



Regeneración pasiva de morichales (*Mauritia flexuosa* L.f.) en los llanos orientales de Colombia

Ildefonso Narvaez-Ortiz¹ , Rocío Alexandra Ortiz-Paz^{2,*} , Édigson López-Patarroyo¹ 

(1) Programa de Ingeniería Agroforestal, Universidad Internacional del Trópico Americano Unitrópico, Yopal Casanare, Colombia.

(2) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, CI La Selva Rionegro Antioquia, Colombia.

*Autora de correspondencia: R. Ortiz-Paz [rortizp@agrosavia.co]

> Recibido el 30 de abril de 2021- Aceptado el 12 de agosto de 2021

Como citar: Narváez-Ortiz, I., Ortiz Paz, R.A., López Patarroyo, É. 2021. Regeneración pasiva de morichales (*Mauritia flexuosa* L.f.) en los llanos orientales de Colombia. *Ecosistemas* 30(3): 2230. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2230>

Regeneración pasiva de morichales (*Mauritia flexuosa* L.f.) en los llanos orientales de Colombia

Resumen: Los morichales son ecosistemas presentes en el centro y norte de Sudamérica, de importancia ecológica, cultural y económica; sin embargo, existe escasa información relacionada con su regeneración. No existe información científica del efecto de la exclusión de ganado en la regeneración natural de *Mauritia flexuosa*. La presente investigación se inició en abril de 2014 en la Orinoquía colombiana con el objetivo de evaluar la efectividad de la exclusión del ganado utilizando cercas como estrategia de restauración pasiva de un morichal durante tres años. El área del morichal, se dividió en dos partes: área de restauración pasiva y área sin ningún manejo (compartida con ganadería). En abril de 2017 se establecieron seis parcelas de muestreo cada una de 2000 m² (tres en cada una de las dos áreas de evaluación). En total se registraron 330 individuos de diferentes edades, 235 bajo restauración pasiva y 95 en el área sin manejo. Se presentó distribución espacial agregada y hubo diferencias significativas en densidad ($W = 9$, $P = 0.049$) solamente en las plántulas. Se confirmó el impacto positivo de la restauración pasiva, al encontrar activación de regeneración demostrada con el mayor reclutamiento de plántulas de hasta 1 m de altura (48 %); mientras que en el área sin cercado la mayor cantidad de individuos son adultos. Si las condiciones de restauración pasiva se mantienen, el proceso de regeneración que se logró activar garantiza la supervivencia del morichal.

Palabras clave: canaguales; conservación; distribución espacial; disturbio antrópico; sabana inundable; regeneración natural.

Passive regeneration of morichales (*Mauritia flexuosa* L.f.) in the eastern savannas of Colombia

Abstract: Morichal forests are ecologically, culturally and economically important ecosystems in central and northern South America; however, there is little information on their regeneration. There is no scientific information on the exclusion of livestock on the natural regeneration of *Mauritia flexuosa*. The present research was initiated in April 2014 in the Colombian Orinoco with the objective of evaluating the effectiveness of livestock exclusion as a passive restoration strategy of a morichal for three years. The morichal area, was divided into two parts: passive restoration area and area without any management (shared with cattle ranching). In April 2017, six sampling plots each of 2000 m² were established (three in each of the two evaluation areas). A total of 330 individuals of different ages were recorded, 235 under passive restoration and 95 in the unmanaged area, aggregated spatial distribution was presented and there were significant differences in density ($W = 9$, $P = 0.049$) only in the seedlings. The positive impact of passive restoration was confirmed, finding regeneration activation demonstrated by the highest recruitment of seedlings up to 1 m in height (48 %), while in the area without fencing the largest number of individuals were adults. If the conditions of passive restoration are maintained, the regeneration process that was activated guarantees the survival of the morichal.

Keywords: anthropogenic disturbance; canaguales; conservation; floodable savannah; natural regeneration; spatial distribution

Introducción

La palma de moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.), es una especie de la familia Arecaceae, con importancia socio - económica y ecológica, que se encuentra en el centro y norte de Sudamérica, formando los ecosistemas llamados “morichales”, “canaguales” o “aguajales”; los cuales, sirven para conservación de la biodiversidad, producción de frutos de uso alimenticio y comercial; regulación hídrica y servicios del ecosistema (Urrego 1987; Horn et al. 2012; Galeano et al. 2015; Virapongse et al. 2017). Son palmas adaptadas a los periodos secos e inundaciones intermitentes que son propios de la sabana inundable de la región Orinoquía, donde el

cambio climático puede generar variaciones de las superficies de inundación y drenaje limitando la regeneración de manera natural (Urrego 1987; Mora-Fernández et al. 2015; Zamora-Abrego et al. 2016; Urrego 2018).

En la Orinoquía Colombiana, los morichales son hábitat de diversidad de fauna; en ellos se han encontrado 104 especies de insectos, tres especies de arácnidos, 245 especies de aves, 318 especies de mamíferos (Carreño y Núñez 2016). Los morichales, que cubren 27 732 km² pueden llegar a almacenar 2.3 Pg C (González-B 2016). A pesar de los beneficios mencionados, se ha reportado que actividades como el avance de la frontera agrícola, la explotación de hidrocarburos, explotaciones porcinas, incendios y

un manejo inadecuado de estos ecosistemas, han causado disminución de la población de palmas y en consecuencia escasez de hábitat, reducción de fuente de proteína para la alimentación humana y de fauna; así como también, han generado riesgo para las tradiciones asociadas a los medios de vida de los pobladores (Isaza et al. 2013; Mesa Castellanos et al. 2016; Torres-Mora et al. 2015). De igual manera, se ha mencionado que el ganado que pisotea o ramonea plántulas de moriche cuando tiene libre acceso al arroyo, donde la especie es frecuente, puede ocasionar disminución de la población y afectar el ciclo de regeneración natural (Pérez y Mijares 2011; Zamora-Abrego et al. 2016).

Por otro lado, considerando que los morichales son un hábitat frágil y susceptible a los impactos antrópicos, se requieren investigaciones sobre mecanismos que contribuyan con su conservación y al mantenimiento (Carreño y Núñez 2016). Uno de los principales mecanismos para el mantenimiento de la palma de moriche es la regeneración natural; sin embargo, cuando es limitada por diversos agentes externos tales como el pastoreo, la cosecha excesiva y el avance de la frontera agropecuaria, es necesario realizar procesos asistidos como la restauración pasiva y activa para conservar las poblaciones y favorecer su regeneración (McIver y Starr 2001).

Con base en lo anterior se define la restauración activa como las intervenciones de enriquecimiento, remoción y traslado de material vegetal con el fin de apoyar el repoblamiento; asimismo, la restauración pasiva que consiste en la remoción de los agentes causantes de la degradación de las plántulas y juveniles, generalmente con el uso de encerramiento o cerca (McIver y Starr 2001) en este caso centrado en el aislamiento de agentes como el ganado. La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la exclusión del ganado en la estructura poblacional de un morichal con la hipótesis "la restauración pasiva favorece la regeneración de morichales de sabana inundable".

Material y métodos

La investigación inició en marzo de 2014 y terminó en abril de 2017 en la Vereda Centro Gaitán, Municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia a 5°29'59.47"N y 71°03'48.31"O, y 270 m de altitud, en una extensión de 15 ha conformada por morichales y bosques de galería en áreas de sabana inundable, con una temperatura media de 28 °C, precipitación pluvial entre 188 y 517 mm mensuales y media anual de 2640 mm (Bustamante-Lozano et al. 2013), donde las máximas intensidades de lluvia se presentan en los meses de junio y julio, y el periodo seco entre diciembre y marzo (Paz de Ariporo 2011). Según Holdridge (1967), la zona de vida se clasifica como bosque húmedo tropical (bh-T).

El área de investigación se encuentra dividida en dos partes: morichal sin intervención con un área total de 12.8 ha (SIN), y morichal bajo restauración pasiva con 2.2 ha (PAS). El área sin intervención es compartida con ganadería vacuna y porcina y tiene libre acceso para transitar dentro del morichal. PAS, estuvo cercada con alambre de púas y aislada del ganado durante los tres años anteriores a la toma de mediciones. Previo a este manejo las dos áreas estuvieron sometidas a las mismas condiciones ambientales y de manejo. Asimismo, el área en general es atravesada de noroeste a sureste por el cauce de flujo permanente el Venado.

Estructura poblacional: En las áreas PAS y SIN, se definieron tres parcelas de muestreo, cada una de 2000 m² y de 100 m de largo por 20 m de ancho (Holm et al. 2008); en ellas, cada individuo de palma moriche se georeferenció; además, con una forcípula se midió y se registró el diámetro a la altura del pecho (dap) en centímetros, la altura en metros desde la base del estípote hasta la distancia más alta alcanzada por las hojas fue medida con cinta métrica en las palmas jóvenes de porte bajo y se estimó mediante hipsómetro en las palmas de mayor altura. La caracterización de la población de palmas de moriche se realizó mediante las clases de altura, teniendo en cuenta los rangos propuestos por Holm et al. (2008) y Horn et al. (2012), ordenados de 1 a 7 de la siguiente

manera: 1. Plántulas, entre 0 y 1 m. 2. Jóvenes A, entre 1 y 3 m. 3. Jóvenes B, entre 3 y 6 m. 4. Jóvenes C, entre 6 y 10 m. 5. Adultos A, entre 10 y 20 m. 6. Adultos B, entre 20 y 28 m. 7. Adultos C, palmas con altura superior a 28 m. Dentro de cada estrategia de regeneración, las parcelas fueron ubicadas aleatoriamente con el fin de obtener la mayor variabilidad del sitio. Posteriormente, para determinar las densidades por hectárea las parcelas fueron sumadas, de tal manera que por cada estrategia el área total fue de 6000 m².

Distribución espacial: Se determinó la distribución espacial por cada parcela de 2000 m² con base en las coordenadas X y Y, correspondientes al sistema MAGNA Sirgas para Colombia. Se utilizó la metodología de análisis espacial por índices de distancia, SADIE (Spatial Analysis by Distance Indices) (Perry 1995). Con base en las coordenadas cartesianas de cada individuo, se hizo el análisis a través del índice de agregación (Perry 1995), donde, valores de la > 1 describen agregación, la < 1 evidencian uniformidad, y valores la = 1 demuestran distribución aleatoria (Perry et al. 1996). Estos análisis se realizaron en el programa R (R Core Team 2020) y el paquete *epiphy* (Gigot 2018).

Análisis de datos: las proporciones de individuos y densidades se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon (1945). La correlación entre índices de agregación y la densidad por hectárea se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los análisis se hicieron mediante rutinas de código en el programa R (R Core Team 2020) y el paquete *vegan* (Oksanen et al. 2020).

Resultados

Estructura de la población

Se registraron 330 individuos en las 6 parcelas de muestreo distribuidas en las dos estrategias de restauración, con 235 individuos en PAS y 95 en SIN (Tabla 1), en la Figura 1 se compara la cantidad de individuos por cada parcela y estrategia de restauración. Con la estrategia PAS se obtuvo la mayor densidad poblacional, que osciló entre 305 y 520 individuos por hectárea, mientras que con la estrategia SIN, la densidad poblacional osciló entre 120 y 195 individuos por hectárea (Tabla 1). Además, se encontraron diferencias en la distribución de individuos en las clases altimétricas; en la estrategia SIN los individuos adultos A, con alturas entre 10 y 20 m (clase 5) agruparon el 73 % del total de individuos, a diferencia de la estrategia PAS que alcanzaron el 42 % de la misma clase. Por su parte, la estrategia PAS agrupó el 48 % de individuos en la clase 1 que corresponde a plántulas de hasta 1 m de altura, y la estrategia SIN el 14 % (Tabla 2).

Entre las dos estrategias de restauración la variable densidad poblacional no presentó diferencias significativas ($W = 29$, $P = 0.56$), No obstante, cuando se comparó entre parcelas de cada clase y estrategia se encontraron diferencias estadísticas únicamente en la clase 1 que corresponde a plántulas ($W = 9$, $P = 0.049$).

Distribución espacial

La distribución en todas las parcelas de PAS fue agregada con diferentes niveles de significancia. Las parcelas 2 y 3 presentaron los índices de agregación más altos ($I_a = 1.79$, $P < 0.03$; $I_a = 4.15$, $P < 0.001$, en orden respectivo) (Tabla 3), ambas con agregación significativa; en cambio, la parcela 1, no presentó agregación significativa ($I_a = 1.34$, $P = 0.14$), es decir, no difieren de manera significativa. Por su parte, en la estrategia SIN, sólo la parcela 2 tuvo agregación significativa ($I_a = 1.56$, $P = 0.04$; mientras que las parcelas 1 y 3 presentaron distribución aleatoria no significativa ($I_a = 1.1$, $P = 0.29$; $I_a = 1.02$, $P = 0.36$, en el orden respectivo). La prueba de Wilcoxon no encontró diferencias significativas entre los índices de agregación de las dos estrategias de restauración ($W = 8$, $P = 0.126$) y los índices de agregación no presentan correlación lineal, es decir, no son dependientes de la densidad de individuos por hectárea ($\rho = 0.26$, $P = 0.61$).

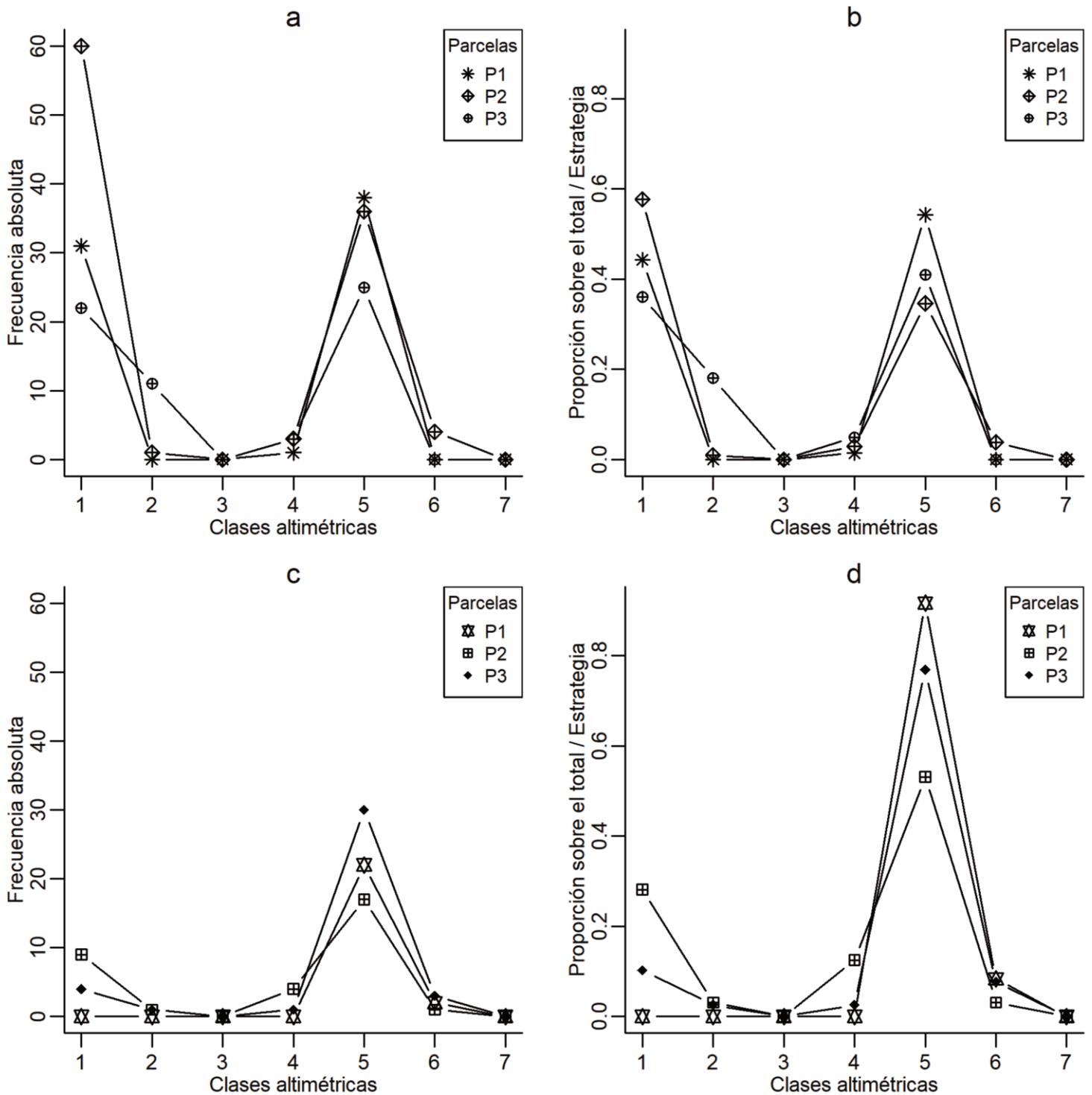


Figura 1. Distribución de frecuencias altimétricas absolutas y proporciones sobre el total de individuos de moriche para las dos estrategias de restauración.
Figure 1. Distribution of absolute altimetric frequencies and proportion of total individual of moriche individuals for the two restoration strategies.

Tabla 1. Individuos totales en cada parcela de muestreo.**Table 1.** Total individuals measured in each plot.

	PAS				SIN			
	P1	P2	P3	Total	P1	P2	P3	Total
Plántulas	31	60	22	113	0	9	4	13
Juveniles A	0	1	11	12	0	1	1	2
Juveniles B	0	0	0	0	0	0	0	0
Juveniles C	1	3	3	7	0	4	1	5
Adultos A	38	36	25	99	22	17	30	69
Adultos B	0	4	0	4	2	1	3	6
Adultos C	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	70	104	61	235	24	32	39	95
Densidad (Ind/ha)	350	520	305		120	160	195	

Ha: hectárea, Ind: individuos, Parcelas 1, 2 y 3, PAS: Restauración pasiva, SIN: Sin intervención. P1, P2, P3: parcelas de muestreo.

Tabla 2. Frecuencias absolutas, proporciones y densidades en las estrategias PAS y SIN.**Table 2.** Absolute frequencies, proportions and densities in PAS and SIN strategies.

	PAS			SIN		
	F. absoluta	Prop./total	Ind. por ha	F. absoluta	Prop./total	Ind. por ha
Plántulas	113	0.48	188.3	13	0.14	21.6
Juveniles A	12	0.05	20	2	0.02	3.33
Juveniles B	0	0	0	0	0	0
Juveniles C	7	0.03	11.67	5	0.05	8.33
Adultos A	99	0.42	165	69	0.73	115
Adultos B	4	0.02	6.67	6	0.06	10
Adultos C	0	0	0	0	0	0
Total	235	1	391.67	95	1	158.33

Ind: individuos ha: hectárea PAS: Restauración pasiva, SIN: Sin intervención Prop./total: proporción de individuos sobre el total.

Tabla 3. Índice de agregación y densidad por estrategia y parcela.**Table 3.** Aggregation index and density by strategy and plot.

Tipo	la	Densidad ha
PAS P1	1.345	350
PAS P2	1.792	520
PAS P3	4.155	305
SIN P1	1.105	120
SIN P2	1.561	160
SIN P3	1.028	195

Discusión

La predominancia de individuos adultos de 10 a 20 m de altura (clase 5) de las dos estrategias, evidencia que las poblaciones compartieron condiciones ambientales similares que favorecieron la acumulación de individuos en esta categoría. El aumento de la población de plántulas con la estrategia PAS demuestra que el morichal se encuentra en una fase de recuperación después de una intervención de tan solo tres años antes. De acuerdo con Peters (1994), la distribución de individuos que presenta PAS indica que la regeneración es suficiente para mantener la población, si se mantiene la estrategia de restauración pasiva.

Por el contrario, la baja proporción de individuos de las clases 2 a la 4, correspondiente a jóvenes entre 1 y 6 m, puede ser consecuencia de las extracciones y de la ganadería (Peters 1994; Stanley 1997; Louman y Stanley 2002; Holm et al. 2008; Horn et al. 2012; Galeano et al. 2013; Isaza et al. 2013; Chiquini-Heredia et al. 2017).

Asimismo, es importante mencionar que con estrategia SIN la regeneración es limitada; ya que concentra la mayor cantidad de individuos como adultos (Fig. 1), su población tiende a desaparecer en la medida que el ciclo de vida de los individuos adultos finalice; en cambio con la estrategia PAS el número de plántulas aumenta (Fig. 1) de forma significativa, lo cual indica el inicio de la regeneración del morichal.

En la Tabla 1 se presenta la densidad por hectárea en cada clase, la cual es superior en PAS en relación con SIN, esto se explica por el aumento de la densidad total y el aumento de individuos de la clase 1 en PAS, que corresponde a plántulas; sin embargo, las densidades en general de todas las categorías están por debajo de lo reportado por Horn et al. (2012) en la Amazonia peruana, Isaza et al. (2013) en el sur de la Amazonia colombiana y Holm et al. (2008) en la Amazonia ecuatoriana, donde se tienen mayores densidades (5798, 2736 y 596 individuos por hectárea, en el orden respectivo). No obstante, la densidad media en poblaciones de la Amazonia es superior a la que se encuentra en sabanas abiertas (Virapongse et al. 2017). La baja densidad en SIN se relaciona con la destrucción de plántulas por parte del ganado en pastoreo, asociado con su alta susceptibilidad a intervenciones externas (Urrego 1987).

La cantidad de individuos adultos (103 individuos por hectárea en PAS y 75 en SIN, en el orden respectivo) (Tabla 1), es inferior al valor de 275 individuos/ha reportado por Urrego (1987) en morichales de los llanos orientales de Colombia, así como también para morichales mixtos que tienen densidades menores a las encontradas en la Amazonia (Peters et al. 1989; Zuidema y Boot 2000; Holm et al. 2008; Manzi y Coomes 2009; Isaza 2013). La baja cantidad de adultos puede estar relacionada con la limitación de la regeneración natural a partir de la década de los 90 (Isaza et al. 2013) y que ha permanecido hasta la actualidad. Únicamente la estrategia PAS tiene predominancia en la clase 1 (plántulas <1 m de altura) demostrando tendencia hacia al aumento de plántulas característico de ecosistemas en equilibrio (Urrego 1987; Holm et al. 2008; Horn et al. 2012; Isaza et al. 2013), lo que permite inferir que la exclusión de ganado favorece la regeneración natural, de forma similar a lo que se ha encontrado en morichales de la Amazonia (Holm et al. 2008; Horn et al. 2012), donde las clases inferiores incluyen mayor cantidad de individuos que las clases superiores y la participación de plántulas está entre 71 % y 92.8 % (Horn et al. 2012; Isaza et al. 2013).

Los índices de agregación en la estrategia PAS son más altos y en las parcelas 2 y 3 son significativos, por el contrario, en SIN los índices tienen valores más cercanos a 1. Probablemente esto se debe al mayor reclutamiento de plántulas (Clase 1) originada por la estrategia PAS, que hace que se formen focos de regeneración concentrados en las áreas de mayor permanencia de inundación en el morichal. Con la estrategia SIN, la distribución tiende a ser aleatoria debido a que los individuos adultos se encuentran dis-

persos. La limitada regeneración impide que se concentren plántulas; además, no se encuentran diferencias significativas entre los índices por parcela, como tampoco dependencia de los índices de agregación y la densidad por hectárea, probablemente con el paso del tiempo las diferencias se hagan más evidentes a medida que sucede el relevo generacional comenzando desde las plántulas.

Conclusiones

La activación del crecimiento en PAS aumenta la distribución de plántulas en el espacio de morichal, que forman parches de individuos nuevos y adultos que en conjunto aportan mayor cobertura que los encontrados en SIN, donde generalmente predominan adultos; de igual manera, también se observa que las plántulas con la estrategia PAS, se concentran en secciones de inundación del caño el Venado.

La exclusión de ganado por medio de la cerca generó restauración pasiva (PAS) en lotes de morichales de sabana inundable, permitiendo reclutamiento de plántulas y reactivación de la regeneración natural en un corto periodo de tiempo y resistiendo los cambios bruscos en temperatura y precipitación; no obstante, es necesario que esta actividad continúe en el tiempo para mejorar las densidades poblacionales y alcanzar la recuperación del ecosistema. La estrategia PAS; también constituye una alternativa práctica, económica, y que puede ser implementada fácilmente por los pobladores locales.

Contribución de los autores

Ildelfonso Narváez-Ortiz: Análisis formal, Redacción – Revisión y edición. Rocío Ortiz-Paz: Redacción – Revisión y edición. Edigson López-Patarroyo: Metodología, Curaduría de datos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las Fundaciones Natura y Horizonte Verde, por el apoyo brindado para la realización de la investigación. En especial a Lourdes Peñuela, Luis María Abril Maldonado y Elsa María Ruiz Lizarazo propietarios de la finca Acapulco, donde está el morichal objeto de estudio y quienes fueron los guías para los recorridos; así como también a los ingenieros Angie Dayana Caro Estrada y Francisco Antonio Castro Lima, quienes apoyaron en el inventario y en el trabajo de campo.

Referencias

- Bustamante-Lozano, Á.M., Páez-Martínez, A., Espitia-Barrera, J.E., Cárdenas-Castro, E. 2013. Análisis de datos meteorológicos para identificar y definir el clima en Yopal, Casanare. *Revista de Medicina Veterinaria* 85-92.
- Carreño, J., Núñez, L. 2016. Análisis espacial de los visitantes florales y polinizadores del moriche (*Mauritia flexuosa*: Arecaceae) en Colombia. En: Lasso, C., Colonello, G., Moraes, M. (eds.), *XIV. Morichales, cananguales y otros palmares inundables de Suramérica; serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*, pp. 131-157. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia
- Chiquini-Heredia, W., Olguin-Esparza, L., Peña-Ramírez, Y., Maya-Martínez, A., Martínez-Romero, E. 2017. Estructura y diversidad en selva inundable al centro y sur de Calakmul. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4: 511-524.
- Galeano, G., Bernal, R., Isaza, C., Navarro, J., García, N., Vallejo, M.I., Torres, C. 2013. Elementos que determinan la sostenibilidad. En: Bernal, R., Galeano, G. (eds.), *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*, pp. 244. Universidad Nacional de Colombia - Colciencias, Bogotá, Colombia.
- Galeano, A., Urrego, L.E., Sánchez, M., Peñuela, M.C. 2015. Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f. in Colombian Amazonian swamp forest. *Aquatic Botany* 123: 47-53.

- Gigot, C. 2018. epiphy: Analysis of Plant Disease Epidemics, <https://chgi-got.github.io/epiphy/articles/epiphy.html>
- González-B, V. 2016. Los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en su-america: una revisión. En: Lasso, C. A., Colonello, G., Moraes, M. (eds.), *Morichales y canaguales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela: Parte 2*, pp. 45-83. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José de Costa Rica.
- Holm, J.A., Miller, C.J., Cropper, W.P. 2008. Population Dynamics of the Dioecious Amazonian Palm *Mauritia flexuosa*: Simulation Analysis of Sustainable Harvesting. *Biotropica* 40: 550-558.
- Horn, C.M., Gilmore, M.P., Endress, B.A. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 267: 93-103.
- Isaza, C. 2013. Moriche o canangucho (*Mauritia flexuosa*). En: Bernal, R., Galeano, G. (eds.), *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*, pp. 135-142. Universidad Nacional de Colombia - Colciencias, Bogotá, Colombia.
- Isaza, C., Galeano, G., Bernal, R. 2013. Manejo actual de *Mauritia flexuosa* para la producción de frutos en el sur de la Amazonia colombiana. En: Lasso, C.A., Rial, A., Gonzalez, V. (eds.), *Morichales y canaguales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela: Parte 1*, pp. 243-273. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Louman, B., Stanley, S. 2002. Analisis e interpretacion de resultados de inventarios forestales. En: Orozco, L., Brumer, C. (eds.), *Inventarios forestales para bosques latifoliados en America Central*, pp. 278. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza - CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Manzi, M., Coomes, O.T. 2009. Managing Amazonian palms for community use: A case of aguaje palm (*Mauritia flexuosa*) in Peru. *Forest Ecology and Management* 257: 510-517.
- McIver, J., Starr, L. 2001. Restoration of degraded lands in the interior Columbia River basin: passive vs. active approaches. *Forest Ecology and Management* 153: 15-28.
- Mesa Castellanos, L.I., Toro Buitrago, A.M., Isaza Aranguren, C. 2016. Manejo de *Mauritia flexuosa* L.f. para la producción de artesanías en la altillanura colombiana. *Colombia Forestal* 20: 85-101.
- Mora-fernández, C., Peñuela-recio, L., Castro-lima, F. 2015. Estado del conocimiento de los ecosistemas de las sabanas inundables en la Orinoquia Colombiana. *Orinoquia* 9: 253-271.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., et al. 2020. vegan: Community Ecology Package. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Paz de Ariporo 2011. *Plan Basico de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo Casanare*. Alcaldía de Paz de Ariporo-Casanare, Colombia.
- Pérez, K., Mijares, F. 2011. Distribución, composición florística, estructura y estado de conservación de los morichales en el departamento de Arauca, Colombia. En: Lasso, C.A., Rial, A., Gonzalez, V. (eds.), *Morichales y canaguales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela: Parte 1*, pp. 99-118. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Perry, J.N. 1995. Spatial Analysis by Distance Indices. *The Journal of Animal Ecology* 64: 303.
- Perry, J.N., Bell, E.D., Smith, R.H., Woiwod, I.P. 1996. SADIE: software to measure and model spatial pattern. *Aspect of Applied Biology* 46: 95-102.
- Peters, C.M. 1994. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: an ecological primer*. The Biodiversity Support Program. Washington, DC. Estados Unidos.
- Peters, C.M., Balick, M.J., Kahn, F., Anderson, A.B. 1989. Oligarchic forests of an economic plants in Amazonia: Conservation of an important tropical resource. *Society for conservation biology* 3: 341-349.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Stanley, S. 1997. *Guía para la interpretación de un inventario forestal*. 1.ª ed. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza - CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Torres-Mora, M.A., Rubio-Cruz, M.A., Trujillo-González, J.M. 2015. Approximation of the socio-cultural importance of the Moriche palm tree (*Mauritia flexuosa* L.F.) in the Wacoyo indigenous community (Sikuani) in the municipality of Puerto Gaitán, Colombia. *Orinoquia* 19: 231-236.
- Urrego, L.E. 1987. Estudio preliminar de la fenología de Canaguacha (*Mauritia flexuosa* L.F.). *Colombia amazonica* 2: 57-81.
- Urrego C., L.E. 2018. Cananguchales y manglares: humedales forestales de las zonas bajas tropicales, tan semejantes como contrastantes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 42: 80.
- Wilcoxon, F. 1945. Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin* 1: 80.
- Virapongse, A., Endress, B.A., Gilmore, M.P., Horn, C., Romulo, C. 2017. Ecology, livelihoods, and management of the *Mauritia flexuosa* palm in South America. *Global Ecology and Conservation* 10(2017), 70-92.
- Zamora-Abrego, J.G., Ruiz-Martínez, E., Urrego-Giraldo, L.E., Galeano-González, Y.A., Acevedo-Quintero, J.F., Peñuela-Mora, M.C. 2016. Morichales, canaguales y otros palmares inundables de Suramérica. En: Lasso, C.A., Colonello, G., Moraes, M. (eds.), *Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*, pp. 289. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Zuidema, P.A., Boot, R.G.A. 2000. Demographic constraints to sustainable palm heart extraction from a sub-canopy palm in Bolivia. En: Zudeima, P.A. (ed.), *Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon*, pp. 53-80. Promab Scientific Series 2, Riberalta, Beni, Bolivia.