

Estructura poblacional y producción de frutos del milpesos (*Oenocarpus bataua* Mart.) en el Pacífico colombiano

Population structure and fruit production of milpesos (*Oenocarpus bataua* Mart.) in the Colombian Pacific

Juan Carlos Copete  ^a, Eva Ledezma-Rentería ^b, Nayive Pino-Benítez ^b

^a Department of Systematic and Evolutionary Botany, Universidad de Zurich, Suiza

^b Universidad Tecnológica del Chocó, Colombia

Recibido: noviembre 14, 2023

Aceptado: abril 11, 2024

Publicado en línea: julio 12, 2024

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1222>



Resumen

El milpesos es una palma muy importante para las comunidades del Pacífico colombiano, pues el líquido derivado del macerado del mesocarpo del fruto se considera un alimento con alto contenido de vitaminas (nutracéutico). Sin embargo, esta especie enfrenta presión sobre sus poblaciones, y en algunas localidades la palma es derribada para la extracción de sus frutos. Por esto, se evaluó la estructura de la población y producción de frutos de la palma milpesos en los municipios de Medio Atrato y Bagadó, mediante 40 transectos lineales de 50 x 5 m (0,025 ha) en los que se contaron los individuos en diferentes estados de desarrollo (plántula, juvenil, subadulto y adulto) y se tomaron sus variables de altura, presencia de inflorescencias, racimos de frutos verdes y maduros, para determinar los estados de desarrollo mejor y peor representados y el promedio de racimos de frutos que puede producir cada palma por cosecha. Las poblaciones de *Oenocarpus bataua* evaluadas mostraron un comportamiento de J invertida, lo que asegura la supervivencia y distribución de las clases en desarrollo de los bosques maduros del Pacífico colombiano. Es necesario mantener las palmas en estado adulto y realizar la cosecha de frutos una vez alcancen su máximo estado de madurez con una herramienta adecuada —como la media luna— para evitar el daño o la muerte del individuo.

Palabras clave: Arecaceae, fruto, densidad, Bagadó, Medio Atrato, palma, población, producción.

Abstract

The milpesos palm is very important for communities in the Colombian Pacific, as the liquid derived from the macerate of the mesocarp is considered vitamin-rich food (nutraceutical). However, this species faces pressure on its populations, and in some localities the palm is felled for the extraction of its fruits. For this reason, the population structure and productivity of the palms was evaluated in the municipalities of Medio Atrato and Bagadó, with 40 linear transects of 50 x 5 m (0.025 ha) in which individuals at different stages of development (seedling, juvenile, subadult, and adult) were counted. Variables such as height of the individuals, inflorescence, and infructescence were used to determine the best and worst represented stages of development and the average number of fruit bunches that each palm can produce per harvest. The *Oenocarpus bataua* populations evaluated showed an inverted J behavior, which ensures the survival and distribution of development classes in Colombia's mature Pacific forests. It is necessary to maintain the palms in the adult stage and harvest the fruit once sufficiently matured and with an adequate tool —such as the half-moon— to avoid damage or death of the individual.

Keywords: Arecaceae, fruit, density, palm, production, Bagadó, Medio Atrato, population.

Introducción

La palma milpesos pertenece a la familia Arecaceae, la cual está compuesta por plantas vasculares que brindan el mayor servicio ecosistémico a las comunidades rurales en los bosques tropicales (Macía et al., 2011; Cámara-Leret et al., 2014; Gruca et al., 2015; Paniagua-Zambrana et al., 2015; Dennehy & Cámara-Leret 2019). Sin embargo, las Corporaciones Autónomas Regionales siguen sin tener un documento guía que brinde lineamientos para el manejo sostenible de las especies, a la hora de otorgar permisos de aprovechamiento. Algunos trabajos que presentan lineamientos para la cosecha y aprovechamiento de las especies son el libro *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas* (Galeano & Bernal, 2010) y los protocolos de aprovechamiento para la palma *Mauritia flexuosa* (Vallejo et al., 2016) y *Euterpe oleracea* (Copete, 2021). Además, existen numerosos trabajos que evalúan el efecto del aprovechamiento sobre la estructura poblacional de algunas especies (Bernal, 1998; López-Camacho, 2008; Svenning & Macía, 2002; Galeano, et al., 2013; Vallejo et al., 2013; Isaza-Aranguren et al., 2014; Ledezma-Rentería & Galeano, 2014; Torres, et al., 2016,). Sin embargo, son escasos los estudios sobre estructura poblacional y productividad de frutos del milpesos de la selva pluvial del departamento del Chocó.

El milpesos (*Oenocarpus bataua*) es una especie de amplio uso: los tallos son utilizados como pilotes en la elaboración de casas, muelles o puertos; las hojas se utilizan esporádicamente para techar casas; y sus frutos son muy apetecidos para preparar bebidas (Ramírez-Moreno & Galeano, 2011; Valois-Cuesta et al., 2013; Ledezma-Rentería & Galeano, 2014; Cámara-Leret et al., 2014). Además de estos usos, se ha registrado que *O. bataua* es una buena fuente de nutrientes y compuestos bioactivos (Jaramillo-Vivanco et al., 2022). Aunado a lo anterior, el milpesos ha sido registrada como la segunda palma más abundante en el Chocó biogeográfico, con un promedio de 122,5 individuos por cada 12 ha (Copete et al., 2019).

Esta especie es muy importante para las comunidades del Pacífico colombiano, ya que el macerado derivado del endospermo del fruto es considerado un alimento nutracéutico (Ledezma-Rentería & Galeano, 2014; Jaramillo-Vivanco et al., 2022). Sin embargo, enfrenta presión sobre sus poblaciones debido a la sobreexplotación y a que algunos pobladores derriban la palma para cosechar los frutos. Además, el creciente deterioro de los ecosistemas, resultado de la actividad antrópica, pone en peligro su futuro. Es necesario recordar que

los productos forestales no maderables del bosque (PFNM) son la fuente de subsistencia de diversas comunidades del trópico, que cosechan las poblaciones naturales y seminaturales y las comercian en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales (López-Camacho, 2008; Zuidema et al., 2007). Por esta razón, tal como se establece en el Decreto 690 de 2023, es urgente la creación de un protocolo de aprovechamiento de los frutos, como herramienta para el manejo sostenible de la especie, que brinde lineamientos a las corporaciones regionales en la toma de decisiones para otorgar permisos de aprovechamiento. Si bien se ha documentado la forma de extraer la leche y el aceite, no se han evaluado las consecuencias del aprovechamiento y sus diversas prácticas, aun siendo un recurso tan importante para las comunidades.

Este artículo presenta información sobre la estructura de la población y la productividad de los frutos del milpesos en condiciones naturales, y resuelve los siguientes interrogantes: 1) ¿difiere la abundancia de poblaciones de *O. bataua* entre los municipios de Medio Atrato y Bagadó?, 2) ¿qué categorías de desarrollo de *O. bataua* representan mejor las poblaciones estudiadas? y 3) ¿existen diferencias en la producción de frutos y el tamaño de *O. bataua* en los sitios muestreados?

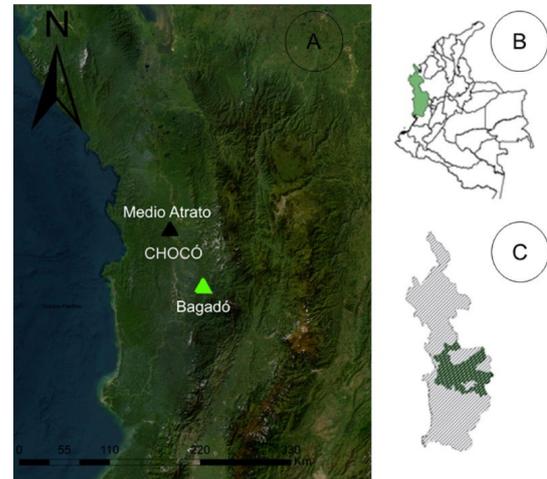
Materiales y métodos

Área de estudio

El presente estudio se realizó en el departamento del Chocó, en los municipios de Bagadó y Medio Atrato en la selva pluvial central (Figura 1). Esta subregión se caracteriza por presentar precipitaciones anuales que oscilan entre 8000 y 11 000 mm, con una temperatura media de 28 °C y una humedad relativa de 95 %, lo que la convierte en una zona de vida denominada bosque muy húmedo tropical (Espinal, 1977).

El municipio de Medio Atrato se encuentra ubicado al margen izquierdo del río Atrato. Aquí los bosques están sobre suelos ondulados de tierras firmes y extensas llanuras aluviales, con presencia de familias

Figura 1. Área de estudio en dos municipios de la selva pluvial central del departamento del Chocó.



Notas. A) sitios de muestreo de las poblaciones de *O. bataua*; (▲) Medio Atrato, 20 transectos de 0,5 ha; (▲) Bagadó, 20 transectos de 0,5.

botánicas como Rubiaceae, Melastomataceae, Araceae y Fabaceae, y un dosel entre 15 y 20 m de altura. Al igual que en Bagadó, la mayoría de bosques de ese municipio son maduros con intervenciones de tala para la extracción de madera.

El municipio de Bagadó se ubica en la parte baja del río Andágueda, donde los bosques están sobre terrenos ondulados de tierra firme, con presencia de familias botánicas como Malvaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Arecaceae y Rubiaceae, y un dosel entre 20 y 25 m de altura. En su mayoría son bosques maduros con algunas intervenciones por la explotación minera y pequeños cultivos de pancoger.

Especie en estudio

O. bataua (Figura 2) tiene un tallo solitario de 10 a 20 m de alto, con 20 a 30 cm de diámetro, liso y con nudos notorios. Sus hojas (10 a 16) son erguidas (horizontales en las plantas más altas) y la corona tiene aspecto de plumero; vaina pardo-violácea, los márgenes con fibras muy rígidas y fuertes; pecíolo de 0-50 cm de largo; raquis de 5-7 m de largo; pinnas (82-107) a cada lado, regularmente dispuestas, insertas en un plano, plegadas a lo largo de las venas

secundarias, blanquecinas por debajo (pinnas medias hasta 2 m de largo y 15 cm de ancho). Inflorescencia con pedúnculo de 12-40 cm de largo; raquillas (118-370) muy densamente dispuestas sobre el raquis, colgantes; toda la inflorescencia con aspecto de cola de caballo, 70-130 cm de largo, 5-7 mm de diámetro. Estambres 8-19. Fruto negro, ovoide a elipsoide u oblongo, terminado en un pico corto, 2,7-4,5 cm de largo, 2-2,5 cm de diámetro, negro-violáceo; endosperma ruminado; finalmente, las primeras hojas de la plántula son bífidas, con segmentos

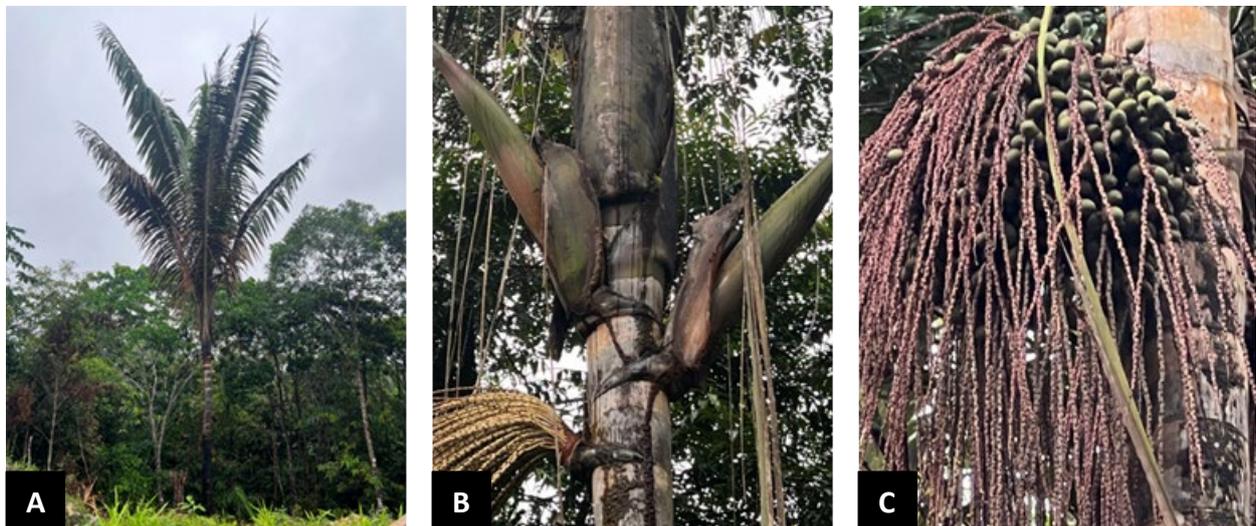
convexos y terminados en una cola larga, con indumentos blancos en el envés (Galeano & Bernal, 2010).

Métodos

Estructura de la población

Para evaluar la estructura poblacional de la palma milpesos (*Oenocarpus bataua*), se establecieron cuarenta transectos lineales de 50 x 5m (0,025 ha) (Balslev et al., 2010) con modificaciones; veinte en cada sitio (0,5 ha). Los transectos se realizaron en

Figura 2. *Oenocarpus bataua*.



Notas. A) individuo adulto; B) brácteas pedunculares e inflorescencia; C) racimo con frutos verdes.

Figura 3. Estados de desarrollo del milpesos.



Notas. A) plántula; B) juvenil; C) subadulto; D) adulto.

bosques maduros, y no en bosques de regeneración o intervenidos, para que pudieran ser comparados. Vale resaltar que estos bosques maduros han sufrido la extracción de sus árboles grandes o de gran porte debido a la venta de madera. Cada transecto fue georreferenciado en el medio y alejado de los demás por una distancia de 25 metros. En total se muestreó un área de 0,5 ha para cada sitio, en la que se cuantificaron los individuos presentes en sus diferentes estados de desarrollo, entre plántula, juvenil, subadulto y adulto. Además, se midió la altura de los individuos subadultos y adultos, así como el estado reproductivo del individuo (inflorescencia e infrutescencia). Adicionalmente, para evaluar el estado de las poblaciones, se determinó la abundancia y el tamaño de la especie en sus diferentes estados (Figura 3). Estas categorías están basadas en la metodología de Balslev et al. (2010).

Cantidad de frutos

Se evaluó la producción de frutos siguiendo la metodología descrita en Bernal & Galeano (2013). Se escogieron al azar doce infrutescencias de doce individuos diferentes, de los cuales se registró el número de racimos verdes, racimos maduros y frutos por cada racimo. También se tomaron medidas de diez frutos de cinco infrutescencias, con el fin de observar diferencias en el tamaño del fruto de los dos municipios. Cada racimo de fruto fue pesado para obtener el peso total de los frutos.

Análisis de los datos

El análisis de los datos fue estadístico. Para evaluar la estructura de la población se realizó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk, con el fin de observar si los datos tomados seguían una distribución normal o no. Esta prueba indica normalidad de datos cuando el valor W se acerca a 1, mientras que los valores cercanos a 0 indican que los datos no son normales (Legendre & Legendre, 2012). Para la estructura de la población se realizó primero una prueba t de Student, con el objetivo de observar diferencias significativas entre las medias de la abundancia de los transectos en los municipios de Medio Atrato y Bagadó. Luego, para observar diferencias en las medianas de las

formas de crecimientos para cada municipio, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, que arroja significancia entre la comparación de la mediana de las muestras. De igual manera, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple para observar si se encontraba o no significancia entre la altura y el número de frutos contados por racimo. Todas las pruebas se realizaron en el programa R versión 3.6.1 (R Development, 2019).

Resultados

Abundancia

Para el municipio de Medio Atrato se registró un total de 1322 individuos de *O. bataua* en 0,5 ha ($3,91 \pm 793$); la abundancia por parcela fue alta, con un promedio de 66 ± 38 individuos. Para el municipio de Bagadó se registró un total de 1025 individuos de *O. bataua* en 0,5 ha ($7,48 \pm 18,88$); la abundancia por parcela también fue alta, con un promedio de $51,25 \pm 55,64$ individuos.

La prueba Shapiro-Will mostró normalidad para los datos de los cuarenta transectos ($W = 0,68$). Por otro lado, la prueba t de Student no mostró diferencias significativas entre las medias de las abundancias de los individuos en los municipios ($P = 2,02$).

Estructura de la población

Para el municipio de Medio Atrato, del total de los individuos registrados (1322) en los veinte transectos, las categorías mejor representadas fueron *juvenil*, con el 39,87 % de individuos, un rango de 1-14 y una media de 7; y *plántula*, con 32,7 % de individuos, un rango de 2-10 y una media de 5,7. En cambio, las categorías con menor porcentaje de individuos fueron *subadulto*, con 13,61 % de los individuos, un rango de 0-5 y una media de 1,9; y, con un poco más de individuos, *adulto*, con 14,44 % de individuos, un rango de 0-1 y una media de 13. La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre las medianas de las formas de crecimientos ($P = 0,00$) (Figura 4).

Figura 4. Estructura de la población y distribución de las categorías de desarrollo del milpesos en el municipio de Medio Atrato.

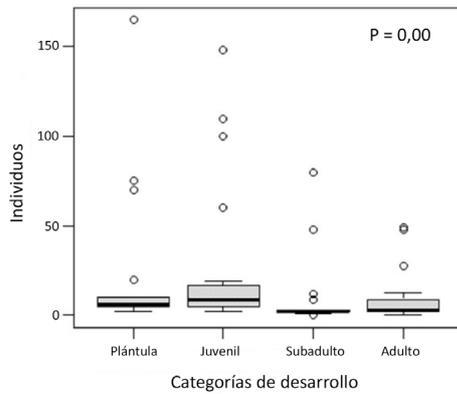


Figura 5. Estructura de la población y distribución de las categorías de desarrollo del milpesos en el municipio de Bagadó.

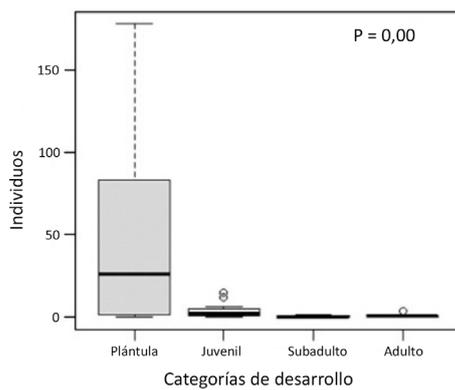
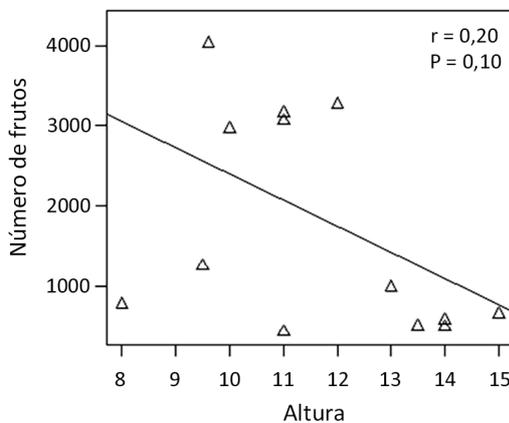


Figura 6. Relación entre la altura de la palma y el número de frutos encontrados en 14 palmas y 14 racimos diferentes en la zona pluvial central del departamento del Chocó.



Notas. No existe una relación positiva entre la altura y la cantidad de frutos.

Para el municipio de Bagadó, del total de individuos registrados (1025) en los veinte transectos, las categorías mejor representadas fueron *plántulas*, con el 90,43 % de individuos, un rango de 0-78 y una media de 46,35; y *juvenil*, con 7,02 % de individuos, un rango de 0-15 y una media de 3,6. Por otro lado, las categorías con menor porcentaje de individuos fueron *subadulto*, con 0,68 % de los individuos, un rango de 0-2 y una media de 0,35; y, con un poco más de individuo, *adulto*, con 1,85 % de individuos, un rango de 0-4 y una media de 0,95. La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre las medianas de las formas de crecimientos ($P = 0,00$) (Figura 5).

Esta diferencia se vio más reflejada en las clases de desarrollo inferiores (plántula y juvenil) que en las clases de desarrollo superiores (subadulto y adulto) para el municipio de Medio Atrato, mientras que la diferencia observada para el municipio de Bagadó no afecta la estructura poblacional, ya que muestra un comportamiento tipo J invertida, indicando buen estado de la población.

Cantidad de frutos

En la población de Medio Atrato se observó que un individuo de milpesos puede producir en promedio 1,5 racimos de frutos ($n = 12$). Cada racimo tiene en promedio 2102 frutos ($n = 12$) y pesa en promedio 7,8 kg ($n = 12$). Los frutos miden en promedio 3,58 mm de largo y 2,29 mm de ancho ($n = 50$). Para la población de Bagadó, la producción de frutos observada fue de 1,1 racimos de frutos ($n = 8$) en promedio por individuo. Cada racimo tiene 568 frutos ($n = 2$) y un peso de 9,6 kg ($n = 2$) en promedio. Los frutos miden en promedio 4,2 mm de largo y 4 mm de ancho ($n = 20$).

El análisis de correlación simple no mostró una relación significativa entre la altura de la palma y el número de frutos ($n = 14$). Sin embargo, se identificó que las palmas que más frutos produjeron tenían entre 9,5-12 m de altura (Figura 6).

Discusión

Abundancia

En esta investigación se registró un mayor número de individuos de *O. bataua* en el municipio de Medio Atrato (1322) que en el municipio de Bagadó (1025). Sin embargo, estadísticamente no se evidencian mayores diferencias. Esto puede deberse a que la población de Medio Atrato se encuentra sobre la llanura aluvial del río Atrato, que actúa como facilitador para la dispersión de las semillas, mientras que la población del municipio de Bagadó se encuentra en una colina baja, lejos de afluentes hídricos, con la mayoría de plántulas debajo de la palma madre, supeditadas a la llegada de un dispersor. Esta abundancia también puede estar ligada al uso de los frutos para la alimentación y a la cercanía de la población humana. Las poblaciones de milpesos en Medio Atrato están ubicadas a tan solo 0,5 km de la población humana, mientras que en Bagadó están a 4,6 km.

Algunas investigaciones han registrado que el milpesos es una de las especies de palma más abundantes en las tierras bajas del Pacífico colombiano. Copete et al. (2019), por ejemplo, registran un promedio de 122,5 individuos por 12 ha. Los resultados de la presente investigación difieren de los de Miranda et al. (2009) en Bolivia, donde se reportan 450 individuos por 0,1 ha en Bella Vista y 376 individuos por 0,1 ha para Lorena. Esta diferencia puede darse por el tamaño del área muestreada, ya que en el presente estudio el área muestreada fue de 0,5 ha. Asimismo, difieren de los encontrados de Freitas-Alvarado et al. (2020), quienes registran 153 individuos por hectárea.

Estructura de la población

Las poblaciones de milpesos evaluadas en los municipios de Medio Atrato y Bagadó indican un mayor número de individuos en las categorías de desarrollo menores que en las mayores, lo que demuestra que, a nivel general, tienen una buena regeneración. Sin embargo, se presenta mayor número de individuos jóvenes que de plántulas, lo

que puede estar influenciado por la presión en la cosecha de los frutos, ya que si estos son extraídos del bosque y no son devueltos se suprime la capacidad de regeneración de la especie.

Los resultados de este estudio tienen similitudes con los de Miranda et al. (2009), donde se registra un mayor número de individuos en las categorías inferiores que en las superiores (183 plántulas, 125 juveniles, 62 subadultos, 69 adultos). De igual manera, la prueba t de Student realizada para las dos poblaciones de milpesos no arrojó diferencias significativas entre las medias de abundancia para las dos localidades. Sin embargo, existen diferencias significativas entre las categorías de desarrollo (como es de esperar en una población natural con comportamiento de J invertida, que indica una regeneración natural de la especie), pues se encontraron más individuos en las primeras categorías (plántula y juvenil) que en las superiores (subadulto y adulto).

Cantidad de frutos

La producción de frutos para las dos poblaciones muestreadas fue significativa. Sin embargo, la población de Medio Atrato produce más frutos que la de Bagadó. Esto puede deberse a que los racimos de frutos de Medio Atrato son de mayor tamaño, lo que representa una oportunidad de aprovechamiento sustentable.

En términos de productividad, estos resultados son similares a los registrados en el Chocó biogeográfico por Cifuentes et al. (2010), quienes reportan que, en promedio, un racimo de fruto de milpesos tiene 1255 frutos y pesa 15,7 kg. Esta semejanza puede estar relacionada con la cercanía de las áreas muestreadas. Sin embargo, los frutos de zonas inundadas son más grandes y, por ende, más pesados que los frutos que crecen en palmas de tierras firmes. Además, la presente investigación fue realizada en bosques de tierras firmes e inundados, y la realizada por Cifuentes et al. (2010) solo en bosques inundados. Los resultados que sí difieren son los registrados en Bolivia, pues indican que un racimo de fruto maduro

de milpesos puede pesar en promedio entre 38,32-48,63 y 39,33 kg (Miranda et al., 2009).

Los frutos en Bagadó fueron más grandes que los de Medio Atrato (4,2 cm de largo y 3,0 cm de ancho vs. 3,5 de largo y 2,2 cm de ancho) porque, por lo general, los racimos con mayor cantidad de frutos no tienen espacio para crecer, mientras que los racimos con menos frutos tienen más espacio para desarrollarse. Este fenómeno se ha descrito en otras especies de palma, como en *Euterpe precatoria* y *Euterpe oleracea* (Velarde & Moraes, 2008; Copete, 2021).

Por último, el análisis de correlación en este estudio no mostró una relación significativa entre la altura de la palma y el número de frutos. Es posible que este resultado se deba al número de palmas muestreadas ($n = 14$). Sin embargo, en el Pacífico colombiano sí se evidencia una relación entre la altura de la palma y el número de frutos ($r^2 = 0,9$; $P = 0,05$), ya que las palmas que produjeron mayor número de frutos medían de 8 a 16 m. Es probable que esto también se deba al número de palmas muestreadas ($n = 30$), y a que estas crecen en zonas inundadas permanentemente, lo que las obliga a crecer rápidamente para evitar ser ahogadas (Copete, 2021).

Conclusiones

Las poblaciones de *O. bataua* evaluadas en esta investigación en los municipios de Medio Atrato y Bagadó mostraron un comportamiento de J invertida, lo que asegura su supervivencia y la distribución de sus estados de desarrollo en bosques maduros del Pacífico colombiano. Además, la producción de frutos por racimo fue alta, lo que ofrece una oportunidad para su aprovechamiento sostenible, ya sea para la extracción de aceite o para la venta de la pulpa.

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica del Chocó; al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; al Ministerio de Educación Nacional; al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo; a ICETEX; a la Convocatoria

Ecosistema Científico-Colombia Científica; al Fondo Francisco José de Caldas (Contrato RC-FP44842-212-2018); al Programa Bio-Reto XXI-15:50; y a los dos evaluadores anónimos, por sus comentarios al manuscrito.

Referencias

- Balslev, H., Navarrete, H., Paniagua-Zambrana, N., Pedersen, N., Eiserhardt, W., & Kristiansen, T. (2010). El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas. *Ecología en Bolivia*, 45(3), 8-23.
- Bernal, R. (1998). Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemanii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. *Journal of Applied Ecology*, 35, 64-74.
- Bernal, R., & Galeano, G. (Eds.). (2013). *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Cámara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Balslev, H., & Macía, M. J. (2014). Ethnobotanical Knowledge Is Vastly Under-Documented in Northwestern South America. *PLoS ONE*, 9(1), e85794. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085794>
- Cifuentes, L., Moreno, F., & Arango, D. A. (2010). Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotropica*, 10(4), 101-109. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400014>
- Copete, J. C., Sánchez, M., Cámara-Leret, R., & Balslev, H. (2019). Diversidad de comunidades de palmas en el Chocó biogeográfico y su relación con la precipitación. *Caldasia*, 41(2), 358-369. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n2.66576>
- Copete, J. C. (2021). *Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de naidí (Euterpe oleracea Mart.) en Buenaventura, Valle del Cauca: bases para su protocolo de manejo sostenible en el Pacífico colombiano*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- <https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/a749e673-cd36-4df5-827d-9b6130c2fdb8>
- Dennehy, Z., & Cámara-Leret, R. (2019). Quantitative ethnobotany of palms (Arecaceae) in New Guinea. *Gardens' Bulletin Singapore*, 71(2), 321-364. [https://doi.org/10.26492/gbs71\(2\).2019-03](https://doi.org/10.26492/gbs71(2).2019-03)
- Espinal, S. (1977). *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico* (Vol. 13). Instituto geográfico Agustín Codazzi.
- Freitas-Alvarado, L., Davila-Macedo, V., Pérez-Peña, P., Pezo-Díaz, 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. <http://dx.doi.org/10.22386/ca.v8i2.294>
- Galeano, G., & Bernal, R. (2010). *Palmas de Colombia. Guía de campo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Galeano, G., R. Bernal., Isaza, C., Navarro, J., García, N., Vallejo, M., & Torres, M. (2013). Elementos que determinan la sostenibilidad. En R. Bernal, & G. Galeano (Eds.), *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas* (pp. 36-46). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Gruca, M., Blach-Overgaard, A., & Balslev, H. (2015). African palm ethno-medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 165, 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.02.050>
- Isaza-Aranguren, C., Galeano, G., & Bernal, R. (2014). Manejo actual del asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) para la producción de frutos en el sur de la amazonia colombiana. *Colombia Forestal*, 17(1), 77-79. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.f.or.2014.1.a05>
- Jaramillo-Vivanco, T., Balslev, H., Montúfar, R., Cámara, R. M., Giampieri, F., Battino, M., Cámara, M., & Álvarez-Suárez, J. M. (2022). Three Amazonian palms as underestimated and little-known sources of nutrients, bioactive compounds and edible insects. *Food Chemistry*, 372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131273>
- Legendre, P., & Legendre, L. F. (2012). *Numerical Ecology* (Vol. 24). Elsevier.
- Ledezma-Rentería, E. & Galeano, G. (2014). Usos de las palmas en las tierras bajas del Pacífico colombiano. *Caldasia*, 36(1), 71-84. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v36n1.43892>
- López-Camacho, R. (2008). Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Colombia Forestal*, 11(1). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.f.or.2008.1.a14>
- Macía, M. J., Armesilla, P. J., Cámara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Villalba, S., Balslev, H., & Pardo-de-Santayana, M. (2011). Palm Uses in Northwestern South America: A Quantitative Review. *The Botanical Review*, 77(4), 462-570. <https://doi.org/10.1007/s12229-011-9086-8>
- Paniagua-Zambrana, N., Macía, M. J., & Cámara-Leret, R. (2010). Toma de datos etnobotánicos de palmeras y variables socioeconómicas en comunidades rurales. *Ecología en Bolivia*, 45(3), 44-68.
- Paniagua-Zambrana, N., Cámara-Leret, R., & Macía, M. J. (2015). Patterns of Medicinal Use of Palms Across Northwestern South America. *The Botanical Review*, 81(4), 317-415. <https://doi.org/10.1007/s12229-015-9155-5>
- R Development Core Team. (2019). R: a language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org>
- Ramírez-Moreno, G., & Galeano, G. (2011). Palm communities in two forests of Chocó, Colombia. *Caldasia*, 33(2), 315-329.
- Svenning, J. C., & Macía, M. (2002). Harvesting of *Geonoma macrostachys* Mart. leaves for thatch: an exploration of sustainability. *Forest Ecology and Management*, 167, 251-262. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00699-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00699-5)
- Torres, C., Galeano, G., & Bernal, R. (2016). Cosecha y manejo de *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart.

- para uso artesanal en el caribe colombiano. *Colombia Forestal*. 19(1), 5-22. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.forestal.2016.1.a01>
- Vallejo, M. I., Galeano, G., & Bernal, R. (2016). Los naidízales (*Euterpe oleracea*) del Pacífico Colombiano. En C. A., Lasso, G. Colonnello, & M. Moraes R. (Eds.), *XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina* (pp. 434-453). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/314ce1fe-1530-409e-be6a-77455d3b032c>
- Vallejo, M. I. (2013). *Impacto de la cosecha de palmito sobre la estructura y dinámica poblacional de Euterpe oleracea en la Costa Pacífica colombiana* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia].
- Valois-Cuesta, H., Martínez-Ruiz, C., Rentería-Cuesta, Y. Y., & Panesso-Hinestroza, S. M. (2013). Palms conservation, patterns of use and diversity (Arecaceae) in rain forests from the Chocó, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1869-1889. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i4.12858>
- Velarde, M. J., & Moraes, M. (2008). Densidad de individuos adultos y producción de frutos del asaí (*Euterpe precatoria*, Arecaceae) en Riberalta, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), 99-110. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282008000200003
- Miranda, J., Moraes, M., & Müller, R. (2009). Estructura poblacional, producción de frutos y uso tradicional de la palmera “majo” (*Oenocarpus bataua* Mart.) en Bosque Montano (La Paz, Bolivia). *Rev. GAB*. 4, 1-10.
- Zuidema, P. A., de Kroon, H., & Werger, M. J. A. (2007). Testing Sustainability by Prospective and Retrospective Demographic Analyses: Evaluation for Palm Leaf Harvest. *Ecological Applications*,