



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Biología y dinámica poblacional del corozo de lata (*Bactris guineensis*: Arecaceae) en el Caribe colombiano

Gloria Galeano, Rodrigo Bernal, Ana Cristina Estupiñán

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495,
Bogotá, Colombia

gagaleanog@unal.edu.co, rgbernalg@gmail.com, huitzilin85@gmail.com

Ana Carolina Vásquez

Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

anna_caro1@hotmail.com

Edwin Brieva

Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia

ebrieva@gmail.com

Néstor García

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

nestor.garcia@javeriana.edu.co

Resumen

La región Caribe es la más deforestada del país, con menos del 4% de su cobertura original conservada, dedicada principalmente a la ganadería, mientras persisten problemas económicos y sociales para la mayoría de la población, que carece de oportunidades para el desarrollo. Se requieren propuestas para mejorar el uso del suelo, que armonicen la conservación de los servicios ambientales con el desarrollo socioeconómico. Dado que el corozo de lata es una palma que persiste en los potreros y que tiene usos actuales y potenciales importantes, creemos que puede ser un elemento importante para incorporar al modelo productivo de la región. Con el fin de obtener



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

información biológica y demográfica sobre la palma se escogió como sitio piloto la Finca La Pastora, en Sincelejo, Sucre. Entre marzo 2014 y marzo 2015 se midieron, marcaron y se hizo seguimiento a 143 macollas y a todos los individuos encontrados en cinco parcelas de 0,1 ha. La mayoría de las macollas de la Finca La Pastora miden entre 1,5 m² y 6,4 m², con un promedio 5,3 m². Se encontró un promedio de 239 tallos/macolla y la macolla más grande tenía 1300 tallos. La densidad estimada fue de 295 plántulas, 40 juveniles y 26 adultos/ha. Aunque el reclutamiento y la supervivencia de las plántulas fueron altos, sólo un bajo porcentaje de ellas lograron crecer y constituirse en macollas de 2-3 tallos. La supervivencia de estas macollas (2-3 tallos) y su crecimiento hasta convertirse en macollas de 4 ó más tallos fueron también bajos (alrededor de 50%). Todas las macollas con 4 ó más tallos sobrevivieron. Una vez una macolla alcanza los 20 tallos, con alturas superiores a 1 m, es prácticamente indestructible. Las macollas con más de 20 tallos produjeron entre 4 y 53 tallos nuevos al cabo de un año, con un promedio de 20. Las macollas reproductivas más pequeñas tenían alrededor de 40 tallos, tamaño que alcanzan cuando tienen cerca de 10 años de edad. Sin embargo, las macollas más productivas se encontraron con más de 100 tallos, cuando tienen por lo menos 14 años de edad. Para alcanzar los 4 m mínimos de longitud que se requiere un tallo para ser utilizado en construcción (se comercializan tallos de 3-4 m de alto), un tallo proveniente de una macolla de más de 20 tallos, necesitaría en promedio unos 4-5 años. El análisis con el Modelo de Proyección Integral mostró que la población estudiada está en decrecimiento y que su permanencia no está asegurada hacia el futuro. Esto se atribuye a los problemas de reclutamiento de las macollas más pequeñas, que no logran sobrevivir debido al pisoteo y ramoneo por parte del ganado. En las condiciones actuales, sin ningún tipo de manejo (y en años muy secos), las macollas de la finca La Pastora producen un promedio de 8,5 kg frutos/macolla/año, lo que equivale a 221 kg/ha, que rentarían, por lo menos COP 30.940-53.040/ha. Si adicionamos la cosecha de tallos, cosechando solo 10 tallos/macolla (260 tallos/año a COP 900/tallo), el rendimiento sería de COP 264.940-287.040/ha, que representa el 77-83% de lo que produce una ha en ganado. Con mejoras en el manejo para aumentar la productividad y unos mejores precios en el mercado, el rendimiento/ha sería mucho mayor que si se tuviera solo ganadería, con la ventaja de



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación-Caribe

hacer un mejor manejo del suelo (menor capacidad erosiva y mayor conservación de la humedad) y de los servicios ambientales que ofrece el tener palma de corozo (favorecer la diversidad de flora y fauna de la región). La palma corozo de lata es una elemento clave para incluir en los sistemas agrosilvopastoriles que requiere con urgencia la región Caribe.

Introducción

La región Caribe ha sido una de las más deforestadas de Colombia, a tal punto que se considera conserva menos del 4% de su cobertura boscosa original (Pizano & García (2014). Con su topografía, en su mayoría plana, con altas temperaturas (media anual superior a 24°C) y precipitación menor de 2000 mm anuales (IDEAM et al. 2007), es rica en suelos especialmente fértiles, con ecosistemas naturales únicos, sin embargo, drásticamente transformados ahora a un uso de la tierra dedicado, en su mayoría (89%), a actividades pecuarias, principalmente ganadería extensiva (Lombana *et al.* 2012). En consecuencia, se presentan importantes problemas de erosión y desertificación, además de la pérdida de la biodiversidad nativa y de los servicios ambientales que ella presta. Esta transformación, sin embargo, no ha mejorado las condiciones sociales y económicas de la mayoría de la población caribeña. Por estas razones se ha diagnosticado la necesidad urgente de buscar e implementar una estrategia integral para el manejo de estas áreas, que promueva de manera más armónica el desarrollo socioeconómico con la conservación de los servicios ambientales que provee la biodiversidad (Pizano & García 2014).

En este escenario de pastos y bosques fragmentados que presenta el Caribe colombiano actualmente, pocas especies de la biodiversidad nativa logran mantenerse. Una de ellas es el corozo de lata (*Bactris guineensis*), una palma espinosa y cespitosa, que a pesar de que es quemada y cortada en los potreros, logra sobrevivir y es ubicua a lo largo y ancho del Caribe colombiano. Aunque no es una palma apreciada en las fincas ganaderas, si es extremadamente útil para el campesino costeño que obtiene de ella numerosos beneficios. Los usos más importantes están relacionados con sus frutos comestibles y sus



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

tallos, ambos de activo comercio actual y con gran potencial de crecimiento (Casas *et al.* 2013; Estupiñán-González *et al.* en prep.).

Por sus usos actuales y potenciales y su gran resistencia, creemos que el corozo de lata puede ser un elemento importante dentro de esas otras alternativas de uso de la tierra que se sugieren para el Caribe. Para comprobar esto, sin embargo, es necesario tener más información sobre la especie, sobre el ecosistema, y sobre los otros factores que confluyen en un manejo sostenible. No encontramos información biológica disponible, así que para ir avanzando en este sentido, en este trabajo pretendemos contestar las siguientes preguntas: Cómo crecen las plantas de corozo de lata? Cómo están las poblaciones de corozo?, cómo es su dinámica y cómo podría lograrse un manejo sostenible? Las respuestas a estas preguntas serán clave para trazar pautas de manejo que permitan que esta representante de la biodiversidad nativa del Caribe se incorpore en la búsqueda de un desarrollo sustentable de la región.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se tomó como sitio de estudio piloto La finca La Pastora, ubicada en el municipio de Sincelejo, departamento de Sucre, a los 9°21'01.52"N y 75°25'12.70"O (figura 1), a una elevación cercana a los 98 m, con una temperatura mínima de 33°C y máxima de 38°C; la humedad relativa es del 77% y la precipitación de 1.000-1.300 mm al año, con un régimen bimodal, con estacionalidad marcada, con 3 ó más meses de sequía al año, donde al corto período de lluvias del primer semestre le sigue un breve período seco en los meses de junio y julio, conocido en la región con el nombre de “Veranillo de San Juan” (Galvis 2009). La zona corresponde al Bosque Seco Tropical (bs-T), según Holdridge (Espinal & Montenegro 1963) y al Gran Bioma del Bosque Seco Tropical según IDEAM *et al.* (2007). La Finca La Pastora es una propiedad administrada por 42 familias de la etnia Zenú, perteneciente al Cabildo Menor de San Antonio, del Resguardo Indígena de San Andrés



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

de Sotavento. La finca es un agroecosistema, con la ganadería como el componente principal. Se estima que hay cerca de 100 ha con presencia de palmas de corozo de lata dispersas en los potreros, donde las palmas están sometidas al impacto del ganado (pisoteo y ramoneo). Las palmas adultas son conservadas y no son actualmente aprovechadas a nivel comercial.

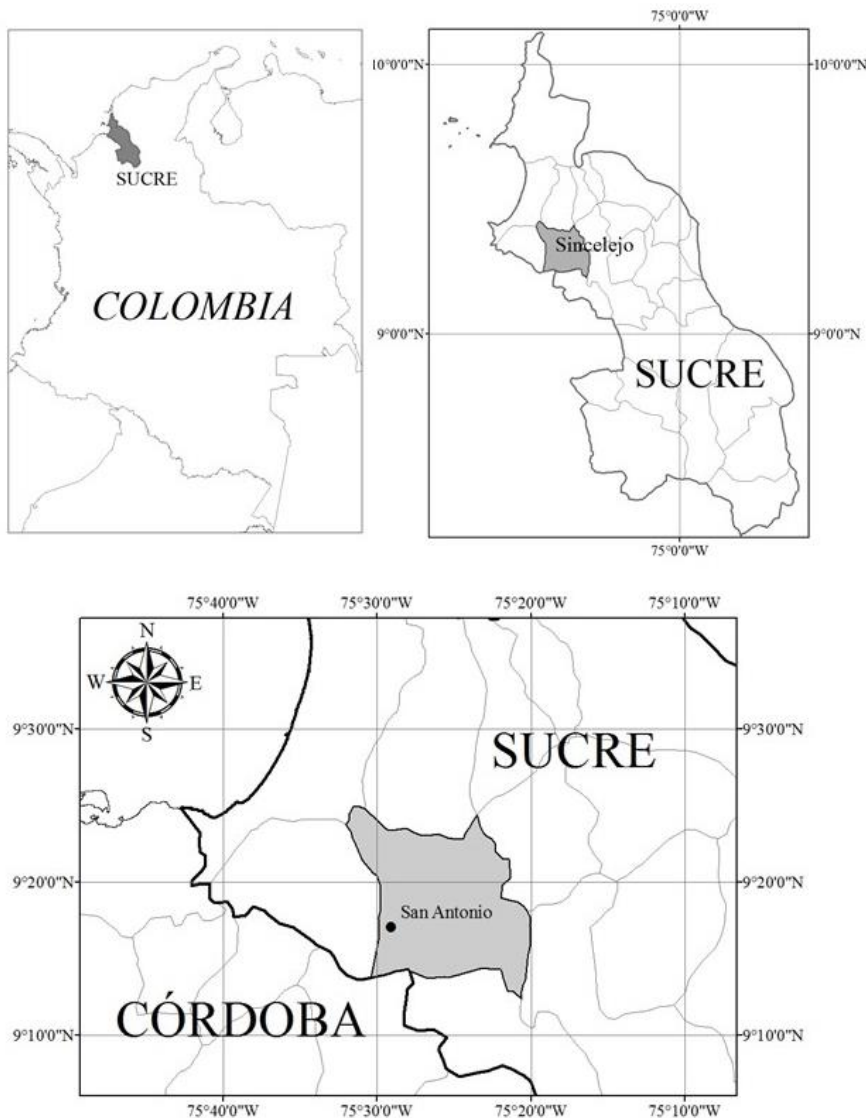


Fig. 1. Mapa del área de estudio.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Especie de estudio

Bactris guineensis es una palma espinosa, que forma grandes matas de hasta más de 1000 tallos, los más altos de poco más de 7 m de alto y 1.5-3 cm de diámetro (Figura 2). Las hojas son pinnadas, menores de 1 m de largo y están provistas de largas espinas negras o amarillentas con la base y la punta oscuras. Las inflorescencias salen por entre las hojas y son persistentes por mucho tiempo en el tallo. Cada inflorescencia tiene 11-30 raquillas delgadas que llevan flores masculinas y femeninas. Los frutos son esféricos y achatados, terminados en una punta corta, de hasta 2 cm de diámetro, de color negro-violáceo brillante en la madurez, con pulpa delgada, carnosa y de delicioso sabor agridulce, que rodea un cuesco leñoso que encierra en su interior una sola semilla. El corozo de lata se encuentra en zonas de bosque seco desde Nicaragua, a lo largo de la Costa Pacífica de Centroamérica, hasta el norte de Venezuela. En Colombia se encuentra ampliamente distribuida en toda la región Caribe (Galeano & Bernal 2010), aunque en general no es bienvenida en los potreros y se hacen labores frecuentes de erradicación con corte de los tallos y quema.

Para los campesinos, sin embargo, es una planta muy apreciada pues de ella obtienen múltiples beneficios. Los frutos comestibles, son tradicionalmente consumidos y muy apreciados, especialmente en jugo, en casi todo el Caribe, por lo cual cuenta con un mercado regional importante (Cruz *et al.* 2009; Jiménez-Escobar & Estupiñán-Gonzalez 2011; Estupiñán-González 2012; Casas *et al.* 2013; Estupiñán-Gonzalez *et al.* en prep.). La pulpa es rica en nutrientes y antioxidantes, con propiedades farmacológicas y cosméticas importantes, con excelentes perspectivas de desarrollo. Por otro lado, los tallos del corozo de lata, extremadamente resistentes y flexibles, son usados en construcciones rurales en todo el Caribe y tienen gran potencial de uso en construcciones modernas (Casas *et al.* 2013; Estupiñán-Gonzalez *et al.* en prep.).

Es una palma extremadamente resistente a la deforestación, al fuego e inclusive a su misma destrucción. Las macollas espinosas que persisten en los potreros, constituyen un reservorio de vida silvestre muy importante, pues en ella germinan hierbas, arbustos y



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

árboles y encuentran refugio numerosas especies de la fauna silvestre, incluyendo mamíferos, reptiles y anfibios y aves, entre otros. Por otro lado, los frutos constituyen una fuente de alimento importante, especialmente para las aves (Galeano *et al.* 2015).

Además de los usos para los pobladores caribeños, la palma corozo de lata constituye un reservorio de vida silvestre muy importante en medio de los potreros: en las macollas adultas se generan condiciones favorables de sombra y humedad, por lo que actúan como plantas niñeras y favorecen el crecimiento de numerosas especies de plantas, que crecen entre los tallos espinosos, protegidas del ramoneo del ganado. Además de las plantas, numerosas especies de la fauna silvestre encuentran refugio entre las macollas y los frutos son una fuente de alimento importante, especialmente para las aves (Galeano *et al.* 2015).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe



Figura 2. Hábito de *Bactris guineensis*. Arriba: macollas. Abajo: racimo inmaduro (izquierda) y reproducción vegetativa por medio de rebrotes de la macolla (derecha).

Toma de datos

Crecimiento y tasas vitales: para determinar el crecimiento de las macollas y de los rametos, en marzo de 2014, se registraron y marcaron de forma permanente, 143 macollas distribuidas en diferentes sectores dentro de la finca. Para cada macolla se estimó su área, el número de tallos, se midió la altura del tallo más alto y se registró el estado reproductivo. En cada macolla se marcaron de forma permanente todos los tallos menores de 1,5 m de alto. Para estimar el área de las macollas se asumió la forma de una elipse como la más cercana y se calculó el área de la elipse con las medidas de largo y ancho de cada macolla. Para las medidas de largo y ancho se tuvo en cuenta que formaran un ángulo recto en las esquinas. Para estimar el número de tallos de las macollas se seleccionó al azar una muestra de 30 macollas, para las cuales se hizo un conteo detallado de los tallos, dividiendo la macolla en cuadrantes que se diferenciaron



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

mediante palos que atravesaron la macolla. De esta forma se estimó el número de tallos por m² y con este dato se calculó el número total de tallos por macolla teniendo en cuenta el área estimada para cada una. Cada una de las macollas fue censada nuevamente a los seis y 12 meses y se registraron los eventos de número de tallos nuevos producidos, y de tallos o macollas muertos.

Para hacer un seguimiento detallado del crecimiento de los tallos se seleccionaron al azar 30 macollas de las 143 iniciales. En cada una de estas 30 macollas se seleccionaron todos los tallos pequeños (menores de 1,5 m de alto) y 5-10 tallos entre juveniles (mayores de 1,5 m de alto) y reproductivos, y en cada uno se registró el número de hojas y de estructuras reproductivas. La hoja más joven y cada una de las estructuras reproductivas se marcaron de forma permanente. El número total de tallos con seguimiento fue de 350. Se hizo censo al cabo de seis y 12 meses (septiembre de 2014 y marzo de 2015), para registrar crecimiento (elongación de tallos y No. de hojas nuevas), y número y desarrollo de estructuras reproductivas. Por otro lado, todas las macollas presentes en las cinco parcelas fueron también objeto de este mismo seguimiento detallado. Adicionalmente, se contaron los anillos en cada metro de tallo en 30 tallos, tratando de cubrir toda la variación de la región.

Estructura y densidad: para analizar la abundancia y estructura de la población se establecieron cinco parcelas al azar de 50 x 20 m (0,1 ha), para un total de 0,5 ha. En cada parcela se marcaron de forma permanente y se midieron todas las macollas e individuos encontrados, incluyendo el área, número de tallos, altura del tallo más alto y presencia de estructuras reproductivas. Estos datos se complementaron con los provenientes de tres transectos establecidos al azar, de 500 x 5m (2500 m²), separados entre sí por lo menos 500 m, y en los cuales se contaron las plántulas, las macollas juveniles y las adultas.

Mortalidad, reclutamiento, y fecundidad: las cinco parcelas mencionadas anteriormente se censaron a los seis y 12 meses, con el fin de registrar el número de macollas que murieron, el número de plántulas nuevas y la fecundidad, estimada como la relación entre



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

el número de plántulas reclutadas y el número de individuos reproductivos dentro de las parcelas.

Productividad: para estimar la productividad se tuvieron en cuenta, de un muestra de 14 a 17 macollas, el número promedio de tallos reproductivos por macolla, el promedio de racimos por tallo reproductivo, y el número promedio de frutos por racimo.

Finalmente, para evaluar el efecto del corte de tallos sobre el crecimiento de las macollas, se seleccionaron seis macollas que fueron cortadas totalmente años atrás, en una fecha conocida con certeza. Para cada macolla se midió el área, la altura del tallo más grande y evidencias pasadas o actuales de reproducción.

Análisis de datos

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el paquete R (R Core Team 2012). Para determinar si había diferencias significativas en las densidades y distribución del número de tallos por macolla, se utilizó ANOVA de un factor y una sola vía. Para estudiar la dinámica y hallar la tasa finita de crecimiento de la población se usaron Modelos de Proyección Integral (IPM) siguiendo los métodos descritos por Easterling et al. (2000) y Metcalf et al. (2012).

RESULTADOS

TAMAÑO DE LAS MACOLLAS

Áreas: las macollas estudiadas variaron en tamaño entre 0.044 m² y 29 m², con un promedio de 5,6 m² (sd=5,35; n= 143). La figura 3 muestra algunas macollas comunes en el sitio de estudio, y el comportamiento matemático de los datos se muestra en la figura 4, donde se ve que el 50% de las macollas tiene áreas entre 2,04 y 6,7 m², y que son escasas las que superan 15 m² de área.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe



Figura 3. Macollas de corozo de lata más comunes en la Finca La Pastora, Sincelejo.

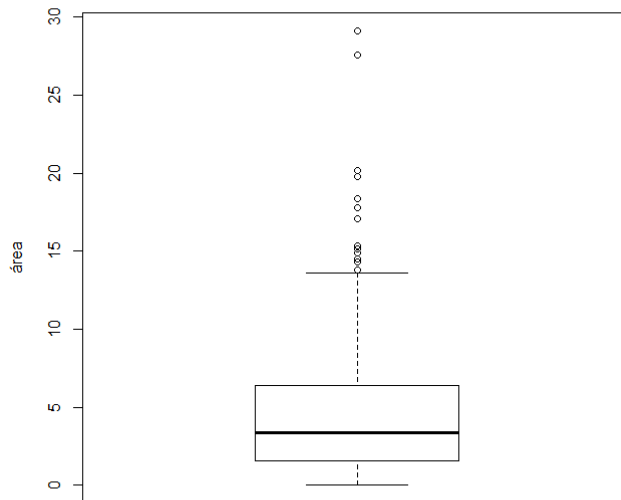


Figura 4. Diagrama de caja mostrando cómo están distribuidas las áreas (en m²) de las macollas de corozo de lata estudiadas.

Número de tallos o rametos: en la muestra de 30 macollas cuyos tallos fueron contados detalladamente se encontraron 23-81 rametos/m², con un promedio de 45 rametos/m².



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Los datos mostraron una correlación positiva, aunque débil, entre el área de la macolla y el número de rametos (coeficiente de Pearson: $r = 0.572172$; $t = 3.6251$, $df = 27$, $p\text{-value} = 0.001182$). Utilizando este promedio para estimar el número de tallos por macolla, se encontró que las 143 macollas tenían entre 2 y 1309 rametos, con un promedio de 239 rametos/macolla. La mayoría de las macollas tenían entre 70 y 296 tallos, y fueron muy pocas las macollas con más de 600 tallos; además se presentaron vacíos en la representación de macollas grandes de más de 600 tallos (figura 5).

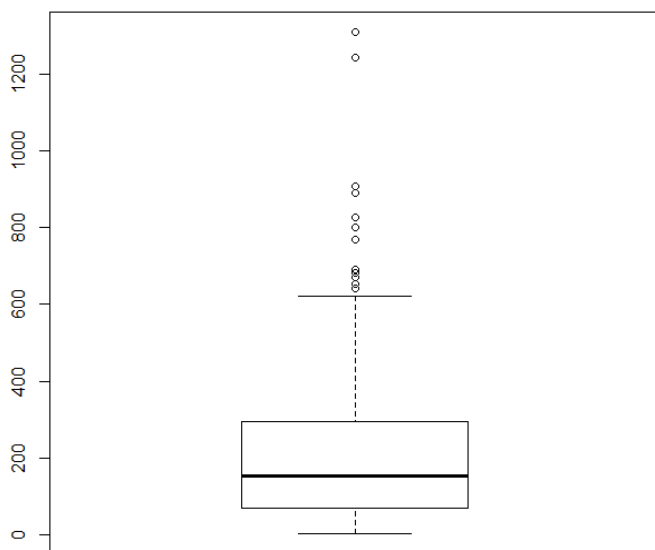


Figura 5. Diagrama de caja mostrando el comportamiento del número de tallos/macolla en 143 macollas medidas en la Finca La Pastora, Sincelejo, Sucre.

Por otro lado, se encontró que el número de tallos está fuertemente y positivamente correlacionado con el área de la macolla (coeficiente de Pearson: $r = 0.9932866$; $t = 104.4602$, $df = 148$, $p\text{-value} < 2.2e-16$) (fig. 6).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

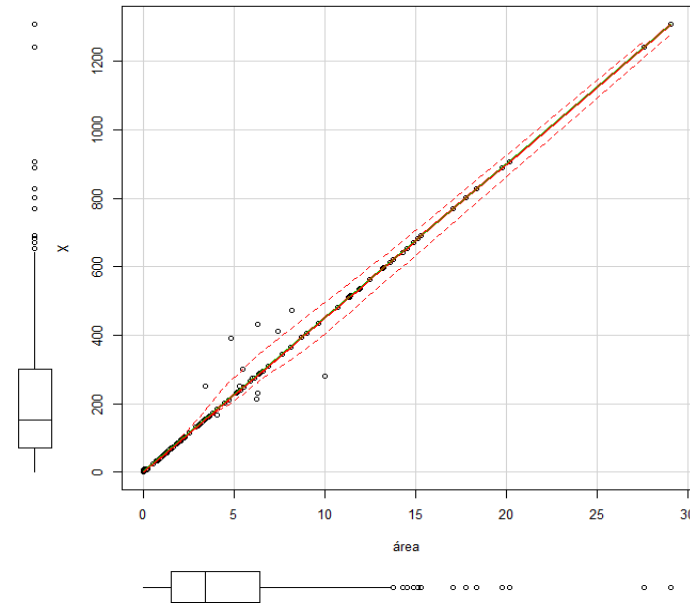


Figura 6. Diagrama de dispersión mostrando la correlación positiva entre el área de las macollas (en m²) (eje x) y el número de tallos/macolla (eje y) en 143 macollas estudiadas en la Finca la Pastora, Sincelejo, Sucre.

Altura de las macollas: en las 143 macollas estudiadas, la máxima altura de los tallos varió entre 7,5 cm y 741 cm, con un promedio de 467 cm, aunque la mayoría tuvieron los tallos más altos de 430 a 572 cm (fig. 7). Estas alturas se encontraron escasamente relacionadas positivamente con el área de las macollas (Prueba de Pearson: $r = 0.3669755$; $F = 23.03$, $p = 3.854e-06$) (fig. 8).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

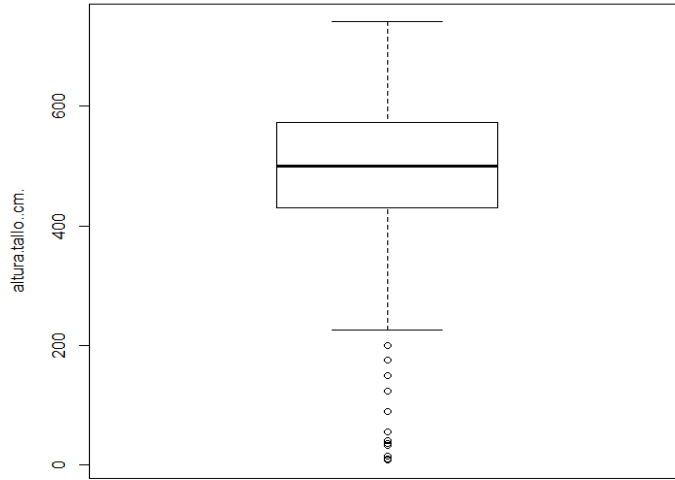


Figura 7. Diagrama de caja mostrando la variación en la altura de los tallos más altos medidos en cada una de las 143 macollas estudiadas.

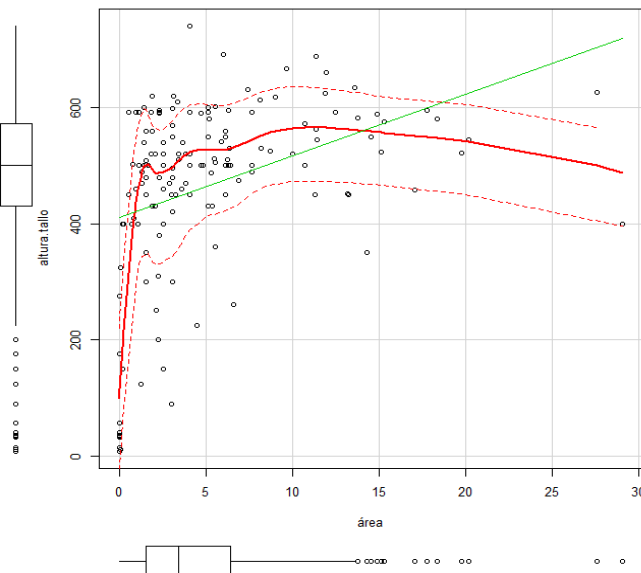


Figura 8. Diagrama de dispersión mostrando la relación entre el área de las macollas (en m²) (eje x) y la altura del tallo más alto de cada macolla (en cm) (eje y).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Número de hojas de los tallos o rametos: los tallos estudiados tuvieron 1-10 hojas expandidas en la corona, con un promedio de 3.3 (sd= 1.876948, n= 725), aunque el 50% de los tallos tuvieron entre 2 y 4 hojas, y se encontró correlación positiva leve entre la longitud del tallo y el número de hojas verdes en la corona (prueba de Pearson: $r = 0,5$) (fig. 9). Todos los tallos que tenían 8 hojas o más eran subadultos, y de los que tenían 7 hojas, el 27% eran adultos, el resto eran subadultos. Solo dos tallos tuvieron hasta 10 hojas y ambos eran subadultos muy grandes (con tallo de 4,19 y 5,61 m de alto, respectivamente). En general, los tallos adultos tenían entre 2 y 4 hojas (fig. 9).

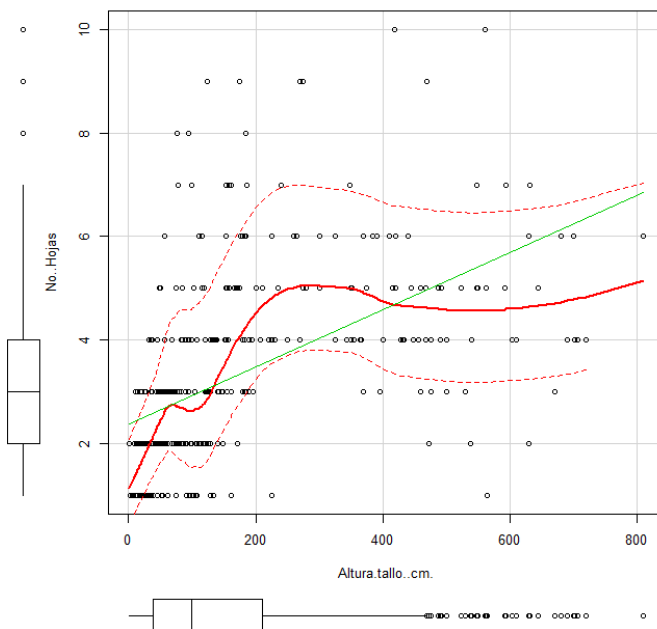


Fig. 9. Diagrama de dispersión mostrando la relación entre la altura del tallo y el número de hojas verdes expandidas en la corona.

DENSIDAD DE LAS MACOLLAS

En las 5 parcelas de 0,1 ha se encontró un total de 294 plántulas, 15 macollas juveniles y 12 macollas adultas; extrapolando a una hectárea la densidad sería de 588 plántulas, 30



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

juveniles y 24 adultas. Por otro lado, la densidad de macollas encontrada en los tres transectos, para un área de 7500 m², fue de 1 plántula, 38 juveniles y 20 macollas adultas. En total, teniendo en cuenta las dos aproximaciones, se estima un total de 295 plántulas, 40 juveniles y 26 adultos/ha. Sin embargo, aunque no se tienen datos exactos, en las áreas cercanas a las fuentes de agua como los jagüeyes o las ciénagas, la densidad parecería ser notoriamente más alta.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

La distribución de los tamaños de las macollas (de acuerdo al número de tallos) fue estadísticamente igual en las cinco parcelas estudiadas ($F= 2,274$, $P=0,612$, $gl=4$), y mostró una curva de forma semejante a una J invertida, pero con una pobre representación de tamaños intermedios e inclusive con algunos vacíos en la representación de algunas clases (figura 10). Para una mejor visualización de la estructura la población se dividió en cinco clases de tamaño, dependiendo del número de tallos, de la siguiente manera:

Plántulas: individuos con un solo tallo; Juveniles (plantas con 2-8 tallos); Juveniles (plantas con 9-20 tallos); Adultos (con 21-100 tallos); Adultos (con 101-200 tallos); Adultos (con 201-400 tallos); Adultos (con > 400 tallos).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

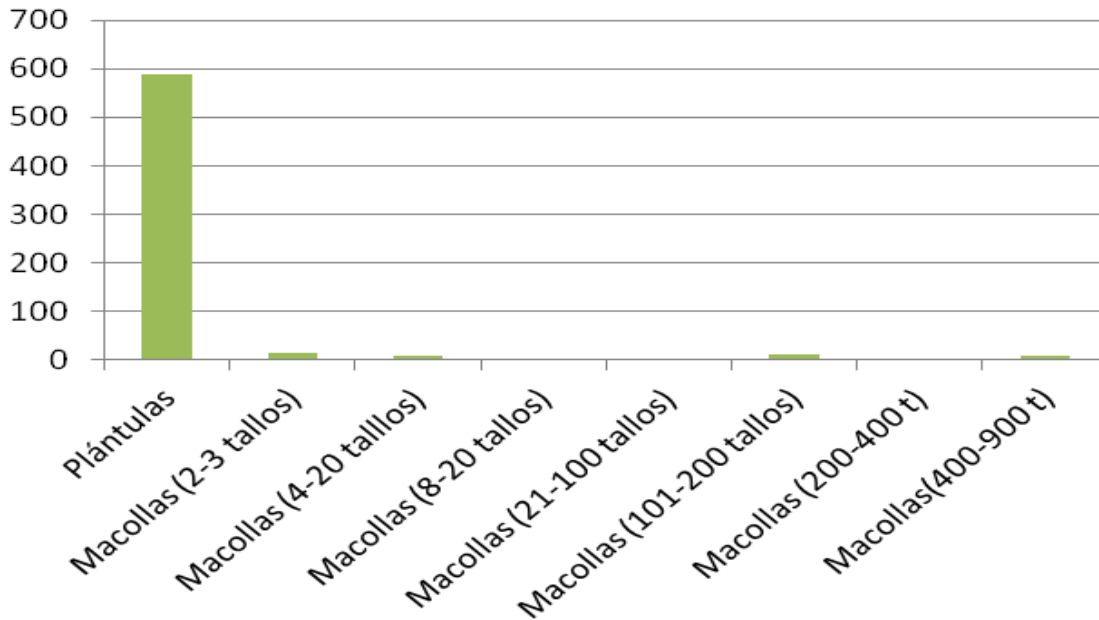


Figura 10. Distribución de frecuencias del número de tallos/macolla/ha en la Finca la Pastora, Sincelejo. El eje Y es el número de individuos/ha.

MORTALIDAD, SUPERVIVENCIA, CRECIMIENTO, REPRODUCCIÓN Y RECLUTAMIENTO DE LAS MACOLLAS

Los eventos demográficos más importantes que se presentan en las palmas de corozo de lata se muestran en la tabla 1. Aunque la supervivencia de las plántulas fue alta, sólo un bajo porcentaje de ellas lograron crecer y constituirse en macollas de 2-3 tallos. La supervivencia de estas macollas (2-3 tallos) y su crecimiento hasta convertirse en macollas de 4 ó más tallos fueron también bajos (alrededor de 50%). Todas las macollas con 4 o más tallos sobrevivieron. Una vez una macolla alcanza los 20 tallos, con alturas superiores a 1 m, es prácticamente indestructible.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano

Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Tabla 1. Eventos demográficos más importantes en las macollas de corozo de lata en la Finca La Pastora, Sincelejo, Sucre, Colombia.

	Plántulas (n= 294)	Macollas de 2-3 tallos) (n= 7)	Macollas de 4-20 tallos (n= 6)	Macollas 21- 100 tallos (138)	Macollas 101-1300 tallos
Supervivencia (%)	40%	57%	100	100	100
Crecimiento (%)	7%	50	100	100	100
No. tallos nuevos/año	1-2 tallos	1-2 tallos	1-4 tallos	12-15	20
Hojas nuevas (promedio)/año	3,8	6			
Años para alcanzar el tamaño	1	3	7-8	8-14	18-64

Las macollas con más de 20 tallos produjeron entre 4 y 53 tallos o rametos nuevos al cabo de un año, con un promedio de 20, y muy pocas macollas produjeron más de 40 rametos (fig. 11). La macolla que produjo 53 tallos en un año tenía 114 tallos y la que produjo 51 tenía 890 tallos. Se encontró una correlación positiva significativa entre el número de tallos y el número de nuevos tallos producidos al año ($r=0.3$; $t = 3.79$, $df = 137$, $p\text{-value}= 0.0002283$ (fig. 12).

Las macollas reproductivas más pequeñas de La Pastora tenían alrededor de 40 tallos, tamaño que alcanzan, según nuestras estimaciones, cuando tienen cerca de 10 años de edad. Sin embargo, las macollas más productivas se encontraron con más de 100 tallos, cuando una macolla tiene por lo menos 14 años de edad.

En cuanto al reclutamiento, al cabo de un año se contabilizaron en las cinco parcelas de 0,1 ha, 208 plántulas nuevas, lo que muestra una muy buena capacidad de regeneración.



Ejecutado por:

En la zona:



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Sin embargo, como se ve en la tabla 1 y en la figura 10, el paso de plántula a macolla de por lo menos dos tallos es difícil, al igual que el paso de 3 tallos a cerca de 20 tallos.

Con esas tasas vitales, el análisis con el Modelo de Proyección Integral para la población de corozo de lata estudiada resultó en una tasa finita de crecimiento poblacional por debajo de 1 ($\lambda = 0,5$); es decir, es una población en decrecimiento.



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe



**Tallos o
rametos
nuevos**



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

patrimonio natural
Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación-Caribe



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

patrimonio natural
Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación-Caribe



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

patrimonio natural
Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación-Caribe



Figura 11. Rametos o tallos nuevos producidos en las macollas.



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

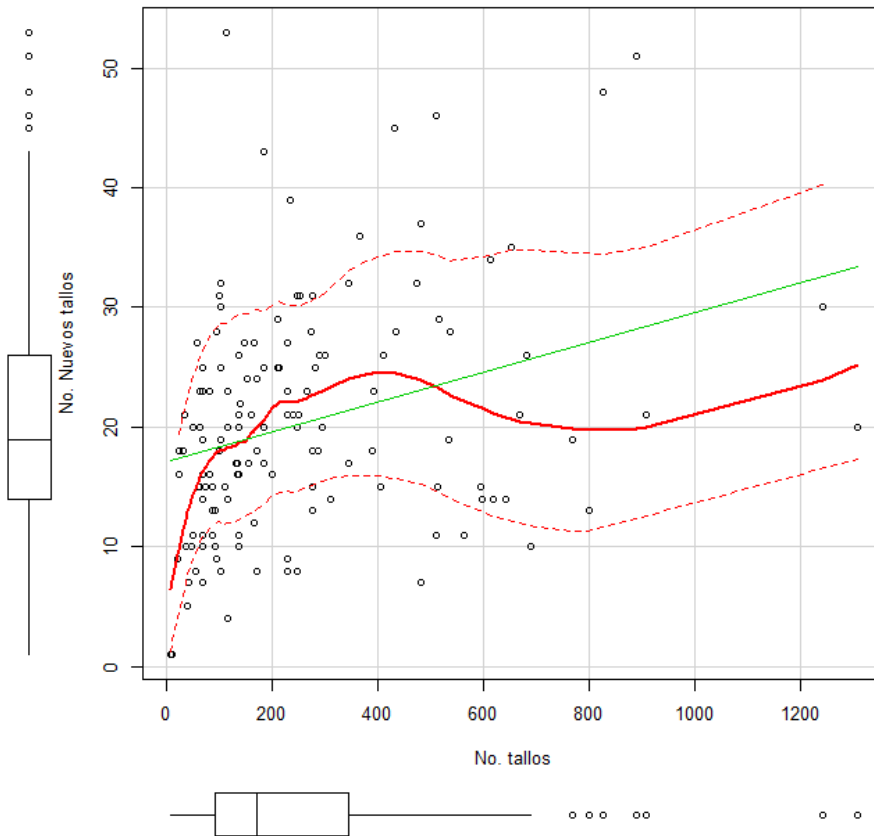


Figura 12. Diagrama de dispersión mostrando la relación entre el número de tallos de las macollas (> 20 tallos) y el número de tallos nuevos (rametos) producidos en un año (2014-2015) en una población de corozo de lata en la Finca La Pastora, Sincelejo.

MORTALIDAD, SUPERVIVENCIA, CRECIMIENTO, REPRODUCCIÓN Y RECLUTAMIENTO DE LOS TALLOS O RAMETOS

En tallos provenientes de rametos pequeños, con 2 tallos, la probabilidad de supervivencia fue de 9% y aumentó entre 50-62% en rametos provenientes de macollas de 2-5 tallos. De 381 rametos monitoreados (provenientes de macollas de más de 20



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

tallos), 50 habían muerto al terminar el año, por lo que la probabilidad de supervivencia de los rametos fue de 87%.

Para macollas muy pequeñas, con 1-10 tallos, se encontró que el número de hojas que producen en un año está positivamente correlacionado de manera significativa con el número de tallos ($r= 0.86$; $t = 4.1912$, $df = 6$, $p\text{-value} = 0.005742$) (fig. 13).

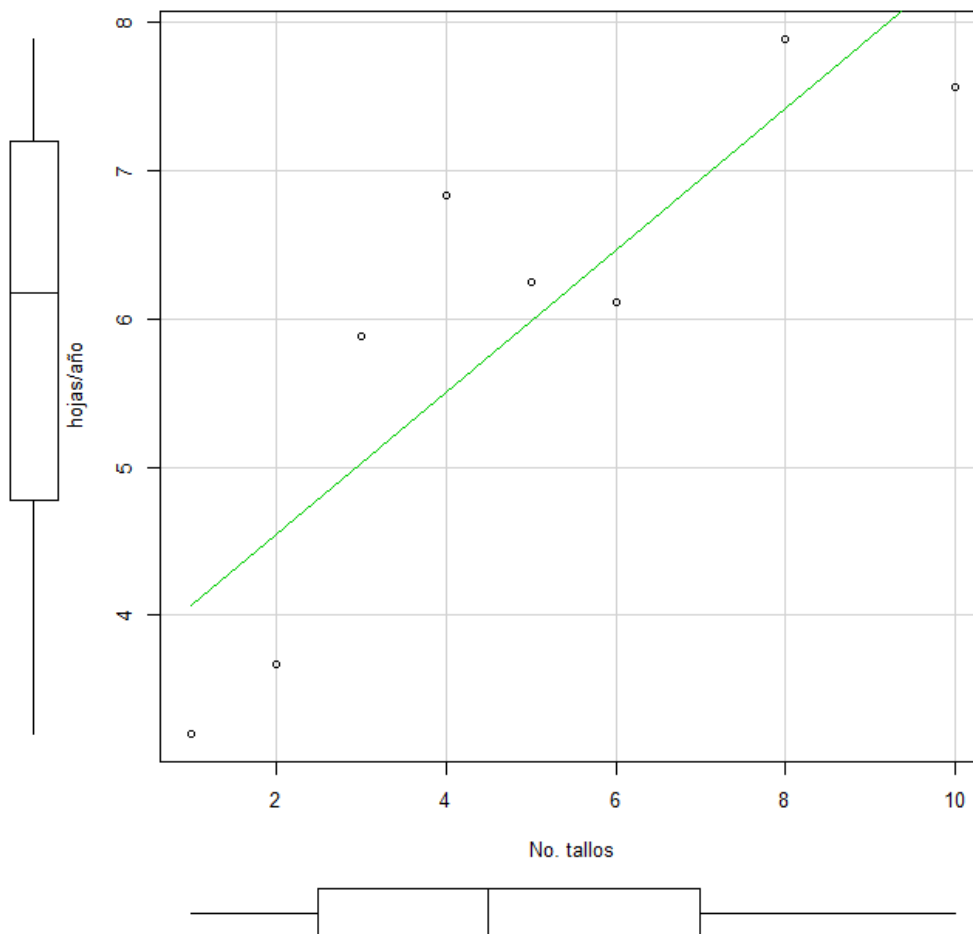


Figura 13. Relación entre el número de tallos de una macolla y el número de hojas nuevas producidas en un año, en macollas pequeñas (10 o menos tallos).



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

De 327 tallos provenientes de macollas grandes (con 20 ó más tallos), marcados y monitoreados durante un año, solo dos no produjeron hojas nuevas, y eran tallos menores de 11 cm de alto, registrados en mal estado desde hacía un año; el resto de los tallos produjeron entre 1 y 17 hojas/año, aunque el 50% de los rametos produjeron entre 6 y 10 hojas, con un promedio de 8 (fig. 14).

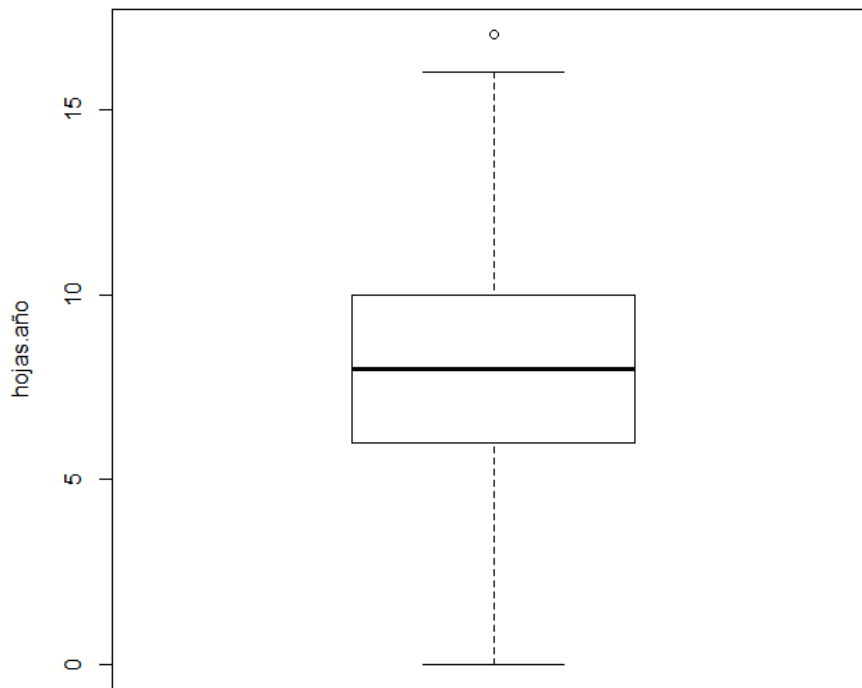


Figura 14. Diagrama de caja mostrando el número de hojas/tallo producidas durante un año en macollas con 21-1300 tallos.

Se encontró una correlación negativa pero débil entre el número de hojas producidas y la altura del tallo (prueba de Pearson: $r=-0.3092606$; $t = -5.8265$, $df = 321$, $p\text{-value} = 1.376e-$



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

08). En general, la mayor producción de hojas ocurrió cuando los tallos tenían menos de 2 m y se detectó un pico de producción de hojas cuando los tallos alcanzan poco menos de 100 cm de altura; después de esa altura, en general, el número de hojas producidas es menor a medida que el tallo es más alto (fig. 15).

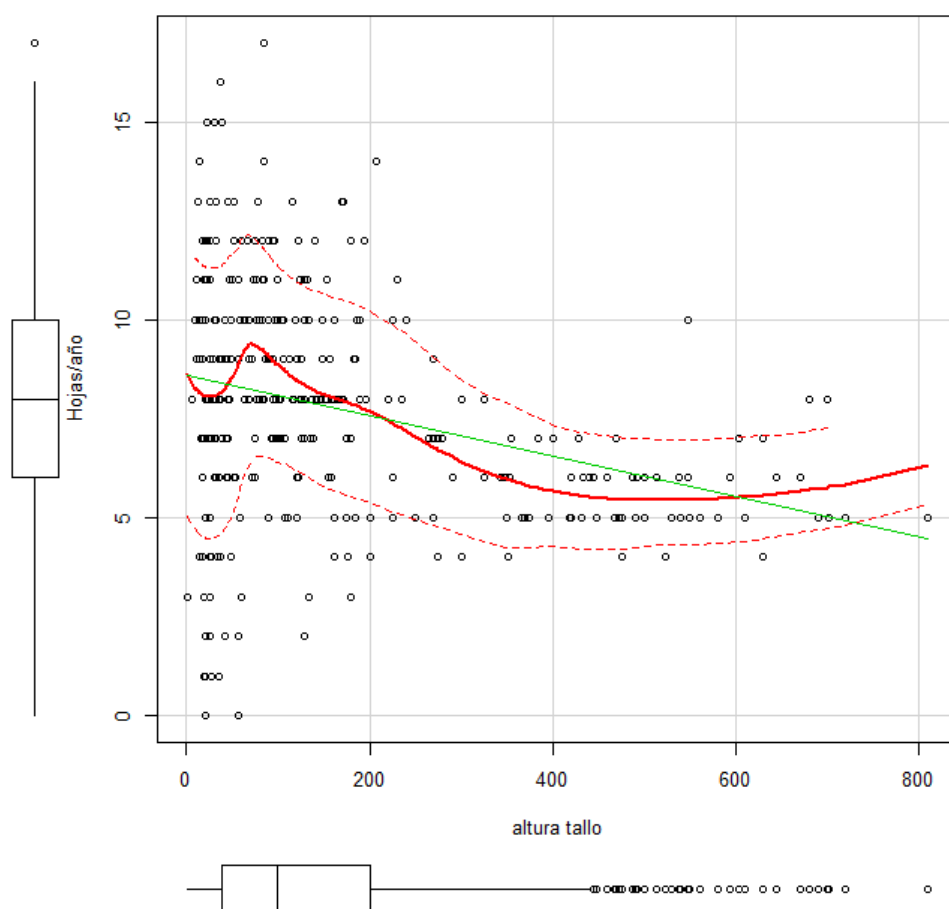


Figura 15. Diagrama de dispersión mostrando la relación entre la altura del tallo y el número de hojas producidas en los rametos monitoreados.

TAMAÑO Y EDAD DE LOS TALLOS



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Cuando un tallo tiene 200 cm puede haber tenido en promedio, por lo menos, 36 hojas que equivalen, por lo menos a 5 años. El mayor número de anillos (cicatrices de hojas) se contó en un tallo de cerca de 6 m de alto, con 89 anillos, lo que correspondería en promedio a 11 años.

Para alcanzar los 4 m mínimos de longitud que se requiere idealmente para ser utilizado en construcción (se comercializan tallos de 3-4 m de alto), un tallo proveniente de una macolla de más de 20 tallos, necesitaría en promedio unos 4-5 años.

Con respecto a la primera reproducción de los rametos, esta se detectó cuando el tallo tenía entre 195 y 626 cm de largo. El número de anillos a la primera reproducción varió entre 15 y 37, con una mediana de 24.00 y una media de 23.65 (sd= 5.006752, n= 37) (fig. 16). Si tenemos en cuenta el promedio de producción de hojas (8 hojas/año), entonces la primera reproducción se produciría en tallos con edades entre 1,9 y 4,6 años, con un promedio de 3 años.

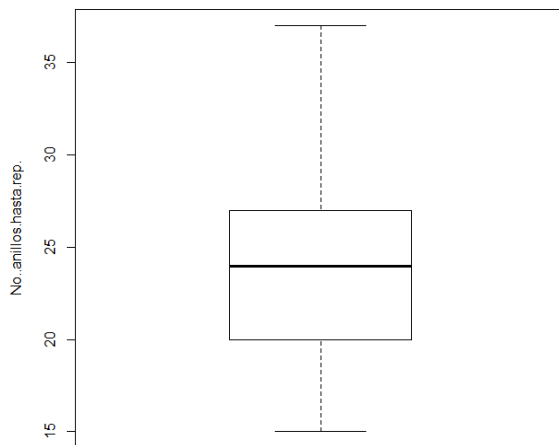


Figura 16. Diagrama de caja mostrando el comportamiento del número de anillos (cicatrices de hojas producidas) en los tallos a la primera reproducción.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Se encontró una correlación positiva leve entre el número de anillos y la longitud del tallo a la primera reproducción (prueba de Pearson: $r= 0.4977336$) (Fig. 17).

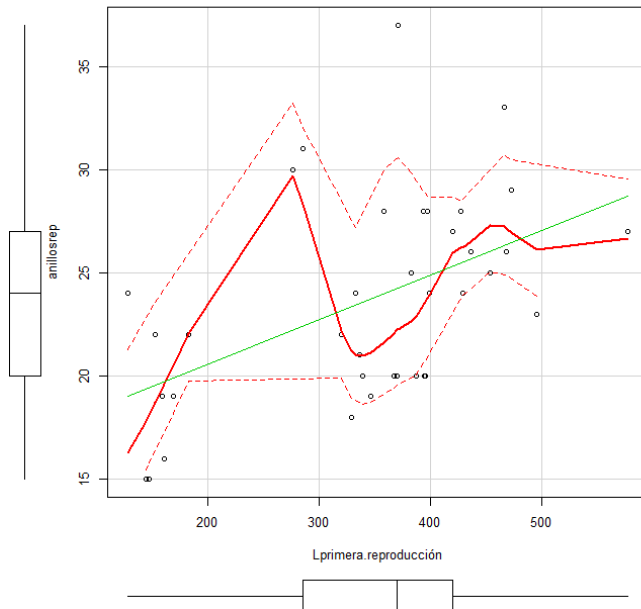


Figura 17. Diagrama de dispersión mostrando la relación entre el número de anillos de los tallos y su longitud a la altura de la primera reproducción.

FENOLOGÍA GENERAL DE MACOLLAS

De un total de 138 macollas reproductivas censados en marzo de 2014, 103 (74,6%) tuvieron sólo evidencias de racimos con frutos secos, viejos, que permanecieron en los tallos. Las restantes 35 macollas tuvieron alguna otra estructura reproductiva (yemas o flores o frutos verdes o maduros), y con frecuencia, varias simultáneas en diferentes estados (fig.18). De esas, 26 macollas (19%) tenían yemas de inflorescencias en diferentes estados y 9 macollas (6,5%) tenían racimos de flores. Se encontraron frutos inmaduros solo en 4 macollas (3%) y frutos maduros sólo en 3 macollas (2%). En general, en la observación de marzo de 2014 y luego de febrero de 2015, se observaron muchos problemas relacionadas con el desarrollo de las inflorescencias. Se observaron



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

numerosas yemas que no se abrieron, inflorescencias vanas e infrutescencias con frutos viejos que no se llenaron, sino que se quedaron pequeños. Un estudio más detallado de la fenología se encuentra en Brieva et al. (2015).

PRODUCTIVIDAD DE FRUTOS

Los datos provenientes de un estudio sobre biología reproductiva del corozo de lata en la misma finca (Brieva et al. 2015), encontraron para 2013-2014 que las macollas (mayores de 100 tallos) tenían en promedio 9,18 % de tallos reproductivos. Teniendo en cuenta el promedio de 239 tallos por macolla encontrados en la Finca la Pastora, el número promedio de tallos reproductivos por macolla se estimó en 21,94.

El mismo estudio de biología reproductiva señaló un promedio de 1,17 racimos por tallo y un promedio de 330 gr/ racimo. Con estas cifras, el promedio de producción de frutos por macolla sería de 8,5 kg. Si tenemos en cuenta que estimamos un promedio de 26 macollas adultas/ha, la productividad/ha sería de 221 kg/ha y en total, 22100 kg en toda la finca (ca. 100 ha con corozo de lata).



Figura 18. Racimos de corozo de lata en diferentes estados fenológicos.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

EFFECTO DEL CORTE DE LOS TALLOS

Las macollas estudiadas en marzo de 2015 tenían un área entre 5 y 6 m² (225-260 tallos según los estimativos) y habían sido cortadas completamente en julio 2011(4 años y 3 meses antes). Los tamaños de los tallos más altos variaron entre 240 y 350 cm, con un promedio de 288,4 cm; es decir, un promedio de 67 cm/año (fig. 19). Según la percepción de los campesinos que utilizan este recurso, las macollas sometidas a quemas o corte total de forma frecuente, van perdiendo su vigor y los tallos resultan de menor calidad para la construcción.

La altura de los tallos a la primera reproducción en esas macollas cortadas fue más baja, y se produjo desde cuando los tallos tenían, por lo menos 1,50 m de alto (tallos con 10-13 anillos); es decir, en poco más de dos años después de haber sido cortados, se inicia la primera reproducción en los nuevos tallos.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Figura. 19. Macolla que fue completamente cortada en julio de 2011 (foto tomada en marzo 2015).

DISCUSIÓN

Estructura y dinámica de la población

La estructura de la población estudiada, que mostró vacíos en la representación de algunas clases de tamaño, especialmente en las macollas más pequeñas, menores de 20 tallos, se explica por la dinámica poblacional: a pesar de que hubo un buen reclutamiento de plántulas, e incluso una supervivencia de plántulas más alta que lo que usualmente se registra en palmas de otros ecosistemas, fueron muy pocas las que lograron desarrollar un segundo y tercer tallo y así sucesivamente hasta adquirir 20 tallos, cuando ya no mueren en condiciones naturales y son difíciles de erradicar con los métodos que usualmente se utilizan (principalmente cortadas a ras y quemadas. Es decir, el cuello de botella para el crecimiento de la población está representado en esa etapa de juveniles con 2-20 tallos. Este vacío generacional seguramente también es el responsable de que la población esté en decrecimiento. Creemos que este cuello de botella está ocasionado por el uso de la tierra: el ganado pisotea y ramonea hasta el último milímetro de tejido verde de las pequeñas plantas y por ello muy pocas logran sobrevivir y crecer. Las pocas macollas que se encontraron con menos de 20 tallos muy posiblemente lograron crecer cuando los potreros fueron dejados sin ganado. El tiempo promedio que estimamos le toma a una macolla pasar de tener 2 tallos a 4 es de unos 2 años. Así, en las condiciones actuales, la población se mantiene gracias a las macollas grandes (con más de 20 tallos), que no mueren, pero no se está produciendo un reclutamiento suficiente en todas las clases de tamaño que asegure un continuo crecimiento de la población hacia el futuro.

Para mejorar la estructura de las poblaciones de corozo de lata y asegurar un crecimiento adecuado que asegure la provisión del recurso, se requiere hacer ajustes en el manejo de los potreros. Ante todo, se necesita asegurar que haya un menor reclutamiento de las macollas pequeñas y para esto lo más adecuado es planificar la rotación de potreros,



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

dejando algunas áreas sin ganado durante varios años, hasta que las macollas alcanzan más de 4 tallos y más de 1 m de alto, cuando son más resistentes al ramoneo. Sin embargo, realmente lo más adecuado sería establecer sistemas agrosilvopastoriles, en los cuales se incorpore al corozo de lata como un elemento central, y se tengan en cuenta estas medidas.

Productividad y potencial

Aún teniendo en cuenta que las condiciones de la población de corozo de lata de la Finca La Pastora no son las mejores: las palmas son más densas en zonas cercanas a las ciénagas y en la Pastora hay pocas áreas de estas; no ha habido un manejo específico apropiado; y la sequía de los últimos años (que incluyen nuestro año de muestreo), ha tenido un impacto negativo en la productividad (Briefva et al. 2015), tienen un potencial enorme para aportar al desarrollo económico de la región, si comparamos su rendimiento con los registrados en las estadísticas para una hectárea dedicada a la ganadería en la misma región de Sucre. En las condiciones actuales, sin ningún tipo de manejo, las macollas de corozo de lata que crecen en la finca La Pastora producen un promedio de 8,5 kg frutos/macolla/año, lo que equivale a 221 kg/ha, que a precios de compra en Sincelejo para el 2014 (COP 140-240/kg cuando la oferta es alta) rentarían, por lo menos COP 30.940-53.040/ha.

Si adicionamos la cosecha de tallos, extrayendo solo 10 tallos/macolla/año (de los 20 que produce en promedio al año) y con la densidad encontrada de 26 macollas/ha, se podrían cosechar 260 tallos/año, que rentarían COP 234.000 (el precio promedio de un tallo en el mercado en Sincelejo en 2015 es de COP 900). El rendimiento, incluyendo la cosecha de frutos y de tallos, sería de COP 264.940-287.040/ha, que representa el 79-85% de lo que produce una ha en ganado.

Si se mejorara el escenario futuro, aumentando la densidad de macollas a 50 macollas/ha (y todavía quedaría mucha área disponible para ganado), la producción de frutos y tallos



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

rentaría COP 510.000-552.000/ha, que es prácticamente el doble del rendimiento con solo ganado.

Además de proveer una mayor rentabilidad/ha, el incorporar a la palma de corozo en el sistema productivo del Caribe, tiene la ventaja de permitir un mejor manejo del suelo (menor capacidad erosiva y mayor conservación de la humedad) y de conservar los servicios ambientales que ofrece la palma (favorecer la diversidad de flora y fauna de la región), además de proteger y estimular la importancia cultural que tiene esta palma para los caribeños.

Aunque las cifras contienen muchas estimaciones y aproximaciones, pues aún se requiere investigación de base para descifrar interrogantes, es claro que el panorama de desarrollo alrededor de un buen manejo del corozo de lata es muy estimulante. Creemos que un manejo adecuado podría aumentar sustancialmente la productividad, tanto de frutos como de tallos, mientras una suficiente difusión para el reconocimiento de los productos del corozo entre la gente podría aumentar de manera sustancial el interés por esos productos, asegurando unos mejores ingresos provenientes de cadenas justas, mientras se recupera y mantiene la biodiversidad regional y los servicios ambientales que esta brinda a la región.

Se requiere de investigación para buscar los modelos agrosilvopastoriles sostenibles más adecuados para la región Caribe. Es una tarea pendiente urgente. En ese sentido, dado que el corozo de lata se comporta más como un bambú o un ratán, que como una palma, su manejo debería ser del interés del IMBAR, la organización que investiga para el manejo de bambúes y ratanes.

Finalmente, para lograr la implementación de sistemas agrosilvopastoriles sostenibles, que son la mejor opción para el Caribe colombiano, se requiere de decisiones políticas por parte del gobierno y de apoyo decidido por parte del gremio ganadero. Esta sería la mejor apuesta para un escenario de posconflicto como el que se avecina.



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Bibliografía

- Brieva, Edwin, L. Núñez & G. Galeano. 2015. Perfecta sincronización en la polinización de *Bactris guineensis* (Arecaceae), una palma dicogámica, protógina y productora de frutos de importancia económica en el Caribe colombiano (en prep.)
- Casas, L.F., C. Gamba-Trimiño & K. Benavides. 2013 Corozo de lata (*Bactris guineensis*). En: Bernal, R. y G. Galeano (Eds.) Cosechar sin destruir - Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas. Facultad de Ciencias-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 102-108 pp.
- Cruz, M. P., A. C. Estupiñán-G., N. D. Jiménez-Escobar, N. Sánchez, G. Galeano & E. Linares. 2009. Etnobotánica de la región tropical del Cesar, Complejo Ciénaga de Zapatosa. pp 417-447. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia diversidad biótica VIII, Media y baja montaña de la Serranía del Perijá. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. Bogotá.
- Easterling, M.R., S.P. Ellner & P.M. Dixon. 2000. Size-specific sensitivity: applying a new structured population model. *Ecology* 81(3): 694-708.
- Espinal, S. & E. Montenegro. 1963. Formaciones Vegetales de Colombia. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. IGAC. Bogotá, 221 p.
- Estupiñán-González, A.C. 2012. Conocimiento tradicional y uso efectivo de las palmas nativas en una comunidad campesina del Caribe colombiano. Tesis de maestría. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46038/1/1026251491.2014.pdf>
- Estupiñán-González, A.C., A. C. Vásquez¹, E. Brieva,



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

G. Galeano & R. Bernal. Uso y manejo tradicional del corozo de lata (*Bactris guineensis*:
Arecaceae) y comercialización de sus frutos en el Caribe colombiano

Galeano, G., A. C. Estupiñán-González & R. Bernal. 2015 Corozo de lata (*Bactris
guineensis*), planta niñera del Caribe colombiano. En preparación.

Galvis 2009

Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros
y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios
Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de
Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Investigaciones
Ambientales del Pacífico Jhon Von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y
Costeras José Benito Vives de Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones
Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.

JIMÉNEZ-ESCOBAR, N.D. & A. C. ESTUPIÑÁN-GONZÁLEZ. 2011. Useful trees of the
Caribbean region of Colombia. Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability 5
(Special Issue 1): 65-79.

Lombana, J., D. Martínez, M. Valverde, J. Rubio, J. Castrillón & W. Marino. 2012.
Caracterización del sector ganadero del Caribe colombiano. Editorial Universidad
del Norte, Barranquilla. 62 p.

Pizano, C. & H. García (Eds.). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de
Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C.,
Colombia.

R Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. R
Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,
URL <http://www.R-project.org/>



Ejecutado por:



En la zona:

Caribe colombiano



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Programa Paisajes de Conservación-Caribe

Metcalf. J., S.M. McMahon, R. Salguero-Gomez & E. Jongejans. 2012. IPMpack: an R package for demographic modeling with Integral Projection Models (v.1.6).
http://cran.r-project.org/web/packages/IPMpack/vignettes/IPMpack_Vignette.pdf.

Consulta: 04/03/2013.



Ejecutado por:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

En la zona:

Caribe colombiano