

Artículo original

## Morfología vegetativa de *Phytelephas macrocarpa* en el noroeste de la Amazonía peruana

### Vegetative morphology of *Phytelephas macrocarpa* in the northwest of the Peruvian Amazon

✉ Karlene Yupe-Rosero<sup>1,2</sup>, ✉ Sebastián Escobar<sup>3</sup>, ✉ Kember Mejía<sup>1</sup>,  
✉ Johnny Cano-Guevara<sup>1,4</sup>, ✉ Jhoyner Tapia<sup>1,5</sup>, ✉ Ángel Alejandro Salazar-Vega<sup>1</sup>,  
✉ E. Hanz Rodríguez-Cabrera<sup>1</sup>, ✉ Ángel Martín Rodríguez del-Castillo<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Botánica Aplicada Jean-Christophe Pintaud, Dirección de Diversidad Biológica, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Tarapoto, Perú

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú

<sup>3</sup>Grupo de Investigación en Ecología y Evolución en los Trópicos-EETrop, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador

<sup>4</sup>Escuela de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú

<sup>5</sup>Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú

## Resumen

El aprovechamiento incontrolado de los recursos de *Phytelephas macrocarpa* y la deforestación han disminuido las poblaciones naturales de la especie cercanas a los centros poblados. En este estudio nos propusimos evaluar la morfología vegetativa de *Phytelephas macrocarpa* para comprender la variabilidad de sus poblaciones al noroeste de la Amazonía peruana. Para ello, se tuvieron en cuenta 28 caracteres (18 cuantitativos y 10 cualitativos) de 180 individuos adultos, que se compararon mediante las pruebas ANOVA y Kruskal-Wallis y se sometieron a análisis multivariados de agrupamiento jerárquico y de componentes principales. Por último, con un análisis de correlación de Spearman se estimó la asociación entre caracteres, la mayoría de los cuales presentaron una gran variación (<20 %) y fueron significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Se formaron dos grupos con base en el hábito de la palmera: el primero incluyó los individuos acaulescentes, con hojas de mayor longitud, y el segundo, individuos con tallos decumbentes a erectos y hojas más cortas. El análisis de componentes principales (ACP) demostró que las poblaciones más variables fueron las de Andíviela, Caynarachi, Palestina y Shapaja. Las asociaciones más marcadas fueron las de la longitud de la hoja con la del raquis (0,94) y la del diámetro basal del raquis con el diámetro medio del peciolo (0,85). Estos datos demuestran la variabilidad de los caracteres vegetativos de *Phytelephas macrocarpa* y sirven como referencia para el aprovechamiento sostenible de las poblaciones con hojas de mayor tamaño.

**Palabras clave:** Arecaceae; Caracterización; Ceroxyloideae; Estructuras vegetativas; Variabilidad interpoblacional.

## Abstract

The uncontrolled use of *Phytelephas macrocarpa* resources and deforestation have decreased natural populations near populated centers. Here, we evaluated the vegetative morphology of *Phytelephas macrocarpa* to understand the variability of its populations in the northwest of the Peruvian Amazon by examining 28 characters (18 quantitative and 10 qualitative) from 180 adult palms, comparing them using ANOVA and Kruskal-Wallis tests, and visualizing them through a multivariate analysis of hierarchical clustering and principal components. Finally, we used Spearman's correlation analysis to estimate the association between characters, most of which showed a high variation (< 20%) and were all significantly different ( $p < 0.05$ ). Two groups were formed based on the habit of the palm three: the first was composed of acaulescent palms with longer leaves and the second, with decumbent to erect stems and shorter leaves. The principal components analysis (PCA)

**Citación:** Yupe-Rosero K *et al.*  
Morfología vegetativa de *Phytelephas macrocarpa* en el noroeste de la Amazonía peruana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 48(188):551-563, julio-septiembre de 2024. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.2639>

**Editor:** Elizabeth Castañeda

**\*Correspondencia:**

Ángel Martín Rodríguez del Castillo;  
arodriguez@iiap.gob.pe

**Recibido:** 3 de mayo de 2024

**Aceptado:** 6 de agosto de 2024

**Publicado en línea:** 20 de agosto de 2024



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

showed that Andiviela, Caynarachi, Palestina, and Shapaja had the most variable populations. The strongest associations were between leaf length and rachis length (0.94) and between basal rachis diameter and petiole diameter (0.85). This information demonstrates the variability of the vegetative characters of *Phytelephas macrocarpa* and serves as a reference for the sustainable use of populations with larger leaves.

**Keywords:** Arecaceae; Characterization; Ceroxyloideae; Vegetative structure; Interpopulational variability.

---

## Introducción

La familia Arecaceae se destaca como uno de los grupos de plantas más importantes en términos económicos y ecológicos a nivel mundial (Balslev *et al.*, 2008); incluye 181 géneros y más de 2.600 especies distribuidas en zonas tropicales y subtropicales (Baker & Dransfield, 2016), forma parte de la dieta de muchos animales y provee al ser humano con productos no maderables que sirven de alimento y como elementos rituales, materiales para construcción, herramientas y otros usos (Kahn & de Granville, 1992; Sander *et al.*, 2023).

La palmera *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón, de la tribu Phytelepheeae, subfamilia Ceroxyloideae (Dransfield *et al.*, 2008), crece en zonas de afloramiento de piedra caliza y suelos ricos de las estribaciones de los Andes, sobre bosques inundables, bosques lluviosos de tierras baja y bosques estacionalmente secos de Brasil, Bolivia y Perú (Barfod, 1991; Henderson *et al.*, 1995; Mejía *et al.*, 2014). Mediante métodos filogenómicos, recientemente se confirmó que esta especie no se encuentra en el Chocó colombiano y en la zona del Magdalena (Escobar *et al.*, 2022) como se había propuesto previamente (Galeano & Bernal, 2010).

*Phytelephas macrocarpa* es una planta dioica con tallos de hasta 4 m de alto, que pueden ser solitarios o cespitosos, decumbentes a erguidos, cubiertos de fibras persistentes, y con vainas remanentes. Posee de 12 a 20 hojas con pinnas dispuestas regularmente en un mismo plano, que pueden alcanzar hasta los 7 m de longitud; peciolo de color verde de hasta 2 m de longitud; inflorescencias masculinas y femeninas dispuestas en racimos diferentes, las flores masculinas agrupadas en espiga y las femeninas en forma de cabezuela; los frutos forman racimos casi esféricos y poseen un endospermo de color blanco que, al madurar, se solidifica y se transforma en marfil vegetal (Barfod, 1991; Henderson *et al.*, 1995; Miranda, 2001; Costa *et al.*, 2006; Bernal & Galeano, 2013; Moraes, 2004, 2020).

En la Amazonía peruana la especie es conocida comúnmente con los nombres de “yarina”, “llarina”, “polponta”, “polopunta” o “poloponta” (Kahn & Moussa, 1994; Paniagua-Zambrana *et al.*, 2014; Smith, 2015). Las comunidades rurales consumen el endospermo gelatinoso de los frutos inmaduros y, ocasionalmente, el mesocarpo de frutos maduros; las semillas maduras son empleadas para la fabricación de artesanías y otras misceláneas (Kahn & Moussa, 1994; Bernal & Galeano, 2013). Además, las hojas se usan para el techado de las casas, siendo un poco menos duraderas que las hojas de *Attalea* y *Geonoma*; al ser medianamente gruesas, las pinas sirven para confeccionar canastos; también se obtienen fibras de la vaina y del peciolo que se utilizan para hacer fuego y como antorchas (Martín & Mass, 2011).

A pesar de la importancia de *P. macrocarpa*, no se encontraron estudios relacionados con la variabilidad morfológica de sus caracteres vegetativos, la cual brinda información sobre los procesos de domesticación y aprovechamiento de estas estructuras (Aponte *et al.*, 2011; Bernal & Galeano, 2013; Machahua *et al.*, 2014; Neto & Ferreira, 2014; Ferreira & Gentil, 2017). Los estudios de caracterización sirven para reconocer el conjunto de rasgos que ayudan en la diferenciación taxonómica de esta palmera y permiten estimar la variabilidad de sus poblaciones mediante descriptores establecidos (López-Santiago *et al.*, 2008; Hernández, 2013), que pudieron haberse desarrollado a lo largo de diferentes procesos evolutivos, o a causa de la dispersión natural o la dinámica de inducción-selección, lo que favorece la preferencia por individuos con mejores características (Franco & Hidalgo, 2003).

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la morfología de las estructuras vegetativas de *P. macrocarpa* en el noroeste de la Amazonía peruana para comprender la variabilidad interpoblacional y permitir la selección indirecta de individuos y caracteres de importancia en el aprovechamiento sostenible de estos órganos vegetativos mediante planes de manejo y conservación.

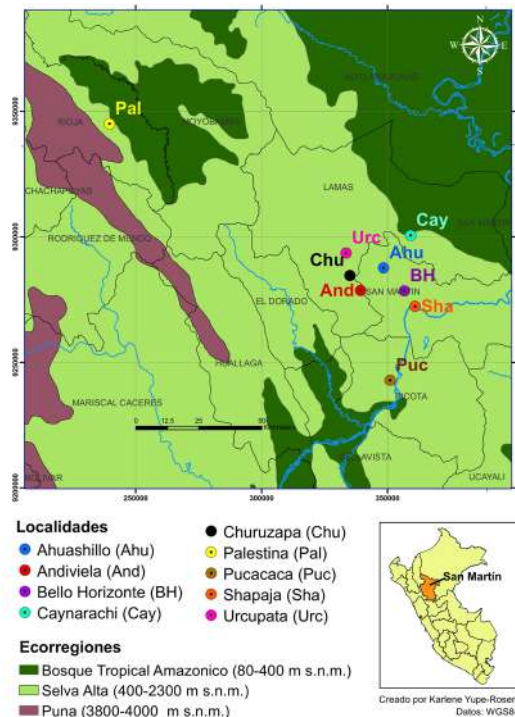
## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la cuenca central del río Huallaga, ubicada en la región San Martín, al noroeste de la Amazonía peruana. Se seleccionaron nueve localidades en las que hay presencia de rodales naturales de yarina (**Tabla 1**) (**Figura 1**) conocidos como “yarinales”.

**Tabla 1.** Ubicación de las nueve poblaciones de yarina evaluadas en San Martín

Localidad	Distrito	Abreviación	Latitud	Longitud
Ahuashillo	Tarapoto	Ahu	6°19'25" S	76°17'19" O
Andiviela	Morales	And	6°31'22" S	76°27'28" O
Bello Horizonte	La Banda de Shilcayo	BH	6°32'00" S	76°17'50" O
Caynarachi	Pongo de Caynarachi	Cay	6°19'36" S	76°17'18" O
Churuzapa	Rumisapa	Chu	6°28'22" S	76°29'17" O
Palestina	Nueva Cajamarca	Pal	5°55'32" S	77°21'07" O
Pucacaca	Pucacaca	Puc	6°51'03" S	76°20'16" O
Shapaja	Shapaja	Sha	6°35'24" S	76°13'23" O
Urcupata	Lamas	Urc	6°23'14" S	76°30'60" O



**Figura 1.** Lugares de muestreo de las poblaciones de *Phytelphas macrocarpa*

### Caracterización morfológica

Se seleccionaron de manera aleatoria 20 individuos adultos de cada población, alcanzando una muestra total de 180 palmeras adultas. Para la caracterización de las estructuras vegetativas, se elaboró una lista de 28 caracteres (18 cuantitativos y 10 cualitativos) a partir de las descripciones realizadas por **Barfod** (1991) (**Tabla 2**). Las mediciones de los caracteres se hicieron con una cinta métrica y un calibrador deslizante digital (pie de rey).

### Análisis de datos

Se emplearon análisis de estadística descriptiva para obtener el promedio, los valores mínimos y máximos, la desviación estándar y el coeficiente de variación. En los análisis inferenciales se utilizó un nivel de confianza de  $\alpha=0,05$ , para lo cual, los datos se sometieron a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ( $n=20$ ) (**Guedes et al.**, 2015). Para comparar los datos, se empleó el análisis de varianza para datos normales (**Vianna et al.**, 2017) y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para los datos no normales (**Giovino et al.**, 2020).

Posteriormente, se hizo un análisis de agrupamiento jerárquico utilizando la distancia euclidiana y el método de aglomeración de Ward; los promedios de los datos se convirtieron mediante la transformación de Hellinger (**Vargas & Blanco**, 2000). Para determinar el

**Tabla 2.** Lista de caracteres para la evaluación de estructuras vegetativas de *P. macrocarpa*

Estructura	Caracteres	Abreviación
Planta	Altura total (cm)	AT
	Hábito	H
	Tipo del tallo	TT
Tallo	Tipo del crecimiento del tallo	TCT
	Longitud del tallo (cm)	LT
	Diámetro del tallo (cm)	DT
	Presencia de fibras	PF
	Tipo de orientación en la hoja	OH
Hoja	Número de hojas (n)	NH
	Tipo de hoja	TH
	Longitud de hoja (cm)	LH
Peciolo	Color y tipo del peciolo	CTP
	Longitud del peciolo (cm)	LP
	Diámetro medio del peciolo (cm)	DMP
	Tipo de peciolo	TP
Raquis	Longitud de raquis (cm)	LR
	Diámetro basal del raquis (mm)	DBR
	Diámetro medial del raquis (mm)	DMR
	Diámetro apical del raquis (mm)	DAR
	Número de pinnas (n)	NP
Pinna	Longitud de la pinna basal (cm)	LPB
	Ancho medio de la pinna basal	AMPB
	Longitud de la pinna medial	LPM
	Ancho medio de la pinna medial (mm)	AMPM
	Longitud de la pinna apical (cm)	LPA
	Ancho medio de la pinna apical (mm)	AMPA
	Disposición de las pinnas	DP
	Disposición de las venas	DV

comportamiento y la variabilidad de los datos, se empleó el análisis de componentes principales (ACP) (Souza *et al.*, 2023). Por último, el análisis de correlación de Spearman se empleó para estimar el nivel de asociación entre los caracteres vegetativos (Göldel *et al.*, 2015). Todos los análisis se hicieron en el programa RStudio 2023.06.1+524.

## Resultados

### Caracteres vegetativos de la yarina

Los individuos de *Phytelephas macrocarpa* presentaron hábitos acaulescentes a sub-acaulscentes, con tallos solitarios o cespitosos de 270 a 900 cm de altura, algunos con la parte aérea decumbente a erguida de 20 a 201 cm de longitud y 14,01 a 30,56 cm de diámetro, y cubiertos de fibras conspicuas. La cantidad de hojas varió entre 8 y 79, siendo semierectas a erectas, dobladas desde la base hacia la parte superior y torcidas distalmente, de 226 a 890 cm de longitud, con peciolo verdes y glabros de 24,9 a 178 cm de longitud y 1,51 a 5,55 cm de diámetro en la parte media. La cara adaxial de las hojas aparecía superficialmente estriada, con una cresta en el medio, y los raquis midieron entre 192 y 790 cm de longitud, con diámetros de 1,40 a 4,84 cm en la parte basal, 0,41 a 3,04 cm en la medial y 0,05 a 0,79 cm en la apical. Se contaron entre 96 y 186 pinnas (48–93 por lado) dispuestas uniformemente, con nervadura central y submarginales prominentes; las pinnas basales midieron de 17 a 100 cm de longitud con diámetro de 0,09 a 4 cm, las mediales de 44 a 96 cm de longitud y diámetro de 2,14 a 7,46 cm, y las apicales variaron entre 5 y 38 cm de longitud con diámetro de 0,08 a 3,0 cm (Tabla 3) (Figura 2).

Todos los caracteres mostraron coeficientes de variación mayores del 20 %, a excepción del diámetro del tallo (DT), el número de pinnas (NP) y la longitud de la pinna medial (LPM) (Tabla 3). El coeficiente de variación promedio de los 18 caracteres fue de 33,40 %.

**Tabla 3.** Resultados de la media, desviación estándar (DE), valores mínimos y máximos y coeficiente de variación (CV) de los caracteres vegetativos de *Phytelephas macrocarpa*

Caracteres	Media	DE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Altura total (cm)	520,73	120,77	270	900	23,19
Longitud del tallo (cm)	82,87	45,87	20	201	55,35
Diámetro del tallo (cm)	21,98	3,49	14,01	30,56	15,87
Número de hojas (n)	26,53	12,38	8	79	46,65
Longitud de la hoja (cm)	490,25	113,23	226	890	23,09
Longitud del peciolo (cm)	65,88	22,96	24,9	178,0	34,85
Diámetro medio del peciolo (cm)	3,43	0,88	1,51	5,55	25,67
Longitud de raquis (cm)	418,78	109,50	192	790	26,15
Diámetro basal del raquis (mm)	3,00	0,76	1,40	4,84	25,30
Diámetro medial del raquis (mm)	1,62	0,50	0,41	3,04	30,75
Diámetro apical del raquis (mm)	0,15	0,09	0,05	0,79	59,83
Número de pinnas	150,97	20,54	96	186	13,61
Longitud de la pinna basal (cm)	55,66	19,73	17	110	35,45
Ancho medio de la pinna basal	1,760	1,041	0,09	4,00	59,14
Longitud de la pinna medial (cm)	64,68	11,54	44	96	17,84
Ancho medio de la pinna medial (mm)	4,94	1,02	2,14	7,46	20,68
Longitud de la pinna apical (cm)	16,169	5,789	5	38	35,81
Ancho medio de la pinna apical (mm)	1,12	0,58	0,08	3,00	51,93



**Figura 2.** Variabilidad de los caracteres vegetativos de individuos de *Phytelephas macrocarpa* del noroeste de la Amazonia Peruana: a) Ahuashillo, b) Bello Horizonte, c) Andiviela, d) Churuzapa, e) Palestina, f) Caynarachi, g) Shapaja, h) Pucacaca, i) Urcupata

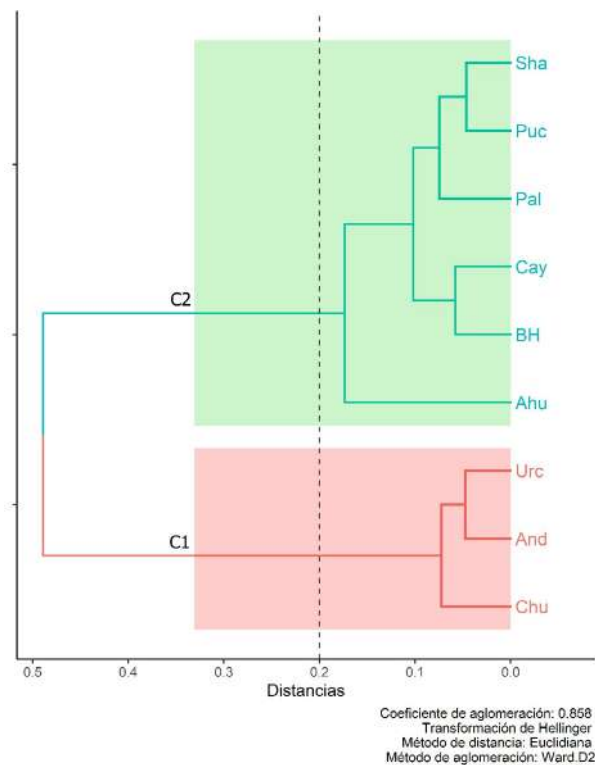
En la **tabla 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/2639/4430>, se muestran los resultados de la media, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos y el coeficiente de variación de 18 caracteres evaluados en cada población de *P. macrocarpa*, así como el resultado de las comparaciones, en las que se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para todos los caracteres.

### **Agrupamiento de las poblaciones de yarina**

El análisis de agrupamiento jerárquico arrojó dos grupos con un coeficiente de aglomeración de 0,858. El primer grupo (C1) reunió tres de las nueve poblaciones evaluadas: Churuzapa (Chu), Andiviela (And) y Urcupata (Urc), y el segundo (C2) a las seis poblaciones restantes: Ahuashillo (Ahu), Bello Horizonte (BH), Caynarachi (Cay), Palestina (Pal), Puc (Pucacaca) y Shapaja (Sha) (**Figura 3**).

### **Comportamiento y variación de los datos**

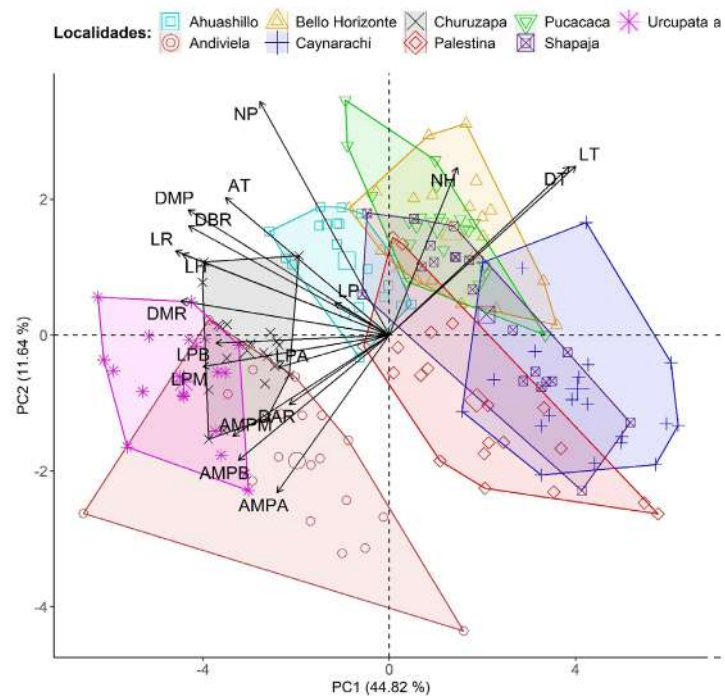
El ACP resumió el 56,46 % de los datos; el 44,82 % de la varianza se concentró en el primer componente y el 11,64 % en el segundo componente. Los caracteres de mayor aporte a la variabilidad en el PC1 fueron la altura total (AT), la longitud del tallo (LT), el diámetro del tallo (DT), la longitud de la hoja (LH), el diámetro medio del peciolo (DMP), la longitud del raquis (LR), el diámetro basal del raquis (DBR), el medial (DMR), la longitud de la pinna basal (LPB) y la de la pinna medial (LPM). El número de pinnas (NP) aportó variabilidad al PC2 (**Tabla 4**). Se observó que Andiviela, Churuzapa y Urcupata presentaron los valores más altos para la mayoría de los caracteres medidos en las hojas, ya que los datos fueron más afines a las flechas de los caracteres, en tanto que Bello Horizonte, Caynarachi, Palestina, Pucacaca y Shapaja mostraron valores altos de longitud y diámetro del tallo, así como en el número de hojas, al encontrarse orientados en el sentido de las flechas de estos caracteres (**Figura 4**).



**Figura 3.** Agrupamiento de las poblaciones de *Phytelphas macrocarpa* en función a los promedios de los caracteres vegetativos

**Tabla 4.** Varianza y valores de los vectores de los dos primeros componentes obtenidos de 18 caracteres de las estructuras vegetativas. Los valores en negrita indican una asociación > 0,65 con el componente.

Caracteres	PC1	corr. 1	PC2	corr. 2
AT	-0,239	<b>-0,678</b>	0,275	0,398
LT	0,272	<b>0,771</b>	0,339	0,490
DT	0,263	<b>0,747</b>	0,338	0,490
NH	0,095	0,271	0,332	0,480
LH	-0,299	<b>-0,849</b>	0,139	0,202
LP	-0,067	-0,191	0,015	0,022
DMP	-0,296	<b>-0,841</b>	0,253	0,367
LR	-0,316	<b>-0,899</b>	0,167	0,242
DBR	-0,273	<b>-0,776</b>	0,217	0,314
DMR	-0,295	<b>-0,837</b>	0,090	0,130
DAR	-0,109	-0,309	-0,099	-0,144
NP	-0,189	-0,538	0,467	<b>0,676</b>
LPB	-0,257	<b>-0,730</b>	-0,023	-0,033
AMBP	-0,232	<b>-0,660</b>	-0,229	-0,332
LPM	-0,272	<b>-0,772</b>	-0,067	-0,097
AMPM	-0,230	<b>-0,653</b>	-0,202	-0,292
LPA	-0,152	-0,432	-0,084	-0,122
AMPA	-0,174	-0,495	-0,291	-0,421
% de variación	<b>44,82 %</b>		<b>11,64 %</b>	
% acumulado	<b>44,82 %</b>		<b>56,46 %</b>	



**Figura 4.** Análisis de componentes principales de 18 caracteres vegetativos de *Phytelephas macrocarpa*



### Relación de los caracteres vegetativos

El análisis de Spearman demostró que la mayoría de caracteres presentaron asociaciones directas significativas ( $p < 0,05$ ). Las asociaciones directas más marcadas se registraron entre la longitud del raquis (LR) y la longitud de la hoja (LH) (0,94), el diámetro basal del raquis (DBR) y el diámetro medio del peciolo (DMP) (0,85), y el diámetro basal del raquis (DBR) y su diámetro medial (DMR) (0,84). La mayor parte de las asociaciones inversas se relacionaban con la longitud del tallo (LT), su diámetro (DT) y el número de hojas (NH) (Figura 5).

### Discusión

En su estudio de caracterización de accesiones de *Crataegus* spp., López-Santiago *et al.* (2008) mencionan que el coeficiente de variación adecuado para la selección de caracteres morfológicos confiables y discriminantes se encuentra entre el 15 y el 20 %; además, consideran que los valores superiores y cercanos al 20 % pueden utilizarse en los procesos de selección de caracteres deseables para un buen aprovechamiento, mientras que los valores superiores al 30 % deben descartarse. En nuestro estudio, la altura total, el diámetro del tallo, la longitud de la hoja, la longitud del peciolo, el diámetro medio del peciolo, la longitud del raquis, su diámetro basal y su diámetro medial, la longitud de la pinna medial y su ancho medio tuvieron entre el 15 y el 30 % de variación, por lo que podrían considerarse confiables y discriminantes, como lo indican López-Santiago *et al.* (2008). Los caracteres de longitud del tallo, número de hojas, diámetro apical del raquis, longitud y ancho medio de la pinna basal, así como de longitud y ancho medio de la pinna apical, presentaron variaciones superiores al 30 %. Según López-Santiago *et al.* (2008), esto indica que los caracteres vegetativos se encuentran muy influenciados por el ambiente.

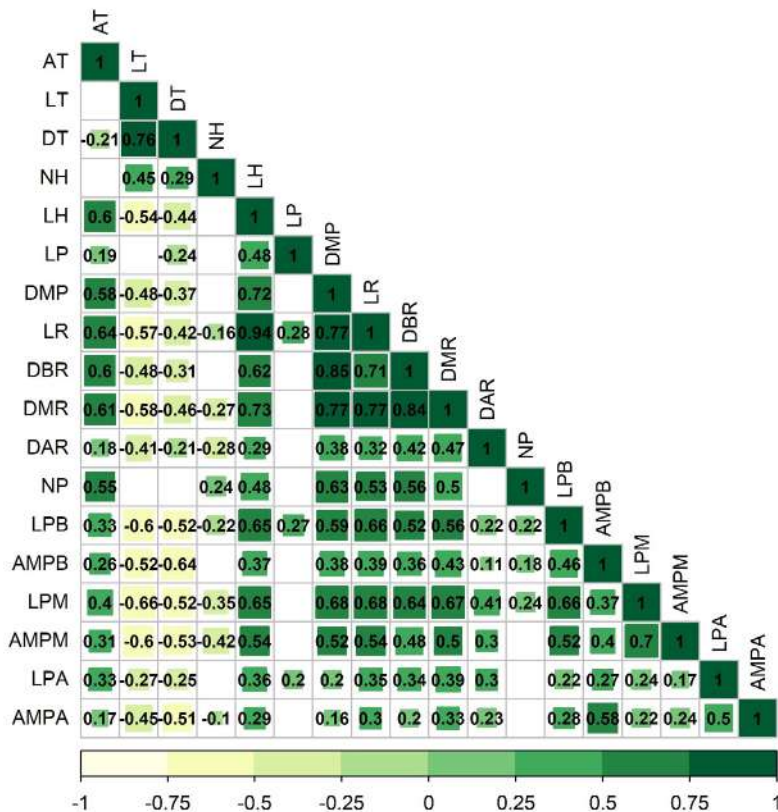


Figura 5. Correlación de 18 caracteres vegetativos de *P. macrocarpa*

**Barfod** (1991) reconoció dos subespecies para *P. macrocarpa* distribuidas en Perú: *macrocarpa* y *tenuicaulis*. Posteriormente, esta última fue ascendida por **Henderson** (1995) al estatus de especie, *P. tenuicaulis* (Barfod) A.J. Henderson, y determinada como especie hermana de *P. macrocarpa* mediante métodos filogenómicos (**Escobar et al.**, 2022). Según **Moraes** (2020), ambas especies se diferencian en que *P. macrocarpa* es una palmera de tronco aéreo solitario o cespitoso, de menos de 70 cm de alto y ocasionalmente acaulescente, con pinnas regularmente dispuestas y racimos de hasta 30 frutos, lo que la asemeja a las estructuras vegetativas del presente estudio. En cambio *P. tenuicaulis* presenta troncos cespitosos (2-8 tallos), rara vez solitarios, de 2 a 7 m de alto, con hojas más largas y racimos con menos frutos (5–12) que *P. macrocarpa* (**Moraes**, 2020). **Henderson et al.** (1995) afirman que la distribución de ambas especies en Perú no se encuentra superpuesta. *P. tenuicaulis* se encuentra predominantemente en bosques inundados cercanos a ríos y arroyos, en tanto que *P. macrocarpa*, aunque también se encuentra en hábitats similares, se está adaptando a ecosistemas con cierto nivel de estrés hídrico (**Mejía et al.**, 2014), como los bosques estacionalmente secos de la cuenca del Huallaga central.

Los análisis de comparación evidenciaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para todos los caracteres vegetativos evaluados en las poblaciones de *P. macrocarpa*. Dichas diferencias fueron ratificadas en el análisis de componentes principales debido a la variabilidad de los caracteres y a la diferencia de tamaño de los racimos, donde Ahuashillo y Churuzapa fueron las poblaciones de menor variación y Andiviela, Caynarachi, Palestina y Shapaja las de mayor variabilidad. Se podría asumir que las expresiones fenotípicas estarían relacionadas con la influencia de las diferentes condiciones ambientales de las zonas evaluadas donde crece esta especie, pues muchos de dichos ecosistemas se encuentran fuertemente afectados por la progresiva y gradual deforestación en toda la región San Martín (**BCRP**, 2008; **GORESAM et al.**, 2008).

La caracterización morfológica de las estructuras reproductivas de *P. macrocarpa* hecha por **Neto & Ferreira** (2014) demostró que los caracteres morfológicos varió entre las poblaciones evaluadas, siendo de mayor tamaño en los fragmentos de bosque secundario. Nuestros resultados son parecidos a los de **Neto & Ferreira** (2014), ya que Andiviela, Caynarachi, Churuzapa y Palestina se encuentran en zonas fuertemente deforestadas e intervenidas por el hombre. Por otra parte, **Lima et al.** (2007) afirmaron que las estructuras vegetativas presentaban caracteres muy variables, influenciados por el tipo de ambiente donde se encontraron, como lo observado en el presente estudio.

En cuanto al análisis de aglomeración, las poblaciones de Churuzapa, Andiviela y Urcupata se encuentran geográficamente cercanas, en áreas deforestadas, lo que podría explicar su agrupamiento dentro del grupo C1. Además, estas tres poblaciones se caracterizan por presentar individuos con tallos acaulescentes, así como los valores más altos en la mayoría de los caracteres de la hoja (**Figura 3**). El resto de las poblaciones se caracterizaron por presentar tallos decumbentes a erectos, con caracteres vegetativos muy variables y de menor tamaño, lo que demuestra su aglomeración en el grupo C2. En los dos grupos, Caynarachi fue la única población que presenta palmeras de hábito cespitoso.

Los análisis de correlación son herramientas útiles para el reconocimiento de medidas botánico-agronómicas que ayudan en la identificación de la variabilidad y en la selección indirecta de caracteres morfológicos de palmeras, lo que permite los estudios de viabilidad económica y el manejo sostenible de este grupo de plantas (**Moreira et al.**, 2016; **Sinti-Pinedo et al.**, 2024.). Según el análisis de Spearman del estudio, existen correlaciones directas entre la altura total y los caracteres de las hojas, así como con los caracteres de las hojas mismas. Estas asociaciones nos indican que cuanto mayor sea la altura total de las palmeras y mayor la longitud de las hojas, mayores serán los tamaños de los segmentos foliares de la hoja, lo que permite una selección indirecta para el aprovechamiento de estos órganos vegetativos. Por otra parte, la presencia de un tallo aéreo con mayor longitud o diámetro influye inversamente en los caracteres de las hojas (**Figura 5**).

## Conclusión

El presente estudio permitió obtener información sobre los caracteres vegetativos de *Phytelephas macrocarpa* en nueve poblaciones del noroeste de la Amazonia peruana. Los resultados demostraron que existe variabilidad entre las poblaciones de *P. macrocarpa*, siendo Ahuashillo y Churuzapa los sitios con las poblaciones de menor variabilidad en sus caracteres, a diferencia de Andiviela, Caynarachi, Palestina y Shapaja, que fueron las poblaciones más variables. También se pudo observar que Andiviela, Churuzapa y Urcupata mostraron los mayores valores relacionados con las estructuras de la hoja. Las poblaciones de *P. macrocarpa* tuvieron una gran variación en la mayoría de sus caracteres, lo que podría deberse a las diferentes condiciones ambientales de clima, suelo y vegetación de la región San Martín. Estas poblaciones se separaron en dos grupos en función del hábito de la palmera: el primer grupo se caracterizó por presentar individuos acaulescentes y con hojas de mayor longitud, en tanto que el segundo presentó individuos con tallos decumbentes a erectos y con hojas más cortas. Por último, se determinó que los caracteres más relevantes para este estudio estaban relacionados con la altura total de la planta y las diferentes estructuras de las hojas, lo que permite inferir que los individuos con tallos cortos son los que presentan hojas de mejores caracteres y de mayor tamaño, con lo cual podrían ser aprovechadas de manera sostenible mediante planes de manejo y cosecha.

## Información suplementaria

Ver la información suplementaria en: <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/2639/4430>

## Agradecimientos

Este estudio formó parte del proyecto “Prospección, caracterización y etnobotánica de especies vegetales de interés económico en Selva Alta” - Meta 28, de la Dirección de Investigación en Diversidad Biológica Terrestre Amazónica (DBIO) del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), sede regional San Martín. Los autores agradecemos a Fernando Vela, Flavia Urbina, José Ramos, Luceth Navarro, Karolith Pinedo y a los pobladores de las localidades visitadas por su apoyo en las evaluaciones de campo.

## Contribución de los autores

KYR: concepción del trabajo, toma de datos de campo, recopilación de la información para la realización del mapa, escritura y revisión del manuscrito. SE: escritura y revisión del manuscrito. KM: escritura y revisión del manuscrito. JCG: coordinación logística del trabajo en campo, toma de datos de campo, escritura y revisión del manuscrito. JT: coordinación logística del trabajo en campo, toma de datos de campo, escritura y revisión del manuscrito. AASV: escritura y revisión del manuscrito. EHRC: concepción, asesoría, diseño metodológico del trabajo, procesamiento y análisis de datos, redacción y revisión. AMRD: concepción del trabajo, dirección de la investigación, asesoría en el diseño metodológico del trabajo, trabajo de campo, escritura y revisión del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

## Referencias

- Aponte, H., Kahn, F., Millán, B.** (2011). Vegetative adaptability of the Peruvian palm *Astrocaryum perangustatum* to deforestation. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 179-183. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.225>
- Baker, W. & Dransfield, J.** (2016). Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2), 207-233. <https://doi.org/10.1111/boj.12401>

- Balslev, H., Grandez, C., Paniagua-Zambrana, N. Y., Møller, A. L., Hansen, S. L.** (2008). Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 15(3), 121-132. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.3343>
- BCRP.** (2008). Informe Económico y Social. Región San Martín.
- Barfod, A. S.** (1991). A monographic study of the Subfamily Phytelephantoideae (Arecaceae). *Opera Botanica*, 105, 1-73.
- Barfod, A. S.** (1994). Usos pasados, presentes y futuros de las palmas Phytelephantoidées (Arecaceae). En M. Ríos y H. Borgtoft Pedersen (Eds.), *Las Plantas y El Hombre* (23-46). Quito, Ecuador: Ediciones ABYA-YALA.
- Bernal, R. & G. Galeano.** (Eds.). (2013). *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Costa, M., Rodríguez, S. F., Hohn, H.** (2006). Jarina: o marfim das biojóias da Amazônia. *Revista Escola de Minas*, 59(4), 367-371. <https://doi.org/10.1590/s0370-44672006000400003>
- Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M., Lewis, C. E.** (2008). *Genera Palmarum. The Evolution and Classification of Palms*. Royal Botanical Garden, Kew.
- Escobar, S., Helmstetter, A. J., Montúfar, R., Couvreur, T. L., Balslev, H.** (2022). Phylogenomic relationships and historical biogeography in the South American vegetable ivory palms (Phytelephea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 166, 107314. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107314>
- Franco, T. L. & Hidalgo, R.** (Eds.). (2003). *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. Boletín Técnico IPGRI, 8.
- Ferreira, S. A. & Gentil, D. F.** (2017). Seed germination at different stratification temperatures and development of *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón seedlings. *Journal of Seed Science*, 39(1), 20-26. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n1166371>
- Galeano, G. & Bernal, R.** (2010). *Palmas de Colombia: Guía de campo*. Instituto de Ciencias Naturales: Universidad Nacional de Colombia.
- Giovino, A., Marchese, A., Domina, G.** (2020). Morphological and genetic variation of *Chamaerops humilis* (Arecaceae) in relation to the altitude. *Caryologia*, 73(4), 85-98. <https://doi.org/10.13128/caryologia-1011>
- GORESAM, IAP, GTZ.** (Eds.) (2008). *Las potencialidades y limitaciones del departamento de San Martín. Propuesta de zonificación ecológica y económica como base para el ordenamiento territorial*. LuzAzul Gráfica.
- Göldel, B., Kissling, W. D., Svenning, J.-C.** (2015). Geographical variation and environmental correlates of functional trait distributions in palms (Arecaceae) across the New World. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 179, 602-617. <https://doi.org/10.1111/boj.12349>
- Guedes, M., Ferreria, P. H., Santana, K. N., Pimenta, M. A., Ribeiro, L.** (2015). Fruit morphology and productivity of babassu palm in Northern Minas Gerais State, Brazil. *Revista Árvore*, 39(5), 883-892. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500011>
- Henderson, A.** (Ed.) (1995). *The Palms of the Amazon*. Oxford University Press.
- Henderson, A., Galeano, G., Bernal, R.** (1995). *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvcszzzd>
- Hernández, A. E.** (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 8(3), 113-118. <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.05>
- López-Santiago, J., Nieto-Ángel, R., Barrientos-Priego, A. F., Rodríguez-Pérez, E., Colinas-León, M. T., Borys, M. W., González-Andrés, F.** (2008). Selección de variables morfológicas para la caracterización del tejocote (*Crataegus* spp.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 97-111.
- Kahn, F. & Moussa, F.** (1994). *Las palmeras de Perú*. Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Kahn, F. & de Granville, J.-J.** (1992). Palms in Forest Ecosystems of Amazonia. En F. Kahn & J.-J. de Granville (Eds.), *Palms and Forest Management in Amazonia* (155-167). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-76852-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-76852-1_8)
- Lima, P., Lay, C., Cruz, J.** (2007). Morfología vegetativa y reproductiva de las fases de desarrollo de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (Arecaceae) en un bosque urbano en Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista de La Facultad de Agronomía LUZ*, 24(1), 130-134.
- Martín, M. & Mass, W.** (2011). *Palmeras Nativas: Conservación y manejo en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Pacaya Samiria. Cuenca baja del río Marañón*. Programa de Cooperación Hispano Peruano, Ministerio del Ambiente, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

- Machahua, M., Kahn, F., Millán, B.** (2014). Variabilidad vegetativa intra e interespecífica de *Astrocaryum chonta* y *A. javarense* (Arecaceae) en Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 21(2). <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i2.9816>
- Mejía, K., Pintaud, J. C., del-Castillo, Á. M. R., Santa Cruz, L., Rojas-Fox, J., Jiménez, V., Ramírez, R.** (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* (101-111). Lima: Institut de Recherche pour le Développement.
- Miranda, I. P. de A., Rabelo, A., Bueno, C. R., Barbosa, E. M., Ribeiro, M. N. S.** (2001). *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Moraes, M. R.** (2004). *Flora de Palmeras de Bolivia*. Universidad Mayor de San Andrés, Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología.
- Moraes, M.** (2020). *Flora de Palmeras de Bolivia* (2da Ed.). Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores.
- Moreira, W. K. O., Oliveira, S. S., Reis, J., Paraense, L. R. C., Guimarães, A. T., Silva, R. T. L.** (2016). Análise de correlação em fruto de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Global Science and Technology*, 9, 106-115.
- Neto, V. C. & Ferreira, E. J.** (2014). Biometria de cachos, frutos e sementes da palmeira jarina (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavon) oriundos de fragmentos florestais primários e secundarios do leste do Acre. *Enciclopédia Biosfera*, 10(19), 2765-2775.
- Paniagua-Zambrana, N. Y., Bussmann, R. W., Vega, C., Téllez, C., Macía, M. J.** (2014). Nuestro conocimiento y uso de las palmeras: Una herencia para nuestros hijos. Comunidades Llaquash, San Martín, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 13(2), 1-105.
- Sander, N., Pulido, M. T., Silva, C. J.** (Coord.) (2023). *Usos de las Palmas en Latinoamérica*. Curitiba, Porto Alegre, Brasil: CRV & SBEE. <https://doi.org/10.24824/978652514377.4>
- Sinti-Pinedo, D. A., Rodríguez-Cabrera, E. H., Miranda, I. P. de A., Rojas-Fox, J., Mejía, K., Vásquez-Vásquez, J. E., del-Castillo, A. M. R.** (2024). Morfología de racimos, frutos y semillas de *Attalea moorei* en el Huallaga Central, Perú. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 95, e955295. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2024.95.5295>.
- Smith, N.** (2015). *Palms and People in the Amazon*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1>
- Souza, P. N. S., Andrade, F. H. P., Acevedo, A. M., Nietsche, S., Ribeiro, L. M., Lopes, P. S. N.** (2023). Morphoagronomic diversity in *Butia capitata* progenies (Arecaceae). *Euphytica*, 219, 81. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03203-3>
- Vargas, A. & Blanco, F. A.** (2000). Fruit characterization of *Cocos nucifera* L. (ARECACEAE) cultivars from the Pacific coast of Costa Rica and the Philippines. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47, 483-487. <https://doi.org/10.1023/A:1008771122733>
- Vianna, S., Berton, L. H., Pott, A., Gerreiro, S. M., Colombo, C. A.** (2017). Biometric Characterization of Fruits and Morphoanatomy of the Mesocarp of *Acrocomia* Species (Arecaceae). *International Journal of Biology*, 9(3), 78-92. <https://doi.org/10.5539/ijb.v9n3p78>