

**Aspectos Demográficos de *Chamaedorea linearis*, *C. pinnatifrons*,
Geonoma orbignyana y *G. undata* (Arecaceae) Cuatro Especies de Palmas
Ornamentales en Colombia.**



Paula Andrea Cepeda Mahecha

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Bióloga

Directora:
Carolina Isaza Aranguren

Universidad Militar Nueva Granada - UMNG

Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas

Programa de Biología Aplicada

Bogotá D.C, 2018

ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE *Chamaedorea linearis*, *C. pinnatifrons*, *Geonoma orbignyana* Y *G. undata* (ARECACEAE), CUATRO ESPECIES DE PALMAS ORNAMENTALES EN COLOMBIA

RESUMEN

Las palmas de sotobosque son de gran interés en Colombia debido al uso de sus hojas para arreglos florales o como ornamentales. La cosecha de estas especies ocurre sobre poblaciones silvestres, esto puede generar su sobreexplotación y disminución. Una manera de dar solución a esta problemática es a través de la determinación de los aspectos demográficos, lo que ofrece la posibilidad de un adecuado aprovechamiento. Debido a esto, se determinaron los aspectos demográficos (Tasas vitales y estructura poblacional) de *C. linearis*, *C. pinnatifrons*, *G. orbignyana* y *G. undata*, cuatro especies de palmas de sotobosque utilizadas como ornamentales. El estudio se realizó en un bosque de niebla ubicado en el Parque Natural Chicaque, departamento de Cundinamarca. Las poblaciones de las especies presentaron estructuras poblacionales en forma de "J" invertida, lo que indica que se encuentran en buen estado. También se presentó una tendencia hacia el crecimiento de los individuos a pesar de encontrar retrocesos en juveniles, siendo causado probablemente por herbívora. El incremento de pinnas fue continuo aún después de formar tallo como se ha reportado en otras especies de sotobosque, lo que puede indicar ausencia de procesos de senescencia marcados. Se produjeron entre una y dos hojas en tres meses en las cuatro especies y no se encontraron diferencias en la producción entre etapas de crecimiento. La tasa de germinación estuvo entre el 0.5% y el 19%. Esto puede estar determinado por la incidencia lumínica de los sitios de estudio, además de la asociación en la producción de hojas y las tasas de germinación a variables como la precipitación.

Palabras clave

Demografía, palmas ornamentales, sobreexplotación, sotobosque

ABSTRACT

The understory palms are of great interest in Colombia due to the use of their leaves for floral arrangements or as ornamentals. The harvest of these species occurs on wild populations, which can cause its overexploitation and diminishment. One way to resolve this is through the determination of demographic aspects, a tool that offers the possibility for an adequate use. The demographic aspects (vital rates and population structure) of *C. linearis*, *C. pinnatifrons*, *G. orbignyana* and *G. undata*, four species of understory palms used as ornamentals were determined. The study was conducted in a cloud forest located in the Chicaque Natural Park, in Cundinamarca. The populations of the species presented an "inverted J" shape structure, that indicates a healthy condition. There was also a tendency towards the growth of individuals despite finding setbacks in juveniles, probably caused by herbivore. The pinnae increase was continuous even after forming a stem as has been reported in other understory species, which may indicate the absence of marked senescence processes. Between one and two leaves were produced during a three-month period, in the four species, and no differences were found in the leaves production between growth stages. The germination rate was between 0.5% and 19%. This can be determined by the light incidence

of the study sites, in addition to the association in the production of leaves and the germination rates to variables such as precipitation.

Keywords

Demography, ornamental palms, overexploitation, understory.

INTRODUCCIÓN

Las palmas (Arecaceae) son de gran importancia para los pobladores rurales e indígenas de las regiones tropicales, siendo utilizadas de diversas formas (Lara *et al.*, 2012). En Colombia, por ejemplo, se han reportado 120 usos para el 61% de las especies reportadas, de un total de 231 especies (Galeano y Bernal, 2010). A pesar de su papel crucial en aspectos económicos y tradicionales, actualmente las poblaciones de varias especies de palmas se encuentran en estado vulnerable debido principalmente a la sobreexplotación y la pérdida de hábitat (Galeano y Bernal, 2005). Esto puede verse, por ejemplo, en la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*) y la palma estera (*Astrocaryum malybo*), sobre las que se realizan actividades de cosecha de hojas destinadas a la fabricación de ramos para tradiciones religiosas o fabricación de artesanías (Rodríguez y Santamaria, 2016).

Chamaedorea linearis, *C. pinnatifrons*, *Geonoma orbignyana* y *G. undata* son cuatro especies de palmas de sotobosque que se encuentran generalmente por encima de los 1000 metros de altitud, habitando el ecosistema de Bosque Altoandino (Galeano y Bernal, 2005). Estas palmas son de gran interés en Colombia debido al uso de sus hojas para arreglos florales y como plantas enteras con fines ornamentales (Trauernicht, 2004). Sin embargo, la cosecha sobre las poblaciones silvestres puede conducir a su sobreexplotación y a la disminución de su densidad poblacional (Granados *et al.*, 2004; Askgaard *et al.*, 2008). Adicionalmente, las especies del género *Chamaedorea* son dioicas, lo que causa que su biología reproductiva y dinámica poblacional sea aún más sensible ante las perturbaciones (Arias y Stauffer, 2012).

Una manera de dar solución a esta problemática está en ofrecer la posibilidad del adecuado aprovechamiento de las palmas a la población rural, a través de la determinación de los aspectos demográficos, es decir el conocimiento de los ritmos de crecimiento, supervivencia y reproducción propios de las poblaciones. De manera que la población rural pueda aprovechar el recurso que ofrecen las especie, asegurando el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones silvestres (Vallejo, 2013). A pesar de esto, a la fecha se han generado pocos estudios que determinen la demografía de las cuatro especies. Entre estos se encuentra el realizado por Rodríguez-Buriticá *et al.*, (2005) con la palma *G. orbignyana*, en el que determinaron la historia de vida y algunas características demográficas de la especie. Los estudios realizado en Venezuela para *C. pinnatifrons* proveen información fundamental de su supervivencia, fenología y tasas de crecimiento (Ataroff y Schwarzkopf, 1992; Ataroff y Schwarzkopf, 1994). Con respecto a *G. undata* y *C. linearis*, la información que menciona los aspectos demográficos es escasa, sin embargo, es posible encontrar estudios que determinan los efectos de los disturbios sobre la distribución de las tres especies y su capacidad de regeneración (Svenning, 1998; Correa y Vargas, 2009).

De acuerdo con lo anterior, este estudio buscó determinar la demografía (Estructura poblacional y tasas vitales) de *C. pinnatifrons*, *C. linearis*, *G. orbignyana* y *G. undata* en el Parque Natural Chicaque (Cundinamarca, Colombia) para proponer, a mediano plazo, alternativas de uso sostenible y así disminuir la presión ejercida sobre las poblaciones que actualmente son explotadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el Parque Natural Chicaque, se localiza en el suroccidente de la Sabana de Bogotá, en el municipio de San Antonio del Tequendama (4°37'09''N y 74°18'53,5''W) (Cundinamarca, Colombia). El área de reserva está compuesta por cerca de 300 ha de Selva Subandina o Bosque de Niebla, en un gradiente altitudinal que va desde los 2000 a los 2700 metros de altitud (Rivera y Córdoba, 1998).

El Bosque de Niebla en el que se encuentra la reserva se considera como un ecosistema de gran importancia por su diversidad y papel en el ciclo hidrológico actuando como regulador, siendo junto con la Amazonía de las regiones con gran parte del agua dulce terrestre (Tobón, 2009). Además, la formación de niebla y las altas precipitaciones causan un aporte adicional de agua y de nutrientes al sistema (Bruijnzeel, *et al.*, 2010). Sin embargo, a pesar de la importancia que posee este ecosistema en términos de servicios ecosistémicos, diversidad y riqueza de especies, actualmente es uno de los más amenazados debido principalmente a actividades de deforestación para obtención de madera y ampliación de áreas cultivables y urbanas (Campo, 2010).

ESTRUCTURA POBLACIONAL

En el área de muestreo se establecieron siete (7) parcelas de 10 x 10 m (0.07 ha), con el fin, realizar el seguimiento demográfico de las especies, determinar la estructura poblacional, detectar la variabilidad en la distribución y además de asegurar la independencia de los datos (Vallejo *et al.*, 2005). En cada parcela se realizó el censo de todos los individuos pertenecientes a las cuatro especies. A cada individuo se le asignó una clase de tamaño de acuerdo con presencia o ausencia de estructuras como tallo aéreo, estructuras reproductivas y medidas morfométricas como pinnas o anillos. Esto se realizó basados en las categorías recomendadas por Bernal y Galeano (2013), plántulas, juveniles, subadultos y adultos.

TASAS VITALES

Se realizó el registro y la marcación de los individuos presentes en las parcelas con ayuda de placas de aluminio numeradas y pintura, con el fin de inferir el estado y la tasa de crecimiento de las poblaciones de las cuatro especies (Vallejo *et al.*, 2005). En las categorías de plántulas y juveniles, se registró el número de hojas y el número de pinnas en la mitad derecha de la lámina de la hoja más reciente. Por último, en los subadultos y adultos, se registró el número de hojas, la altura del tallo, el número de anillos presentes y el número de frutos (Vallejo *et al.*, 2005; Bernal y Galeano, 2013). Se determinó la supervivencia, el crecimiento, la producción de hojas de los individuos y las tasas de germinación durante un período de tres meses, desde junio de 2018 hasta septiembre de 2018.

El crecimiento de los individuos se estableció por la adquisición de características propias de la etapa siguiente de desarrollo, como la formación de hojas pinnadas, tallo aéreo o estructuras reproductivas. La supervivencia se obtuvo mediante el conteo del número de individuos vivos en cada categoría. La producción de hojas se determinó mediante el conteo de hojas nuevas en la corona y la diferencia respecto al censo anterior. Por último, las tasas de germinación fueron obtenidas con el número de frutos producidos en cada especie durante los tres meses y su porcentaje de germinación a través del conteo en las parcelas de nuevos individuos en la categoría de plántula (Vallejo *et al.*, 2005; Hassan *et al.*, 2011; Bernal y Galeano, 2013).

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se llevó a cabo con ayuda de la prueba estadística ANOVA paramétrica o no paramétrica dependiendo de la distribución que presentaron los datos obtenidos. Se utilizó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Las funciones matemáticas que representan las tasas vitales se seleccionaron a partir de un grupo de alternativas usando los criterios, valor de probabilidad (P) y el informativo Akaike (Akaike, 1981). Los modelos matemáticos permitieron estimar los ritmos del ciclo de vida de la especie. Se empleó estadística descriptiva para estimar las tasas de germinación de las especies.

RESULTADOS

La densidad poblacional para las cuatro especies fue de 775, 714, 442 y 588 ind/0.1 ha para *C. linearis*, *C. pinnatifrons*, *G. orbignyana* y *G. undata*, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas de los individuos entre parcelas para las cuatro especies (*C. linearis* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=548$; *C. pinnatifrons* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=497$; *G. orbignyana* $p=8,08e-16$, $p<0.05$, $n=133$; *G. undata* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=349$). En los sitios de muestreo se encontraron diferencias en la distribución poblacional de las cuatro especies, con un alto número de individuos en trayectos cortos, lo que pudo haber generado estas diferencias estadísticas en el número de individuos por parcelas, relacionado con un tipo de distribución agregado.

ESTRUCTURA POBLACIONAL

Las cuatro especies estudiadas presentaron una estructura poblacional en forma de “J” invertida, con una mayor proporción de individuos en estados de plántula y juvenil respecto a subadultos y adultos (Figura 1). Las plántulas en las cuatro especies estuvieron presentes con un porcentaje mayor al 75%. Los juveniles representaron menos del 13%. El porcentaje de subadultos y adultos en las cuatro especies presentó una mayor variabilidad siendo 4.52%, 8.5%, 1.59% y 0.55% en subadultos y 6.78%, 5.1%, 2% y 0.9% en adultos para *G. orbignyana*, *G. undata*, *C. pinnatifrons* y *C. linearis* respectivamente. A pesar de las diferencias en los porcentajes de subadultos y adultos, se mantuvo la alta proporción de individuos jóvenes.

El número de juveniles fue mayor respecto al número de subadultos y adultos, como se mencionó antes. Sin embargo, en *G. undata* se observó una mayor proporción de subadultos respecto a juveniles y adultos, obteniendo una gráfica bimodal (Figura 1). La diferencia se

presentó por 10 individuos aproximadamente respecto a juveniles y 20 individuos respecto a los adultos. Esto podría significar una mayor permanencia de esta especie en la categoría de subadultos.

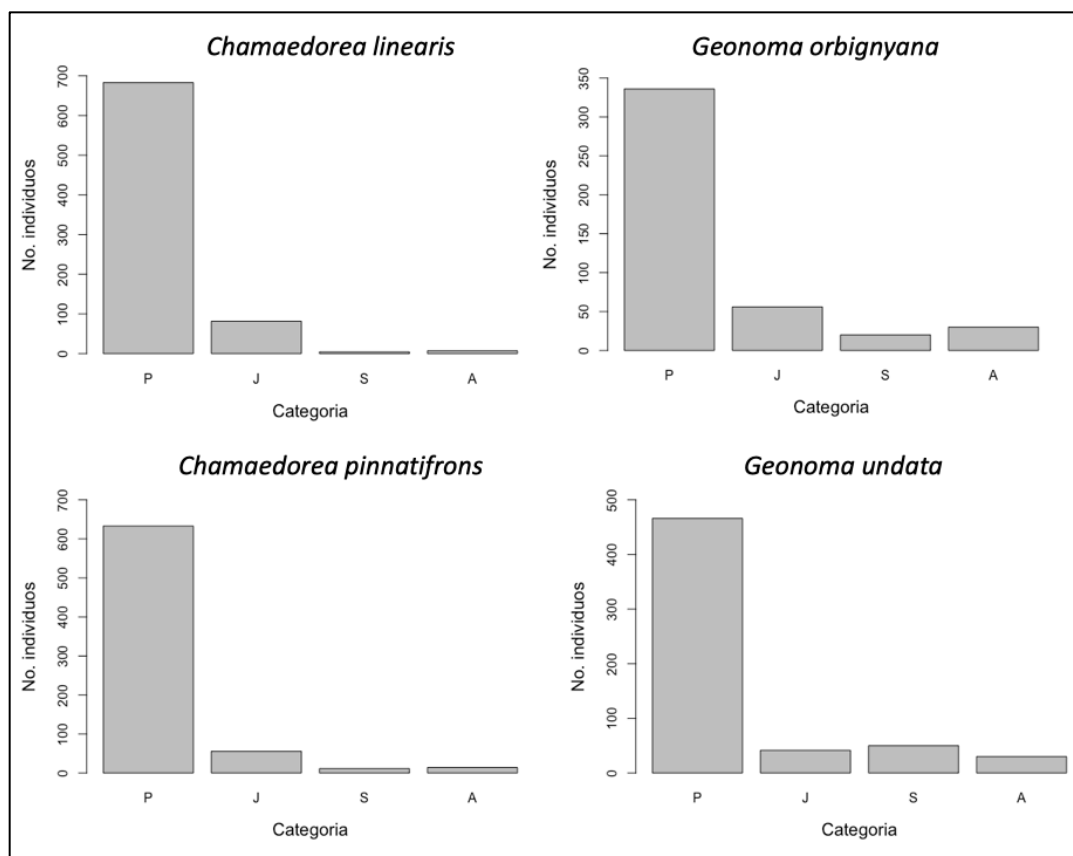


Figura 1. Estructura poblacional de las cuatro especies de estudio. Las poblaciones presentaron una estructura con una mayor proporción de individuos en categorías tempranas de crecimiento.

SUPERVIVENCIA

Las especies de estudio no presentaron una relación entre la probabilidad de supervivencia de los individuos y número de pinnas iniciales, obteniendo modelos no significativos (Figura 2). Sin embargo, esto pudo haber sido causado por los bajos porcentajes de mortalidad de juveniles en las cuatro especies durante los primeros tres meses de censo, siendo estos de 13.5%, 16.1%, 1.5% y 7.7% en *G. orbignyana*, *G. undata*, *C. linearis* y *C. pinnatifrons* respectivamente. Debido a esto, es posible que se obtengan modelos significativos si el tiempo de muestreo es incrementado.

CRECIMIENTO

Las poblaciones de las cuatro especies presentan una tendencia positiva de crecimiento. Esto se ve representado en el incremento del número de pinnas en las hojas más jóvenes respecto a las hojas predecesoras. A pesar de esto, algunos individuos presentaron retrocesos, sobretudo el *C. pinnatifrons* y *C. linearis*, donde se mantuvo el número de pinnas en las nuevas hojas producidas y un alto intervalo de confianza (Figura 3). Por el contrario, *G. orbignyana* y *G. undata* no presentaron retrocesos en la formación de pinnas.

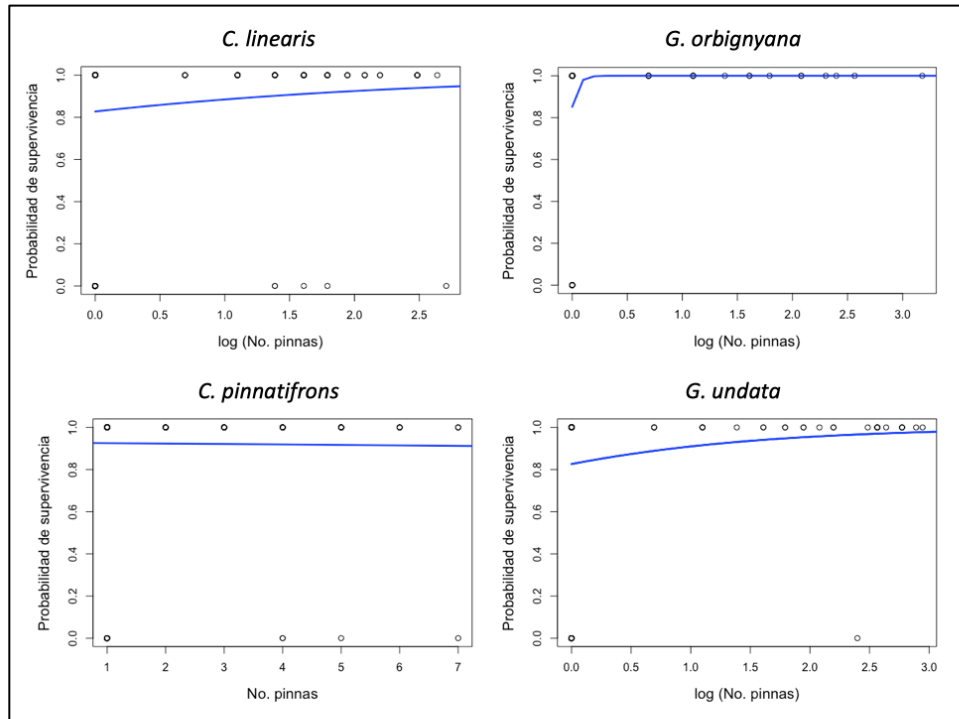


Figura 2. Modelo logístico de la supervivencia de las poblaciones de las especies de estudio respecto al crecimiento de las hojas. No se obtuvo una significancia en los modelos (*C. linearis* $p=0,108$, $p>0.05$, $n=534$; *C. pinnatifrons* $p=0,838$, $p>0.05$, $n=488$; *G. orbignyana* $p=0,991$, $p>0.05$, $n=119$; *G. undata* $p=0,120$, $p>0.05$, $n=308$).

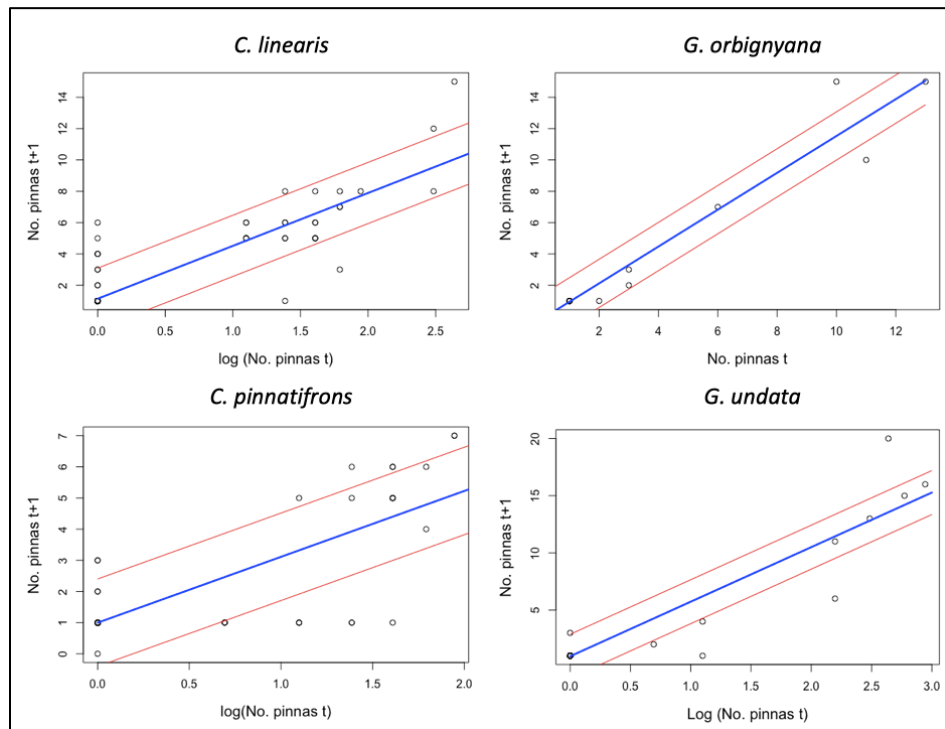


Figura 3. Modelo de regresión lineal de crecimiento de los individuos de las cuatro especies. Los modelos obtenidos fueron significativos (*C. linearis* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=177$; *C. pinnatifrons* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=170$; *G. orbignyana* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=40$; *G. undata* $p=2,2e-16$, $p<0.05$, $n=126$). Se presentó una relación positiva en la formación del número de pinnas.

PRODUCCIÓN DE HOJAS

La producción de hojas en las cuatro especies ocurrió en todas las categorías, sin embargo, no obtuvo diferencias significativas entre estas para *C. pinnatifrons* ($p=0.50$, $p>0.05$, $n=497$), *G. orbignyana* ($p=0.36$, $p>0.05$, $n=133$) y *G. undata* ($p=0.52$, $p>0.05$, $n=349$). No obstante, en *C. linearis* si hubo diferencias a pesar de que no fueron altamente significativas ($p=0.01$, $p<0.05$, $n=548$).

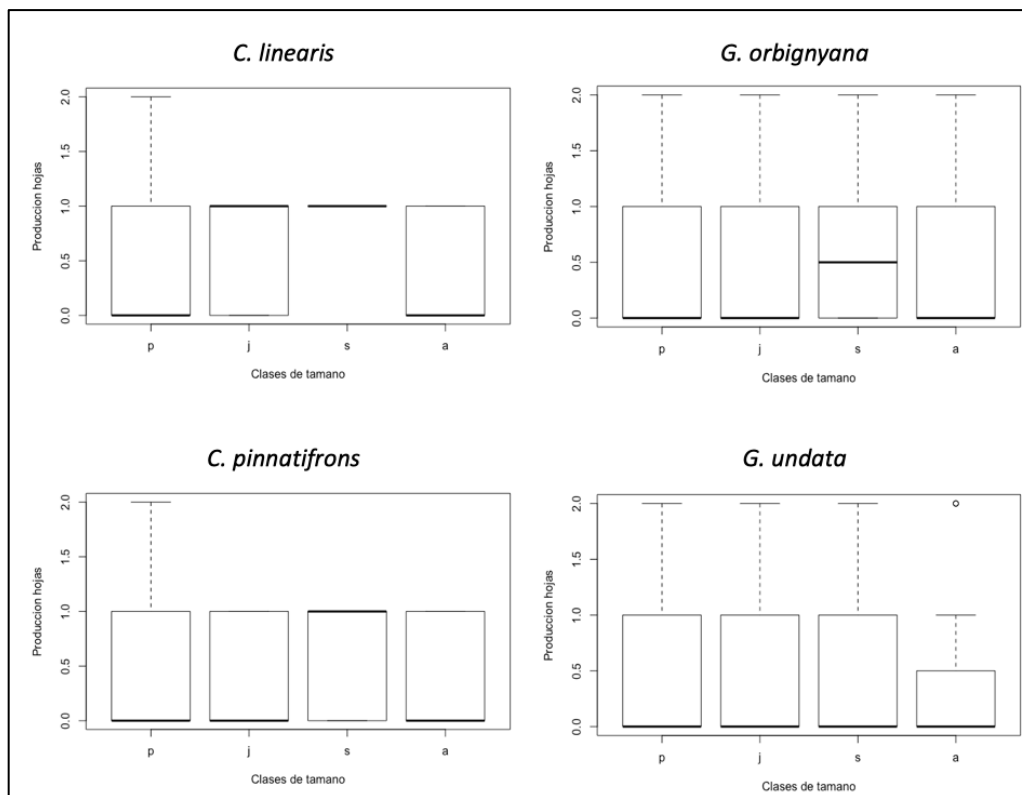


Figura 4. Diagrama de caja de producción de hojas durante tres meses en las cuatro especies.

C. linearis produjo hasta dos hojas en la categoría de plántulas, siendo esta la mayor producción en esta especie. En juveniles la producción fue de una hoja para la mayoría de los individuos. La totalidad de subadultos produjo una hoja y en los adultos la mayoría de los individuos no produjeron hojas. En *C. pinnatifrons*, la producción de hojas en plántulas tuvo la misma tendencia que en *C. linearis*, con la mayoría de los individuos sin producción de hojas. Los juveniles de *C. linearis* produjeron hasta una hoja, con la mayoría de los individuos sin producción. En subadultos hubo individuos que no produjeron hojas, lo contrario a lo observado en *C. linearis* para la misma categoría. En adultos, por último, se observó que la mayoría de los individuos no evidenció producción foliar (Figura 4).

Por otro lado, para las especies *G. orbignyana* y *G. undata* la mayoría de los individuos en las categorías de plántulas, juveniles y subadultos no produjeron hojas. Sin embargo, hubo producción de hasta dos hojas en pocos individuos de todas las categorías, contrario a lo observado en las especies del género *Chamaedorea*, donde la producción de dos hojas solo ocurrió en la categoría de plántulas (Figura 4).

FORMACIÓN E INCREMENTO DEL TALLO

La probabilidad de formar tallo depende del número de pinnas en las cuatro especies. De acuerdo con los modelos obtenidos, los individuos tienen una probabilidad del 80% de formar tallo con aproximadamente 16 pinnas para *G. orbignyana*, 20 pinnas para *G. undata*, 6 pinnas para *C. pinnatifrons* y 17 pinnas para *C. linearis* (Figura 5). El anterior número de pinnas por especie también indica el final de la etapa juvenil en las especies. *G. undata* y *C. linearis* continúan la producción de pinnas una vez han formado tallo. En *G. orbignyana* y *C. pinnatifrons*, esta producción continua de pinnas luego de la formación del tallo no es notoria.

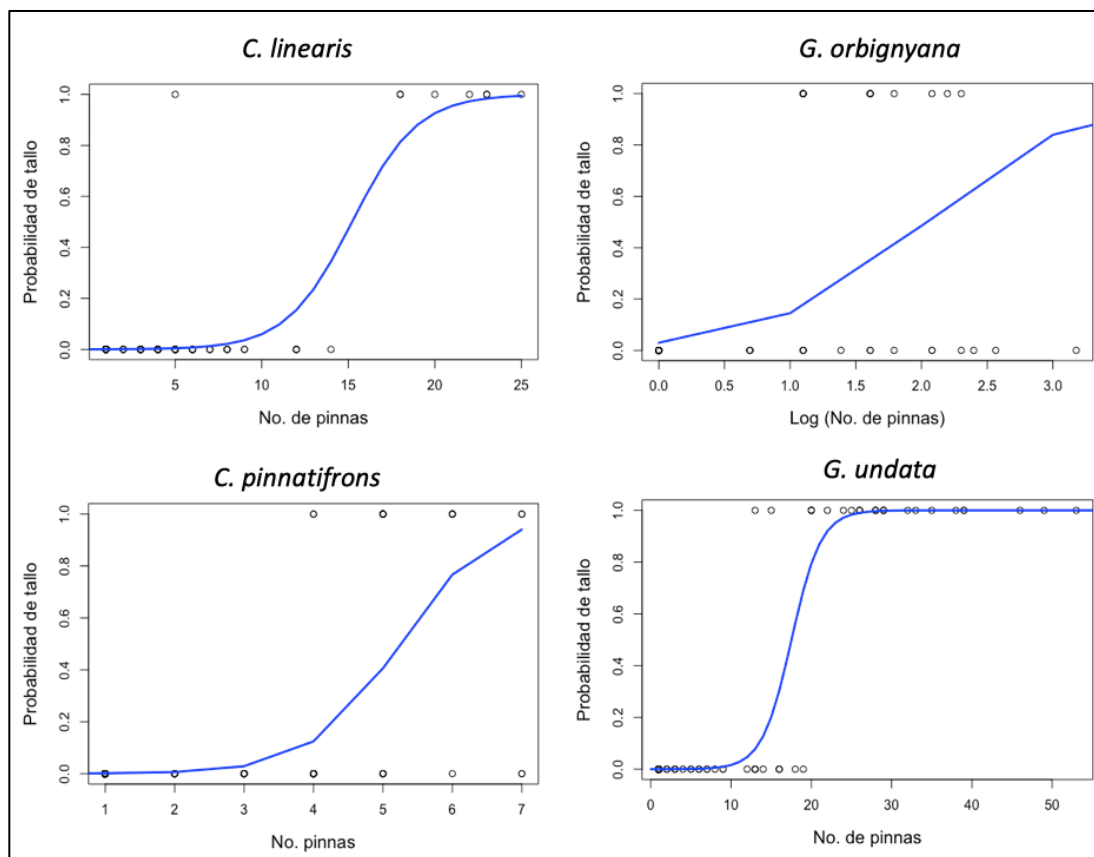


Figura 5. Regresiones logísticas de la probabilidad de formación del tallo respecto al número de pinnas. Los modelos obtenidos fueron significativos (*C. linearis* $p=4,19\text{e-}5$, $p<0.05$, $n=456$; *C. pinnatifrons* $p=1,26\text{e-}8$, $p<0.05$, $n=467$; *G. orbignyana* $p=1,09\text{e-}5$, $p<0.05$, $n=177$; *G. undata* $p=1,14\text{e-}3$, $p<0.05$, $n=302$).

El incremento del tallo evidencia tendencias diferentes en los dos géneros. Por una parte, *C. linearis* y *C. pinnatifrons* presentan un incremento en el tallo que disminuye con la altura de este. Esto quiere decir que, a una determinada altura, el tallo detiene su tasa de crecimiento, por lo que la distancia entre nodos empieza a disminuir también. Sin embargo, en *C. linearis* no es posible considerar como válido el modelo puesto que no fue significativo. En *G. orbignyana* y *G. undata* se observó una tendencia contraria, donde el incremento en el tallo aumenta con la altura. A pesar de esto, en *G. undata* a una altura determinada el incremento empieza a ser constante, conservando la misma distancia entre nodos a diferentes alturas del tallo (Figura 6).

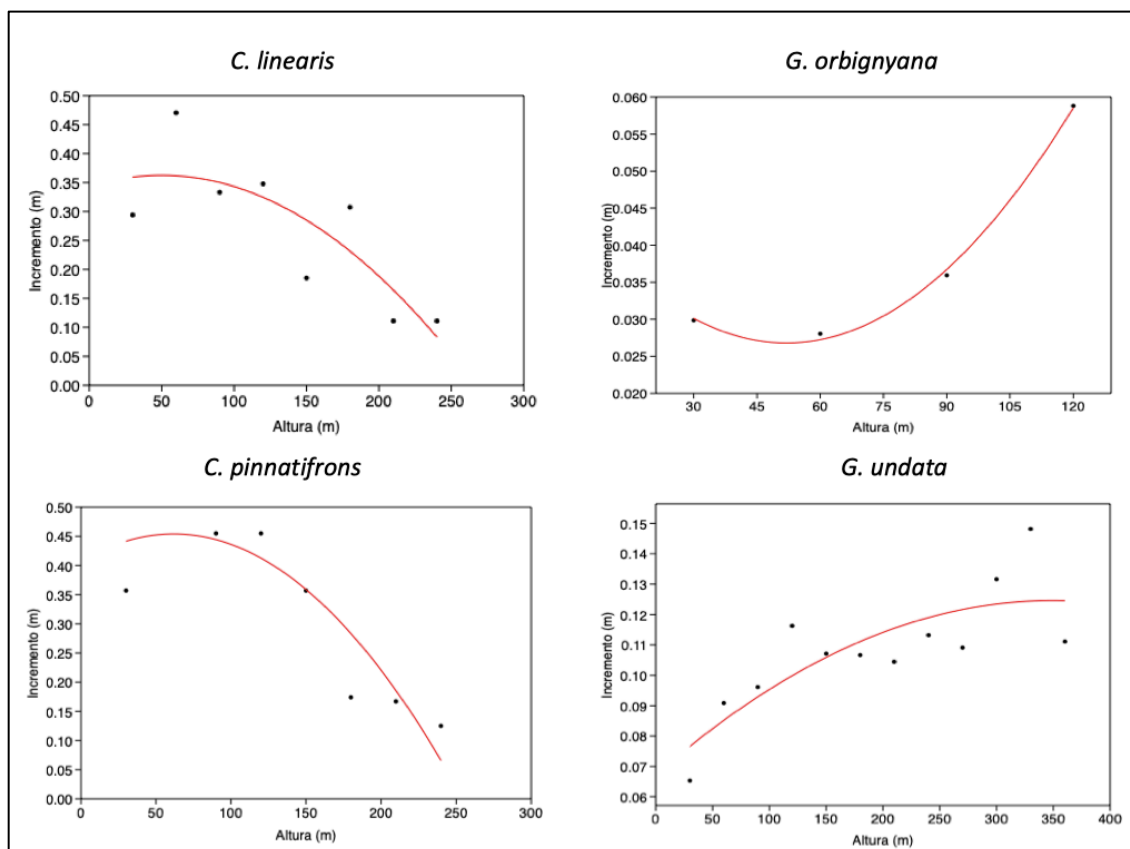


Figura 6. Modelo regresión múltiple del incremento del tallo respecto a la altura. Los modelos obtenidos fueron significativos, excepto para *C. linearis* (*C. linearis* $p=0,06$, $p>0,05$, $n=8$; *C. pinnatifrons* $p=0,01$, $p<0,05$, $n=8$; *G. orbignyana* $p=0,04$, $p<0,05$, $n=4$; *G. undata* $p=0,008$, $p<0,05$, $n=12$).

TASA DE GERMINACIÓN

Durante los tres meses de muestreo, hubo bajos porcentajes de germinación en las parcelas de estudio. Para *C. linearis*, la germinación fue del 6.43%, para *C. pinnatifrons* fue de 19,2% siendo la más alta entre las cuatro especies, para *G. orbignyana* fue de 5.13%, por último, para *G. undata* la germinación fue del 0.33%. Una gran proporción de plántulas reclutadas en *C. pinnatifrons* no presentaron hojas completamente formadas, mientras que en las otras tres especies todas las plántulas presentaron hojas desarrolladas.

DISCUSIÓN

ESTRUCTURA POBLACIONAL

Las cuatro especies presentan estructuras poblacionales en forma de “J” invertida, que indican que se encuentran en buen estado, además de tener un adecuado proceso de regeneración (Hall y Bawa, 1993; Galeano *et al.*, 2010). Esto ha sido reportado en otras ocasiones para *C. pinnatifrons* y *G. orbignyana* (Ataroff y Schwarzkopf, 1994; Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005), además de otras especies de palmas de sotobosque como *Chamaedorea radicalis* o *Geonoma machostachys* (Oyama *et al.*, 1992; Svenning y Macía, 2002). La alta proporción de individuos en categorías tempranas de crecimiento es una estrategia que asegura el éxito de establecimiento y la supervivencia en los individuos, respondiendo así a

las altas tasas de mortalidad que se presentan en estas categorías por limitaciones lumínicas y caída de hojas (Hall y Bawa, 1993; Peters, 1996).

La estructura poblacional bimodal en *G. undata* pudo haber sido generada por una mayor permanencia en la categoría de subadultos respecto a la categoría de adultos. De acuerdo con Hall y Bawa (1993), esta tendencia ocurre por periodos de bajo reclutamiento debidos a procesos de cosecha o impactos ambientales. Sin embargo, no se puede asegurar la presencia de estas actividades en el sitio de estudio. Por otro lado, este resultado no coincide con lo descrito anteriormente para *C. pinnatifrons* y *G. orbignyana*, donde las etapas reproductivas tienen una mayor duración y permanencia (Ataroff y Schwarzkopf, 1994; Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005).

SUPERVIVENCIA

Durante los primeros tres meses de muestreo la mortalidad en las cuatro especies fue baja en las primeras categorías de crecimiento, sin embargo, como son especies de lento crecimiento, incrementar el tiempo de medición mejorará la estimación de la mortalidad. Se ha reportado anteriormente para *G. orbignyana* y *C. pinnatifrons* una mortalidad del 91% y 50% durante un año respectivamente (Ataroff y Schwarzkopf, 1994; Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005). De acuerdo con esto, se puede obtener una mayor probabilidad de supervivencia con el crecimiento de los individuos como en *C. radicalis* y *C. tepejilote* (Oyama, 1990; Endress *et al.*, 2004), debido a que habrán superado la etapa crítica del establecimiento. Esto se relaciona con la estructura poblacional, caracterizada por tener una alta proporción de individuos en categorías tempranas de crecimiento, que disminuyen en las categorías siguientes.

CRECIMIENTO

Las cuatro especies presentaron una tendencia de crecimiento en sus categorías plántula y juvenil, es decir, un aumento en el número de pinnas respecto a las hojas predecesoras. La tendencia se ha descrito antes para las especies *C. pinnatifrons* y *G. schottiana*, en las que también hubo un aumento continuo de la lámina foliar a lo largo del ciclo de vida (Ataroff y Schwarzkopf, 1994; Bonesso y Scariot, 2008). Debido a esto, es probable que estas especies no presenten senescencia, como sí ha sido mencionado para otras palmas de sotobosque como *G. congesta*, que detienen el incremento en el número de pinnas al finalizar el ciclo de vida (Chazdon, 1992).

A pesar de la tendencia descrita antes, las especies *C. linearis* y *C. pinnatifrons* presentaron retrocesos en los individuos juveniles. Procesos de depredación pudieron haber generado estos retrocesos en los individuos, al encontrar hojas de juveniles depredadas en las parcelas y fuera de ellas (observación personal). Probablemente los causantes de esto pueden ser individuos del género *Dasyprocta*, de los que se tienen reportes de presencia por observación personal y por empleados del parque, además del reporte hecho por Barbosa y Sáenz (2017). Se ha mencionado que estos pequeños mamíferos se alimentan de material vegetal como hojas y frutos de otras especies de palmas de los géneros *Attalea* y *Astrocaryum* en Bolivia (Wallace *et al.*, 2010). Lo anterior coincide lo descrito en la especie *Sabal mauritiformis*, donde se encontraron retrocesos en individuos juveniles por actividades de pastoreo además de altas tasas de mortalidad (Andrade y Galeano, 2016).

FORMACIÓN E INCREMENTO DEL TALLO

La formación del tallo es una variable que está determinada por el crecimiento de las hojas en las cuatro especies. Aquí es posible describir una relación positiva, donde habrá una mayor probabilidad de formar tallo con un mayor número de pinnas. La producción continua de pinnas luego de la formación del tallo ha sido registrado anteriormente para *C. pinnatifrons* (Ataroff y Schwarzkopf, 1994). Sin embargo, en este estudio dicha tendencia no fue notoria para esta especie, tampoco lo fue para *G. orbignyana*. Por otro lado, la formación del tallo representa el final de la categoría juvenil, de acuerdo a los resultados obtenidos, esta etapa termina con seis pinnas para *C. pinnatifrons*. Sin embargo, Ataroff y Schwarzkopf (1994) reportaron la finalización de esta etapa con 2-3 pinnas, lo cual pudo haber sido causado por diferencias en las condiciones lumínicas en los sitios de muestreo, al ser esta una variable fundamental en el crecimiento y la supervivencia de las especies de sotobosque como ha sido mencionado para *G. orbignyana* (Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005; Gutiérrez y Jiménez, 2007; Bonesso y Scariot, 2008). Por otro lado, *C. linearis* y *C. pinnatifrons* (Al contrario de lo ocurrido en *G. undata* y *G. orbignyana*) mostraron una disminución en el incremento del tallo con la altura, lo que puede indicar que alcanzan una altura determinada en que no es necesario continuar con la elongación del tallo para acceder a adecuadas condiciones lumínicas, por lo que esta disminuye y la planta invierte su energía en actividades de reproducción (Sylvester y Avalos, 2013).

PRODUCCIÓN DE HOJAS

La producción de hojas en las cuatro especies fue alta considerando el tiempo de muestreo, (tres meses). Las especies de *Geonoma* produjeron entre una y dos hojas en individuos de todas las categorías de crecimiento. Esto sobrepasa la tasa de producción foliar reportada para *G. orbignyana*, siendo de 1.5 y 2.8 hojas por año en plántulas y adultos respectivamente (Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005). Para el caso de las especies de *Chamaedorea*, la tendencia fue similar, a excepción de la producción de dos hojas en plántulas y juveniles. Sin embargo, se sobrepasó la producción reportada para *C. pinnatifrons*, que fue de 1.5 y 1.8 hojas por año en plántulas y adultos respectivamente (Ataroff y Schwarzkopf, 1994), siendo esto un indicativo de condiciones lumínicas adecuadas en el sitio de muestreo, lo que permite una alta producción foliar en las especies de sotobosque. Esta tendencia se ha reportado por ejemplo en *C. alternans*, que incrementa la producción de hojas de 4.9 a 6 en condiciones de alta intensidad lumínica (Anten *et al.*, 2003). De acuerdo a varios trabajos, en general, las palmas de sotobosque producen entre 1.4 y 3.3 hojas por año (Oyama, 1990; Chazdon, 1992; Ataroff y Schwarzkopf, 1994; Endress *et al.*, 2006; Ash *et al.*, 2013). Lo anterior no coincide con lo encontrado en los resultados, pues si en tres meses la producción estuvo entre una y dos hojas en todas las categorías de crecimiento de las cuatro especies, se podría esperar que la producción aumente con el tiempo de muestreo, sin embargo, este debe ser ampliado para llegar a resultados precisos.

No se encontraron diferencias significativas en la producción de hojas respecto a la categoría de tamaño en las cuatro especies. Esto es contradictoria con lo registrado previamente en *G. orbignyana*, *C. pinnatifrons* o en otras especies de palmas de sotobosque como *Lepidocaryum tenue*, donde la producción anual de hojas se incrementa en etapas de crecimiento adultas, relacionando esto al acceso de mejores condiciones lumínicas con el incremento en la altura del individuo (Ataroff y Schwarzkopf, 1992; Rodríguez-Buriticá *et*

al., 2005; Navarro *et al.*, 2011). A pesar de esto, es posible que si el tiempo de muestreo aumenta, se puedan observar diferencias significativas en la producción de hojas entre categorías de tamaño.

TASAS DE GERMINACIÓN

Las tasas de germinación durante tres meses de muestreo estuvieron entre el 0.5% para *G. undata* y el 19.2% para *C. pinnatifrons*. Es posible que estas tasas de germinación se incrementen con el tiempo de muestreo. Para *G. orbignyana*, por ejemplo, se reportó una germinación del 15% durante 9 meses (Rodríguez-Buriticá *et al.*, 2005), triplicando el porcentaje obtenido para la misma especie durante tres meses. Por otro lado, también es posible que las variables ambientales puedan generar cambios en la emergencia de las plántulas, según datos tomados para *C. pinnatifrons*, los picos de germinación ocurrieron en épocas de alta precipitación, lo que estuvo relacionado con una mayor supervivencia de las plántulas (Ataroff y Schwarzkopf, 1992).

CONCLUSIONES

Las poblaciones de las cuatro especies de estudio se encuentran en buen estado y en proceso de regeneración. A pesar de que las curvas de supervivencia no fueron significativas, pero, se espera que al aumentar el tiempo de muestreo, se incremente la supervivencia en categorías adultas de crecimiento, lo que coincidiría con la tendencia de supervivencia encontrada en otras palmas de sotobosque. La producción de pinnas es continua durante todo el ciclo de vida de las cuatro especies, evidenciando la ausencia de senescencia. Por otro lado, la alta producción foliar en un corto periodo de tiempo puede ser un indicativo de adecuadas condiciones lumínicas en los sitios, sin embargo, esto podría asegurarse con certeza al aumentar el tiempo de muestreo. Este proceso puede estar asociado a temporadas con diferentes condiciones ambientales, lo que puede estar relacionada también con la ausencia de diferencias en la producción foliar entre categorías de crecimiento. Una dinámica similar puede esperarse con las tasas de germinación en las cuatro especies, que también puede estar determinado por el tiempo de muestreo y las condiciones climáticas.

REFERENCIAS

- Akaike H. Likelihood of a model and information criteria. *Journal of Econometrics*. 1981; 16: 3-14.
- Andrade V, Galeano G. La palma amarga (*Sabal mauritiiformis*, Arecaceae) en sistemas productivos del Caribe colombiano: Estudio de caso en El Piojó, Atlántico. *Acta Biol. Colomb.* 2016; 21(1): 141-150.
- Anten N, Martínez-Ramos M, Ackerley D. Defoliation and growth in an understory palm: Quantifying the contributions of compensatory responses. *Ecology*. 2003; 84(11): 2905-2918.
- Arias J, Stauffer F. Notas sobre siete especies de palmeras (Arecaceae) de bosque nublado, presentes en la vertiente noreste de la serranía de Perijá, estado de Zulia, Venezuela. *Revista Biodiversidad Neotropical*. 2012; 2(2):93-101.

Ash J, Gorchov D, Endress B. Rapid assessment of sustainable harvesting of leaves from the understory palm, *Chamaedorea radicalis*. The Southwestern Naturalist. 2013; 58(1): 70-80.

Askgaard A, Stauffer F, Hodel D, Barfod A. Floral structure in the neotropical palm genus *Chamaedorea* (Arecoideae, Arecaceae). Anales del Jardín Botánico de Madrid. 2008; 65(2):197-210.

Ataroff M, Schwarzkopf T. Leaf production, reproductive patterns, field germination and seedling survival in *Chamaedorea bartlingiana*, a dioecious understory palm. Oecologia. 1992; 92: 250-256.

Ataroff M, Schwarzkopf T. Vegetative growth in *Chamaedorea bartlingiana*. Principes. 1994; 38(1): 24-32.

Barbosa W, Sáenz N. Diseño de la interpretación ambiental y análisis de capacidad de carga turística del sendero colonial del Parque Natural Chicaque (San Antonio de Tequendama-Cundinamarca). Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2017. pp 49.

Bernal R, Galeano G (Eds.). Cosechar sin destruir - Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 2013

Bonesso S, Scariot A. Growth and reproduction of the understory palm *Geonoma schottiana* Mart. in the gallery forest in Central Brazil. Rev. Bras. Bot. 2008; 31(3): 433-442.

Brujinzeel L, Scatena F, Hamilton L. Tropical mountain cloud forest: Science for conservation and management. Brujinzeel, Scatena, and Hamilton (eds), Cambridge University Press. 2010. 768 pp.

Campo J. Estructura, riqueza y composición de plantas arborescentes en un Bosque de Niebla entresacado del Tolima (Colombia). Acta Biológica Colombiana. 2010; 15(2): 247-262.

Chazdon, R. Patterns of growth and reproduction of *Geonoma congesta*, a clustered understory palm. Biotropica. 1992; 24(1): 43-51.

Correa D, Vargas O. Regeneración de palmas en bosques nativos y plantaciones del Santuario de Fauna y Flora Otún – Quimbaya (Risaralda, Colombia). Caldasia. 2009; 31(2):195-212.

Endress B, Gorchov D, Berry E. Sustainability of a non-timber forest products: Effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. Forest Ecology and Management. 2006.

Endress B, Gorchov D, Peterson M, Padrón E. Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, its effects on leaf production, and implications for sustainable management. Conservation Biology. 2004; 18(3): 822-830.

Galeano G, Bernal R, Isaza C, Navarro J, García N, Vallejo M, Torres C. Evaluación de la sostenibilidad del manejo de palmas. *Ecología en Bolivia*. 2010;45(3):85-101.

Galeano G, Bernal R. Palmas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 2010. p. 21.

Galeano G, Bernal R. Palmas. En: Calderón E, Galeano G, García N (eds). Libro Rojo de Plantas de Colombia. 2005. pp. 59 – 224. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Granados D, Hernández M, López F, López S. El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnica Mexicana*. 2004; 27(3):233-241.

Gutiérrez M, Jiménez K. Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra. *Agronomía Costarricense*. 2007; 31(1): 9-19.

Hall P, Bawa K. Methods to assess the impact of extraction of Non-Timber Tropical Forest Products on plant populations. *Economic Botany*. 1993; 47(3): 234-247.

Hassan Y, El-Sayed M, Naidoo Y. Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of *Sabal palmetto* and *Thrinax morrisii* palms. *Australian Journal of Crops Science*. 2011; 5(3): 248-253.

Lara C, Díez M, Moreno F. Population structure and demography of the palm *Wettinia karbreyeri* from an Andean Montane Forest of Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr.* 2012; 65(2): 6739-6747.

Navarro J, Galeano G, Bernal R. Impact of leaf harvest on populations of *Lepidocaryum tenue*, and Amazonian understory palm used for thatching. *Tropical Conservation Science*. 2011; 4(1): 25-38.

Oyama K, Dirzo R, Ibarra-Manriquez G. Population structure of the dominant palm species in the understory of a mexican lowland rain forest. *Tropics*. 1992; 2(1): 23-28.

Oyama K. Variation in growth and reproduction in the neotropical dioecious palm *Chamaedorea tepejilote*. *Journal of Ecology*. 1990; 78(3): 648-663.

Peters C. The ecology and management of non-timber forest resources. World Bank Technical Paper. 1996; 322: 32-36.

Rivera D, Córdoba C. Guía Ecológica. Parque Natural Chicaque. Jardín Botánico José Celestino Mutis. 1998: 1(1): 10.

Rodríguez E, Santamaria D. Análisis socioecológico de la extracción de dos especies de palma de cera en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. 2016.

Rodríguez-Buriticá S, Orjuela M, Galeano G. Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: An understory palm used as foliage in Colombia. *Forest Ecology and Management*. 2005; 211: 329-340.

Svenning J, Macía M. Harvesting of *Geonoma macrostachys* Mart. Leaves for thatch: an exploration of sustainability. *Forest Ecology and Management*. 2002; 167: 251-262.

Svenning J. The effect of land-use on the local distribution of palm species in an Andean rain forest fragment in northwestern Ecuador. *Biodiversity and Conservation*. 1998; 7: 1529-1537.

Sylvester O, Avalos G. Influence of light conditions on the allometry and growth of the understory palm *Geonoma undata* subsp. *Edulis* (Arecaceae) of Neotropical Cloud Forest. *American Journal of Botany*. 2013; 100(12): 2357-2363.

Tobón C. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. 2009. Quito.

Trauernicht P. The cultivation and management of *Chamaedorea* palms in the understory of a tropical rain forest in Mexico. Master thesis. 2004. University of Hawai.

Vallejo M. Impacto de la cosecha de palmito sobre la estructura y dinámica poblacional de *Euterpe oleracea* en la Costa Pacífica colombiana. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. 2013.

Vallejo M, Londoño A, López R, Galeano G, Álvarez E, Devia W. (2005). Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2005.

Wallace R, Gómez H, Porcel Z, Rumiz D (eds.). Distribución, ecología y conservación de mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simon I. Patiño, Santa Cruz. 200. 743 p.

Zar J. Biostatistical analysis. Prentice Hall. 1999.