en las tallas de las nuevas hojas.

Para *C. palmata* la reducción en la dimensión de las hojas nuevas implicaría la reducción en las dimensiones del producto (candelas) y por ende la productividad de la misma. Este factor debe ser considerado como uno de los elementos clave en las estrategias de manejo de la especie.

Efectos en la actividad reproductiva

La producción de frutos no fue diferente entre los tratamientos 0 y 100 % con las cinco categorías de tamaño ($F= 0.64$ $gl= 4$ $p= 0.4422$), pero si fue significativa en la categoría III con los tres tratamientos ($F= 5.26$ $gl= 2$ $p= 0.0059$). En este último componente los tratamientos 50 y 100 % de poda presentaron una producción promedio mayor que los que produjeron las plantas testigo. Entre tamaños también se presentaron diferencias significativas ($F= 15.35$ $gl=4$ $p= 0.0003$), los tamaños menores fueron menos productivos que las categorías mayores (Figura 22). El análisis de regresión entre el número de mediciones y la producción de frutos indica que el 80 % de la variación en la producción está asociada al tiempo de medición ($r^2= 0.8$ $p < 0.05$), y el modelo que mejor explica fue el lineal inverso.

El aumento en la producción de frutos bajo los tratamientos que se observó en la categoría III, fue una respuesta similar a la que mostró la palma *Chamaedorea tepejilote* (Oyama y Mendoza 1990). En esta palma hubo un aumento en la producción de frutos inmediatamente después de que los individuos fueron defoliados parcialmente (25 y 50 %) en relación a las plantas testigo. Sin embargo cuando se eliminó el 100 % de sus hojas, la producción de frutos fue menor que en todos los tratamientos incluyendo el testigo. Dos años más tarde estos individuos de 100 % de poda tuvieron un mayor porcentaje relativo en la producción de frutos que el de los tratamientos parcialmente defoliados. Resultados similares obtuvo Mendoza *et al.* (1987) para la palma *Astrocaryum mexicanum* y Ratsirarson (1997) para *Neodypsis decaryi*.

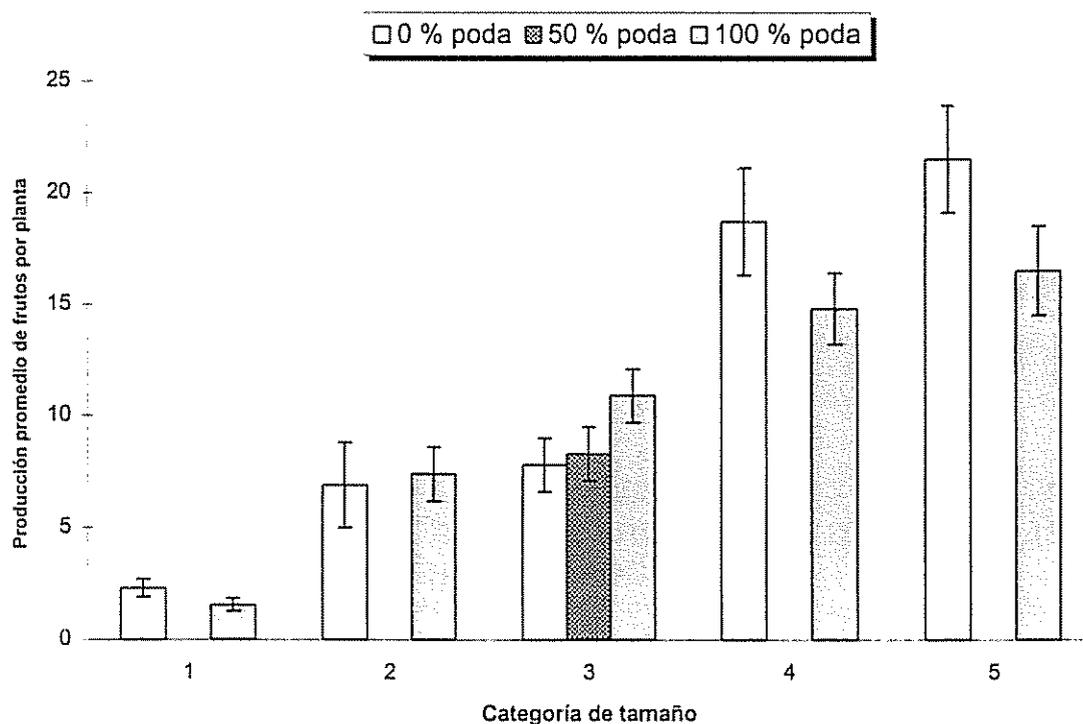


Figura 22. Producción mensual promedio de frutos entre tratamientos por categoría de tamaño durante ocho meses de muestreo (Error estándar). Únicamente la categoría tres presenta todos los tratamientos de poda, el resto presentan sólo los tratamientos 0 % y 100 %.

Oyama y Mendoza (1990) atribuyen este comportamiento a que las altas tasas de producción de hojas nuevas en respuesta a la defoliación, provee el área fotosintética necesaria para iniciar un nuevo evento reproductivo. Sin embargo esta hipótesis no puede ser aplicada a C.

palmata puesto que durante el periodo de estudio la producción de hojas no fue significativamente mayor en respuesta a los tratamientos de poda, por lo que no se puede relacionar tampoco con un aumento en la producción de frutos como respuesta a los tratamientos.

Por otra parte Chazdon (1991) encontró que en *G. congesta* los tratamientos no tuvieron un efecto similar que el presentado en las palmas antes mencionadas, puesto que no se mostró un aumento en la producción de frutos. Chazdon (1991) atribuye ésta diferencia a que la planta invierte mayores recursos para la producción de nuevos clones y no tanto para la producción de frutos. Estos nuevos clones dependen inicialmente de las reservas de carbohidratos y otros nutrientes localizadas en los clones ya establecidos.

Se hubiera esperado que el comportamiento de *C. palmata* con relación a la producción de frutos estuviese más relacionado con lo que encontró Chazdon (1991), sin embargo hasta ahora no se ha observado una tendencia en el aumento de cepas por efecto de los tratamientos. Por otra parte el aumento de la producción de frutos solo ha sido evidente en la categoría III, por lo que se requiere de un mayor tiempo de muestreo para conocer si realmente ésta será la respuesta de la especie ante los tratamientos de podas experimentales.

LA ILUMINACIÓN Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE CANDELAS DE LOS INDIVIDUOS BAJO TRATAMIENTOS DE PODA.

La población de *Carludovica palmata* estudiada estuvo distribuida entre cuatro categorías de iluminación desde el nivel 2 con iluminación indirecta lateral hasta el nivel 4 con iluminación superior y vertical, sin embargo el mayor porcentaje de los individuos estuvo ubicado entre los niveles 2, 2.5 y 3, para el nivel 4 solo se presentó un individuo. En la categoría III la distribución de los individuos respecto a la iluminación estuvo concentrada solo en tres niveles 2, 2.5 y 3. (Cuadro 12). Las plantas estudiadas fueron plantas productivas, las cuales no incluyeron individuos de regeneración; lo que puede indicar porque no se registraron categorías de iluminación más bajas (1.5).

Cuadro 12. Distribución de individuos entre las categorías de iluminación registradas por categorías de tamaño.

Categorías de tamaño	Categorías de iluminación				Individuos Totales
	2	2.5	3	4	
1	8 (7.27)	7 (6.36)	5 (4.55)	0	20
2	8 (7.27)	10.0 (9.09)	1 (0.91)	1 (0.91)	20
3	9 (8.18)	19 (17.27)	2 (1.82)	0	30
	(30.0)*	(63.3)*	(6.7)*		
4	9 (8.18)	8 (7.27)	3 (2.73)	0	20
5	5 (4.55)	15 (13.42)	0	0	20
Totales	39 (35.45)	59 (53.64)	11 (10.0)	1 (0.91)	110 (100 %)

El valor dentro del paréntesis representa el porcentaje del total de individuos. * Este valor es el porcentaje de los individuos dentro de la categoría III.

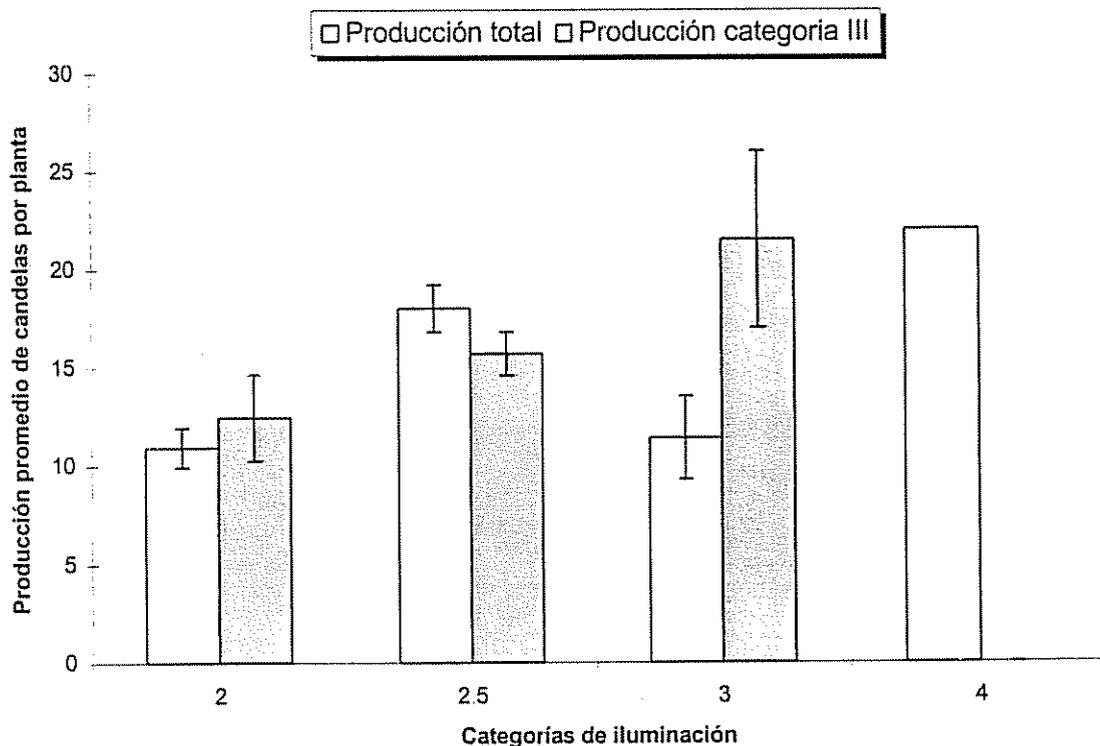


Figura 23. Producción promedio de candelas por categoría de iluminación (Error estándar).

Los efectos de la iluminación en la producción de candelas para las cinco categorías de tamaño fueron significativos ($F=6.69$ $gl=3$ $p=0.0004$), la producción de candelas fue diferente entre el nivel 2 y los niveles de iluminación 2.5 y 4 ($p < 0.05$). Las plantas con iluminación del

nivel 2 produjeron menor cantidad de candelas que el resto. El efecto de la iluminación no fue significativo en las plantas de la categoría de tamaño III ($F= 2.01$ $gl= 2$ $p= 0.1548$, Figura 23).

La maduración de hojas también estuvo influenciada por la iluminación, tanto en las candelas que maduraron antes de que el peciolo contara con 1 metro de longitud como en las que maduraron después del metro ($F=5.21$ $gl= 3$ $p= 0.0024$; $F=4.00$ $gl= 3$ $p= 0.0102$, respectivamente). En las candelas que maduraron antes del metro, las diferencias no fueron significativas entre el nivel 3 y los niveles 2 y 2.5, en promedio maduraron con este índice entre 2 y 3 hojas. En las candelas que maduraron después del metro hubo diferencias entre el nivel 2.5 con los niveles 2 y 3, puesto que con iluminación 2.5 fue mayor el grado de maduración en este criterio (Figura 24). Entre las plantas de la categoría tres no hubo significancia entre los niveles de iluminación en ninguna de las características de maduración ($< de 1 m: F=2.23$ $gl= 2$ $p= 1.282$; $> de 1 m: F= 1.00$ $gl= 2$ $p= 0.3807$).

Al parecer las categorías de iluminación 2.5 y 4 fueron las que permitieron una mejor producción de candelas en *C. palmata*. Las características lumínicas de estas categorías refieren a una iluminación lateral y directa. Uc (1995) determinó que para *C. palmata* bajo condiciones de cultivo, la mejor producción de candelas la obtuvieron plantas establecidas a cielo abierto es decir con iluminación directa. Por su parte Alarcón y Londoño (1997) señalan también que la especie en condiciones de vivero presenta una mejor germinación en condiciones bajo sombra pero el crecimiento de la especie es mejor en condiciones altas de iluminación.

Sin embargo es importante señalar que debido a que el presente estudio fue desarrollado en condiciones de campo, los individuos de *C. palmata* se encontraron distribuidos en diferentes condiciones de iluminación. Esto no permitió tener una representación adecuada de individuos para cada condición lumínica. El hecho de que solo se presentó en la muestra un individuo de la categoría 4 a pesar de haber sido el individuo más productivo, no proporciona elementos suficientes para poder afirmar que los individuos con iluminación directa resultan ser los más productivos.

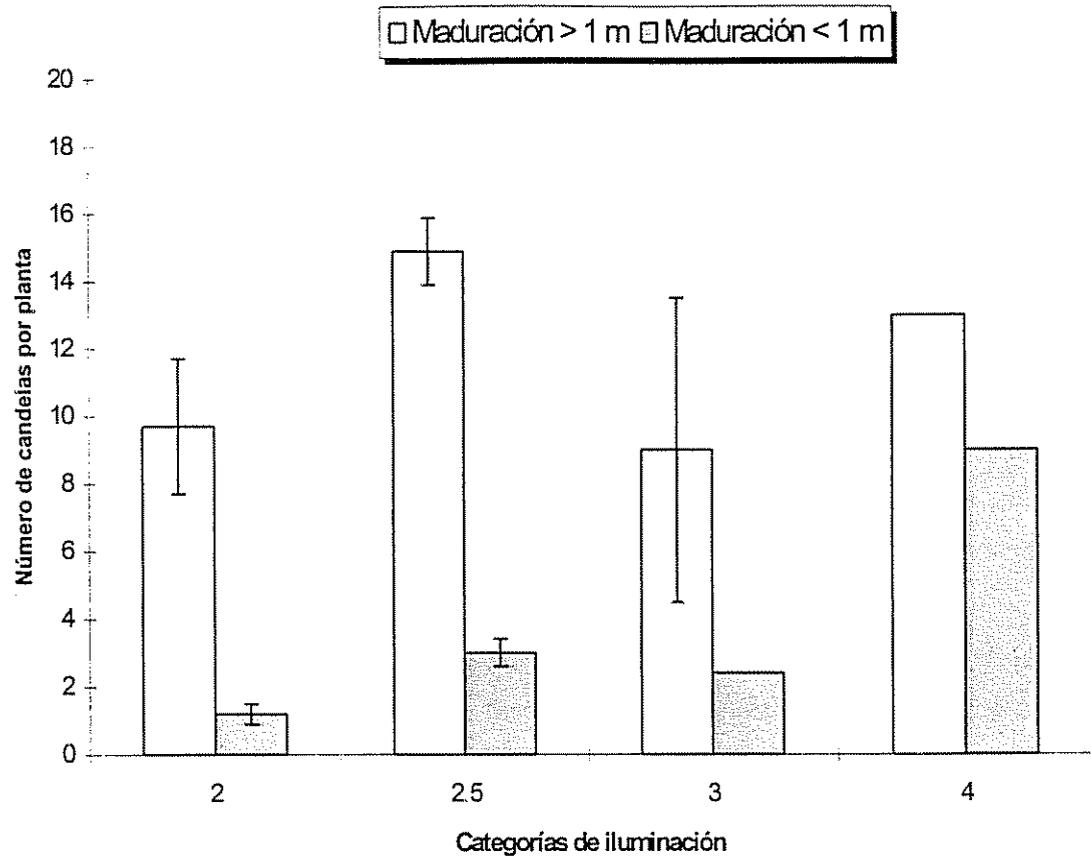


Figura 24. Maduración promedio de candelas por categoría de iluminación (Error estándar).

7. CONCLUSIONES

Las preferencias ambientales

La estructura general de la población natural de *C. palmata* muestra una distribución en forma de "J" invertida, con altas tasas de regeneración y altas tasas de mortalidad en etapas juveniles. En general la población cultivada mostró regeneración en proporciones bajas.

El nivel de iluminación incide en el porcentaje de cobertura de *C. palmata*, en el tamaño de sus individuos y en la producción de candelas aprovechables. La especie mostró una mayor proporción de individuos con condiciones de iluminación lateral tanto en la población natural como en la cultivada. La regeneración de la especie es dependiente de condiciones lumínicas bajas

El terreno plano y la base de ladera fueron las posiciones topográficas que tuvieron mayor porcentaje de cobertura de la especie, los mayores tamaños de los individuos y el mayor porcentaje de candelas aprovechables. La población cultivada se estableció sólo en ladera, así que no se logró comparar el número de candelas aprovechables entre las demás posiciones topográficas.

La vegetación de tipo charral con doseles bajos (hasta 10 metros) fue la que presentó una mayor cobertura de la especie en condiciones naturales, mayores tamaños de los individuos y mayor porcentaje de candelas aprovechables. Las plantaciones sin asocio a otro tipo de vegetación fueron las que presentaron el mayor número de candelas aprovechables.

La fenología

La máxima producción de frutos para *Carludovica palmata* se presentó durante el período de febrero-mayo, siendo opuesto al período de máxima producción de hojas nuevas (junio-septiembre).

La producción de frutos, hojas nuevas y dimensiones de las candelas están en función del tamaño del individuo.

Los tratamientos de podas experimentales

El grado de productividad de los individuos de *C. palmata* durante el periodo de muestreo fue en función de su tamaño y no tanto por influencia de los tratamientos. Las plantas de mayores dimensiones fueron más productivas y las características deseables del producto fueron también de mejor calidad.

Hasta el momento los tratamientos de poda no han sido significativos en la emisión, maduración y producción de nuevas candelas. En el crecimiento de la planta, los efectos de los tratamientos han sido evidentes solamente en la reducción del número de hojas maduras. En la reproducción, los tres tratamientos en la categoría III mostraron un efecto evidente, los individuos bajo tratamiento 50 y 100 % de poda, produjeron mayores cantidades de frutos en relación a los individuos testigo.

Posiblemente los efectos de los tratamientos experimentales de podas en *C. palmata* no han sido más evidentes en su crecimiento, actividades reproductivas y producción de candelas, porque la planta mantiene reservas suficientes que le permiten compensar la pérdida del área fotosintética, estas reservas posiblemente sean mayores que las que presentan otras especies en las que también se han practicado este tipo de tratamientos. Otra razón es que el tiempo de muestreo empleado en el presente estudio no ha sido suficiente para determinar claramente tales efectos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, R. y Londoño, T. 1997. Manejo de la palma toquilla (*Carludovica palmata* Ruiz y Pavón), en la zona de influencia del Parque Nacional Yasuní, Napo, Ecuador. Estudios biológicos de la conservación. Ecociencia. Quito. 375-392.
- Barrantes, J.C., Carmona, M., Díaz, M., Duro, J.M., Ling, F., Ocampo, R., Villalobos, R. 1994. Diagnóstico y resultados de investigación en la región Baja de Talamanca, Costa Rica. Documento de trabajo No. 5. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 42 p.
- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. *Biotropica*. 24(1): 31-42.
- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Science Ed. Oxford. 1068 p.
- Bennett, B. C., Alarcón R., Ceron C. 1992. The ethnobotany of *Carludovica palmata* Ruiz y Pavon (Cyclanthaceae) in Amazonian Ecuador. *Economic Botany*. 46(3): 233-240.
- Clark, D. A., Clark, D. B., Sandoval, R. y Castro, M. V. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. *Ecology*. 76(8): 2581-2594.
- Clark, D. B., Clark, D. A. y Read, J. M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology*. 86: 101-112.
- Clark, D.A., Clark, D.B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*. 62(3): 315-344.
- Chazdon, R. 1991. Effects of leaf and ramet removal on growth and reproduction of *Geonoma congesta*, a clonal understorey palm. *Journal of Ecology*. 79: 1137-1146.
- Flores, L., Ling, F. 1995. Artesanía en Talamanca: el Sémko y los colorantes naturales. Documento de trabajo No. 11. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 7 p.
- Foster, R. B. 1982. Famine on Barro Colorado Island. In *The Ecology of Tropical Forest: Seasonal Rhythms and long-term changes* (E.G. Leigh, Jr, A.S. Rand and D. M. Windsor, eds). 201-212 p. Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- Gottsberger, G. 1991. Pollination of some species of the Carludovicoidae, and remarks on the origin and evolution of the Cyclanthaceae. *Bot. Jahrb. Syst.* 113. 2/3. 221-235.
- Hall, P., Bawa, K. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany*. 47(3): 234-247.
- Harling, G. 1958. Monography of the Cyclanthaceae. *Acta Horti Bergiani*. Band 18 (N :01).

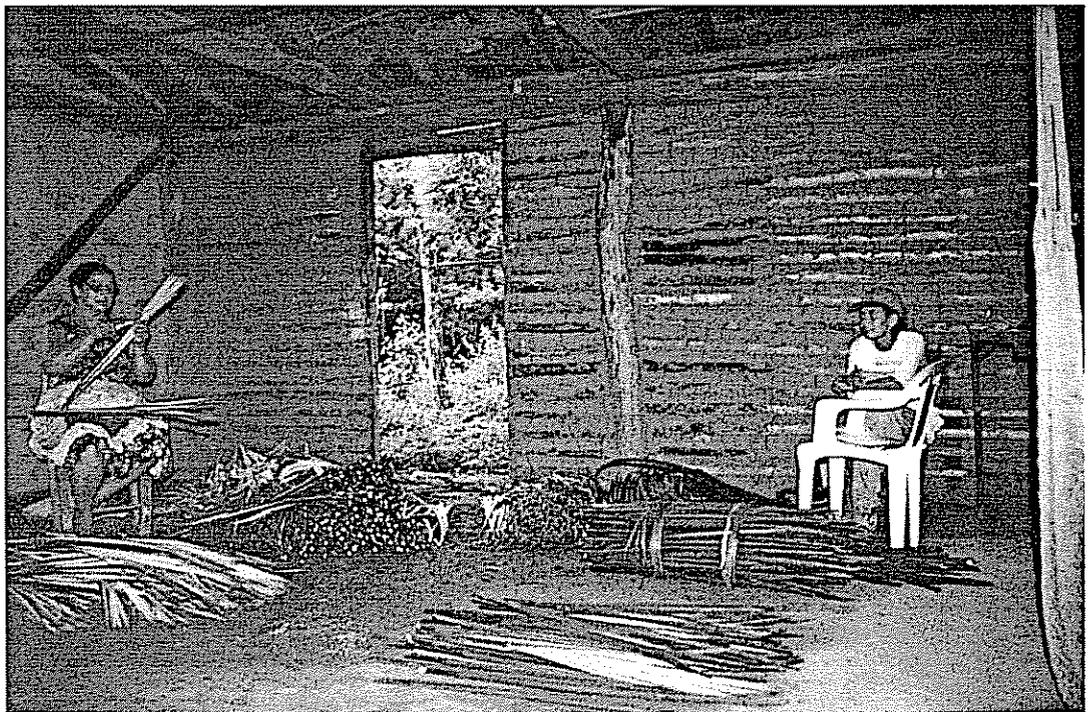
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.
- IICA-Holanda/LADERAS. 1996. Seminario taller proyecto microrregional, conceptualización y metodología. Memoria. Santa Bárbara, Honduras. 91 p.
- International Tropical Timber Organization (1992). ITTO guidelines for sustainable management of natural tropical forests.
- Kahn, F. 1987. Distribution of palms as a function of local topography in Amazonian terra-firme forest. *Experientia* 43: 251-259.
- Lammerts, E. M.; Blom, E.M. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards: Principles criteria indicators. The Tropenbos Foundation. 82 p.
- Leigue, A. L. S. 1997. Elementos ecológicos para la silvicultura de *Quassia amara* en Talamanca, Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 93 p.
- Ling, F. (inédito). Caracterización de *Carludovica* sp. en Talamanca y Teribe. Proyecto OLAFO-CATIE.
- Maas, I.R.E. 1996. Caracterización de la sostenibilidad de ocho unidades productivas en el área del pueblo Teribe, Provincia de Bocas del Toro, Panamá. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 242 p.
- Marmillod, D.; Ocampo, R.; Robles, G.; Chinchilla, M. (1995). Evaluación de recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de los bosques tropicales: Las experiencias CATIE-OLAFO en América Central. In Köhl, M.; Bachmann, P.; Brassel, P.; Preto, G.; Eds. The Monte Ventá conference of forest survey designs, "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Zurich, Swiss Federal Institute of Technology. Pp: 132-140.
- Mendoza, A., Piñero, D. y Sarukhán, J. 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology*. 75: 545-554.
- Ministerial Conference on the protection of forests in Europe, Helsinki, Finland (1994). European criteria and most suitable quantitative indicators for sustainable forest management.
- Murali, K. S., Shankar, U., Shaanker, U., Ganeshaiyah, K.N., Bawa, K.S. 1996. Extraction of non-timber forest products in the forest Belligri Rangan Hills, India: Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure and species composition. *Economic Botany*. 50(3) :252-269.

- O'Brien T. G. y Kinnaird, M. 1996. Effect of harvest of leaf development of the Asian palm *Livistona rotundifolia*. *Conservation Biology*. 10(1): 53-58.
- Oyama, K. y Mendoza, A. 1990. Effects of defoliation on growth, reproduction, and survival of a neotropical dioecious palm, *Chamaedorea tepejilote*. *Biotropica*. 22(2): 119-123.
- Panayotou, T ; Ashton, P.S. 1992. Not by timber alone: Economics and ecology for sustaining tropical forest. Washington, D.C. Island Press. 283 p.
- Peters, C.M. 1996. The ecology and management of non-timber forest resources. World Bank Technical Paper Number 322. The World Bank. Washington, D.C. 157 p.
- Ratsirarson, J. A., Silander, J. A. y Richard, A. F. 1996. Conservation and management of a threatened Madagascar palm species, *Neodypsis decaryi*, Jumelle. *Conservation Biology* 10(1): 40-52.
- Tuomisto, H. y Ruokolainen, K. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science*. 5: 25-34.
- Uc, D. R. 1995. El cultivo de la palma jipi (*Carludovica palmata* Ruiz y Pavón): Aprovechamiento y características agronómicas en la parte norte del estado de Campeche. Tesis de Ingeniería en Agronomía. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mexico. 111 p.
- Vásquez, R. y Gentry, A.H. 1989. Use and misuse of forest-harvest fruits in the Iquitos area. *Conservation Biology*. 3:350-351.
- Wilder, G.J. 1977. Structure and symmetry of species of the *Asplundia* group (Cyclanthaceae) having sympodial vegetative axes: *Evodianthus funifer* and *Carludovica palmata*. *Bot. Gaz.* 138(2):219-135.

ANEXO 1



Planta de *Carludovica palmata*



Artesana extrayendo fibra de candelas de *Carludovica palmata*. Honduras



Secado al sol de las fibras de *Carludovica palmata*. Honduras



Fabricación de escobas de fibras gruesas de *Carludovica palmata*. Honduras



Artesana tejiendo sombrero con las fibras de *Carludovica palmata*. Honduras



Artesanías de "Junco" (*Carludovica palmata*). Centro Cultural Hibueras, Honduras