



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS










<https://doi.org/10.14483/2256201X.20126>


ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN


ISSN 0120-0739 • e-ISSN 2256-201X

Estructura poblacional de *Mauritia flexuosa* L. f. en la altillanura colombiana, Puerto Gaitán, Meta

Population Structure of *Mauritia flexuosa* L. f. in the Colombian Altillanura, Puerto Gaitán, Meta

Yinny Marcela Cano-Calderón ^a, Juan David Rodríguez-Hurtado ^a, Jesús Manuel Vásquez-Ramos ^{a,b},
Luz Mila Quiñones Méndez ^a, Edgar Fernando Castillo-Monroy ^c, Marlon Serrano-Gómez ^c
y Marco Aurelio Torres-Mora ^a

^a Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquía Colombiana (ICAOC), Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta, Colombia 

^b Grupo de investigación Evaluación, Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros (GIREHPES), Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta, Colombia 

^c Centro de Innovación y Tecnología Instituto Colombiano de Petróleo (ICP), Ecopetrol S.A. Bucaramanga, Santander, Colombia 

 Autor de correspondencia

Recibido: 24 de noviembre 2022

Aceptado: 2 de agosto de 2023

Citación: Cano-Calderón, Y. M., Rodríguez-Hurtado, J. D., Vásquez-Ramos, J. M., Quiñones Méndez, L. M., Castillo-Monroy, E. F., Serrano-Gómez, M., & Torres-Mora, M. A. (2024). Estructura poblacional de *Mauritia flexuosa* L. f. en la altillanura colombiana, Puerto Gaitán, Meta. *Colombia Forestal*, 27(1), e20126.

Highlights

- Se estudió la estructura poblacional de *M. flexuosa* en un morichal conservado sin intervenciones.
- La distribución y densidad de la población evidenciaron un patrón espacial agregado.
- La variación de las clases etarias, la densidad y otros factores reflejaron procesos sucesionales.
- La población presentó una baja regeneración natural asociada a eventos reproductivos y ambientales.
- Se obtuvieron resultados similares a los de poblaciones con algún grado de intervención en Brasil, Ecuador y Perú.

Resumen

La palma *Mauritia flexuosa*, dominante en los morichales, ofrece diversos servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades humanas y la vida silvestre. Sin embargo, los impactos antrópicos afectan su integridad y, dada su potencialidad y uso como producto no maderable, se hace necesario el conocimiento de aspectos poblacionales para su conservación. Por tanto, se evaluó la estructura poblacional de *M. flexuosa* en un morichal conservado de la altillanura colombiana. Para ello, se establecieron seis transectos (20 x 50 m) en los que se midieron todos los individuos de la especie. Como resultado, se registraron 434 individuos, clasificados en cuatro clases de tamaño: plántulas (4 %), juveniles I (25 %), juveniles II (3 %) y adultos (68 %). Estos individuos presentaron una distribución espacial agregada y densidades entre 630 y 32 palmas/ha. La población refleja una tendencia hacia una baja regeneración natural y una disminución de las clases juveniles a medida que disminuye el nivel de saturación del suelo y aumenta el cierre del dosel.

Palabras clave: Arecaceae, clases etarias, densidad, ecología, moriche, patrón espacial

Abstract

The palm *Mauritia flexuosa*, which is dominant in *morichales* [palm swamps], offers diverse ecosystem services that benefit human communities and wildlife. However, anthropogenic impacts affect its integrity, and, given its potential and use as a non-timber product, knowledge of population aspects becomes necessary for its conservation. Therefore, the population structure of *M. flexuosa* was evaluated in a conserved *morichal* of the Colombian *Altilanura*. To this effect, six transects (20 x50 m) were established, in which all individuals of the species were measured. As a result, 434 individuals were recorded and classified into four size classes: seedlings (4%), juveniles I (25%), juveniles II (3%), and adults (68%). These individuals showed an aggregated spatial distribution and densities between 630 and 32 palms/ha. The population exhibits a trend towards low natural regeneration and a decrease in juvenile classes as the level of soil saturation decreases and the canopy closure increases.

Keywords: Arecaceae, age classes, density, ecology, moriche, spatial pattern

INTRODUCCIÓN

Mauritia flexuosa es una palma característica de Suramérica que forma extensos palmares conocidos como morichales, cananguchales, aguajales, achuales o buritizales (Kahn & de Granville, 1992). En Colombia, se distribuye en la Amazonía y la Orinoquía, donde se conoce como palma de moriche, aguaje, canangucha o mirití (Marmolejo *et al.*, 2008). Se caracteriza por ser una especie dioica de tallo solitario que alcanza alturas de hasta 25 m y diámetros de hasta 60 cm (Kahn & de Granville, 1992; Galeano & Bernal, 2010). Crece en suelos ácidos con alta saturación de agua (Bernal & Galeano, 2013), para lo cual ha desarrollado un sistema de raíces aéreas (neumatóforos) y subterráneas que le permiten sobrevivir a las condiciones anaeróbicas de los suelos inundados (Kahn & de Granville, 1992).

Es una especie pionera de gran densidad en las comunidades de palmares (Kahn & de Granville, 1992) y coloniza áreas de relieve semicóncavo saturadas de agua a través de agrupaciones de propágulos, los cuales crecen simultáneamente hasta formar un dosel continuo. En consecuencia, los individuos adultos cambian gradualmente las condiciones ambientales por cierre del dosel, y el alto aporte de materia orgánica se

colmata en el suelo en gruesas capas, lo cual crea ambientes propicios para el establecimiento de otras especies vegetales (González-B & Rial, 2011; Bernal & Galeano, 2013).

Dichas condiciones bióticas y abióticas son consideradas como el principal factor para el crecimiento de la especie, pues eventos como la formación de espádices y la maduración de los frutos requieren de una alta radiación solar y máximos niveles de precipitación (Freitas *et al.*, 2021). Sin embargo, con el aumento de la densidad, disminuye la filtración de luz solar en los estratos bajos y reduce el reclutamiento (González-B & Rial, 2011), lo cual, de acuerdo con González-B. (1987) (citado en Fernández, 2007) eventualmente da origen a un bosque. Estos procesos suelen desarrollarse en grandes periodos de tiempo –por ejemplo, el tiempo que tarda la especie en completar el ciclo fenológico es de un año (Núñez & Carreño, 2013), el periodo germinativo es de un año y dos meses (Ponce *et al.*, 1999) y la producción está entre 6 a 8 hojas por año (Kahn & de Granville, 1992).

Los morichales constituyen un gran reservorio de carbono debido a su alto aporte de materia orgánica (Bernal & Galeano, 2013; González-B, 2016). Así mismo, tienen un importante rol en la disponibilidad del recurso hídrico durante todo el año, pues mantienen flujos de agua subterránea mediante retención gradual en la superficie (González-B & Rial, 2011). Además, proporcionan hábitats y recursos a numerosas especies silvestres (Ponce, 2002; Lasso *et al.*, 2016). Igualmente, tienen gran valor para las comunidades humanas, que reportan el uso de las hojas para techos y artesanías, de la pulpa de los frutos y el aceite de las semillas como parte de su dieta alimenticia y de peciolo y fibras en la construcción de puertas, muebles, cuerdas y hamacas, entre otros (Sampaio *et al.*, 2008). Sin embargo, los impactos antrópicos han aumentado la fragilidad ambiental de los morichales. Un ejemplo de esto es el aprovechamiento intensivo con técnicas no sostenibles, que ocasionan perjuicios a las comunidades de morichal, sobre las cuales no existe ningún tipo de protección (Lasso *et al.*, 2013).

La información biológica para la conservación de la especie en Colombia es aún incipiente, como consecuencia de los escasos estudios poblacionales, pues se han enfocado en el manejo y uso (Virapongse *et al.*, 2017). En Brasil resaltan las publicaciones de Cardoso *et al.* (2002), quienes se enfocan exclusivamente en la estructura poblacional. Otros autores han analizado los factores de regeneración (De Souza, 2013), la estructura etaria en diferentes grados de antropización (Resende *et al.*, 2012), los impactos en la cosecha (Sampaio *et al.*, 2008) y los usos de la especie (Soares, 2009). En Ecuador, Holm *et al.* (2008) estimaron la tasa de crecimiento poblacional para evaluar escenarios de cosecha en poblaciones de la Amazonía ecuatoriana. En Colombia, Escamilla y Bustos (2018) compararon poblaciones de la Orinoquía colombiana para determinar el aprovechamiento de las hojas de la especie. Por su parte, Isaza *et al.* (2017), a partir de modelos de proyección integral, analizaron rasgos demográficos para plantear alternativas de manejo y aprovechamiento en la Amazonía, mientras que Zamora *et al.* (2016) analizaron la dinámica poblacional a partir de proyecciones para determinar el estado de conservación de la especie en el territorio amazónico colombiano. Finalmente, en la frontera colombo-peruana, Freitas *et al.* (2020) se plantearon generar información poblacional para proponer alternativas de manejo sostenible.

Por lo anterior, esta investigación tuvo por objetivo de determinar la estructura poblacional de *M. flexuosa* en un área conservada en el municipio de Puerto Gaitán, Meta, Colombia, con el fin de aumentar el conocimiento de los ecosistemas de morichal y así contribuir a la conservación y diseño de estrategias de recuperación en áreas degradadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el mes de marzo de 2021 en la Finca Manacacías de la Universidad de los Llanos, localizada en el municipio de Puerto Gaitán del departamento del Meta, con coordenadas 4°10'19.4" latitud norte – 72°2'31.8" longitud oeste y un rango altitudinal entre los 163 y los 195 m. Es un área conservada que hace parte de la región de la altillanura, caracterizada por un sistema de lomeríos y planicies ligeramente planas a onduladas, con zonas bajas o interfluvios condicionados al encharcamiento temporal por inundación estacional debido al proceso de escurrimiento en temporada de lluvia (Rangel-Ch *et al.*, 2019). La temperatura de la zona fluctúa entre los 20 y los 34 °C, con precipitación media anual de 2230 mm y dos temporadas bien marcadas: una seca (diciembre a marzo) y una húmeda (abril a noviembre) (Duque, 2020).

Para el análisis de la estructura poblacional, se seleccionaron tres sectores. En cada uno se establecieron dos transectos de 20 x 50 m a lo largo del morichal, desde el borde hacia el interior, perpendiculares al flujo de la corriente. En los transectos 1 y 2 (T1 y T2) se observaron suelos permanentemente inundados con varios flujos de agua y sotobosque denso; los transectos T3 y T4 presentaron inundación cerca de las corrientes de agua y vegetación con mayor cobertura del dosel. En los transectos T5 y T6, se observó suelo principalmente seco, cubierto por capa de hojarasca de vegetación leñosa y sotobosque poco denso. En cada transecto se contaron todos los individuos de *M. flexuosa* y se midieron las variables de altura total (estimada de forma indirecta con un clinómetro), número de hojas y número de pinnas (solo por un lado de la hoja). Adicionalmente, para los individuos adultos se registró la altura del estípite (estimada de forma indirecta con un clinómetro) y el número de estructuras reproductivas (bráctea, inflorescencia o infrutescencia). Con lo anterior, teniendo en cuenta la división básica sugerida por Bernal y Galeano (2013) para las palmas de Colombia y lo establecido por Isaza *et al.* (2013) para la especie en la Amazonía colombiana, se definieron cuatro clases de tamaño: plántulas (individuos sin estípite con ≤ 7 pinnas a un solo lado de la hoja), juveniles I (individuos con entre 8 y ≥ 31 pinnas a un solo lado de la hoja, sin estípite), juveniles II (con estípite ≤ 4 , sin estructuras reproductivas) y adultos (individuos con estípite y evidencia de estructuras reproductivas).

Asimismo, se calculó el patrón de distribución a través del método de muestreo propuesto por Byth & Ripley (1980) con ayuda de transectos lineales de 50 m, dividido en cinco puntos separados por una distancia de 10 m. En cada punto, se midió la distancia al individuo (x_i) más cercano de la especie, y posteriormente se midió la distancia entre el individuo (x_i) y su vecino más cercano (r_i). Una vez obtenida la información se empleó el índice de Hopkins & Skellam (1954):

$$h = \Sigma(x_i^2) / \Sigma(r_i^2)$$

$$I_H = h / 1 + h = \Sigma(x_i^2) / \Sigma(x_i^2) + \Sigma(r_i^2)$$

Donde: h : prueba estadística de Hopkins; x_i : distancia del punto al individuo más cercano; r_i : distancia del individuo anterior a su vecino más cercano.

De esta manera, los valores obtenidos cercanos a 0 indican uniformidad, mientras que el aumento del valor a 1 denota agrupamiento (Ledo *et al.*, 2012).

Una vez calculada la distribución, se estimó la densidad de acuerdo con lo sugerido por Diggle (1975), i.e., mediante la fórmula $N_3 = \sqrt{N_1 N_2}$

Donde: N_3 : estimador compuesto de la densidad poblacional; N_1 : estimador de la densidad basado en la distancia entre el punto y el individuo ($N_1 = n / [\pi \sum (x_i^2)]$); N_2 : estimador de la densidad basado la distancia entre el individuo anterior y el vecino más cercano ($N_2 = n / [\pi \sum (r_i^2)]$); n : tamaño de la muestra (Byth & Ripley, 1980).

Se determinaron las clases altimétricas con base en la regla de Sturges (1926). Se registraron las variables altura y número de hojas con el fin de analizar la distribución de los individuos respecto a los principales caracteres de crecimiento. Asimismo, se analizó el estado fenológico registrado con ayuda del software Minitab 19.1 (2019).

RESULTADOS

Clases de tamaño

Se registraron 434 individuos de *M. flexuosa* en 0.6 ha, donde 4 % fueron plántulas, 28 % juveniles y 68 % adultos (Tabla 1). Se evidenció una tendencia en forma de J sesgada a la derecha. Las mayores abundancias se registraron en T1 y T2 (con 186 y 101 individuos respectivamente), seguidos por T5 (58), T4 (54), T3 (20) y T6 (15), en los cuales se destaca la ausencia de plántulas y juveniles.

Tabla 1. Abundancia de las clases de tamaño para la población de *Mauritia flexuosa*

Clases de tamaño	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
Plántula	0	17	0	0	0	1	18
Juvenil I	26	80	0	1	0	0	107
Juvenil II	2	8	0	2	0	0	12
Adulto	71	76	20	49	58	13	287
Adulto feneciente	2	5	0	2	0	1	10
Total	101	186	20	54	58	15	434

Distribución altimétrica

Las clases altimétricas presentaron una tendencia en forma de J invertida con asimetría positiva en las categorías entre 0.16 y 4.99 m de altura en T1 y T2, que corresponden a plántulas y juveniles. Entretanto, en los demás transectos se evidenció una distribución sesgada a la izquierda, que demuestra una disminución de las clases más pequeñas y la dominancia de individuos adultos (Tabla 2).

Los individuos se concentraron en los valores más bajos de las variables de altura y número de hojas en T1 y T2, que corresponden a las clases de tamaño de plántulas y juveniles. Por el contrario, T5 y particularmente

T6 mostraron una agrupación hacia los valores más altos registrados para las mismas variables, mientras que, en T3 y T4, los individuos estuvieron dispersos en los valores intermedios (Figura 1).

Tabla 2. Distribución de las clases altimétricas

Clases altimétricas (m)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0.16-2.57	1	56	0	0	0	1
2.58-4.99	22	41	0	2	0	0
5.00-7.41	10	14	0	5	0	0
7.42-9.83	7	16	0	7	0	0
9.84-12.25	11	18	5	0	0	0
12.26-14.67	33	29	4	6	8	0
14.68-17.09	6	9	0	3	1	0
17.10-19.51	2	3	10	14	20	2
19.52-21.93	7	0	1	8	20	8
21.94-24.35	2	0	0	9	9	4
Total	101	186	20	54	58	15

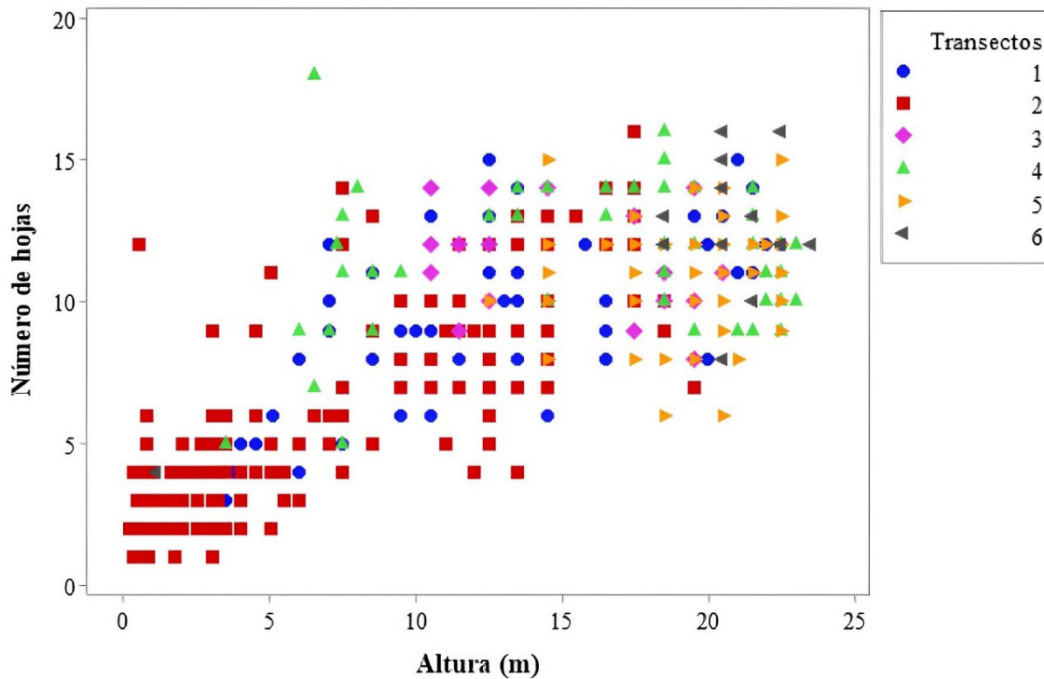


Figura 1. Diagrama de dispersión de las variables de altura en relación con el número de hojas

Distribución y densidad poblacional

La población de *M. flexuosa* obtuvo 0.82 unidades para el Índice de Hopkins y Skellam, lo que refleja un patrón de distribución espacial agregado. En cuanto a la densidad, los valores más altos se registraron en T2 (630 palmas/ha⁻¹), T1 (564 palmas/ha⁻¹), T5 (500 palmas/ha⁻¹) y T3 (455 palmas/ha⁻¹). La distribución fue baja en T4 (84 palmas/ha⁻¹) y T6 (32 palmas/ha⁻¹).

Estado fenológico y producción

Se evidenció que alrededor del 51 % de los individuos adultos registrados para la especie se encontraron en fase fenológica (floración y/o fructificación) (Figura 2). En cuanto a la producción de racimos, se registró un total de 170 racimos de *M. flexuosa* en 0.6 ha muestreadas.

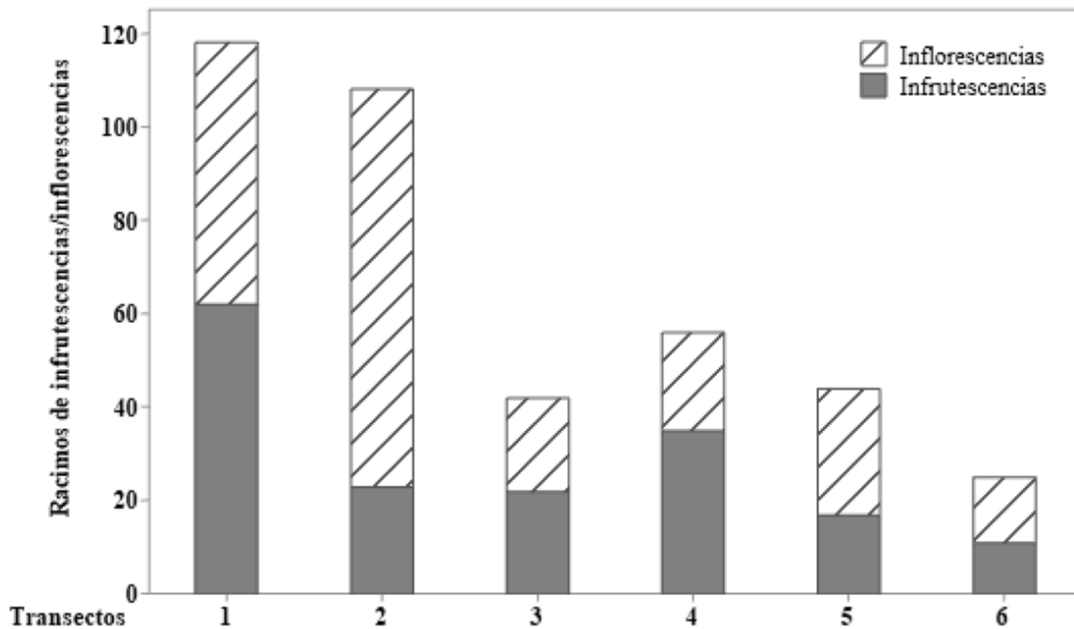


Figura 2. Número de racimos de inflorescencias e infrutescencias registrados en cada transecto

DISCUSIÓN

La estructura poblacional presentó una baja ocurrencia de individuos en las primeras clases de vida, lo que indica una baja regeneración natural (Freitas *et al.*, 2020). Este patrón es similar a lo encontrado por Narváez-Ortiz *et al.* (2021) para un morichal sin intervención en Casanare. Esto, en contraste con otras poblaciones estudiadas en la Orinoquía y en la Amazonía, donde se ha registrado una alta abundancia de las clases más jóvenes, lo cual caracteriza una distribución típica de las poblaciones en recambio, a pesar de las afectaciones

atribuidas a incendios, la depredación (ganadería bovina y porcina) o el aprovechamiento intensivo (Cardoso *et al.*, 2002; Holm *et al.*, 2008; Sampaio *et al.*, 2008; Resende *et al.*, 2012; Isaza *et al.*, 2013; Escamilla & Bustos, 2018; Narváez-Ortiz *et al.*, 2021). En el morichal objeto de estudio, única e históricamente hasta el año 2019 se registraron incendios naturales y otros inducidos anualmente en fincas vecinas con el fin de quemar el pasto seco e incentivar el crecimiento de retoños para el consumo del ganado. Desde la fecha no se han registrado nuevos incendios en el área de estudio (Martín, encargado de la finca, com. pers.).

En este sentido, el comportamiento de las clases etarias se atribuye a la ocurrencia intermitente de eventos reproductivos y/o situaciones ambientales específicas que favorecen el ingreso de nuevos individuos en la población (Galeano *et al.*, 2015), al igual que a limitantes ambientales como niveles de anegamiento, filtración de luz solar, condiciones de sombra y acumulación de hojarasca (Freitas *et al.*, 2021; Cardoso *et al.*, 2002). Otros factores que podrían influir son las altas tasas de mortalidad, la herbivoría, la muerte accidental por la caída de hojas de los mismos progenitores y ramas de árboles y el lento crecimiento antes de la formación del tallo, que, en condiciones de sombra, suele atrofiarse por mucho tiempo, pues tiene un alto requerimiento energético, lo que provoca una baja abundancia de individuos jóvenes (Ponce *et al.*, 1996; Ponce *et al.*, 1999; Galeano *et al.*, 2015; González-B, 2016; Zamora *et al.*, 2016).

A nivel de transecto, la tendencia en forma de J invertida de las clases altimétricas en T1 y T2 está relacionada con el reclutamiento regular de individuos en la población (Resende *et al.*, 2012), lo que sugiere una continuidad en el crecimiento, la mortalidad y la supervivencia para ascender a la siguiente clase y reemplazar los individuos ascendidos en la clase inferior (Barot *et al.*, 1999; Araujo-Murakami *et al.*, 2006; Sampaio *et al.*, 2008). Entretanto, la concentración de individuos hacia los valores más altos en los demás transectos puede explicarse con lo descrito por González-B y Rial (2011): un evento simultáneo de establecimiento, reclutamiento y crecimiento de individuos de la misma altura origina un dosel continuo que puede inhibir el crecimiento de nuevos individuos por disminución de la radiación lumínica en los estratos bajos, lo cual aumenta la probabilidad de muerte por caída de hojas megáfilas (Ponce *et al.*, 1996).

En cuanto a las variables altura y número de hojas, se evidenció una transición de la población de un morichal hacia un bosque, lo cual concuerda con lo descrito por González-B (1987, citado en Fernández, 2007). Así, los transectos T1 y T2 presentaron una alta densidad, lo que traduce en una alta concentración de juveniles que no logran cerrar el dosel debido a la baja producción de hojas, lo cual permite la regeneración de la población. Por el contrario, la disminución gradual de las primeras clases desde T3 hacia T6 y la presencia de individuos con mayor altura y producción de hojas junto con especies arbóreas generan el cierre del dosel que inhibe el desarrollo de las clases iniciales debido a su intolerancia a la sombra (González-B & Rial, 2011; Zamora *et al.*, 2016). Dado que el crecimiento de los individuos depende fundamentalmente de la luz, y debido a que se trata de una especie pionera, existe una alta competencia entre individuos por el recurso (González-B, 2016). Entretanto, la baja irradiancia en el entorno causa una baja producción de hojas, que no protege de daños mecánicos a la yema de crecimiento. Por ende, no se obtiene la energía necesaria para el desarrollo del tallo (Ponce *et al.*, 1999).

Las densidades de moriche registradas en T6 y T4 fueron menores (32 y 84 individuos.ha⁻¹) con respecto a lo registrado en otras investigaciones en la Orinoquía y Amazonía, a pesar de que no se ha realizado ningún tipo de intervención, si bien, en los demás transectos, la densidad sí fue similar a lo registrado en estas regiones. Por ejemplo, en la Orinoquía colombiana, Escamilla y Bustos (2018) encontraron 454 y 842 individuos.ha⁻¹

en morichales en aparentemente buen estado de conservación en Vista hermosa y Puerto López respectivamente. Asimismo, [Narváez-Ortiz et al., \(2021\)](#) registraron entre 120 y 195 individuos.ha⁻¹ en un morichal sin intervención y entre 305 y 520 individuos.ha⁻¹ en un morichal bajo restauración pasiva. Para la Amazonía colombiana [Isaza et al. \(2013\)](#) registraron 2736 individuos.ha⁻¹ en un morichal con aprovechamiento intensivo, y [Galeano et al. \(2015\)](#) encontraron 735 individuos.ha⁻¹. En el caso de la Amazonía brasileña, [Soares \(2009\)](#) y [De Souza \(2013\)](#) registraron alrededor de 2000 individuos.ha⁻¹ cada uno. En poblaciones peruanas, [Freitas \(2012\)](#) registró en promedio 194 individuos.ha⁻¹. Dichas variaciones se relacionan con las condiciones microclimáticas de luz, humedad, temperatura y fertilidad del suelo que influyen en los requerimientos de la especie para la adecuada germinación de semillas, el establecimiento de plántulas y el desarrollo de individuos ([Cardoso et al., 2002](#); [González-B, 2016](#)).

Los hallazgos relacionados con la distribución agregada y los valores altos de densidad en T1, T2, T3 y T5 tienen que ver con la corta dispersión de las semillas, lo cual genera un patrón de concentración de individuos alrededor de los progenitores ([Matteucci & Colma, 1982](#); [Barot et al., 1999](#)). Dado que *M. flexuosa* depende de agentes dispersores como la fauna o el agua, existe una alta tendencia a que las semillas germinen en sitios de alimentación de fauna o en sitios topográfica y edáficamente ricos en nutrientes con las condiciones necesarias para su establecimiento ([Ponce et al., 1999](#); [Barot et al., 1999](#); [Ponce, 2002](#); [Resende et al., 2012](#)). Por otra parte, la disminución de la agregación se relaciona con el bajo nivel de inundación del suelo y la densa capa de hojarasca observada en zonas con baja densidad poblacional, lo cual favorece el establecimiento de árboles y arbustos ([Cardoso et al., 2002](#); [Galeano et al., 2015](#)).

Por otro lado, la producción de racimos estimada fue similar a la reportada en poblaciones peruanas con aprovechamiento ([Freitas et al., 2020](#)). Cabe resaltar que la capacidad de producción depende de los recursos y energía que se capturan y destinan a la reproducción ([Ponce, 2002](#)). Dichos recursos son obtenidos del ambiente, de manera que las condiciones identificadas pueden influir en la producción, la fenología y la cantidad de frutos de una población ([Freitas et al., 2021](#)). En consecuencia, una baja producción de frutos en dichas zonas impide la regeneración natural de la población y produce una baja presencia de plántulas, pues disminuye la probabilidad de que germinen semillas que sobrevivan a las siguientes clases etarias. Así, las tasas de crecimiento de la población dependen primordialmente de los adultos ([Isaza et al., 2017](#)). En definitiva, la proporción de las clases depende de la tasa de supervivencia y reproducción, pues, al aumentar el número de adultos, aumenta el número de semillas, lo que incrementa la probabilidad de aparición de plántulas que pasarán al siguiente estadio ([Araujo-Murakami et al., 2006](#)).

CONCLUSIONES

La estructura de la población reflejó una progresión del ecosistema de morichal a un bosque de galería, donde las zonas con alta densidad, los procesos de regeneración natural y la presencia de las cuatro clases de tamaño dan cuenta de un morichal cerrado. Por otra parte, la disminución de la densidad y la ausencia de las clases juveniles permiten identificar un morichal de transición. Estos procesos podrían estar relacionados con variaciones de acumulación de materia orgánica y la disminución de los niveles de saturación de agua en el suelo. Se recomienda realizar una investigación de dinámica poblacional a largo plazo que permita comprender el comportamiento de esta población.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquía Colombiana (ICAOC) de la Universidad de los Llanos y al Centro de Innovación y Tecnología Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) por la financiación del Alcance 1, *Identificación de diversidad y la relación de especies de flora asociada a los sistemas naturales de moriche jóvenes, adultas y senescentes* en el marco del proyecto *Evaluar el potencial del morichal como ecosistema estratégico para la captura de CO₂ en biomasa, necromasa y suelo en la Orinoquía colombiana*, a través del Acuerdo de Cooperación no. 11 del Convenio Marco 5226521 suscrito entre la Universidad de los Llanos y Ecopetrol. A los investigadores de los demás alcances por su colaboración en la fase de campo del proyecto. A los evaluadores que, con sus observaciones, contribuyeron a mejorar el manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en la presente investigación.

CONTRIBUCIÓN POR AUTOR

Y.M.C.C., J.D.R.H. y J.M.V.R. se encargaron de la toma de datos en campo. Y.M.C.C., del análisis de los datos y la redacción inicial del manuscrito. JDRH, J.M.V.R. y L.M.Q.M. estuvieron involucrados en la discusión, la revisión y la escritura del manuscrito. E.F.C.M., M.S.G. y M.A.T.M. idearon la investigación, gestionaron los recursos logísticos y financieros, y revisaron y ajustaron el manuscrito.

REFERENCIAS

- Araujo-Murakami, A., Arroyo-Padilla, L., Killeen, T., & Saldias-Paz, M.** (2006). Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 24-45.
- Barot, S., Gignoux, J., & Menaut, J. C.** (1999). Demography of a savanna palm tree: Predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology*, 80(6), 1987-2005.
<https://doi.org/10.2307/176673>
- Bernal, R., & Galeano, G.** (Eds.). (2013). *Cosechar sin destruir. Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Byth, K., & Ripley, B.** (1980). On sampling spatial patterns by distance methods. *Biometrics*, 36, 279-284.
<https://doi.org/10.2307/2529979>

- Cardoso, G., Araújo, G., & Silva, S.** (2002). Estrutura e dinâmica de uma população de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em vereda na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, 9, 34-48.
- De Souza, D.** (2013). *Estrutura e dinâmica populacional de buriti, Mauritia flexuosa L.f. em uma vereda em regeneração, município de Barreiras (BA)* [Presentación en conferencia]. XI Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Seguro, BA, Brasil.
- Diggle, P.** (1975). Robust density estimation using distance methods. *Biometrika*, 62(1), 39-48.
<https://doi.org/10.1093/biomet/62.1.39>
- Duque, J.** (2020). *Caracterización agroclimatológica del sector rural de la finca de Unillanos en el municipio de Puerto Gaitán – departamento del Meta*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Escamilla, D., & Bustos, T.** (2018). *Estructura poblacional y parámetros de aprovechamiento para la hoja de Mauritia flexuosa L.f. en los municipios de Vista Hermosa y Puerto López (Meta)*. [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14015/1/BustosRubianoTannya2018.pdf>
- Fernández, A.** (2007). Los morichales de los Llanos de Venezuela. En R. Duno, G. Aymard, & O. Huber (Eds.), *Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela* (pp. 91-98). Fudena-Fundación Empresas Polar-FIBV.
- Freitas, L.** (2012) Impacto del aprovechamiento en la estructura, producción y valor de uso del aguaje en la Amazonía peruana. *Recursos Naturales y Ambiente*, 67, 38-47.
- Freitas, L., Bardales, R., Pinedo, M., Del Castillo, D., & Vásquez, A.** (2021). Factores climáticos, fenología reproductiva y biometría de *Mauritia flexuosa* (aguaje) en plantaciones forestales de la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 9(1), 17-30.
<http://dx.doi.org/10.22386/ca.v9i1.317>
- Freitas, L., Dávila, V., Pérez, P., Pezo, R., & Mejía, K.** (2020). Estructura poblacional de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* en tres comunidades de la cuenca alta del Putumayo, frontera Perú – Colombia. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 8(2), 151-166.
<https://doi.org/10.22386/ca.v8i2.294>
- Galeano, A., Urrego, L., Sánchez, M., & Peñuela, C.** (2015). Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f. in Colombian Amazonian swamp forest. *Aquatic Botany*, 123, 47-53.
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.02.001>
- Galeano, G., & Bernal, R.** (2010). *Palmas de Colombia, Guía de campo*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

- González-B, V.** (2016). Los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en Suramérica: una revisión. En C. A. Lasso, G. Colonnello, & M. Moraes (Eds.), *XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina* (pp. 45-83). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- González-B, V., & Rial, A.** (2011). Las comunidades de morichal en los llanos orientales de Venezuela, Colombia y el Delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. En C. Lasso, A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo, & A. Machado (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible* (pp. 125-156). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquía (Universidad Nacional de Colombia).
- Holm, J., Miller, C., & Cropper, W.** (2008). Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: Simulation analysis of sustainable harvesting. *Biotropica*, 40(5), 550-558.
<https://www.jstor.org/stable/20492483>
- Hopkins, B., & Skellam, J.** (1954). A new method for determining the type of distribution of plant individuals. *Annals of Botany*, 18(70), 213-223.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083391>
- Isaza, C., Bernal, R., Galeano, G., & Martoreli, C.** (2017). Demography of *Euterpe precatoria* and *Mauritia flexuosa* in the Amazon: Application of integral projection models for their harvest. *Biotropica*, 49(5), 653-664.
<https://doi.org/10.1111/btp.12424>
- 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 C. Lasso, A. Rial, & V. González-B (Eds.), *VII. Morichales y cananguchales de la Orinoquía y Amazonía: Colombia – Venezuela. Parte I* (pp. 247-276). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Kahn, F., & de Granville, J.** (1992). *Palms in forest ecosystems of Amazonia*. Springer.
- Lasso, C. A., Rial, A., & González-B, V.** (Eds.) (2013). *Morichales y cananguchales de la Orinoquía y Amazonía Colombia-Venezuela (Parte I)*. Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lasso, C., Colonnello, G., & Moraes, M.** (2016). *Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Ledo, A., Condés, S., & Montes, F.** (2012). Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. *Revista Peruana de Biología*, 19(1), 113-124.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v19i1.799>

- Marmolejo, D., Montes, M., & Bernal, R.** (2008). Nombres amerindios de las palmas (Palmae) de Colombia. *Revista Peruana de Biología*, 15(supl. 1), 151- 190.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.3774>
- Matteucci, S., & Colma, A.** (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Organización de los Estados Americanos.
- Minitab, LLC** (2019). Minitab® 19.1. Minitab, LLC.
<https://www.minitab.com>.
- Narváez-Ortiz, I., Ortíz-Paz, R., & 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>
- Núñez, L. & Carreño, J.** (2013). Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia colombiana. En C. Lasso, A. Rial, & V.González-B (Eds.), *VII. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonía: Colombia – Venezuela. Parte I* (pp. 119-150). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ponce, M.** (2002). Patrones de caída de frutos en *Mauritia flexuosa* L.f. y fauna involucrada en los procesos de remoción de semillas. *Acta Botanica Venezuelica*, 25(2), 119-142.
- Ponce, M., Brandín, J., González, V., & Ponce, M.** (1996). Causas de mortalidad en plántulas de *Mauritia flexuosa* L.f. (palma de moriche) en los Llanos Centro – Orientales de Venezuela. *Ecotropicos*, 9(1), 33-38.
- Ponce, M., Brandin, J., Ponce, M., & González, V.** (1999). Germinación y establecimiento de plántulas de *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) en los Llanos Sur-Orientales del Estado Guarico, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica*, 22(1), 167-183.
- Rangel-Ch, J., Andrade-C, M., Jarro-F, C., & Santos-C, G.** (Eds.). (2019). *Colombia Diversidad Biótica XVII: La región de la Serranía de Manacacías (Meta) Orinoquia colombiana*. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Resende, I., Dos Santos, F., Chaves, L., & Do Nascimento.** (2012). Estrutura etária de populações de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) de veredas da Região Central de Goiás, Brasil. *Revista Árvore, Viçosa-MG*, 36(1), 103-112.
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000100012>
- Sampaio, M., Schmidt, I., & Figueiredo, I.** (2008). Harvesting effects and population ecology of the Buriti palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany*, 62(2), 171-181.
<https://doi.org/10.1007/s12231-008-9017-8>
- Soares, F.** (2009). *Estrutura populacional e aspectos etnobotánicos de Mauritia flexuosa* L. f. (buriti, Arecaceae) na Amazonia Sul Ocidental, Acre [Presentación en conferencia]. IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, MG, Brasil.

Sturges, H. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66.

<https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>

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, 70-92.

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.12.005>

Zamora, J., Ruiz, E., Urrego, L., Galeano, Y., Acevedo, J., & Peñuela, M. (2016). Aproximación demográfica de una población de la palma *Mauritia flexuosa* en la amazonia colombiana. En C. A. Lasso, G. Colonnello, & M. Moraes (Eds.), *XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina* (pp. 109-130). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

