

## CRECIMIENTO DE NUEVE ESPECIES DE PALMAS ORNAMENTALES CULTIVADAS BAJO UN GRADIENTE DE SOMBRA

Marco V. Gutiérrez<sup>1/</sup>\*, Kenneth Jiménez\*

**Palabras clave:** ambientes protegidos, Arecaceae, casas de mallas, luz, microclima, trópicos.  
**Keywords:** Arecaceae, light, sheltered environments, microclimate, palms, shadehouses, tropics.

Recibido: 07/04/06

Aceptado: 31/10/06

### RESUMEN

Se evaluó el crecimiento de 9 especies de palmas cultivadas bajo un gradiente de sombra producido por mallas de polipropileno negro de 40, 50, 60, 70 y 80% de sombra, más un tratamiento de malla aluminizada de 70%, y uno con plantas a pleno sol. Las especies evaluadas fueron *Caryota mitis* (cola de pez), *Chamaedorea costaricana* (pacaya), *Chamaedorea tepejilote* (tepejilote), *Dypsis lutescens* (areca), *Licuala elegans* (licuala), *Phoenix roebelenii* (fénix), *Ptychosperma macarthurii* (palma macarthur), *Roystonea regia* (palma real), y *Veitchia merrillii* (navideña). Se midió la altura de las plantas, la longitud de las hojas maduras, y el número de hojas cosechadas, durante 5 cosechas por 2 años. En general, la altura de las plantas y la longitud de las hojas fueron menores a 0-40% de sombra, se incrementaron a 50-70%, y decrecieron a 80%. *C. mitis*, *C. tepejilote*, *L. elegans* y *P. macarthurii*, se comportaron como especies obligadas de sombra y no sobrevivieron a pleno sol. *C. costaricana* y *D. lutescens* sobrevivieron a plena exposición solar, y su crecimiento alcanzó valores máximos a 50-60%. *P. roebelenii*, *R. regia*, y *V. merrillii* mostraron un crecimiento reducido a 0-40%, pero éste mejoró bajo los demás niveles de sombra a lo largo del gradiente. En general, 1-2 años es un periodo apropiado para el cultivo de palmas de crecimiento rápido (*R. regia*, *Chamaedorea* spp., *D. lutescens*) en casas de mallas. Palmas de lento crecimiento (*L.*

### ABSTRACT

**Growth of nine ornamental palm species cultivated under a shade gradient.** We evaluated the growth of 9 ornamental palm species kept under a shade gradient created by black polypropylene screens that yielded 40, 50, 60, 70 and 80% shade, plus a 70% aluminized-net shade treatment and a control consisting of plants grown under full sun. The species evaluated were *Caryota mitis*, *Chamaedorea costaricana*, *Chamaedorea tepejilote*, *Dypsis lutescens*, *Licuala elegans*, *Phoenix roebelenii*, *Ptychosperma macarthurii*, *Roystonea regia*, and *Veitchia merrillii*. Plant height, length of the youngest fully expanded leaf, and number of leaves per plant were measured during a two-year period. In general, plant height and leaf length were lower under 0-40% shade, increased under 50-70%, and declined under 80%. *C. tepejilote*, *C. mitis*, *L. elegans* and *P. macarthurii* behaved as obligate shade plants and did not survive under full sun. *C. costaricana* and *D. lutescens* survived full sun exposure, but their growth reached highest values under 50-60%. *P. roebelenii*, *R. regia* and *V. merrillii* showed reduced growth at 0-40%, but growth improved under all other shade levels employed. In general, 1-2 years are appropriate for nursering fast-growing palms (*Chamaedorea* spp, *D. lutescens*, *R. regia*) in tropical shade houses. Slow-growing palms (*L. elegans*) may be kept for 3-5 years in a shade house. Strategies for the use of shade

1/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: marcogs@cariari.ucr.ac.cr

\* Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica.

*elegans*) pueden permanecer 3-5 años en una casa de sombra. Se discute estrategias para el uso de gradientes de sombra en el tiempo y en el espacio, según la utilidad y los requerimientos de las especies, los requisitos establecidos por el mercado, y el ciclo de producción del material vegetal.

## INTRODUCCIÓN

La familia Arecaceae (palmas) se distingue por su gran abundancia y su alta diversidad morfológica y funcional. Hay aproximadamente 200 géneros con 1500 especies de palmas en el mundo, de los cuales 67 géneros con 550 especies se encuentran naturalmente en América tropical. La región centroamericana es rica en palmas y contiene aproximadamente 25 géneros y 150 especies. Los géneros *Chamaedorea*, *Bactris* y *Geonoma*, que contienen un tercio de todas las especies de palmas del Neo-tropico, poseen el mayor número de especies identificadas en Costa Rica (Grayum 2003).

La importancia etno-botánica de las palmas es también innegable. Las culturas Amerindias y las sociedades modernas han dependido de ellas como fuente de materias primas, pues incluyen especies comestibles, productoras de aceite y fibras, de uso industrial, medicinal y ornamental. Los frutos de las palmas y las semillas son una fuente de alimento importante para una gran diversidad de animales silvestres y domésticos. En Costa Rica, las palmas son un componente importante del creciente sector agro-exportador de plantas ornamentales y follajes, de prominencia económica durante los últimos 5 años ( $\cong$  \$135 millones en el 2005), solo inferior a los productos agrícolas tradicionalmente exportados (banano, piña, café y melón) (Procomer 2005).

La distribución de las palmas está restringida casi exclusivamente a los trópicos, donde se han diversificado para ocupar una gran variedad de habitats y desempeñar importantes funciones en los ecosistemas (Svenning 2001). La precipitación (Corner 1966, Bjorholm *et al.* 2005) y las

gradients in time and space, according to the requirements and economic uses of palm species, market requirements, and plant production cycles, are discussed.

condiciones topográficas (Kessler 2000) y edáficas (Henderson *et al.* 1995, Clark *et al.* 1995) parecen controlar la distribución actual de estas especies en diferentes ambientes. En estos sitios, los miembros de la familia Arecaceae experimentan condiciones contrastantes de luz, temperatura y humedad del aire, velocidad del viento, de propiedades topográficas y edáficas (Kessler 2000, Svenning 2001). Este alto potencial de adaptación y aclimatación a diversos ambientes puede ser explotado en los intentos de utilización de palmas nativas e introducidas como materiales ornamentales, tanto en condiciones de interior como en exteriores, entre las que los niveles de luz y otras variables ambientales pueden variar sustancialmente.

Sin embargo, la transferencia de plantas silvestres a ambientes agrícolas, ecológicamente modificados, es usualmente acompañada por el desarrollo de diversos tipos de estrés tanto abiótico (debido a factores físico-químicos del ambiente) como biótico (plagas y enfermedades). Por lo tanto, un requisito para el cultivo apropiado de estas plantas es la medición y el control de las variables ambientales en los sitios de producción, y la determinación de la manera en que estas se relacionan con el estado fisiológico de las plantas, su crecimiento, y los problemas sanitarios encontrados bajo producción intensiva. Muchas especies de palmas deben ser expuestas a altos niveles de luz para expresar su potencial de crecimiento, aunque en su ambiente natural atraviesan su juvenilidad (2-3 primeros años de vida) creciendo bajo condiciones de luz parcial. Muchas palmas son cultivadas bajo luz parcial, donde el crecimiento es menor pero la apariencia de las plantas y la calidad de las hojas pueden mejorar.

Aclimatizadas adecuadamente, un gran número de especies de palmas son capaces de residir en ambientes con muy poca luz durante largos períodos. Estas condiciones se pueden obtener mediante el uso de sombra natural en sistemas agro-forestales, o a través de la construcción de ambientes modificados como invernaderos y casas de mallas.

El objetivo de esta investigación fue comparar el efecto de 7 niveles de sombra, producidos mediante el uso de mallas, sobre el crecimiento y la producción de hojas de 9 especies de palmas ornamentales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del experimento

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, localizada en el Barrio San José de Alajuela, a 10°1' N y 84° 16'O, y a 840 msnm. de elevación. El estudio se realizó de diciembre de 1996 a noviembre de 1998. Detalles sobre el clima de la Estación Experimental pueden encontrarse en Gutiérrez *et al.* (1997). El diseño, las dimensiones, y el ambiente lumínico en el interior de la casa de mallas utilizada en este estudio se describen en Gutiérrez *et al.* (2002).

### Diseño experimental y material vegetal

Se empleó un diseño experimental irrestricto al azar, en franjas, con 2 tratamientos: 1) la especie; y 2) el porcentaje de sombra producido por los diferentes tipos de sarán utilizados. El tratamiento conformado por las especies fue asignado al azar y el porcentaje de sombra fue aplicado como franjas con 4 repeticiones. La parcela experimental constó de 8 plantas y la parcela útil de 4 plantas. El número de mediciones de cada variable fue de 16. Se utilizó 6 porcentajes de sombra, 5 producidos por mallas de color negro de 40 , 50 , 60, 70, y 80%, más un tratamiento de

70% de sombra producido por malla aluminizada de Aluminet® (70%A), y un tratamiento control compuesto por plantas cultivadas a plena exposición solar (0%). Se determinó el crecimiento de las plantas mediante evaluaciones periódicas de la altura de las plantas, el número de hojas, y la longitud de las hojas. Se realizó 5 cosechas separadas de hojas, por un intervalo de aproximadamente 6 meses (Dic. 1996, Junio 1997, Nov. 1997, Junio 1998, Nov. 1998).

Se evaluó 9 especies de palmas (Cuadro 1): *Caryota mitis* (cola de pez), *Chamaedorea costaricana* (pacaya), *Chamaedorea tepejilote* (tepejilote), *Dypsis lutescens* (areca), *Licuala elegans* (licuala), *Phoenix roebelenii* (fénix), *Ptychosperma macarthurii* (palma macarthur), *Roystonea regia* (palma real), y *Veitchia merrillii* (navideña). Las plantas fueron producidas a partir de semillas que germinaron en un enraizador. Las plántulas se sembraron en bolsas plásticas de color negro de 20 cm. de alto y 10 cm. de diámetro. Se dispuso de una planta por bolsa, excepto en los casos de las "palmeras múltiples" *C. lutescens* que se mantuvo con 5 tallos por bolsa y *C. costaricana* que se mantuvo con 3 tallos por bolsa.

En setiembre de 1996 y luego de un periodo de aclimatización, las plantas de aproximadamente 4 meses de edad se trasladaron del enraizador a la casa de mallas para el inicio de las evaluaciones. En marzo de 1997, las plantas se transplantaron a bolsas de plástico negro de 30 cm. de altura y 30 cm. de diámetro, con un sustrato compuesto por suelo más cascarilla de arroz (3:1) y cal. El suelo de la casa de sarán fue cubierto con plástico negro sobre el cual se colocaron las bolsas con las plantas evaluadas, con el objeto de reducir el crecimiento de las raíces fuera de las bolsas. La cobertura del suelo permitió el drenaje del agua de lluvia natural o del riego por aspersión, aplicado 2 veces por semana durante la estación seca y el veranillo de San Juan, que típicamente se presentó en el mes de Julio. Las plantas se trataron con fungicidas, insecticidas, y con fertilizantes foliares, semanalmente durante la estación lluviosa y cada 2 semanas durante la

estación seca. Además se realizaron aplicaciones mensuales de fertilizante completo al sustrato.

### Mediciones de crecimiento

Fueron medidas las variables: 1) altura de las plantas, la cual se midió desde la base de las plantas hasta el nivel medio de las hojas completamente expandidas excluyendo la hoja flecha; 2) longitud de la hoja más joven completamente expandida; y 3) número de hojas. La hoja más joven completamente expandida fue usualmente la hoja en posición 3 ó 4 por debajo de las hojas jóvenes en proceso de expansión. Estas variables son importantes porque determinan la calidad del follaje (tamaño y color de las hojas), el rendimiento (número de hojas), y los requerimientos de infraestructura y de comercialización, dictados parcialmente por la altura de las plantas. Las 5 cosechas o evaluaciones se realizaron en Diciembre 1996, Junio 1997, Noviembre 1997, Junio 1998 y Noviembre 1998. Las especies *C. mitis*, *C. tepejilote*, *L. elegans* y *P. macarthurii*, no sobrevivieron a plena exposición solar (0%), por lo que fueron evaluadas únicamente en Diciembre 1996 bajo dicha condición. La palma real, *R. regia*, rápidamente alcanzó alturas cercanas a los 2 m, por lo que fue evaluada 3 veces (Diciembre 1996, y Junio y Noviembre 1997).

El análisis estadístico se efectuó utilizando el sistema InfoStat, mediante el análisis de varianza y la aplicación de la prueba estadística SNK para diagnosticar la significancia de diferencias en la respuesta de las siguientes variables: a) cosecha; b) altura de las plantas; c) longitud de las hojas maduras; y d) número de hojas.

## RESULTADOS

Las palmas evaluadas diferían naturalmente en origen, hábitat (Cuadro 1), altura, tamaño de las hojas, y número de hojas por planta (Figuras 1-3). Durante la última evaluación realizada en Noviembre 1998, la altura promedio de las plantas varió entre 0,45 m en *L. elegans* (50%

sombra), y 2,5 m en *C. tepejilote* (70% sombra). La longitud de la hoja más joven completamente expandida varió entre 0,35 m en *L. elegans* y 1,5 m en *C. tepejilote* (50% y 70% sombra, respectivamente). El número de hojas promedio varió entre <5 en *C. tepejilote* en Noviembre 1997 hasta 24 en *P. roebelenii* (60% sombra). La respuesta de las 9 especies al gradiente de sombra fue igualmente variada.

Las especies de palmas evaluadas fueron agrupadas en 3 categorías según su respuesta a la sombra (Figuras 1-3). *C. mitis*, *C. tepejilote*, *L. elegans* y *P. macarthurii*, se comportaron como especies obligadas de sombra (esciófitas), y no sobrevivieron a plena exposición solar (sombra de 0%), que causó blanqueamiento de las hojas y muerte de las plantas (Figura 1). En estas especies, la sombra tuvo un efecto favorable sobre el crecimiento, pero los niveles de sombra >50-60% resultaron en reducciones en las características de las hojas, especialmente en *C. tepejilote*, *C. urens*, y *P. macarthurii*. Estos resultados concuerdan con la exclusión natural de muchas especies de palmas de ambientes muy soleados (Chazdon 1986) y reafirman la importancia del uso de la sombra en la producción sostenible de palmas ornamentales.

Las especies *C. costaricana* y *D. lutescens* sobrevivieron a plena exposición solar, pero su crecimiento mejoró sustancialmente conforme aumentó la sombra, alcanzando valores máximos bajo 50-60% (Figura 2). Los niveles de sombra superiores no afectaron las características de las hojas, aunque pudieron causar un incremento de su tamaño y número, estadísticamente no significativo. Las especies *P. roebelenii*, *R. regia*, y *V. merrillii* también mostraron un crecimiento reducido a bajos niveles de sombra (0-40%) (Figura 3). Sin embargo, el crecimiento mejoró sustancialmente a partir de la sombra de 40% y se mantuvo constante a lo largo del gradiente de sombra, aunque al menos una de las variables evaluadas se redujo significativamente bajo sombra alta.

La aclimatización a la sombra se hizo evidente a partir de la primera evaluación realizada 6 meses después de la instalación de las palmas

Cuadro 1. Características generales y uso de las nueve especies de palmas estudiadas.\*

Especie y nombre común	Origen, características morfológicas, y usos
<i>Caryota mitis</i> (cola de pez)	Exótica, introducida del sureste asiático. Monoica. Monocárpica. Crece mejor bajo sombra parcial. Palma decorativa y para la producción de follaje de corta.
<i>Chamaedorea costaricana</i> (pacaya)	Neotropical (Mesoamérica). Crece mejor a la sombra. Palma decorativa de tallos múltiples y de follaje de corta.
<i>Chamaedorea tepejilote</i> (tepejilote)	Neotropical. Monopodial. Crece mejor a la sombra. Palma decorativa. Inflorescencia inmadura comestible.
<i>Dypsis lutescens</i> (areca, palmera múltiple)	Exótica, introducida de Madagascar donde hoy es rara. Crece mejor bajo sombra parcial. Palma decorativa y para la producción de follaje de corta.
<i>Licuala elegans</i> (licuala, totuma)	Exótica, originaria del norte de Australia y Nueva Guinea. Crece mejor a la sombra pero se establece bien al sol. Monopodial con hojas palmeadas. Palma decorativa para jardines e interiores, frutos coloridos.
<i>Phoenix roebelenii</i> (fénix, datilera enana)	Exótica, nativa desde las Canarias hasta Sumatra. Dioica. Crece a pleno sol como adulta. Palma decorativa y para la producción de follaje de corta.
<i>Ptychosperma macarthurii</i> (bambucillo, palma macarthur)	Exótica, introducida del noreste de Australia y Nueva Guinea. Palma multicaule, inerme, de 5-7 m altura. Decorativa para parques y jardines, frutos coloridos.
<i>Roystonea regia</i> (palma real)	Neotropical (Cuba). Monoica. Como adulta crece a pleno sol. Tolera temperaturas relativamente bajas del subtropical y del Mediterráneo. Palma decorativa utilizada en avenidas, jardines y parques.
<i>Veitchia merrillii</i> (navideña, adonidia)	Exótica, introducida de la Polinesia y las Filipinas. Monoica. Crece a pleno sol como adulta. Palma decorativa para jardines e interiores.

\* Henderson *et al.* 1995, Whisler 2000.

en la casa de mallas (Figuras 1-3), y se manifestó mejor después del primer año de crecimiento en cambios significativos ( $p < 0,05$ ) en la altura de las plantas y en el tamaño de las hojas. El número de hojas pareció más independiente de la sombra, excepto en *P. roebelenii* y *C. mitis*, que mantuvieron un mayor número de hojas a 60-70% sombra. Estudios realizados en *P. macarthurii* en otras latitudes coinciden con estos resultados (Broschat *et al.* 1989); las plantas mantenidas a la sombra (flujo fotosintético de fotones, PPF<sub>D</sub> = 570  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) por 2 meses mostraron mejoras en el color de las hojas en comparación con plantas cultivadas al sol (PPFD = 2100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), y 6 meses a la sombra

provocaron cambios en la altura de las plantas y la producción de hojas. En un estudio anterior no se registraron cambios significativos en el color de las hojas (Gutiérrez *et al.* 2002).

En general, la altura de las plantas y la longitud de las hojas fueron menores a niveles bajos de sombra (0-40%), se incrementaron a niveles moderados (50-70%), y decrecieron de nuevo bajo los mayores porcentajes de sombra empleados (80%). Sin embargo, en *C. urens*, *L. elegans* y *P. macarthurii*, el cultivo bajo sombra moderada (40-50%), permitió el mejor crecimiento de las plantas, y valores de sombra altos (60-80%) resultaron en disminuciones en la

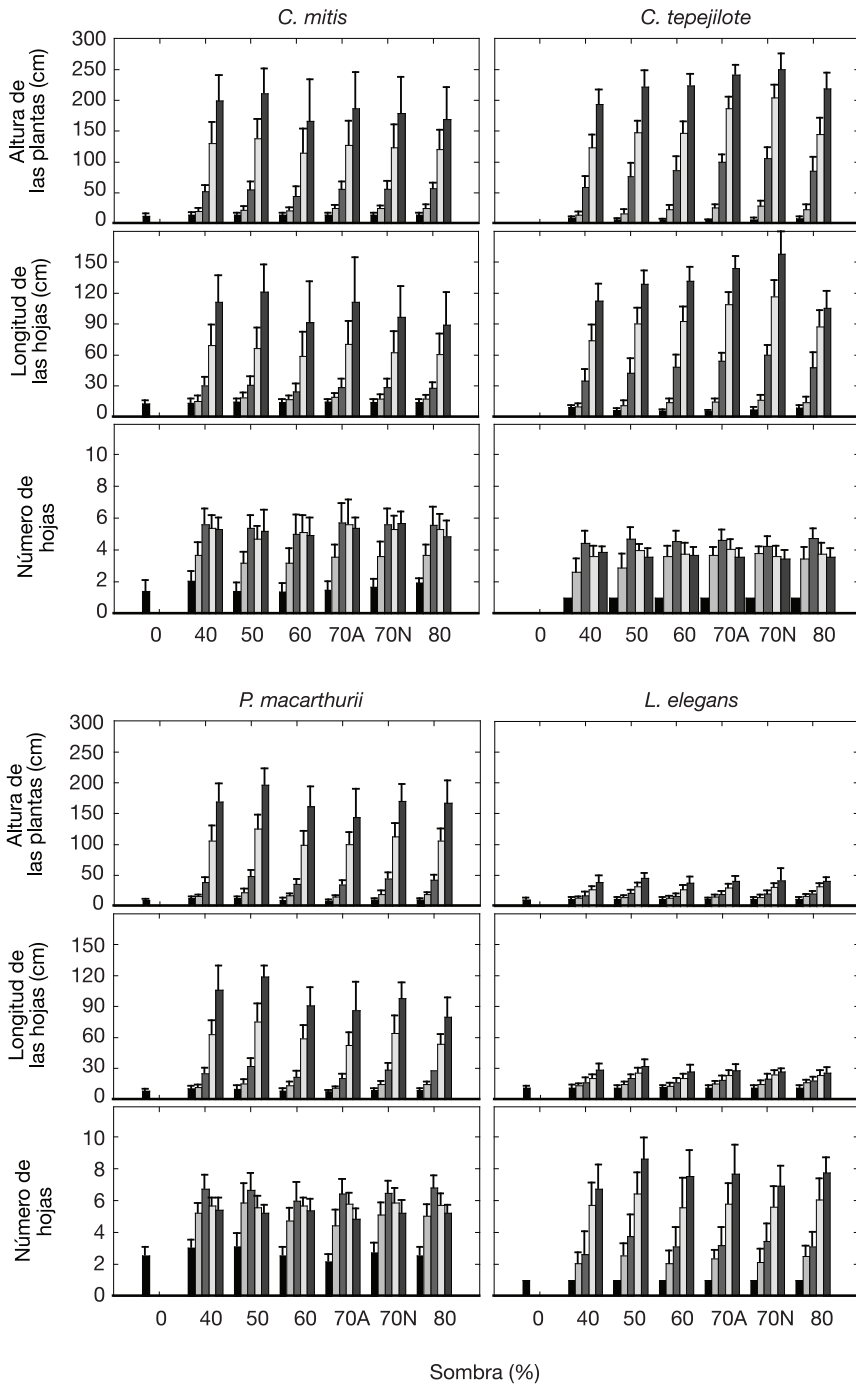


Fig. 1. Crecimiento en altura, longitud de las hojas maduras y número de hojas de *C. mitis*, *C. tepejilote*, *L. elegans* y *P. macarthurii* cultivadas en una casa de mallas bajo un gradiente de sombra. Las barras representan el promedio de 16 plantas  $\pm$  EE correspondientes a las evaluaciones realizadas durante 2 años: ■ Dic. 1996, □ Jun. 1997, ▒ Jun. 1998 y ▓ Nov. 1998.

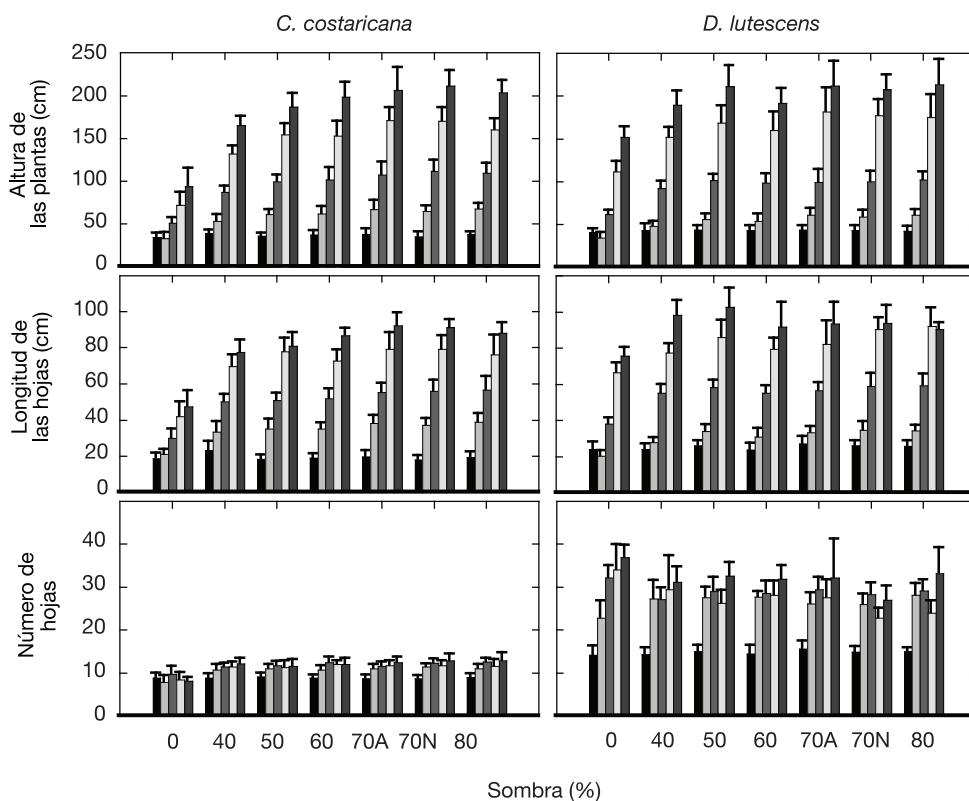


Fig. 2. Crecimiento en altura, longitud de las hojas maduras y número de hojas de *C. costaricana* y *D. lutescens* cultivadas en una casa de mallas bajo un gradiente de sombra. Las barras representan el promedio de 16 plantas  $\pm$  EE correspondientes a las evaluaciones realizadas durante 2 años: ■ Dic. 1996, □ Jun. 1997, ▒ Nov. 1997, ◻ Jun. 1998 y ◼ Nov. 1998.

altura de las plantas y en la calidad de las hojas. La altura de las plantas y la longitud de las hojas se incrementaron ( $p < 0,05$ ) durante el transcurso del experimento (Figuras 1-3). El efecto de la sombra fue más pronunciado en estados tempranos del desarrollo y disminuyó conforme la edad de las plantas incrementó, lo que permitiría esperar una estabilización de la cosecha después de aproximadamente 1-1,5 años de crecimiento a la sombra. El número de hojas se incrementó con la edad en algunas especies (*P. roebelenii*, *L. elegans*), se mantuvo relativamente constante (*V. merrillii*, *C. lutescens*, *C. costaricana*) y decreció (*P. macarthurii*, *C. tepejilote*) en otras.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la altura de las plantas, el tamaño y el número de las hojas, durante la evaluación realizada al inicio del experimento, lo que garantizó la uniformidad del material vegetal y la ausencia de efectos pre-experimentales ( $p < 0,05$ ). La ausencia de variaciones espaciales en otras variables ambientales, como la temperatura y la humedad del aire, o las propiedades del sustrato en el interior de la casa de mallas (Gutiérrez *et al.* 2002), garantizó que los efectos sobre el crecimiento observados en las palmas se debieron predominantemente a los tratamientos de sombra.

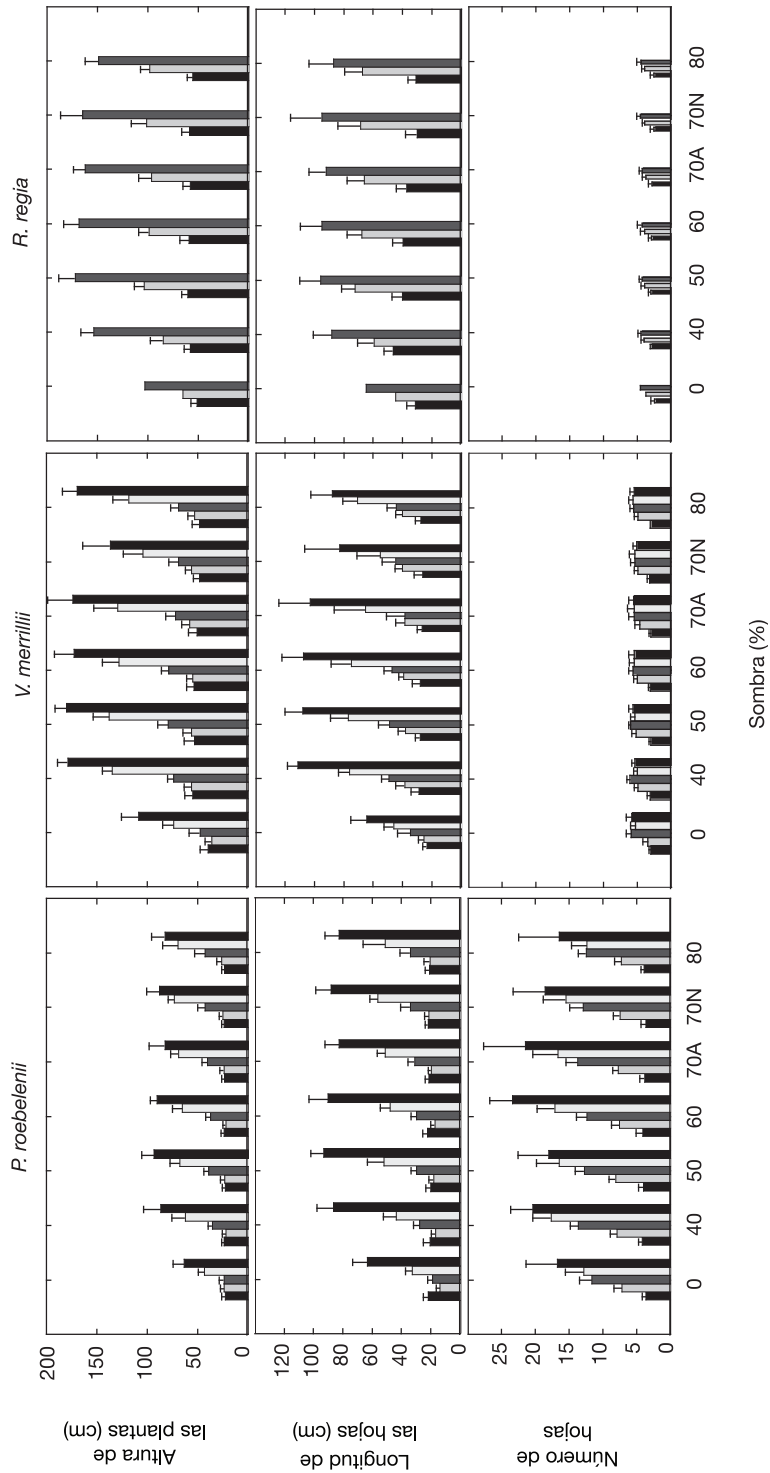


Fig. 3. Crecimiento en altura, longitud de las hojas maduras y número de hojas de *P. roebelenii*, *R. regia* y *V. merrillii* cultivadas en una casa de mallas. Las barras representan el promedio de 16 plantas  $\pm$  EE correspondientes a las evaluaciones realizadas durante 2 años: ■ Jun. 1996, ■ Jun. 1997, ■ Nov. 1997, ■ Nov. 1998 y ■ Nov. 1998.



## DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran una relación entre el ambiente lumínico de las palmas y su crecimiento vegetativo. La sombra moderada (40-50%) causó ajustes rápidos (6 meses) en la altura de las plantas y la expansión de las hojas; se ha documentado que estos cambios involucran modificaciones en al menos las relaciones hormonales, nutricionales y ecológicas de estas plantas (Cline 1991, Cannell y Grace 1993, Schmitt y Wulff 1993). Esta respuesta fue probablemente temporal (Porter 1999) y propia de las palmas jóvenes, porque la sombra excesiva por periodos prolongados puede resultar más bien en reducciones del crecimiento y de la producción de hojas. Efectivamente, las hojas de las plantas cultivadas bajo mayor PFD (0-40% sombra) fueron de menor tamaño, pero esta respuesta se obtuvo también en las palmas creciendo bajo sombra de 80%, al final del experimento. Estos ajustes en las propiedades de las hojas han sido bien documentados para plantas de sol y de sombra (Boardman 1977, Givnish 1988), e involucran cambios químicos, morfológicos, y fisiológicos. Balances de carbono negativos, por largos periodos, resultan en plantas más pequeñas que finalmente sucumben a las presiones bióticas y abióticas del medio.

Los ajustes en la altura de las plantas y el tamaño de las hojas fueron más plásticos que los cambios en el número de hojas, que varió menos en la mayoría de las especies evaluadas durante 2 años. Este importante componente del rendimiento es determinado parcialmente por diferencias filogenéticas en la longevidad de las hojas y en la estrategia de producción del follaje, que pueden ser difícilmente modificadas por las manipulaciones experimentales (Poorter 1999). La ausencia de crecimiento secundario en las palmas puede ser un determinante clave de la relativa estabilidad del número de hojas a lo largo del gradiente de sombra y a través del tiempo.

La disponibilidad de luz controla el crecimiento, la producción de hojas, el tamaño de las plantas, y la acumulación de las reservas nutritivas necesarias para la reproducción, y por

lo tanto tiene profundos efectos sobre la frecuencia, el éxito reproductivo, y la producción de semillas. En su ambiente natural las palmas del sotobosque alcanzan el punto de compensación y de saturación de luz a valores de PFD de 3-4 y 200-400  $\mu\text{mol}$  de fotones  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente (Chazdon y Fetcher 1984, Chazdon 1986). Las mediciones realizadas en la casa de mallas utilizada en este estudio (Gutiérrez *et al.* 2002) mostraron que los niveles de luz fueron superiores al punto de compensación de luz de las palmas durante la mayor parte del día, lo que permitió el crecimiento de todas las especies bajo todos los niveles de sombra empleados.

Estos estudios también muestran que las palmas exhiben mayor crecimiento y reproducción cuando se encuentran en los bordes de los claros y en el interior de claros pequeños, donde reciben menos de 3,5  $\text{mol m}^{-2}$  de fotones  $\text{día}^{-1}$ , mientras que condiciones más contrastantes como la sombra profunda ( $<0,5 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) o los claros grandes o sitios abiertos ( $>10 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) resultan en la represión del crecimiento e inclusive en la muerte de los individuos (Chazdon 1986). En el campo, las condiciones topográficas y edáficas deben sumarse al efecto de la luz en el control del crecimiento de diversas especies de palmas, en vista de que algunas especies crecen en asociaciones edáficas dependientes de gradientes en diversas propiedades del suelo (Clark *et al.* 1995). La frecuencia y la diversidad de las asociaciones micorrízicas formadas por las palmas es también reconocida (Janos 1977, 1995).

La selección del mejor tratamiento de sombra para cada especie depende del uso futuro de las palmas como ornamentales en ambientes exteriores, o para interiores como plantas decorativas en macetas, donde se prefieren individuos más compactos con hojas más pequeñas. Si las palmas son cultivadas para la colección de follaje, pueden seleccionarse los tratamientos de sombra donde se produzca el mayor número de hojas con la mayor frecuencia. En plantas destinadas a la producción de semillas, ambientes lumínicos que promueven mayor crecimiento, producción de hojas, y almacenamiento de

reservas, parecen ser necesarios para asegurar el éxito reproductivo.

Según los resultados de este estudio, 1-2 años es un periodo apropiado para el cultivo de palmas de crecimiento rápido (*Chamaedorea* spp, *D. lutescens*, *R. regia*) en casas de mallas. Palmas de crecimiento lento (*L. elegans*) pueden requerir 3-5 años en una casa de sombra antes de su traslado al mercado. La utilización de niveles de sombra variados y sus combinaciones en el tiempo dependen de los requerimientos de cada especie, de los requisitos establecidos por el mercado, y del ciclo de producción del material vegetal. Una estrategia para la producción y aclimatación de las palmas es su cultivo inicial a niveles moderados de sombra (40-60%) para promover el crecimiento compacto, y el posterior traslado de las palmas a niveles más altos de sombra (>70%) durante los meses finales del proceso de producción, para estimular el desarrollo de hojas de color verde más intenso, aclimatizados a los niveles de luz encontrados en ambientes de interiores. En las palmeras múltiples (*C. lutescens*, *C. tepejilote*) el cultivo bajo 0-40% de sombra promovió el macollamiento y el desarrollo de tallos de mayor diámetro en individuos monopodiales. Una posible estrategia de producción puede ser el mantenimiento inicial de estas palmas bajo sombra reducida, y su posterior transferencia a ambientes más sombreados antes de su comercialización (Meerow 1996). En el caso de *P. roebelenii*, se podría recomendar el cultivo inicial de las plantas bajo sombra con el propósito de estimular el crecimiento en altura, que mejore la capacidad competitiva de las plantas durante su posterior traslado al campo bajo plena exposición solar, donde se logra la mejor producción de follaje para corta.

### AGRADECIMIENTOS

Polysack Plastic Industries donó los materiales para la construcción de la casa de sarán. El Sr. Carlos Montero y el equipo humano del Programa de Ornamentales. El Instituto

Meteorológico Nacional proveyó algunos de los datos climáticos utilizados en este estudio a través de un convenio de cooperación con la Est. Exp. Fabio Baudrit.

### LITERATURA CITADA

- BJORHOLM S., SVENNING J.C., SKOV F., BALSLEV H. 2005. Environmental and spatial controls of palm (Areaceae) species richness across the Americas. *Global Ecol. Biogeogr.* 14:423-429.
- BOARDMAN N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28: 355-377.
- BROSCHEAT T.L., DONSELMAN H., MCCONNELL D.B. 1989. Light acclimatization in *Ptychosperma macarthurii*. *HortScience* 24:267-268.
- CANNELL M.G.R., GRACE J. 1993. Competition for light: detection, measurement, and quantification. *Canadian J. For. Res.* 23: 1969-1979.
- CHAZDON R.L. 1986. Light variation and carbon gain in rain forest understory palms. *J. Ecol.* 74:995-1012.
- CHAZDON R.L., FETCHER N. 1984. Photosynthetic light environments in a tropical rainforest in Costa Rica. *J. Ecol.* 72:553-564.
- CLARK D.A., CLARK D.B., SANDOVAL R., CASTRO, M.V. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distribution of tropical rainforest palms. *Ecology* 76:2581-2594.
- CLINE M.G. 1991. Apical dominance. *The Botanical Review* 57: 318-358.
- CORNER E.J.H. 1966. *The natural history of palms*. Univ. of California Press. 393 p.
- CUNNINGHAM S.A. 1997. The effect of light environment, leaf area, and stored carbohydrates on inflorescence production by a rainforest understory palm. *Oecologia* 111:36-44.
- GIVNISH T. J. 1988. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. *Aust. J. Plant Physiol.* 15: 63-92.
- GRAYUM M.H. 2003. *Areaceae*. In: B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera, N. Zamora (eds.). *Manual de*

- plantas de Costa Rica. Vol. II. Missouri Botanical Garden. p. 201-293.
- GUTIÉRREZ M.V., SOTO M., ALPÍZAR M. 1997. Cuarenta años de observaciones meteorológicas en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. Boltec 30:1-14.
- GUTIÉRREZ M.V., JIMÉNEZ K., SOTO D., ALPÍZAR M., CHINCHILLA C. 2002. El microclima en una casa de sombra: Palmas y *Zamia* como indicadores de aclimatación a la luz. Rev. Agr. Trop. 32:47-60.
- HENDERSON A., GALEANO G., BERNAL R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton. 352 p.
- JANOS D.P. 1977. Vesicular-arbuscular mycorrhizae affect the growth of *Bactris gasipaes*. Principes 21: 12-18.
- JANOS D.P. 1995. Mycorrhizas, succession, and the rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. In: J.C. Frankland, N. Magan y G.M. Gaad (eds.). Fungi and environmental change. British Mycological Society Symposium. Vol. 20. Cambridge. p. 125-134.
- KESSLER M. 2000. Upslope-directed mass effect in palms along an Andean elevational gradient: a cause for high diversity at mid-elevations? Biotropica 32(4a):756-759.
- MEEROW A.W. 1996. Container production of palms. Univ. of Florida Cooperative Extension Service. Circular 1163. 8 p.
- POORTER L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. Funct. Ecol. 13:396-410.
- PROCOMER. 2005. Estadísticas de Exportación 2005. [http://www.procomer.com/est/mercados/libro\\_2005](http://www.procomer.com/est/mercados/libro_2005)
- SVENNING J.C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest palms (Arecaceae). The Bot. Rev. 67(1):1-53.
- SCHMITT J., WULFF R.D. 1993. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. Trees 8(2): 47-51.
- WHISLER W.A. 2000. Tropical ornamentals. A guide. Timber Press. 542 p.

