

Manejo y aprovechamiento

## Morfología de racimos, frutos y semillas de *Attalea moorei* en el Huallaga Central, Perú

### *Morphology of racemes, fruits and seeds of Attalea moorei in the Central Huallaga, Peru*

Diego Alonso Sinti-Pinedo <sup>a, b</sup>, E. Hanz Rodríguez-Cabrera <sup>a</sup>, Ires Paula A. Miranda <sup>c</sup>,  
Jenny Rojas-Fox <sup>d</sup>, Kember Mejía <sup>a</sup>, Juana Elizabeth Vásquez-Vásquez <sup>b</sup> y  
Ángel Martín R. del Castillo <sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - San Martín, Laboratorio de Botánica Aplicada Jean-Christophe Pintaud, Jr. Belén Torres de Tello 135, Morales, 22202 Tarapoto, Perú

<sup>b</sup> Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Ambiental, Jr. Los Mártires 340, Morales, 22202 Tarapoto, Perú

<sup>c</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo 2936, 69067 Manaus, Amazonas, Brasil

<sup>d</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural, Av. Gral. Antonio Álvarez de Arenales 1256, Jesús María, 15072 Lima, Perú

\*Autor para correspondencia: arodriguez@iiap.gob.pe (Á.M.R. del Castillo)

Recibido: 8 junio 2023; aceptado: 5 marzo, 2024

#### Resumen

Las especies del género *Attalea* no cuentan con estudios suficientes sobre variabilidad morfológica en la Amazonía occidental. El objetivo del presente estudio fue describir y determinar la variabilidad morfológica de los racimos, frutos y semillas de *Attalea moorei* de 3 poblaciones de bosques estacionalmente secos de la cuenca central del río Huallaga, Perú. Se evaluaron 20 características de interés que fueron analizadas y comparadas por medio de las pruebas de Anova y Kruskal-Wallis, se visualizaron gráficamente mediante el análisis de componentes principales y se estimó la asociación de las características a través del análisis de Spearman. De las 20 características, 16 presentaron diferencias significativas. El PCA demostró la alta variación de los caracteres y la variabilidad entre las poblaciones, donde Lamas fue la más diferenciada con racimos y semillas de mayores dimensiones, mientras que las de Pucacaca y San Pedro presentaron frutos de mayor tamaño y peso. Las correlaciones relevantes se dieron entre el número de frutos/peso del racimo (0.857), peso del fruto/longitud del fruto (0.824) y diámetro de semilla/longitud de semilla (0.358), las cuales podrían tener un potencial para la producción de biocombustibles y la extracción de aceites.

*Palabras clave:* Amazonía occidental; Bosque estacionalmente seco; Caracterización; Shapaja; Variabilidad

## Abstract

The species of the genus *Attalea* do not have sufficient studies on morphological variability in the Western Amazonia. The aim of this study was to describe and determine the morphological variability of racemes, fruits and seeds of *Attalea moorei* of 3 populations of seasonally dry forests of the central basin of the Huallaga River, Peru. We evaluated 20 characteristics of interest that were analyzed and compared using the ANOVA and Kruskal-Wallis tests; they were graphically visualized by the principal component analysis and the association of characteristics was estimated through Spearman's analysis. Of the 20 characteristics, 16 showed significant differences. The PCA showed a high variation of characteristics and variability between populations, where Lamas was the most differentiated with racemes and seeds of greater dimensions, while Pucacaca and San Pedro presented fruits of greater size and weight. The most relevant correlations were between the number of fruits/weight of the racime (0.857), weight of the fruit/length of the fruit (0.824) and seed diameter/seed length (0.358), which could have a potential for the production of biofuel and in the extraction of oils.

**Keywords:** Western Amazon; Seasonally dry forest; Characterization; Shapaja; Variability

## Introducción

La familia Areaceae comprende 2,600 especies en 181 géneros distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. El 90% de las especies están bien adaptadas al bosque húmedo tropical (Baker y Dransfield, 2016; Barfod et al., 2011; Couvreur et al., 2011), y algunos grupos como *Attalea*, *Butia*, *Coccothrinax*, *Copernicia*, *Sabal* y *Syagrus* se han adaptado a ecosistemas con algún nivel de aridez (Cássia-Silva et al., 2019; Salm et al., 2005). En Sudamérica, aproximadamente 130 especies crecen en ambientes caracterizados por un estrés hídrico temporal o permanente (Mejía et al., 2014).

La subtribu Attaleinae es un grupo de palmeras uniformes respecto a sus características vegetativas y considerablemente polimórfica en sus estructuras reproductivas (Higuti et al., 1994). Entre los 8 grupos de esta subtribu, el género *Attalea* es uno de los más notables en el neotrópico y se distribuye desde las dunas de arena costera, bosques premontanos y montanos, bosques tropicales secos tipo sabana, bosques estacionalmente secos, matorrales costeros tropicales, hasta bosques tropicales muy húmedos (Mejía et al., 2014; Pintaud et al., 2008). Son frecuentes en la vegetación secundaria y los bosques estacionalmente inundados, en pantanos y diversos ecosistemas (Miranda y Rabelo, 2008; Miranda et al., 2003; Moraes y Zenteno-Ruiz, 2017).

El género *Attalea* cuenta con 56 especies distribuidas en América del Sur, de las cuales 16 se encuentran en la Amazonía occidental (Pintaud, 2008; Del-Castillo et al., 2018). Al igual que el resto de las palmeras, las especies de *Attalea* poseen gran importancia económica y cultural para las comunidades locales (Albán et al., 2008; Balslev et al., 2008). El aceite de las semillas se utiliza en la producción de cosméticos y medicamentos contra la hepatitis; las hojas de algunas especies son utilizadas en ceremonias

religiosas y el techo de las viviendas rurales; ciertos frutos se emplean en la producción de etanol y azúcar, y algunas semillas se usan para la producción de aceite de palma (Anderson et al., 1991; Balslev et al., 2008; Galeano y Bernal, 2010).

La Amazonía peruana viene pasando por un proceso acelerado de cambio en la cobertura de los bosques causado por la expansión agrícola y las actividades extractivistas (Gárate-Quispe et al., 2021; Nicolau et al., 2019). En esta región, *Attalea moorei* (Glassman) Zona es conocida bajo el nombre de "shapaja" (Del-Castillo et al., 2018; Pintaud et al., 2016), siendo una palmera de hasta 15 m que está adaptada a bosques estacionalmente secos, matorrales secos, bosques secos interandinos, bosques de terraza altas y zonas perturbadas (Ferreira, 2005; Glassman, 1999; Mejía et al., 2014; Del-Castillo et al., 2018).

Las comunidades rurales conservan a la shapaja para dar sombra al ganado en los pastizales; utilizan el tronco como poste de las casas; las hojas también sirven para la construcción de techos y ocasionalmente con fines decorativos, cuando son tiernas se emplean para la confección de diferentes utensilios; la bráctea peduncular se utiliza como batea; los frutos maduros se recolectan para el consumo crudo o asado; las semillas se consumen crudas o cocidas, además de que de ellas se extraen aceites con fines medicinales y para su aplicación en el cabello (Balslev et al., 2008; Paniagua et al., 2014a, b; Paniagua, Bussmann, Vega et al., 2014; como *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng.). Asimismo, las semillas de esta especie presentan altas concentraciones de ácidos grasos saturados (ácido láurico y mirístico), que pueden ser impulsados como una alternativa en los pueblos amazónicos para el aprovechamiento en la industria de aceites con fines medicinales, cosméticos y como biocombustible (Dávila et al., 2011; Miranda, 2014; Sotero et al., 2010).

La caracterización de racimos, frutos y semillas es una herramienta importante que facilita información para detectar la variabilidad entre poblaciones, ayuda a corroborar los rasgos fenotípicos relacionados con los factores ambientales (Gonçalves et al., 2013; Matos et al., 2017; Neto y Ferreira, 2014) y permite establecer planes de conservación y manejo mediante técnicas adecuadas para posteriores cultivos comerciales (Dionisio et al., 2018; Sanjinez-Argandoña y Chuba, 2011). Los datos biométricos de los frutos sirven de bioindicadores y se utilizan para la predicción del rendimiento de la palmera. Se considera que los frutos más grandes poseen capas del pericarpo más gruesas, una mayor cantidad de semillas o semillas más grandes, lo que los hace más adecuados para la explotación como materia prima (Vanderlei et al., 2019).

La finalidad de esta investigación fue describir las características morfológicas de los racimos, frutos y semillas de *A. moorei* que crecen en los bosques estacionalmente secos de la cuenca central del río Huallaga, en la región San Martín (Perú), y determinar la variabilidad interpoblacional para la selección de características útiles para el aprovechamiento sostenible, aplicar planes de manejo, que en última instancia, puedan contribuir a reducir la deforestación.

## Materiales y métodos

La zona de estudio está ubicada en la cuenca central del río Huallaga, en la Amazonía peruana. Las recolecciones se realizaron en las subcuencas que pertenecen a los siguientes distritos: Lamas (6°24'4" S, 76°32'35" O, 689 m snm), que se ubica en las laderas del margen derecho del río Mayo y donde predominan los bosques secos tropicales (300-600 m), bosques húmedos subtropicales (600-1,200 m), y fragmentos de bosques secundarios como consecuencia del abandono de chacras y áreas deforestadas (Schellerup et al., 2001); Pucacaca (6°50'56" S, 76°27'47" O, 356 m snm), que se encuentra sobre bosques estacionalmente secos de la cuenca del río Pucacaca y presenta una cobertura vegetal de bosque de montaña (300-800 m) con pendientes de 25-50%, estando amenazado por el cultivo de maíz amarillo que abastecen a plantas agroindustriales de la zona (RDE N° 004-2019-MINAGRI-SERFOR, 2019); San Pedro de Cumbaza (6°25'25" S, 76°24'2" O, 442 m snm), que se encuentra atravesado por el río Cumbaza y se caracteriza por suelos derivados de material calcáreo relativamente fértiles en bosques secos tropicales, bosques transicionales y bosques húmedos premontanos tropicales, los cuales están siendo reemplazados por hábitats fragmentados y por chacras con fines agrícolas y ganaderos (Goresam y Pehcbm, 2010) (fig. 1). Las localidades fueron elegidas por la presencia de conspicuos rodales de *A. moorei*

denominados “shapajales”, los cuales están atravesando un proceso de cambio de nicho ecológico y se están adaptando al bosque tropical estacionalmente seco (BTES) (Mejía et al., 2014).

La recolección de las infrutescencias se hizo de manera aleatoria por conveniencia, considerando una distancia de 10 m entre los individuos. Se recolectó un racimo por palmera, obteniendo 5 racimos por cada localidad, siendo un total de 15. De cada infrutescencia, se escogieron aleatoriamente 20 frutos y semillas entre la parte basal, medial y apical que estuvieran en buen estado.

Para la evaluación morfológica se seleccionaron 20 características de la guía elaborada para el género *Attalea* de J.C. Pintaud (com. pers.), relacionados a las estructuras del racimo, fruto y semilla (tabla 1). Para efectuar las mediciones se emplearon una cinta métrica y un vernier digital, y para el peso, se empleó una balanza romana y una balanza electrónica.

Los datos se analizaron a través del uso de estadística descriptiva para obtener la media, la desviación estándar, mínimo y máximo, y el coeficiente de variación. Las 20 características medidas fueron sometidas a pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk (racimos:  $n = 15$ ) (Alcudia-Aguilar et al., 2016) y Kolmogorov-Smirnov (frutos y semillas:  $n = 300$ ) (Araújo y Lopes, 2012). La homogeneidad de varianza fue analizada mediante la prueba de Levene (da Cunha et al., 2020).

Para comparar la variabilidad de las características entre las poblaciones se empleó la prueba de Anova (Pérez-Vásquez et al., 2015), para datos con distribución normal. En caso contrario, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para datos sin distribución normal (Costa et al., 2009). En los análisis se utilizó un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). La variación de las características, la variabilidad de las poblaciones y el comportamiento de los datos fueron proyectados mediante el análisis de componentes principales (PCA) (Aspajo et al., 2008). Finalmente, se empleó el análisis de correlación de Spearman para estimar la relación entre las características (Jiménez-Morera y García, 2020). Los análisis estadísticos fueron realizados a través del programa RStudio ver. 2021.09.0+351 (RStudio Team, 2021).

## Resultados

Los racimos evaluados de *A. moorei* presentan una longitud de bráctea peduncular sin punta de 110-180 cm, espesor de bráctea peduncular 2.07-2.59 cm, longitud de la punta 21-39 cm; el pedúnculo presenta una longitud de 31-104 cm; el raquis tiene una longitud de 48-86 cm; número de raquillas 201-377; peso del racimo 36.94-58.51 kg; número de frutos 223-392 (fig. 2).

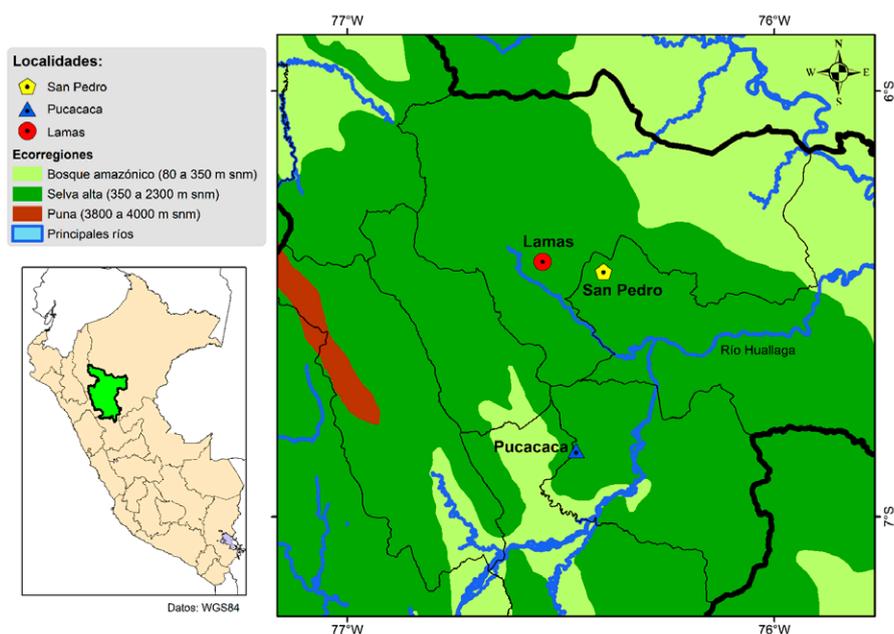


Figura 1. Localidades de recolección de las muestras de *A. moorei*.

Tabla 1

Características evaluadas de los racimos, frutos y semillas de *A. moorei* (basado en Pintaud, com.pers.).

Núm.	Órgano	Característica	Abreviatura
1	Profilo peduncular	Longitud sin la punta apical (cm)	LBr
2		Espesor (cm)	EBr
3		Longitud de la punta (cm)	LPBr
4	Pedúnculo	Longitud (cm)	LPe
5	Raquis	Longitud (cm)	LReq
6	Raquillas	Número total (n)	NRaq
7	Racimo	Pesto total (kg)	PRac
8		Número de frutos (n)	NFr
9	Exocarpo	Espesor (mm)	EEx
10	Mesocarpo	Espesor (mm)	EMe
11	Endocarpo	Longitud (cm)	LEn
12		Diámetro (cm)	DEn
13		Espesor de las fibras (mm)	EFEn
14	Fruto	Longitud (cm)	LFr
15		Diámetro (cm)	DFr
16		Peso (g)	PFr
17	Semilla	Número de semillas por fruto (n)	NSem
18		Peso medio (g)	PMSem
19		Longitud (cm)	LSem
20		Diámetro medial (mm)	DSem



Figura 2. Racimos de *A. moorei*. Se observa que los frutos se compactan entre sí.

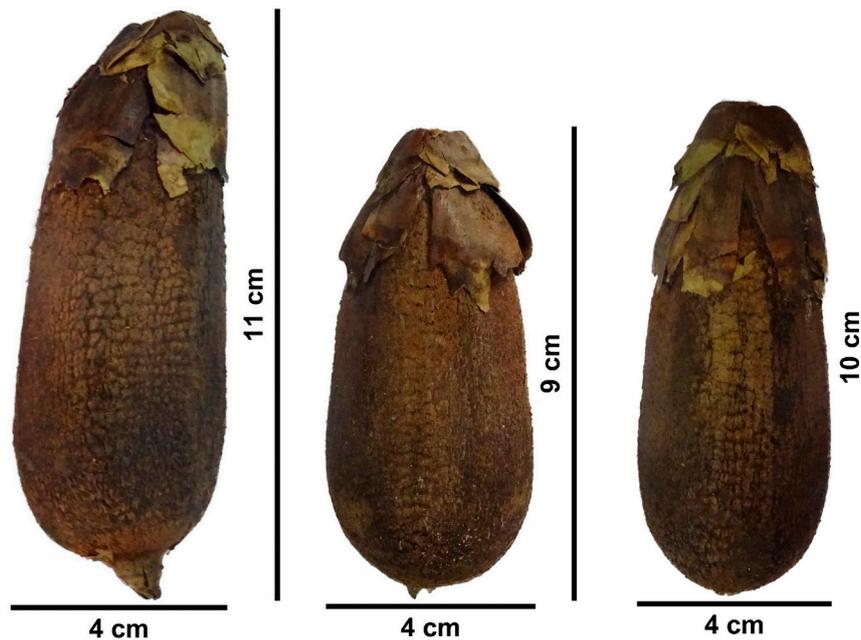


Figura 3. Frutos variables de *A. moorei*. Los frutos son angulados, pequeños o alargados.

Los frutos son drupas alargadas y anguladas debido a su compactación durante su crecimiento (fig. 3); el espesor del exocarpo es de 1.01-2.10 mm; espesor del mesocarpo 1.41-3.77 mm; longitud del endocarpo 5.52-7.29 cm y diámetro de 2.70-5.1 cm, espesor de las fibras

del endocarpo 1.91-2.89 mm; longitud del fruto 7.98-10.98 cm y diámetro de 3.48-4.52 cm, peso del fruto de 79.79-212.28 g; número de semillas por fruto 2-5, longitud de la semilla de 1.02-4.42 cm y diámetro de 3.01-8.27 mm, peso de la semilla 1.06-5.48 g (fig. 4).

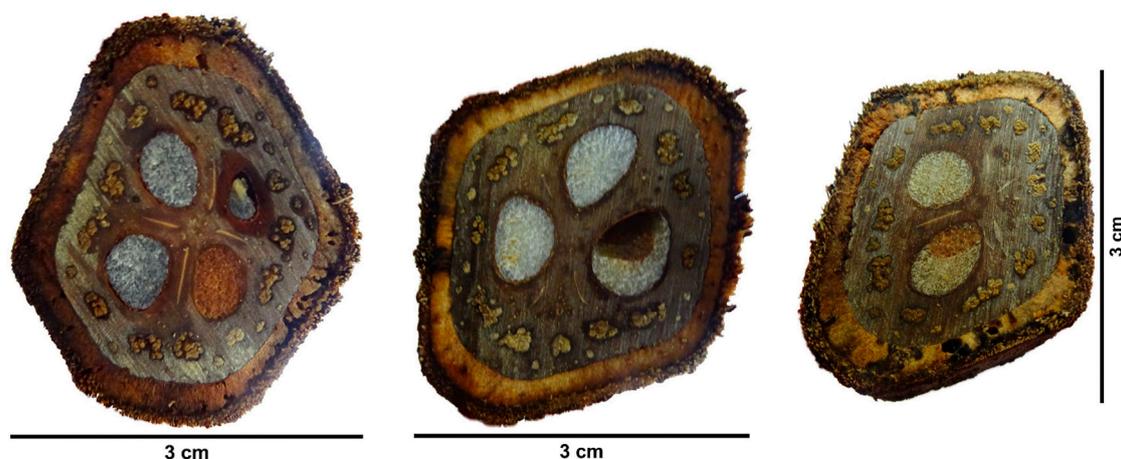


Figura 4. Corte transversal de los frutos. Se observa un mesocarpo parenquimatoso seco, un endocarpo duro con pequeños grupos de fibras dispuestas alrededor de las semillas.

La media, la desviación estándar, mínimo y máximo, y el coeficiente de variación de las características evaluadas en los 15 racimos de *A. moorei* son mostradas en la tabla 2. La mayor variación se observó en Pucacaca para las características de longitud de bráctea peduncular (LBr) (21.64%) y longitud de la bráctea peduncular (LPe) (34.81%). La comparación de medias demuestra diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el espesor de la bráctea peduncular (EBr), longitud de la punta de la bráctea peduncular (LPBr), longitud del pedúnculo (LPe), número de raquillas (NRaq), peso del racimo (PRac) y número de frutos (NFr).

En la tabla 3 se muestran los valores de la media, la desviación estándar, mínimo y máximo, y el coeficiente de variación de las características evaluadas en 300 frutos de *A. moorei*. La mayor variación se observó en el espesor del exocarpe (EEx) para Pucacaca (25.39%) y San Pedro (20.42%). La comparación de medias demuestra que todas las características de los frutos presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Los valores de la media, la desviación estándar, mínimo y máximo, y el coeficiente de variación de las características evaluadas en 300 semillas de *A. moorei* se muestran en la tabla 4. La mayor variación se observó

Tabla 2

Datos comparativos de características evaluadas para 15 racimos de *A. moorei*.

Característica	Lamas			Pucacaca			San Pedro			Comparación
	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	
LBr	153 + 15.15	135-172	9.90	130.6 + 28.26	110-180	21.64	142.4 + 10.33	125-151	7.26	0.187
EBr	2.46 + 0.15	2.23-2.59	5.90	2.27 + 0.11	2.18-2.46	4.93	2.24 + 0.14	2.07-2.45	6.14	0.043*
LPBr	37.6 + 1.52	35-39	4.03	29.8 + 6.3	21-38	21.14	31.2 + 2.95	27-34	9.45	0.020*
LPe	50.8 + 1.64	49-53	3.23	72.4 + 25.21	31-97	34.81	95.4 + 5.64	90-104	5.91	0.0018**
LRaq	68.4 + 12.42	50-82	18.16	62.4 + 13.54	53-86	21.7	52.2 + 3.49	48-57	6.69	0.077
NRaq	355 + 13.4	342-377	3.77	257.4 + 53.97	210-316	20.97	291.4 + 24.42	259-315	8.38	0.003**
PRac	55.83 + 2.25	53.92-58.51	4.04	42.90 + 7.86	36-94-55.96	18.33	48.29 + 5.3	40.23-54.45	10.98	0.044*
NFr	372.8 + 15.25	357-392	4.09	256.8 + 45.05	223-330	17.54	312.6 + 25.28	279-334	8.09	0.0002***

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$ .

Tabla 3  
 Datos comparativos de características evaluadas para 300 frutos de *A. moorei*.

Característica	Lamas			Pucacaca			San Pedro			Comparación
	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	
EEx	1.66 + 0.18	1.22-1.98	10.67	1.23 + 0.31	1.04-2.1	25.39	1.42 + 0.29	1.01-1.97	20.42	2.2 e <sup>-16***</sup>
EMe	1.85 + 0.36	1.41-2.4	19.20	2.88 + 0.48	1.95-3.76	16.79	2.96 + 0.48	1.95-3.77	16.15	2.2 e <sup>-16***</sup>
LEn	6.35 + 0.27	5.52-6.9	4.29	6.77 + 0.25	6.09-7.29	3.76	6.77 + 0.32	6.3-7.2	4.70	2.2 e <sup>-16***</sup>
DEn	3.53 + 0.20	2.87-3.95	5.79	3.32 + 0.31	2.7-3.94	9.42	3.56 + 0.43	2.8-5.1	11.96	2.137 e <sup>-6***</sup>
EFEn	2.53 + 0.23	1.91-2.89	8.92	2.35 + 0.22	2.02-2.87	9.24	2.43 + 0.3	1.92-2.89	12.24	3.141 e <sup>-6***</sup>
LFr	8.91 + 0.54	7.98-10.18	6.06	9.44 + 0.63	8.14-10.98	6.7	9.49 + 0.68	8.16-10.71	7.12	1.684 e <sup>-11***</sup>
DFr	3.89 + 0.21	3.48-4.47	5.38	4.01 + 0.28	3.48-4.52	6.89	4.01 + 0.25	3.53-4.5	6.32	0.001**
PFR	149.79 + 18.71	114.12-188.19	12.49	166.95 + 20.72	116.53-212.28	12.41	154.56 + 29.44	79.79-209.26	19.04	1.181 e <sup>-6***</sup>

\*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$ .

Tabla 4  
 Datos comparativos de características evaluadas para 300 semillas de *A. moorei*.

Característica	Lamas			Pucacaca			San Pedro			Comparación
	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	$\bar{x} + DS$	mín.-máx.	CV (%)	
PMSem	2.66 + 0.78	1.22-4.92	29.44	2.7 + 0.77	1.06 - 5.12	28.58	2.74 + 0.76	1.45-5.48	27.93	0.886
LSem	3.53 + 0.51	1.02-4.42	14.50	3.03 + 0.13	2.81-3.3	4.23	3.02 + 0.15	2.09-3.39	4.81	2.2 e <sup>-16***</sup>
DSem	6.18 + 0.75	3.01-8.08	12.13	5.42 + 0.86	3.07-8.27	15.81	5.05 + 0.77	3.89-6.88	15.21	2.2 e <sup>-16***</sup>
NSem	3.76 + 0.88	2-5	23.34	3.86 + 0.88	2-5	22.70	3.85 + 0.82	2-5	21.33	0.590

\*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$ .

Tabla 5  
 Varianza y 2 primeros componentes para establecer los vectores de las características de los racimos.

Característica	PC1	PC2
LBr	-0.295	0.484
EBr	-0.360	0.484
LPBr	-0.360	0.411
LPe	0.250	-0.183
LRaq	-0.308	-0.195
NRaq	-0.417	-0.299
PRac	-0.375	-0.427
NFr	-0.426	0.313
% de la varianza	51.24%	19.33%
% acumulada	51.24%	70.57%

en el peso medio de las semillas (PMSem) para Lamas (29.44%) y San Pedro (27.93%). La comparación de medias determinó que la longitud (LSem) y diámetro de la semilla (DSem) presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El PCA de los racimos resumió 70.57% de la varianza (tabla 5). Se observa una alta variación en todas las características, a excepción de la longitud del pedúnculo (LPe). Se encontró que San Pedro y Pucacaca presentaron los valores más bajos por la posición contraria de sus puntos respecto a la dirección de las flechas, siendo esta última la de mayor variación. También se encontró que Lamas presentó los valores más altos en sus características debido a la asociación de sus puntos con las flechas (fig. 5).

El PCA de los frutos resumió 51.09% de la varianza (tabla 6). Se observa una alta variación en todas las características, menos en espesor del exocarpo (EEx) y

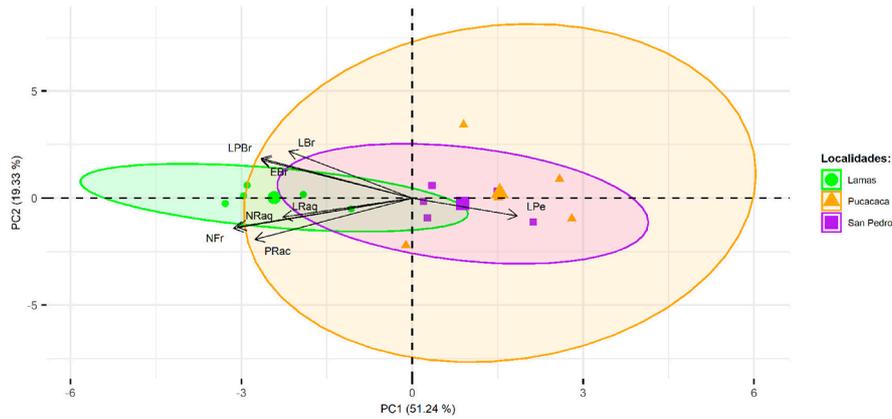


Figura 5. Análisis de componentes principales, variación de las características y de las poblaciones según los racimos de *A. moorei*.

Tabla 6

Varianza y 2 primeros componentes para establecer los vectores de las características de los frutos.

Característica	PC1	PC2
EEx	-0.297	-0.188
EMe	0.393	0.271
LEn	0.420	0.171
DEn	-0.295	0.550
EFEn	-0.162	-0.121
LFr	0.469	0.086
DFr	0.017	0.674
PFr	0.497	-0.289
% de la varianza	32.88%	18.21%
% acumulada	32.88%	51.09%

el espesor de las fibras del endocarpo (EFEn). Pucacaca y San Pedro presentaron los valores más altos en las características de diámetro del fruto (DFr), espesor del mesocarpo (EMe), longitud del endocarpo (LEn), longitud del fruto (LFr) y peso del fruto (PFr). Mientras que Lamas presenta los valores más altos para las características del espesor del exocarpo (EEx) y espesor de las fibras del endocarpo (EFE). Asimismo, se observa la variabilidad en las localidades, teniendo a San Pedro como la de mayor variación, y a Lamas como la de menor variación (fig. 6).

El PCA de las semillas resumió 59.38% de la varianza (tabla 7). Se demostró una alta variación en el diámetro de la semilla (DSem) y la longitud de esta (LSem), siendo Lamas la que presenta los valores más altos para estas características. Asimismo, se observó que existe una variabilidad similar entre las 3 localidades (fig. 7).

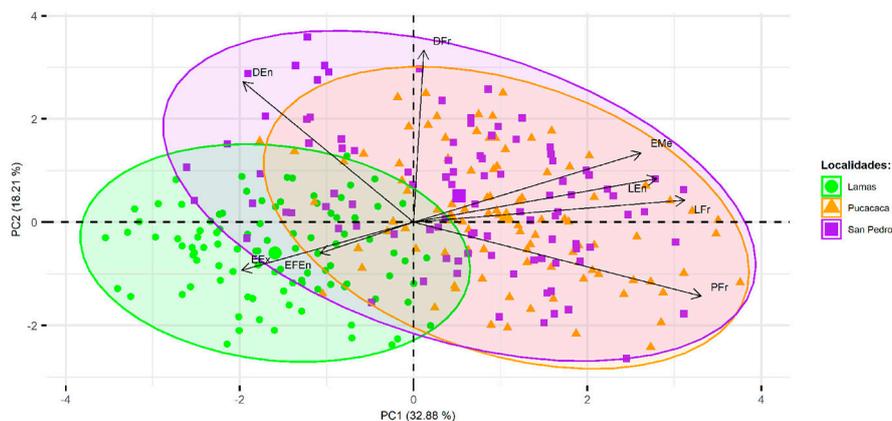


Figura 6. Análisis de componentes principales, variación de las características y de las poblaciones según los frutos de *A. moorei*.

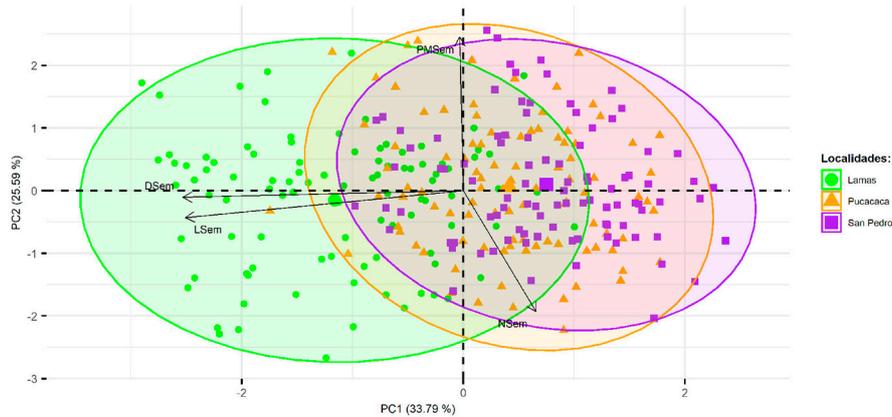


Figura 7. Análisis de componentes principales, variación de las características y de las poblaciones según las semillas de *A. moorei*.

Tabla 7

Varianza y 2 primeros componentes para establecer los vectores de las características de las semillas.

Característica	PC1	PC2
PMSem	-0.009	0.778
LSem	-0.692	-0.137
DSem	-0.698	-0.034
NSem	0.181	-0.612
% de la varianza	33.79%	25.59%
% acumulada	33.79%	59.38%

Los valores obtenidos de la correlación de Spearman para los racimos (tabla 8), indicó la asociación directa y significativa entre el espesor de perfilo (EBr)/longitud de la bráctea peduncular (LBr) (0.617), longitud de la punta de

perfilo (LPBr)/longitud de perfilo (LBr) (0.638), longitud de la punta de la bráctea peduncular (LPBr)/espesor de la bráctea peduncular (EBr) (0.681), longitud de la punta de la bráctea peduncular (LPBr)/número de raquillas (NRaq) (0.560), longitud de la punta de la bráctea peduncular (LPBr)/número de frutos (NFr) (0.575), peso del racimo (PRac)/número de raquillas (NRaq) (0.720), número de frutos (NFr)/número de raquillas (NRaq) (0.874) y número de frutos (NFr)/peso del racimo (PRac) (0.857).

Los valores obtenidos de la correlación de Spearman para los frutos (tabla 9), mostraron asociaciones significativas directas e inversas. Las relaciones directas más altas se dieron entre el peso del fruto (PFr)/longitud del fruto (LFr) (0.824) y longitud del fruto (LFr)/longitud del endocarpo (LEn) (0.485). Mientras que las relaciones inversas más altas se dieron entre peso del fruto (PFr)/diámetro del endocarpo (Den) (-0.491) y espesor del exocarpo (EEx)/espesor del mesocarpo (EMe) (-0.334).

Tabla 8

Correlación de Spearman para las características de los racimos de *A. moorei*.

	LBr	EBr	LPBr	LPe	LReq	NRaq	PRac	NFr
LBr	1							
EBr	0.617*	1						
LPBr	0.638*	0.681**	1					
LPe	-0.086	-0.245	-0.423	1				
LReq	0.050	0.389	0.220	-0.302	1			
NRaq	0.181	0.309	0.560*	-0.497	0.470	1		
PRac	0.286	0.177	0.346	-0.130	0.451	0.720**	1	
NFr	0.315	0.391	0.575*	-0.248	0.390	0.874***	0.857***	1

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$

Tabla 9

Correlación de Spearman para las características de los frutos de *A. moorei*.

	EEx	EMe	LEn	DEn	EFEn	LFr	DFr	PFr
EEx	1							
EMe	-0.334***	1						
LEn	-0.195***	0.405***	1					
DEn	0.198***	-0.245***	-0.168**	1				
EFEn	0.162**	-0.232***	-0.108	0.065	1			
LFr	-0.182**	0.270***	0.485***	-0.076	-0.023	1		
DFr	-0.109	0.172**	0.064	0.451***	-0.050	0.130*	1	
PFr	-0.180**	0.205***	0.390***	-0.491***	-0.049	0.824***	-0.092	1

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$

Tabla 10

Correlación de Spearman para las características de las semillas de *A. moorei*.

	PMSem	LSem	DSem	NSem
PMSem	1			
LSem	0.0007	1		
DSem	0.029	0.358***	1	
NSem	-0.013	-0.017	-0.045	1

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$

Los valores obtenidos de la correlación de Spearman para las semillas (tabla 10) indicaron una asociación directa significativa dada entre el diámetro de la semilla (DSem)/longitud de la semilla (LSem) (0.358).

## Discusión

Las infrutescencias del género *Attalea* crecen entre las hojas, con pedúnculos que pueden ser cortos o largos y están cubiertos por una bráctea peduncular persistente, leñosa, muy gruesa, surcada y grande, que termina en una punta larga. Los frutos son grandes, mayores de 2.99 cm, de forma elipsoide u ovoide, rematados con una punta prominente, presentan mesocarpo fibroso, el endocarpo es grueso y duro, con una a varias semillas homogéneas, siendo la condición común de 2 o 3 (De Nevers, 1987; Galeano y Bernal, 2010; Glassman, 1999; Henderson, 2020; Henderson et al., 1995; Moraes, 2020). En el estudio, *A. moorei* incluye muchas de las características mencionadas anteriormente, tales como una bráctea peduncular grande, leñosa, gruesa y surcada. Los frutos son grandes pero angulados, el mesocarpo

fibroso, endocarpo duro y grueso con fibras que están agrupadas alrededor de las semillas, como lo indicaron también Pintaud et al. (2016). En tal sentido, el apéndice muestra la comparación de las características descritas de los racimos, frutos y semillas de nuestro estudio con otras especies del género *Attalea*.

En los racimos de *A. moorei*, la alta variabilidad se corrobora por la diferencia significativa de 6 características ( $p < 0.05$ ). Asimismo, en otros estudios de caracterización, los racimos de otras palmeras también muestran diferencias fenotípicas y una alta variabilidad, como se ha encontrado para *A. bassleriana* (Burret) Zona (Rodríguez-Cabrera et al., 2023), *A. huebneri* (Burret) Zona (Macedo, 2015), *A. maripa* (Aubl.) Mart. (Carvalho et al., 2007), *Mauritia flexuosa* L. f. (Freitas et al., 2011), *Phytelephas macrocarpa* Ruiz et Pav. (Neto y Ferreira, 2014) y *Syagrus sancona* H. Karst. (Lima y Ferreira, 2017). Por otro lado, el PCA demuestra que San Pedro y Pucacaca presentan los valores más bajos, siendo esta última población la de mayor variabilidad. Estos valores bajos podrían deberse a que ambos lugares de muestreo se encuentran en predios con bosques mejor conservados y manejados, siendo zonas menos intervenidas en comparación con Lamas que se encuentra sobre un área de mayor fragmentación. Este resultado es similar a la caracterización de racimos de *P. macrocarpa*, donde los racimos presentan tamaños menores en un fragmento de bosque primario y características homogéneas, y de mayor tamaño cuando provienen de un fragmento de bosque secundario, debido a que no se encuentran en competencia con otras especies de plantas por la exposición a la luz y la absorción de nutrientes (Neto y Ferreira, 2014).

La alta variabilidad de los frutos de *A. moorei* se confirma por la diferencia de todas sus características, de manera que las distintas procedencias demuestran las

disimilitudes fenotípicas de los frutos en relación a la variabilidad genética y los factores ambientales (Botezelli et al., 2000), como en este estudio. Otros trabajos de caracterización de frutos de palmeras como: *A. bassleriana* (Rodríguez-Cabrera et al., 2023), *A. huebneri* (Macedo, 2015), *A. maripa* (Carvalho et al., 2007; Matos et al., 2009, 2017; Zuffo et al., 2016), *Astrocaryum aculeatum* G. Mey (Dionisio et al., 2018), *M. flexuosa* (Freitas et al., 2011), *Oenocarpus bataua* Mart. (Felizardo et al., 2015; González et al., 2014), *P. macrocarpa* (Neto y Ferreira, 2014) y *S. sancona* (Lima y Ferreira, 2017), también indican las diferencias y una alta variabilidad en sus características debido a las diferentes procedencias de las muestras. En lo que respecta al PCA, se observa una mayor variabilidad y características de mayor tamaño en los frutos de Pucacaca y San Pedro, lo que demuestra ser todo lo contrario con las características encontradas en los racimos. Esta alta variabilidad también se observa en el tamaño de los frutos de *Attalea speciosa* Mart., donde Mitja et al. (2008) indican que estas diferencias son rasgos que están relacionado con los individuos que se encuentran en estado silvestre.

Para el caso de las semillas de *A. moorei*, se verifica la variabilidad por la diferencia de las características relacionadas con la longitud y el diámetro. De igual manera, estudios realizados en la caracterización de semillas de especies como: *A. bassleriana* (Rodríguez-Cabrera et al., 2023), *A. huebneri* (Macedo, 2015), *A. maripa* (Carvalho et al., 2007; Matos et al., 2009; Zuffo et al., 2016), *A. aculeatum* (Dionisio et al., 2018), *O. bataua* (Felizardo et al., 2015; González et al., 2014), *P. macrocarpa* (Neto y Ferreira, 2014), *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Azevedo et al., 2014) y *S. sancona* (Lima y Ferreira, 2017), demuestran ser variables respecto a las características del tamaño. Por otra parte, en el PCA se observa que las semillas de las 3 localidades poseen una alta variación debido al tamaño de cluster que forman. Esta variación puede estar asociada con los pisos altitudinales, donde Lamas se encuentra por encima de Pucacaca y San Pedro, y las diferentes condiciones climáticas relacionadas a los tipos de bosque y a los tipos de suelos donde crece *A. moorei*. Mitja et al. (2008) también afirman que la mayor variabilidad de las semillas de *A. speciosa* está relacionada con los factores climáticos y el tipo de suelo, además se trata de una especie que todavía no se encuentra domesticada (Azevedo et al., 2014), como el caso de *A. moorei*.

La correlación de caracteres son un soporte para el reconocimiento de parámetros de interés botánico-agronómico que ayudan en la identificación de la variabilidad y la selección indirecta de racimos, frutos y semillas, para estudios de viabilidad económica y para

el manejo sostenible de las especies vegetales (Kahn y de Granville, 1992; Moreira et al., 2016). Por eso en esta contribución, las correlaciones de importancia para los racimos se dan entre las características de número de raquillas (NRaq), número de frutos (NFr) y peso del racimo (PRac), lo que nos permitiría relacionar de manera indirecta que, a mayor número de raquillas, habrá mayor número de frutos y mayor peso del racimo. En los frutos, la correlación de importancia se da entre el peso (PFr) y la longitud del fruto (LFr), esto se debe a que los frutos se alargan al compactarse entre sí y esto difiere de las especies de *A. bassleriana* (Rodríguez-Cabrera et al., 2023), *A. huebneri* (Macedo, 2015) y *A. maripa* (Matos et al., 2009; Zuffo et al., 2016), que presentan más libertad para crecer en diámetro. En el caso de las semillas, la correlación de importancia se encuentra entre el diámetro (DSem) y la longitud de la semilla (LSem), que podrían ser indicadores valiosos para la selección indirecta de individuos con semillas de mayor tamaño.

En síntesis, en el presente estudio se describieron las características de los racimos, frutos y semillas de *A. moorei* en los BTES que fueron comparados con las características de otras especies de *Attalea*. Se determinó la variabilidad entre las poblaciones por la diferencia de 16 características, donde se reconoció a Lamas como la población que presentó los valores más altos para los racimos y semillas, mientras que Pucacaca y San Pedro presentaron frutos de mayor tamaño y peso. Asimismo, las características que pueden ser útiles para la selección indirecta de estos órganos reproductivos fueron: número de raquillas, número de frutos, peso del racimo, peso y longitud de los frutos, diámetro y longitud de las semillas. Estas características podrían ser potencialmente útiles para el aprovechamiento en la producción de biocombustible y en la extracción de aceites, como se sugieren en otros estudios relacionados con las especies de *A. maripa* (Matos et al., 2009, 2017; Zuffo et al., 2016) y *A. speciosa* (Mitja et al., 2008; Vanderlei et al., 2019).

## Agradecimientos

A Wildoro Huansi por permitir el ingreso y ejecución de la investigación en el predio ubicado en el distrito de San Pedro de Cumbaza; a Pablo Escudero y la Asociación Bosques del Futuro Ojos de Agua (ABOFOA) por permitir el acceso a la concesión para conservación localizada en el distrito de Pucacaca, y a Wilmer Estela y Agroindustrias Horizonte Verde por permitir el ingreso al fundo Limoncillo, distrito de Lamas. También agradecemos a Ani Cruz, Alejandra Romero y Jer Saavedra, quienes ayudaron en la recolección del material biológico en las localidades de muestreo.

**Apéndice. Comparación de las características de racimos, frutos y semillas de *A. moorei* contra otras especies de *Attalea*.**

Característica	<i>A. moorei</i>	<i>A. moorei</i> (Moraes, 2020)	<i>A. moorei</i> (Glassman, 1999)	<i>A. phalerata</i> (Glassman, 1999; Miranda et al., 2001)	<i>A. cephalotus</i> Poeppig ex Martius (Henderson, 2020)	<i>A. huebneri</i> (Glassman, 1999; Macedo, 2015)	<i>A. bassleriana</i> (Rodríguez- Cabrera et al., 2023)	<i>A. maripa</i> (Carvalho et al., 2007; Matos et al., 2009, 2017; Passos et al., 2014; Zuffo et al., 2016)
<b>Racimos</b>								
LBr + LPBr	131-219 cm	~100 cm	~120 cm	~89 cm	125-164 cm	~206 cm	~311 cm	~54-105 cm
EBr	2.07-2.59 cm	2.0-2.5 cm	2.0-3 cm	~50 cm	-	2.5-4 cm	0.52-1.25 cm	~1.2 cm
LPe	31-104 cm	~50 cm	~73 cm	~50 cm	54 - 100 cm	120-150 cm	83.6-189 cm	-
LRaq	48-86 cm	~40 cm	33-40 cm	39 cm	-	52-56 cm	74.8-122 cm	-
NRaq	210-377	numerosas	numerosas	numerosas	430	179-256	84-159	-
PRac	36.94-58.51kg	-	-	-	-	-	17.21-73.66 kg	9.12-66.10 kg
NFr	223-392	-	-	-	-	267-352	100-247	754-4571
Disposición de los frutos	alargados y angulados por compactación	angulados por compactación	redondeados o angulados por compactación	-	alargados y angulados por compactación	no compactados	no compactados	-
<b>Frutos</b>								
EEx	1.01-2.1 mm	1-2 mm	1-2 mm	~2 mm	-	1-3.8 mm	1.96-7.20 mm	-
EMe	1.41-3.77 mm	2-4 mm	2-4 mm	~2 mm	-	1-7 mm	1.22-6.98 mm	-
LEn	5.52-7.29 cm	-	-	-	-	3.8-8.9 cm	5.46-8.49 cm	-
DEn	2.7-5.1 cm	-	-	-	-	2.65-4.3 cm	3.66-5.91 cm	-
EFEn	1.91-2.89 mm	-	-	-	-	-	2.33-17.28 mm	-
LFr	7.98-10.98 cm	8-11 cm	8.0-10.2 cm	5-8.4 cm	6.36-11.06 cm	7.04-9.56 cm	7.18-11.95 cm	2.59-6.8 cm
DFr	3.48-4.52 cm	3.5-4 cm	3.5-4.0 cm	3.0-4.5 cm	3.01-5.30 cm	3.3-5.56 cm	4.24-7.45 cm	1.47-5.75 cm
PFr	79.79-212.28 g	-	-	-	-	-	130.41-309.40 g	4.32-37.66 g
<b>Semillas</b>								
PMSem	1.06-5.48 g	-	-	-	-	-	0.94-4.27 g	0.64-21.66 g
LSem	1.02-4.42 cm	4.5-6 cm	4.5-6.0 cm	3.0-3.3 cm	-	4.38-4.9 cm	2.26-4.88 cm	3.64-7.73 cm
DSem	3.01-8.27 mm	6-8 mm	6-8 mm	8-10 mm	-	7.0-11.5 mm	8.98-18.57 mm	16.0-22.6 mm
NSem	2-5	3-5	3-5	2-4	1-4	1-6	1-3	1-4

## Referencias

- Albán, J., Millán, B. y Kahn, F. (2008). Situación actual de la investigación etnobotánica sobre palmeras de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15, 133–142. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.3344>
- Alcudia-Aguilar, A., van der Wal, H., Suárez-Sánchez, J., Álvarez-Solis, D. y Tovilla-Hernández, C. (2016). Salinidad, composición botánica y crecimiento de especies frutales en huertos familiares de Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4, 1–12. <https://doi.org/10.19136/era.a4n10.691>
- Anderson, A. B., May, P. H. y Balick, M. J. (1991). *The subsidy from nature: palm forests, peasantry, and development on an Amazon frontier*. New York: Columbia University Press.
- Araújo, F. R. y Lopes, M. A. (2012). Diversity of use and local knowledge of palms (Arecaceae) in eastern Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, 21, 487–501. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0195-9>
- Aspajo, F., Rodríguez, Á., Corazón-Guivin, M., Freitas, L., Del-Castillo, D., Castro, D. et al. (2008). Caracterización fenotípica de los frutos de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) “aguaje”, de nueve comunidades del Datem del Marañón - Región Loreto, Amazonia peruana. *Folia Amazónica*, 4, 75–82. <https://doi.org/10.24841/fa.v17i1-2.270>
- Azevedo, K. E. X., Cardoso, A. P. M., Pereira, M. D., Pinheiro, P. R. y Severiano, R. L. (2014). Aspectos da biometria de sementes de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Arecaceae). *VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais*. <http://dx.doi.org/10.12702/VIII.Simpofloresta.2014.190-630-1>
- Baker, W. J. y Dransfield, J. (2016). Beyond *Genera Palmarum*: progress and prospect in palm systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182, 207–233. <https://doi.org/10.1111/boj.12401>
- Balslev, H., Grande, C., Paniagua-Zambrana, N. Y., Møller, A. L. y Hansen, S. L. (2008). Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonia Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 15, 121–132. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.3343>
- Barfod, A. S., Hagen, M. y Borchsenius, F. (2011). Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). *Annals of Botany*, 108, 1503–1516. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr192>
- Botezelli, L., Davide, A. C. y Malvasi, M. M. (2000). Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). *CERNE*, 6, 9–18.
- Carvalho, A. L., Ferreira, E. J. L., Nascimento, J. y Regiani, A. M. (2007). Aspectos da Biometria dos Cachos, Frutos e Sementes da Palmeira Najá (*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude) na Região Leste do Estado do Acre. *Revista Brasileira de Biociências*, 5, 228–230.
- Cássia-Silva, C., Freitas, C. G., Alves, D. M. C. C., Bacon, C. D. y Collevati, R. G. (2019). Niche conservatism drives a global discrepancy in palm species richness between seasonally dry and moist habitats. *Global Ecology and Biogeography*, 28, 814–825. <https://doi.org/10.1111/geb.12895>
- Costa, J. R., Mitja, D. y Fontes, J. R. A. (2009). Bancos de sementes de plantas daninhas em cultivos de mandioca na Amazônia Central. *Planta Daninha*, 27, 665–671. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582009000400004>
- Couvreur, T. L. P., Forest, F. y Baker, W. J. (2011). Origin and global diversification patterns of tropical rain forests: inferences from a complete genus-level phylogeny of palms. *BMC Biology*, 9, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-9-44>
- Dávila, E. J., Merino, C., Mejía, K., García, D. E., Sauvain, M. y Sotero, V. E. (2011). Caracterización química de tres palmeras del género *Attalea*. *Revista de La Sociedad Química del Perú*, 77, 218–224.
- Dionisio, L. F. S., Smiderle, O. J., Gomes, J. P., Santos, R. L., Leão, F. M. y Bardales-Lozano, R. M. (2018). Caracterización de frutos y semillas de *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. en la Amazonia septentrional, Roraima – Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 61, 1–7. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2338>
- Da Cunha, I. R. G., Ribeiro, L. M., Mercadante-Simões, M. O., Pajehú, L. F., Lopes, P. S. N. y Pimenta, M. A. S. (2020). Ontogenesis and responses to shading of *Attalea vitrivir* (Arecaceae) eophyll. *Flora*, 272, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151693>
- De Nevers, G. C. (1987). The genus *Attalea* (Palmae) in Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74, 505–510. <https://doi.org/10.2307/2399318>
- Del-Castillo, Á. M. C., Mejía, K., Rojas-Fox, J., Moraes, R. M., Sánchez-Márquez, M. y Pintaud, J. C. (2018). *Diversidad de especies de Attalea (Arecaceae) en el Perú*. Tarapoto, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana/ Universidad Mayor de San Andrés/ Institut de Recherche pour le Développement.
- Felizardo, S. A., Freitas, A. D. D., Marques, N. de S. y Bezerra, D. A. (2015). Características biométricas de frutos e sementes de *Oenocarpus bataua* Mart. com procedência de Almeirim, Pará. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10, 09–15. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3672>
- Ferreira, E. L. (2005). *Manual das palmeiras do Acre, Brasil*. Rio Branco, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Acre.
- Freitas, L., Ochoa, M. y Del-Castillo, D. (2011). Variabilidad morfológica de las estructuras reproductivas del aguaje *Mauritia flexuosa* L. f. en tres poblaciones naturales de la Amazonia peruana. *Folia Amazónica*, 20, 101–109. <https://doi.org/10.24841/fa.v20i1-2.358>
- Galeano, G. y Bernal, R. (2010). *Palmas de Colombia. Guía de campo*. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales Nacional, Universidad Nacional de Colombia.
- Gárate-Quispe, J. S., Canahuire-Robles, R., Surco-Huacachi, O. y Alarcón-Aguirre, G. (2021). Desarrollo estructural y composición florística arbórea en áreas afectadas por minería aurífera en la Amazonia peruana: a 20 años de su reforestación.

*Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923437. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3437>

- Glassman, S. F. (1999). *A Taxonomic treatment of the Palm Subtribe Attaleinae (Tribe Cocoeae)*. Chicago: University of Illinois Press. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.49920>
- Gonçalves, L. G. V., Andrade, F. R., Junior, B. H. M., Schossler, T. R., Lenza, E. y Marimon, B. S. (2013). Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 36, 31–40. <https://doi.org/10.19084/rca.16280>
- González, A., Mejía, K. y Torres, G. (2014). Caracterización morfológica de frutos de *Oenocarpus bataua* C. Martius “ungurahui”. *Folia Amazónica*, 23, 191–138. <https://doi.org/10.24841/fa.v23i2.18>
- Goresam (Gobierno Regional de San Martín) y Pehcbm (Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo). (2010). *Propuesta de mesozonificación ecológica económica subcuenca del Cumbaza*. Tarapoto: Sistema Nacional de Información Ambiental - Ministerio del Ambiente.
- Henderson, A. (2020). A revision of *Attalea* (Arecaceae, Arecoideae, Cocoseae, Attaleinae). *Phytotaxa*, 444, 1–76. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.444.1.1>
- Henderson, A., Galeano, G. y Bernal, R. (1995). *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton, NJ: Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvczzzd>
- Higuti, K. O., Graziano, T. T. y Demattê, M. E. S. P. (1994). Morphological characterization of palms (Arecaceae) of Attaleinae Subtribe from the Collection of Experimental Nursery of FCAV-UNESP. *Acta Horticulturae*, 360, 35–40. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.360.4>
- Jiménez-Morera, I. y García, N. (2020). Phenology, biometrics and fruits production of *Attalea nucifera* (Arecaceae) in Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 25, 104–111. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.77701>
- Kahn, F. y de Granville, J.-J. (1992). Palms and forest management in Amazonia. En F. Kahn y J. J. de Granville (Eds.), *Palms in forest ecosystems of Amazonia*. (pp. 155–167). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-76852-1>
- Lima, P. R. F. y Ferreira, E. J. L. (2017). Biometria de cachos, frutos e sementes e germinação de jaciarana (*Syagrus sancona* H. Karsten. Arecaceae). *Enciclopédia Biosfera*, 14, 267–278. [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2017A25](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017A25)
- Macedo, N. L. (2015). *Caracterización morfológica y ecológica de dos poblaciones de Attalea huebneri, en la cuenca baja del río Ucayali, Loreto – Perú (Tesis)*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Matos, A. K., Rosa, L. S., Pires, H. C. G., Cabral, B. S., Vieira, T. A. y Silva, V. M. (2017). Morfotipos de frutos e morfologia de plântulas de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. *Ciência Florestal*, 27, 819–829. <https://doi.org/10.5902/1980509828632>
- Matos, A. K., Rosa, L. S., Silva, R., Pires, H., Balieiro, E. y Vieira, T. (2009). Morfometria de Cachos, Frutos e Sementes de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart: uma espécie nativa da Amazônia com potencial para produção de biodiesel. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4, 1285–1289.
- Mejía, K., Pintaud, J. C., Del-Castillo, Á. M. R., Santa Cruz, L., Rojas-Fox, J., Jiménez, V. et al. (2014). Del bosque húmedo al bosque seco: adaptabilidad de las palmeras al cambio climático. En S. Gonzáles, J. J. Vacher y A. Grégoire (Eds.), *El Perú frente al cambio climático: resultados de investigaciones franco-peruanas* (pp. 101–111). Lima: Institut de Recherche pour le Développement.
- Miranda, I. P. de A. 2014. Recursos agroenergéticos a partir de palmeiras nativas para a agricultura familiar na Amazônia brasileira. En M. V. A. Finco y R. Bailis (Eds.), *Agroenergia e Stakeholders na Amazônia Legal Brasileira* (pp. 107–117) Rio de Janeiro: Publit.
- Miranda, I. P. A., Guillaumet, J. L., Barbosa, E. M., Rodrigues, M. R. L. y Silva, M. F. F. (2003). *Ecossistemas Florestais em Áreas Manejadas na Amazônia*. Manaus, Amazonas, Brazil: INPA/ IRD/ MPEG/ Embrapa/ PPG7.
- Miranda, I. P. A. y Rabelo, A. (2008). *Guia de identificação das palmeiras de Porto Trombetas (Pará)*. Manaus, Amazonas, Brazil: MRN/ EDUA/ INPA.
- Miranda, I. P. A., Rabelo, A., Bueno, C. R., Barbosa, E. M. y Ribeiro, M. N. S. (2001). *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus: Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Mitja, D., Silva-Sousa, J. C., Melo, S. L. y Chaib, H. F. (2008). Biometria dos Frutos e Sementes de babaçu, Natividade-to. *IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simposio Internacional Savanas Tropicais*. 12 al 17 de octubre de 2008. Embrapa, Brasília.
- Moraes, R., M. (2020). *Flora de palmeras de Bolivia, 2a Ed.* Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores.
- Moraes, R., M. y Zenteno-Ruiz, F. S. (2017). El género *Attalea* (Arecaceae) de Bolivia: afinidades con sistemas ecológicos regionales. *Revista Peruana de Biología*, 24, 273–282. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i3.13913>
- Moreira, W. K. O., Oliveira, S. S., Reis, J., Paraense, L. R. C., Guimarães, A. T. y da Silva, R. T. L. (2016). Análise de correlação em frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Global Science and Technology*, 9, 106–115.
- Neto, V. C. D. y Ferreira, E. J. L. (2014). Biometria de cachos, frutos e sementes da palmeira jarina (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavon) oriundos de fragmentos florestais primários e secundários do leste do Acre. *Enciclopédia Biosfera*, 10, 2765–2775.
- Nicolau, A., Herndon, K., Flores-Anderson, A. y Griffin, R. (2019). A spatial pattern analysis of forest loss in the Madre de Dios region, Peru. *Environmental Research Letters*, 14, 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab57c3>
- Paniagua, N. Y., Bussmann, R. W. y Macía, M. J. (2014a). El bosque sí tiene valor: el uso de palmeras en las comunidades campesinas e indígenas de la región de Inambari, Madre de Dios, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 13, 1–81.

- Paniagua, N. Y., Bussmann, R. W. y Macía, M. J. (2014b). El conocimiento de nuestros ancestros: los Ese Eja y su uso de palmeras, Madre de Dios, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 13, 1–94.
- Paniagua, N. Y., Bussmann, R. W., Vega, C., Téllez, C. y Macía, M. J. (2014c). Nuestro conocimiento y uso de las palmeras: una herencia para nuestros hijos. Comunidades Llaquash, San Martín, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 13, 1–105.
- Passos, M. A. B., Duarte, O. R. y Yuyama, K. (2014). Morphometric Characterization of *Attalea maripa* (Arecaceae) from Roraima State, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 6, 115–125. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n12p115>
- Pérez-Vásquez, N. S., Arias-Ríos, J. y Quirós-Rodríguez, J.A. (2015). Variación espacio-temporal de plantas vasculares acuáticas en el complejo cenagoso del bajo Sinú, Córdoba, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20, 155–165. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.45380>
- Pintaud, J. C. (2008). An overview of the taxonomy of *Attalea* (Arecaceae). *Revista Peruana de Biología*, 15, 55–63. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.2968>
- Pintaud, J. C., Galeano, G., Balslev, H., Bernal, R., Borchsenius, F., Ferreira, E. et al. (2008). Las palmeras de América del Sur: Diversidad, distribución e historia Evolutiva. *Revista Peruana de Biología*, 15, 5–28. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.2662>
- Pintaud, J. C., Del-Castillo, Á. M. R., Ferreira, E. J. L., Moraes, R. M. y Mejía, K. (2016). Towards a Revision of *Attalea* in Western Amazonia. *Palms*, 60, 57–77.
- RDE (Resolución de Dirección Ejecutiva) N° 004-2019-MINA GRI-SERFOR. (2019). Ecosistemas que se incorporan a la Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1235545/RDE\\_N\\_0004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE001A050-120200814-3205787-m1h56f.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1235545/RDE_N_0004-2019-MINAGRI-SERFOR-DE001A050-120200814-3205787-m1h56f.pdf)
- Rodríguez-Cabrera, E. H., Moraes R., M., Rojas-Fox, J., Grandez, C., Mejía, K. y del Castillo, Á. M. R. (2023). Morfología y biometría de racimos, frutos y semillas de *Attalea bassleriana* en Alto Amazonas, Perú. *Biota Colombiana*, 24, e1107. <https://doi.org/10.21068/2539200X.1107>
- RStudio Team (2021). RStudio: integrated development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL: <http://www.rstudio.com/>
- Salm, R., Jalles-Fliho, E. y Schuck-Paim, C. (2005). A model for the importance of large arborescent palms in the dynamics of seasonally-dry amazonian forests. *Biota Neotropica*, 5, 151–156. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300011>
- Sanjinez-Argandoña, E. J. y Chuba, C. A. M. (2011). Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 1023–1028. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452011000300040>
- Schellerup, I., Achútegui, E., Quipuscoa, V., Fjeldsa, J. y Samamé, M.C. (2001). *Wayko-Lamas, la gente y la biodiversidad*. Cusco: Centro para la Investigación sobre la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales Andinos (DIVA).
- Sotero, V., Merino, C., Dávila, E., Mejía, K., Vela, J. y García, D. (2010). Caracterización de la fracción insaponificable y estabilidad del aceite de tres palmeras del género *Attalea*. *Folia Amazónica*, 19, 33–40. <https://doi.org/10.24841/fa.v19i1-2.341>
- Vanderlei, R. S., Silva, J. V. y Moura, F. B. P. (2019). Biometry and non-destructive allometric model for estimating babassu (*Attalea speciosa*) fruit volume and densities. *Revista Ouricuri*, 9, 1–10. <http://doi.org/10.29327/ouricuri.9.2-1>
- Zuffo, A. M., Gesteira, G. S., Zufo, J. M., Andrade, F. R., Soares, I. O., Zambiazzi, E. V. et al. (2016). Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 39, 331–340. <https://doi.org/10.19084/rca15152>