

# Variabilidad morfométrica y productividad de los frutos de *Mauritia flexuosa* L.f. en un gradiente altitudinal en Perú

Productivity and morphometric variability of *Mauritia flexuosa* L.f. fruits along altitudinal gradient in Peru

Yakov Quinteros-Gómez<sup>1</sup>, Martha Zarco-González<sup>2\*</sup>, Doris Gómez-Ticerán<sup>3</sup>, Fernando Camones Gonzalez<sup>3</sup>, Octavio Monroy-Vilchis<sup>4,5\*</sup>

- Received: 01/Ago/2023
- Accepted: 23/Ene/2025
- Online Publishing: 26/Mar/2025

**Citation:** Quinteros-Gómez Y, Zarco-González M, Gómez-Ticerán D, Camones F, Monroy-Vilchis O. (2025). Variabilidad morfométrica y productividad de los frutos de *Mauritia flexuosa* L.f. en un gradiente altitudinal en Perú. Caldasia 47:e108951. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v47.108951>

## RESUMEN

*Mauritia flexuosa*, o "aguaje", es la palmera con más amplia distribución en la Amazonía peruana se encuentra en espacios hidromórficos y pantanosos conocidos como "aguajales". Los frutos de la palmera aguaje son muy apreciados sociocultural y económicamente, lo que ha ocasionado fuerte presión sobre las poblaciones naturales. Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar morfométricamente los frutos y estimar su rendimiento % en cuatro zonas de muestreo en un gradiente altitudinal en la región San Martín, Perú. Se examinaron 840 frutos de 28 palmeras, considerándose nueve variables morfométricas. Se utilizó el enfoque de aprendizaje no supervisado para reducir la dimensionalidad de las variables mediante el Análisis de Componentes Principales Robustos (RPCA) y una transformación de los datos a través del Índice de Morfometría de los Frutos Corregido (Imfc). El largo ( $5,7 \pm 0,7$  cm), ancho ( $4,1 \pm 0,4$  cm) y peso total ( $56 \pm 15,7$  g) de los frutos están considerados dentro del promedio para la cuenca amazónica. El Imfc reveló que la localidad Pachiza tiene la media y mediana más altas indicando que sus frutos son morfométricamente superiores. La fructificación de *M. flexuosa* es estacional a través del gradiente altitudinal, observándose frutos en  $13,9 \pm 2$  % de los de individuos inventariados. La variabilidad morfométrica e identificación de los mejores ejemplares resulta útil para fines de conservación y mejoramiento genético de la especie.

**Palabras clave:** Aguajal, aguaje, biometría, cosecha no destructiva, intervención antrópica.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Calle Germán Amézaga 375, Lima, Perú. [yquinterosg@unmsm.edu.pe](mailto:yquinterosg@unmsm.edu.pe)

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Instituto Literario 100, Centro, Toluca de Lerdo, México. [martha.zarco.g@gmail.com](mailto:martha.zarco.g@gmail.com)

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Calle Germán Amézaga 375, Lima, Perú. [dgomez@unmsm.edu.pe](mailto:dgomez@unmsm.edu.pe)

<sup>4</sup> Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala. km 1.5 carretera Tlaxcala -Puebla sin número, CP 90070, Tlaxcala, México. [omonroyv@uatx.mx](mailto:omonroyv@uatx.mx)

<sup>5</sup> Ambiente Conciencia A.C. Toluca, México. [tavomonroyvilchis@gmail.com](mailto:tavomonroyvilchis@gmail.com)

\* Corresponding author.

## ABSTRACT

*Mauritia flexuosa*, or "aguaje" is the palm tree with the widest distribution in the Peruvian Amazon, which develops in hydromorphic and swampy spaces known as "aguajales". The fruits of the *aguaje* palm tree are highly appreciated, registering sociocultural and economic importance, which has caused strong pressure on natural populations. The objectives of this study were to morphometrically characterize the fruits and to estimate their percentage yield in four sampling areas along an altitudinal gradient in the region of San Martín, Peru. 840 fruits from 28 palm trees were studied, considering nine morphometric variables. The unsupervised learning approach was used to reduce the dimensionality of the variables through Robust Principal Component Analysis (RPCA) and a transformation of the data through the Corrected Fruit Morphometry Index (Imfc). The length ( $5.7 \pm 0.7$  cm), width ( $4.1 \pm 0.4$  cm), and total weight ( $56 \pm 15.7$  g) of the fruits are within the average for the Amazon basin. The Imfc showed that the locality Pachiza has the highest mean and median values, indicating that its fruits are morphometrically superior. The fruiting of *M. flexuosa* is seasonal through the altitudinal gradient, observing fruits in  $13.9 \pm 2$  % of those of inventoried individuals. The morphometric variability and identification of the best specimens are useful for the conservation and genetic improvement of the species.

**Keywords:** Aguajal, aguaje, biometrics, non-destructive harvest, anthropic intervention.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos presentan alta diversidad florística, variedad de paisajes y procesos ecológicos; debido a su fisiografía, variación de precipitación y diferencias en la composición y drenaje del suelo (Kalliola *et al.* 1991, Gloor *et al.* 2013). En estos ecosistemas es común la presencia de especies oligárquicas e hyperdominantes que se caracterizan por su carácter heliófito, acumulando gran porcentaje de la biomasa del bosque (ter Steege *et al.* 2013). Entre ellas encontramos a *Mauritia flexuosa* L.f., o "aguaje", que es la palmera con más amplia distribución en la Amazonía con agregaciones de hasta 600 individuos adultos por hectárea (Sampaio *et al.* 2008) y con presencia recurrente en el dosel emergente con altas tasas de reclutamiento (Galeano *et al.* 2015). *Mauritia flexuosa* ha desarrollado adaptaciones (neumatóforos) que le permiten habitar suelos hidromórficos y pantanosos, temporal o permanentemente inundados; conocidos como aguajales (Endress *et al.* 2013), ubicados principalmente en las llanuras de inundación de territorios hasta los 400 msnm.

Los aguajales registran distintos tipos de amenazas antrópicas por lo que son considerados ecosistemas frágiles (MINAM 2015, Quinteros-Gómez *et al.* 2021). Éstos prestan varios servicios ecosistémicos destacando la formación de suelos, productividad primaria, reciclaje de agua y nutrientes; así como el secuestro de carbono y la mitigación

del cambio climático (Quinteros-Gómez *et al.* 2023). Los aguajales suelen ser muy extensos, como en la cuenca de los ríos Pastaza y Marañón 120,000 km<sup>2</sup> (Lähteenoja y Page 2011) donde la extracción y comercialización de los frutos representa el principal ingreso económico de muchas familias (Gilmore *et al.* 2013, Mesa y Galeano 2013). La floración y fructificación son sincrónicas a nivel poblacional (Mendes *et al.* 2017) y son dependientes de las condiciones edafoclimáticas. La floración de *M. flexuosa* está positivamente correlacionada con la precipitación previa (tres meses anteriores); y la fructificación (superanual en el 80 % de los individuos) está relacionada con la precipitación actual (Khorsand *et al.* 2013). Los frutos se encuentran agrupados en infrutescencias (racimos) y presentan variabilidad morfométrica y genética (Barbosa *et al.* 2010, Gomes *et al.* 2011) e incluso en sabor, siendo comercializados con diferentes denominaciones en la Amazonía peruana (Arancibia 2021). Además, registran una variedad de usos atribuidos por comunidades nativas (Horn *et al.* 2012, Endress *et al.* 2013, Gilmore *et al.* 2013).

El fruto de *M. flexuosa* es una drupa con un exocarpo formado por escamas imbricadas (epicarpo) y fuertemente soldadas (Trujillo-González *et al.* 2011), el mesocarpo corresponde a una pulpa amarilla carnosa (parte más apreciada del fruto) y representa entre el 20 y 25 % de su biomasa (Barbosa *et al.* 2010). Los frutos de *M. flexuosa* son muy apreciados por las poblaciones amazónicas peruanas

lo que ha ocasionado una fuerte presión sobre los aguajales cercanos a las grandes ciudades (Iquitos, Pucallpa, Tarapoto) y, por consiguiente, una grave erosión genética de la especie debido al corte de los mejores individuos (más productivos y con mejor calidad de frutos), a pesar de la promoción de técnicas de cosecha sostenibles (van Lent *et al.* 2018). Los objetivos del presente estudio fueron realizar la caracterización morfométrica de los frutos de *M. flexuosa* y estimar su rendimiento en un gradiente altitudinal en la región San Martín, en el piedemonte amazónico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La región San Martín (SM) tiene un clima cálido y húmedo, con una temperatura anual media de 24,2 °C y precipitación de 1000 a 2400 mm (SENAMHI 2014). La estacionalidad es muy marcada, con una temporada de estiaje (mayo-septiembre) y lluvias intensas entre enero y marzo.

Se establecieron cuatro zonas de muestreo en distintos gradientes altitudinales: i) Yumbatos (6°19'25,64" Sur y 76°18'07,67" Oeste, altitud: 218 m), es una zona de transición entre el Área de Conservación Regional Cordillera Escalera y el Bajo Huallaga con presencia de cultivo de palma aceitera y ganadería, ii) Pachiza (7°17'32,26" Sur y 76°45'55,22" Oeste, altitud: 356 m) en el Huallaga Central, a orillas del Río Huallaga. Entre 1980 y mediados de los noventa su economía estaba basada en el cultivo de la hoja de coca, ahora sustituida por un cacao de excelente calidad, iii) Posic (6°01'38,78" Sur y 77°09'51,54" Oeste, altitud: 818 m) en el Valle del Alto Mayo-Rioja donde el cultivo de arroz ha sustituido grandes extensiones de aguajales, sufre inundaciones por desbordes esporádicos del río Tonchima, iv) Tingana (5°54'57,8" Sur y 77°06'54,5" Oeste, altitud: 863 m) en el Valle del Alto Mayo-Moyobamba, son los bosques inundables más altos del Perú y se encuentran en el territorio de la Asociación de Conservación Aguajales y Renacales del Alto Mayo. Es un territorio permanentemente inundado a orillas de los ríos Avisado y Mayo. Su principal actividad económica es el ecoturismo. El Valle del Alto Mayo (VAM) es una zona de transición entre la zona de baja inundación del Huallaga Central y las yungas (bosques de montaña de los Andes orientales del Perú; Fig.1) (Quinteros-Gómez *et al.* 2021).

### Muestreo

El trabajo de campo fue realizado entre julio de 2019 y febrero de 2020. En cada zona de muestreo se estableció una parcela de 100 × 100 m (1 ha.) y se contaron todos los individuos adultos de *M. flexuosa* (estípite ≥ 600 cm de alto) e identificaron los individuos en fase de fructificación (Quinteros-Gómez *et al.* 2021). La altura de las palmeras fue estimada con un clinómetro Sunto. Para la medición y pesado de los frutos se utilizó un vernier digital Truper y una balanza Soehnle Digital Scale de alta precisión 0,01 g, respectivamente. Se examinaron 210 frutos por zona de muestreo (total: 840 frutos) de 28 palmeras en San Martín (siete palmeras en cada zona de muestreo, una infrutescencia por palmera, 30 frutos por infrutescencia).

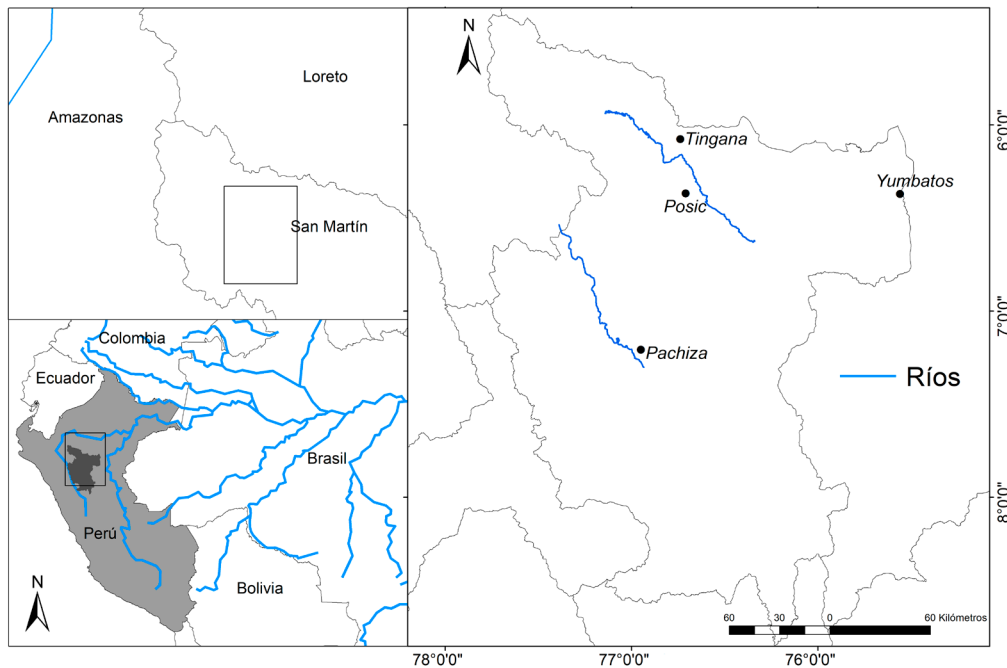
En laboratorio se midieron individualmente las variables morfométricas: peso del fruto, peso del epicarpo, peso del fruto sin epicarpo, largo del fruto, ancho del fruto, peso de la pulpa, peso de la semilla, largo y ancho de la semilla de las cuatro zonas de muestreo.

### Análisis de datos

Se realizó una prueba de hipótesis de normalidad utilizando el test de Shapiro-Wilk, y se evaluó la homocedasticidad de varianzas mediante la prueba de Levene en las variables morfométricas. Posteriormente, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, seguida del método de Bonferroni para comparaciones múltiples (Maronna *et al.* 2006). Además, se realizaron tablas descriptivas con un resumen de las características morfométricas de los frutos (peso, longitud, ancho, peso de las escamas, y dimensiones de la semilla) para las cuatro zonas de muestreo.

Considerando el número de variables morfométricas se empleó un enfoque de aprendizaje no supervisado para reducir la dimensionalidad mediante el Análisis de Componentes Principales Robustos (RPCA). Este análisis permitió sintetizar las características morfométricas en una o dos dimensiones a través de la combinación lineal de las componentes principales y sus autovalores, resultando en la creación del Índice de Morfometría de los Frutos (*Imf*).

El índice de morfometría de los frutos (*Imf*) se calculó utilizando las coordenadas de las componentes principales PC1 y PC2 obtenidas mediante RPCA, ponderadas por sus respectivos autovalores, según la siguiente fórmula (Véliz 2016):



**Figura 1.** Zonas de muestreo de los frutos de *Mauritia flexuosa* en la región San Martín, Perú.

$$I_{mf} = \frac{\lambda_1 * PC1 + \lambda_2 * PC2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Debido a que los valores de  $I_{mf}$  pueden ser positivos o negativos, se realizó una transformación adicional para llevarlos a una escala de 0 a 100 %, facilitando su interpretación. Esta variable transformada se denomina Índice de Morfometría de los Frutos Corregido ( $I_{mfc}$ ). Para definir la forma de los frutos se calculó la relación entre el largo/ancho del fruto ( $Lfr/Afr$ ), donde:  $Lfr/Afr < 1$  indica forma plana,  $Lfr/Afr > 1$  forma ovoide y  $Lfr/Afr = 1$  forma globosa; Sacramento *et al.* 2003). El rendimiento (%) de los frutos fue calculado multiplicando por 100 el valor de la división del peso de la pulpa entre el peso total del fruto. La productividad (kg) de cada palmera fue estimada multiplicando el número las infrutescencias por palmera, el número medio de frutos por infrutescencia y el peso promedio de los frutos por infrutescencia (Núñez y Carreño 2013). También se estimó la productividad por hectárea. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el programa estadístico RStudio versión R.4.3.0 mediante las librerías haven, ggplot, FSA, dplyr y rrcov para RPCA (RStudio Team 2021).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fructificación de *M. flexuosa* es estacional a través del gradiente altitudinal, la cosecha de frutos se relaciona con la temporada de mayor precipitación (Khorsand *et al.* 2013) en cada una de las zonas de muestreo (Pachiza: agosto – octubre, Yumbatos: octubre – noviembre, Posic y Tingana: diciembre – marzo). Ello permite la presencia de vertebrados pequeños y medianos que actúan como dispersores y depredadores de frutos; y que también forman parte de la dieta de las comunidades aledañas (Gilmore *et al.* 2013) y otras especies que eventualmente fueron observados en la zona o captados mediante cámaras trampa en Posic y Tingana (Quinteros-Gómez ined).

### Biometría de los frutos de *Mauritia flexuosa* en el gradiente altitudinal

Los frutos en las cuatro zonas de muestreo tuvieron longitud de 3,65 cm a 8,05 cm ( $5,7 \pm 0,7$  cm), ancho de 3 cm a 5,2 cm ( $4,1 \pm 0,4$  cm) y peso del fruto de 19,7 g a 109,5 g ( $56 \pm 15,7$  g), considerándose atípicas tres observaciones. El peso de la pulpa fue ( $12,4 \pm 4,4$  g), peso del fruto sin epicarpo ( $44,5 \pm 12,8$  g), peso del epicarpo ( $10,3 \pm 3,1$  g), peso de la semilla ( $31,9 \pm 9,4$  g), largo de la semilla ( $4,6 \pm 0,7$  cm)

y ancho de la semilla ( $3,3 \pm 0,3$ ). Los valores de las variables morfométricas por zona de muestreo (Tabla 1) fueron similares a otras poblaciones de *M. flexuosa*, en la Amazonía (Freitas et al. 2021) y en la Orinoquia colombiana (Mulato 2018) a menor altitud. El peso promedio del fruto de *M. flexuosa* en Yumbatos y Posic fue similar al reportado en Brasil ( $51,3 \pm 16,8$  g; Barbosa et al. 2010) y menor al reportado en Perú (Gonzales-Coral et al. 2006). Se destaca el peso promedio de los frutos de Yumbatos ya que, a pe-

sar de encontrarse en un área altamente impactada por la ganadería, registra un valor sobre el promedio del peso del fruto de varias regiones con menor grado de intervención humana. Con relación al largo ( $5,7 \pm 0,7$  cm) y el ancho ( $4,1 \pm 0,4$  cm) del fruto, ambos promedios en SM fueron mayores a lo encontrado por Gonzales-Coral et al. (2006), Toro (2014) y Campos et al. (2023), en territorios de llanuras inundables de Perú, Colombia y Brasil, a altitudes de 120, 114 y 600 msnm respectivamente.

**Tabla 1.** Caracterización biométrica de los frutos de *Mauritia flexuosa* en cuatro zonas de la región San Martín.

| Zona de muestreo | Variables morfométricas     | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| Pachiza          | Peso fruto (g)              | 22.6   | 65.6   | 44.6  | 9.1                 |
|                  | Largo fruto (cm)            | 4.2    | 6.7    | 5.3   | 0.4                 |
|                  | Ancho fruto (cm)            | 3      | 4.7    | 3.9   | 0.4                 |
|                  | Peso epicarpo (g)           | 4.6    | 13.5   | 8     | 1.9                 |
|                  | Peso fruto sin epicarpo (g) | 16.3   | 55     | 35.9  | 7.6                 |
|                  | Peso pulpa (g)              | 2.6    | 16.1   | 9.4   | 2.7                 |
|                  | Peso semilla (g)            | 13.6   | 37     | 26.3  | 5.2                 |
|                  | Largo semilla (cm)          | 3.7    | 6.4    | 4.4   | 0.4                 |
|                  | Ancho semilla (cm)          | 2.4    | 3.8    | 3.1   | 0.3                 |
|                  | Lfr/Afr                     | 1      | 1.65   | 1.37  | 0.15                |
| Yumbatos         | Peso fruto (g)              | 27.8   | 89.3   | 58.7  | 12.1                |
|                  | Largo fruto (cm)            | 4.4    | 6.6    | 5.6   | 0.6                 |
|                  | Ancho fruto (cm)            | 3      | 5      | 4.2   | 0.3                 |
|                  | Peso epicarpo (g)           | 5.9    | 17.5   | 11    | 2.3                 |
|                  | Peso fruto sin epicarpo (g) | 19.8   | 72.4   | 46.3  | 10.3                |
|                  | Peso pulpa (g)              | 3.3    | 25.3   | 14.9  | 4.1                 |
|                  | Peso semilla (g)            | 7.1    | 47.9   | 31.1  | 6.7                 |
|                  | Largo semilla (cm)          | 3.3    | 5.5    | 4.6   | 0.5                 |
|                  | Ancho semilla (cm)          | 2.3    | 5      | 3.2   | 0.3                 |
|                  | Lfr/Afr                     | 1.09   | 1.85   | 1.35  | 0.14                |

(Continúa)

| Zona de muestreo | Variables morfométricas     | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| Posic            | Peso fruto (g)              | 19.7   | 109.5  | 57.4  | 21                  |
|                  | Largo fruto (cm)            | 3.7    | 7.8    | 5.8   | 1                   |
|                  | Ancho fruto (cm)            | 3.1    | 5.2    | 4.2   | 0.5                 |
|                  | Peso epicarpo (g)           | 4.3    | 19.5   | 10.5  | 3.9                 |
|                  | Peso fruto sin epicarpo (g) | 12     | 87.2   | 45.1  | 17.1                |
|                  | Peso pulpa (g)              | 3      | 26     | 11.2  | 5                   |
|                  | Peso semilla (g)            | 4.5    | 82.6   | 33.7  | 12.8                |
|                  | Largo semilla (cm)          | 3      | 6.2    | 4.5   | 0.8                 |
|                  | Ancho semilla (cm)          | 2.3    | 4.8    | 3.4   | 0.4                 |
|                  | Lfr/Afr                     | 0.97   | 1.76   | 1.37  | 0.16                |
| Tingana          | Peso fruto (g)              | 33.2   | 103.4  | 63.2  | 11.2                |
|                  | Largo fruto (cm)            | 4.9    | 8.1    | 6.1   | 0.7                 |
|                  | Ancho fruto (cm)            | 3.5    | 5.1    | 4.3   | 0.3                 |
|                  | Peso epicarpo (g)           | 6.2    | 17.8   | 11.6  | 2.5                 |
|                  | Peso fruto sin epicarpo (g) | 22.8   | 85.5   | 50.5  | 9.3                 |
|                  | Peso pulpa (g)              | 8.1    | 22     | 13.9  | 2.7                 |
|                  | Peso semilla (g)            | 8.9    | 65     | 36.3  | 8                   |
|                  | Largo semilla (cm)          | 4.1    | 7.2    | 5.1   | 0.6                 |
|                  | Ancho semilla (cm)          | 2.3    | 4.8    | 3.3   | 0.3                 |
|                  | Lfr/Afr                     | 1.13   | 1.75   | 1.43  | 0.14                |

Se encontraron diferencias significativas en las variables morfométricas, entre las cuatro zonas de muestreo (homogeneidad de varianzas de Levene), así como en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ; [Tabla 2](#)). Estas diferencias significativas son comunes entre poblaciones en estudios genéticos (Rocha *et al.* 2011), morfométricos (Barbosa *et al.* 2010, Bandini *et al.* 2014) y de caracterización bioquímica (Vásquez-Ocmín *et al.* 2009). La prueba post hoc de Dunn, ajustada con el método de Bonferroni, reveló diferencias estadísticamente significativas en las características morfométricas de los frutos entre las zonas de muestreo, destacando que Pachiza tiene frutos significativamente diferentes en comparación con Yumbatos, Posic, y Tingana en todas las variables evaluadas (Ptfruto, Largo-

fruto, Anchofruto, Pescamas, Pfrutosinescamas, Pesopulpa, Pespsemilla, Largosemilla, Anchosemilla). Yumbatos y Posic presentaron similitudes en la mayoría de las características, con pocas diferencias significativas entre ellos, excepto en Anchosemilla. Por otro lado, Tingana mostró diferencias significativas en varias características cuando se comparó con Yumbatos y Posic, aunque las diferencias con Pachiza fueron las más pronunciadas. Estos resultados sugieren una variabilidad considerable en las características morfométricas de los frutos entre las diferentes zonas (Mulato 2018, Freitas *et al.* 2021) ([Apéndice 1](#)).

En el RPCA, el componente 1 (PC 1) captura el 86,7 % de la variabilidad en los datos, indicando que este componente



es clave para entender la mayor parte de la variabilidad en las características analizadas, reflejando la combinación de variables que más contribuyen a la variación. El componente 2 (PC 2), con 13,3 %, aporta aspectos adicionales de la variabilidad que PC1 no abarca completamente. Juntos, PC1 y PC2 explican el 100 % de la varianza, lo que significa que estos dos componentes son suficientes para representar toda la variabilidad en el conjunto de datos, sin considerar componentes adicionales. En resumen, PC1 y PC2 ofrecen una representación completa de la variabilidad del conjunto de datos, con PC1 siendo el más dominante en cuanto a la cantidad de información explicada.

**Tabla 2.** Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) y Kruskal-Wallis (K-W)

| Variables               | Levene | p-valor | K-W   | p-valor |
|-------------------------|--------|---------|-------|---------|
| Peso del fruto          | 91,163 | 0,00    | 188,9 | 0,00    |
| Largo fruto             | 61,081 | 0,00    | 139,3 | 0,00    |
| Ancho fruto             | 39,144 | 0,00    | 122   | 0,00    |
| Peso epicarpo           | 57,284 | 0,00    | 187,9 | 0,00    |
| Peso fruto sin epicarpo | 83,159 | 0,00    | 174,6 | 0,00    |
| Peso pulpa              | 46,961 | 0,00    | 222,7 | 0,00    |
| Peso semilla            | 68,907 | 0,00    | 146   | 0,00    |
| Largo semilla           | 41,523 | 0,00    | 139,7 | 0,00    |
| Ancho semilla           | 18,364 | 0,00    | 80    | 0,00    |

La PC1 está dominada por cargas negativas en todas las variables (Tabla 3), lo que sugiere que este componente principal captura una tendencia general relacionada con el tamaño y peso del fruto. En otras palabras, las mayores magnitudes en estas variables están asociadas con valores más bajos en PC1. Las variables de peso y tamaño (como Ptotalfruto y Largofruto) influyen en PC1 de manera que los frutos más grandes y pesados están asociados con valores negativos en este componente. Por otro lado, la PC2 muestra una combinación de cargas positivas y negativas en variables específicas. Las variables relacionadas con la longitud del fruto y de la semilla (Largofruto y Largosemilla) tienen cargas negativas, mientras que las relacionadas con el ancho (Anchofruto y Anchosemilla) y el peso de las se-

millas (Pespsemilla) tienen cargas positivas. Esto sugiere que PC2 captura contrastes entre dimensiones específicas del fruto y sus partes. Las dimensiones como el largo del fruto y la semilla tienden a influir negativamente en PC2, mientras que las dimensiones como el ancho del fruto y la semilla tienen un efecto positivo.

**Tabla 3.** Correlaciones de PC1 y PC2 con las variables

| Variable         |                  | PC1         | PC2         |
|------------------|------------------|-------------|-------------|
| Ptotalfruto      | Ptotalfruto      | -0.3701793  | -0.04569101 |
| Largofruto       | Largofruto       | -0.2950466  | 0.52925135  |
| Anchofruto       | Anchofruto       | -0.3455574  | -0.39503376 |
| Pescamas         | Pescamas         | -0.3551888  | -0.02805527 |
| Pfrutosinescamas | Pfrutosinescamas | -0.3653129  | -0.04354629 |
| Pesopulpa        | Pesopulpa        | -0.3639098  | 0.05925162  |
| Pesosemilla      | Pesosemilla      | -0.3246989  | -0.0846029  |
| Largosemilla     | Largosemilla     | -0.2852601  | 0.56708581  |
| Anchosemilla     | Anchosemilla     | -0.75492558 | -0.75492558 |

El Índice de Morfometría Corregido de los Frutos (*Imfc*) revela que Pachiza tiene la media y mediana más altas (71,2 y 72,9, respectivamente), indicando que los frutos en esta zona son morfométricamente superiores, con una variabilidad moderada y un intervalo de confianza estrecho (69,7 – 72,8). Yumbatos y Posic tienen medias similares (55,3 y 56,5), aunque Posic muestra mucha más variabilidad en los datos, reflejada en una desviación estándar alta (24,5) y un intervalo de confianza más amplio (53,2 – 59,9). Por otro lado, Tingana tiene la media y mediana más bajas (49,6 y 50,7), lo que sugiere que los frutos en esta zona tienen las características morfométricas más bajas, con una variabilidad moderada y un intervalo de confianza entre 47,8 y 51,4 (Tabla 4). Estos resultados sugieren diferencias claras en las características morfométricas de los frutos (Vargas et al. 2024) entre las zonas de muestreo a través del gradiente altitudinal.

### Forma y rendimiento de los frutos

Los frutos son ovoides (99,5 %) para todas las zonas de muestreo (Lfr/Afr > 1; Fig. 2d), a pesar de que distintos autores los describen como ovoides a elípticos, esféricos, globosos e incluso oblongos (Storti 1993, Toro 2014).

El rendimiento en el conjunto de datos varía desde un mínimo de 8,7 % hasta un máximo de 45,3 %. El primer cuartil fue 19 %, lo que indica que el 25 % inferior de los datos tiene un rendimiento igual o menor a este valor. La mediana fue 22,08 % y muestra que el 50% de los datos se encuentra por debajo de este valor y el 50 % por encima, proporcionando una visión del valor central del rendimiento. La media fue 21,8 %, lo que representa el rendimiento promedio en el conjunto de datos. Finalmente, el tercer cuartil fue 25,2 %, indicando que el 75 % de los datos tienen un rendimiento igual o menor a este valor, y el 25 % superior se encuentra por encima de este umbral.

El rendimiento promedio en SM fue de  $22 \pm 2,5$  % (Yumbatos:25,3%>Tingana:22,3%>Pachiza:20,8%>Posic:19,1%; Fig. 2c), similar a lo reportado por Carvalho y Muller

**Tabla 4.** Tabla descriptiva del índice de morfometría corregido de los frutos (*Imfc*), en cada zona de muestreo

| Zona muestreo | Media | Mediana | DE   | Mín  | Máx  | IC 95% Inf | IC 95% Sup |
|---------------|-------|---------|------|------|------|------------|------------|
| 1: Pachiza    | 71.2  | 72.9    | 11.5 | 45.5 | 100  | 69.7       | 72.8       |
| 2. Yumbatos   | 55.4  | 57.3    | 14.3 | 19.4 | 91   | 53.4       | 57.3       |
| 3. Posic      | 56.6  | 56.3    | 24.3 | 0    | 98.1 | 53.2       | 59.9       |
| 4. Tingana    | 49.6  | 50.7    | 13.2 | 5.43 | 79   | 47.8       | 51.4       |

(2005), a menor altitud; y ligeramente menor a lo reportado por Freitas *et al.* (2021) también a menor elevación.

### Productividad de la palmera aguaje

La densidad de individuos, su altura, número de infrutescencias y número de frutos por infrutescencia; así como la productividad, fueron mayores en Posic y Tingana con elevación mayor a los 800 m (Tabla 5). Estos valores también fueron mayores con respecto a estudios realizados en Manaus y Arauca, en Brasil y Colombia respectivamente (Barbosa *et al.* 2010, Mulato 2018) donde a menor elevación se registró menor productividad. La productividad no necesariamente está relacionada con una mayor elevación sino con la altura de los individuos productivos (Romulo *et al.* 2022), así como con variables climáticas particulares de cada territorio (Núñez y Carreño 2013, Freitas *et al.* 2021) con implicaciones para los patrones de distribución y conservación de la especie (Korsand *et al.* 2013).

**Tabla 5.** Observaciones de *Mauritia flexuosa* y estimación de productividad por zona de muestreo en San Martín, Perú.

| Parámetro  | Pachiza        | Yumbatos      | Posic           | Tingana        |
|--|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| Altura de la palmera (m)                           | 11 ± 3,6       | 13,9 ± 5,1    | 14,7 ± 4        | 15,7 ± 5,1     |
| Densidad de adultos (ha-1)                         | 46             | 62            | 154             | 226            |
| Individuos en fructificación (ha-1)                | 6 (13,05 %)    | 8 (12,9 %)    | 26 (16,9 %)     | 29 (12,8 %)    |
| Nº de infrutescencias                              | 3,9 ± 0,7      | 4,1 ± 0,7     | 4,6 ± 1         | 5,4 ± 1        |
| Nº de frutos por infrutescencia                    | 688,9 ± 225,3  | 364,3 ± 149,9 | 740,3 ± 242,5   | 693,1 ± 281,1  |
| Nº de frutos por palmera                           | 2644,6 ± 967,3 | 1539 ± 767,6  | 3356,6 ± 1293,8 | 3559,6 ± 772,1 |
| Peso de los frutos por infrutescencia (kg)         | 30,3 ± 10,2    | 20,7 ± 6,6    | 42,4 ± 22       | 45,1 ± 23,5    |
| Productividad anual por palmera (kg)               | 117,3 ± 45,3   | 87,8 ± 36,5   | 196,9 ± 114,8   | 228 ± 73,1     |
| Productividad anual por zona de muestreo (Tn ha-1) | 0,70           | 1             | 5               | 6,61           |



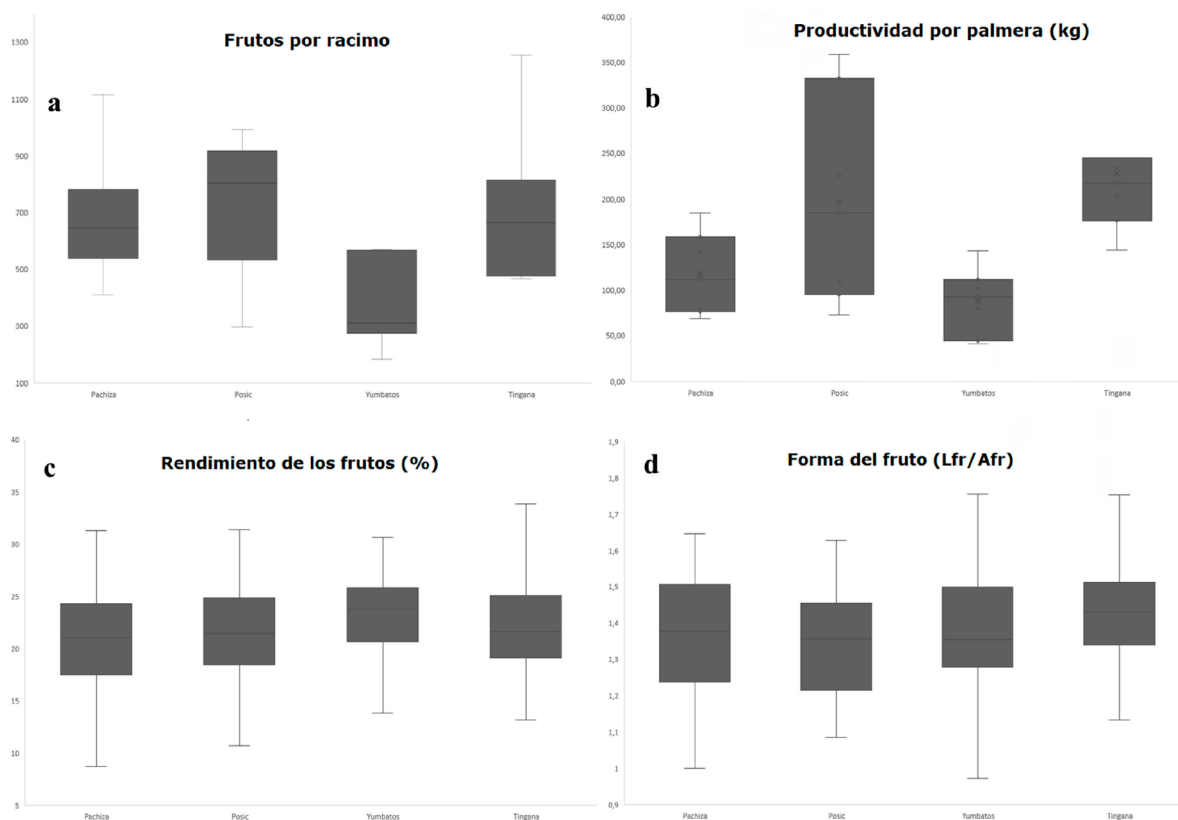
El nivel de antropización de las zonas de muestreo y la ausencia de dosel posiblemente estén afectando la productividad de los individuos en Yumbatos y Pachiza. Diferente escenario fue encontrado en Posic y en Tingana donde se registraron los mayores valores de productividad, en áreas con dosel y poca antropización.

El número de individuos en fase de fructificación fue  $13,9 \pm 2$  % del total de individuos registrado en las zonas de muestreo, similar a lo encontrado por Cabrera y Wallace (2007) en Bolivia. Las palmeras en Yumbatos mostraron menor número de frutos por infrutescencia (Fig. 2a). Existen diferencias en la densidad de individuos (ha<sup>-1</sup>) y en la productividad (kg) entre las palmeras de Tingana y Yumbatos (Fig. 2b). Estas diferencias suelen ser comunes para individuos dentro de una misma población, en distintos años (Urrego *et al.* 2016) y más aún, para poblaciones en distintas regiones amazónicas (Barbosa *et al.* 2010, Romulo *et al.* 2022).

El gradiente altitudinal superior a 800 msnm registró la mayor densidad de individuos (ha<sup>-1</sup>) y número de

frutos por palmera, que varía entre 2000 y 6000 frutos (Leal 2005). Lo anterior es distinto a lo esperado ya que las áreas con mayor densidad de individuos de *M. flexuosa* y productividad han sido encontradas en los aguajales de selva baja o várzea, con elevación menor a 350 msnm (Lähteenoja y Page 2011). Probablemente la protección legal de Tingana, permite tener mejor conservados sus bosques y bajo impacto en la extracción de frutos de *M. flexuosa*; evitando así la erosión genética de la especie. En el caso de Posic, el aprovechamiento de los frutos de *M. flexuosa* mediante técnicas de colecta no destructiva ha permitido la conservación de remanentes rodeados por cultivos de arroz. La estimación de la productividad promedio (3,28 Tn ha<sup>-1</sup>) también fue superior a lo encontrado en Arauca, Colombia (2,13 Tn ha<sup>-1</sup>) (Mulato 2018).

Se identificó a los individuos más productivos para planes de reforestación y manejo de la especie. La variabilidad morfométrica de los frutos sugiere la necesidad de extender este tipo de estudios a otras regiones de la Amazonia como fase preliminar a la constitución de un banco de germoplasma.



**Figura 2.** Promedio  $\pm$  desviación estándar de a) Número de frutos por infrutescencia, b) Productividad por palmera (kg), c) Rendimiento de los frutos (%), d) Forma de los frutos – de *Mauritia flexuosa* en las cuatro zonas de muestreo en San Martín, Perú.

## PARTICIPACIÓN DE LOS AUTORES

QGY y MVO concibieron y diseñaron el estudio. ZGM, GTD y QGY colectaron el material. CGF y GTD realizaron los análisis estadísticos. ZGM y GTD contribuyeron a la adquisición de datos y la interpretación. QGY escribió el manuscrito con la ayuda de MVO, ZGM, CGF y GTD. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final, así como en el levantamiento de observaciones.

## AGRADECIMIENTOS

Al gobierno mexicano quien otorgo una beca a QGY a través de CONACYT (Beca N° 467534).

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores manifestamos libremente que no tenemos conflicto de intereses de ningún tipo en el desarrollo del presente proyecto y manuscrito

## LITERATURA CITADA

- Arancibia DA. 2021. Efecto de la temperatura de deshidratación de la pulpa de tres ecotipos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.), en la capacidad antioxidante, polifenoles totales y antocianinas del aceite extraído por presión en frío en la ciudad de Pucallpa. [Tesis de pregrado]. [Pucallpa]: Universidad Nacional de Ucayali.
- Bandini A, Delgado A, Farias G, Ramalho A, Barbosa R. 2014. Caracterização morfológica de frutos e sementes de *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE) com ocorrência natural na Amazônia Mato-grossense. *Enc. Bios.* 10(18): 852–862.
- Barbosa R, Lima A, Mourão M. 2010. Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. - Arecaceae): estimativas de produtividade de polpa e óleo vegetal em uma área de savana em Roraima. *Amazonia: Ci. & Desenv.* 5(10): 71–86.
- Cabrera WH, Wallace RB. 2007. Densidad, composición y patrón de distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque amazónico de Bolivia. *Ecol. Bol.* 42: 131–135.
- Campos AS, de Souza AM, Rodrigues VG, Lopes PK. 2023. Aspectos biométricos dos frutos e diásporas de *Mauritia flexuosa* provenientes do Cerrado brasileiro. *Cienc. Florest.* 33(1): 1–16. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509866896>
- Endress BA, Horn MC, Gilmore MP. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest. Ecol. Manag.* 302: 346–353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.051>
- Freitas AL, Bardales LR, Pinedo PM, Del Castillo TD, Vásquez VA. 2021. Factores climáticos, fenología reproductiva y biometría de *Mauritia flexuosa* (aguaje) en plantaciones forestales de la Amazonía peruana. *Cienc. Amaz. (Iquitos).* 9(1): 17–30. doi: <https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.317>
- Galeano A, Urrego LE, Sánchez M, Peñuela MC. 2015. Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f. in Colombian Amazon swamp forest. *Aquat. Bot.* 123: 47–53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.02.001>
- Gilmore MP, Endress AB, Horn CM. 2013. The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9: 9–29. doi: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-29>
- Gomes LR, Lopes MT, Bentes JL, Barros WS, Costa NP, Contim LA. 2011. Genetic diversity in natural populations of Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.). *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 11(3): 216–223. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332011000300003>
- Gonzales-Coral A, Jarama-Vilcarromero AR, Chuquival-Tuesta G, Vargas-Isla R. 2006. Colección y evaluación de germoplasma de (*Mauritia flexuosa* L. f.) aguaje en la Amazonía peruana. *Folia Amazon.* 15: (1–2). doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v15i1-2.222>
- Gloor M, Brienens JR, Galbraith D, Feldpausch TR, Schöngart J, Guyot JL, Espinoza JC, Lloyd J, Phillips LO. 2013. Intensification of the Amazon hydrological cycle over the last two decades. *Geophys. Res. Lett.* 40(9):1729–1733. doi: <https://doi.org/10.1002/grl.50377>
- Horn CM, Gilmore MP, Endress BA. 2012. Ecological and socioeconomic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *For. Ecol. Manag.* 267: 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.040>
- Kalliola R, Puhakka M, Salo J, Tuomisto H, Ruokolainen K. 1991. The dynamics, distribution and classification of swamp vegetation in Peruvian Amazonia. *Ann. Bot. Fenn.* 28: 225–239.
- Khorsand RR, Barbosa RI, Koptur S. 2013. How do habitat and climate variation affect phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*? *J. Trop. Ecol.* 29(3): 255–259. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467413000242>
- Lähteenoja O, Page S. 2011. High diversity of tropical peatland ecosystem types in the Pastaza-Maraón basin, Peruvian Amazonia. *J. Geophys. Res.* 116(2): 1–14. doi: <https://doi.org/10.1029/2010JG001508>
- Leal AF. 2005. Condições do extrativismo e aproveitamento das frutas nativas da microrregião de Teresina – Piauí. [Tesis de posgrado]. [Teresina]: Universidade Federal do Piauí.
- Maronna RA, Martin D, Yohai VJ. 2006. Robust Statistics: Theory and Methods. New York: John Wiley Sons. doi: <https://doi.org/10.1002/0470010940>

- Mendes FN, Valente RM, Rêgo MM, Esposito MC. 2017. Reproductive phenology of *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) in a coastal restinga environment in northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 77(1): 29–37. doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.08515>
- Mesa L, Galeano G. 2013. Usos de las palmas en la Amazonia Colombiana. *Caldasia*. 35: 351–369. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.68851>
- [MINAM] Ministerio del Ambiente. 2015. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. Lima: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Mulato JS. 2018. Evaluación de la variación morfométrica de frutos de *Mauritia flexuosa* L.f (Arecaceae) en tres poblaciones silvestres de la Orinoquia colombiana. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad de la Salle.
- Núñez LA, Carreño J. 2013. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia colombiana. En: Lasso CA, Rial A, González V, editores. Morichales y Cananguchales de la Orinoquia y Amazonia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 119–150.
- Quinteros-Gómez Y, Monroy-Vilchis O, Zarco-González M, Endara-Agramont A, Pacheco X. 2021. Floristic composition, structure, and species conservation status of *Mauritia flexuosa* palm swamps in Andean-Amazonian piedmont in the Department of San Martín, Peru. *Rev. Mex. Biodivers.* 92, e923186, 17 pp. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3186>
- Quinteros-Gómez Y, Zarco-González M, Gómez-Ticerán D, Endara-Agramont A, Monroy-Vilchis O. 2023. Effects of human disturbance on above-ground carbon stocks in north-west Amazonian *Mauritia flexuosa* peat swamp forests. *Mires. Peat.* 29(12): 1–19. doi: <https://doi.org/10.19189/MaP.2021.OMB.StA.2300>
- Rocha L, Gomes M, Da Silva J, Silva W, Queiroz P, Serrao L. 2011. Genetic diversity in natural populations of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.). *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 11(3): 216–223. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332011000300003>
- Romulo CL, Gilmore M, Endress BA, Horn C. 2022. *Mauritia flexuosa* fruit production increases with increasing palm height in the Peruvian Amazon. *Plants People Planet.* 4(6): 599–604. doi: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10299>
- Sacramento CK, Faria JC, Lopes F, de Souza W, Gaspar JW, Vieira JB. 2003. Caracterização física e química de frutos de três tipos de Graviolera (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.*, 25(2): 329–331. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200037>
- Sampaio MB, Schmidt IB, Figueiredo IB. 2008. Harvesting Effects and Population Ecology of the Buriti Palm (*Mauritia flexuosa* L.f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. *Econ. Bot.* 62: 171–181. doi: <https://doi.org/10.1007/s12231-008-9017-8>
- [SENAMHI] Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología. c2014. Datos Meteorológicos de las estaciones climáticas de la región San Martín. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Storti E. 1993. Biología floral de *Mauritia flexuosa* LIN. FIL, na região de Manaus, AM, Brasil. *Acta Amazôn.* 23(4): 71–381. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921993234381>
- Ter Steege H., Pitman NC, Sebatier D, Baraloto C, Salomao RP, Guevara JE, Phillips OL, Castilho CV, Magnusson WE, Molino JF, et al. 2013. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, 342: 1243092. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1243092>
- Toro E. 2014. Fenología y producción de frutos de *Mauritia flexuosa* L. f. en cananguchales del sur de la amazonia colombiana. [Tesis]. [Medellín]: Universidad Nacional de Colombia.
- Trujillo-González JM, Torres MA Santana EC. 2011. La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.) un ecosistema estratégico. *Oriñoq.* 15(1): 62–70. doi: <https://doi.org/10.22579/20112629.43>
- Urrego LE, Galeano A, Peñuela C, Sanchez M, Toro E. 2016. Climate-related phenology of *Mauritia flexuosa* in the Colombian Amazon. *Plant. Ecol.* 217: 1207–1218. doi: <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0647-0>
- Van Lent J, Hergoualc'h K, Verchot L, Oenema O, van Groenigen JW. 2018. Greenhouse gas emissions along a peat swamp forest degradation gradient in the Peruvian Amazon: soil moisture and palm roots effects. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 24: 625–643. doi: <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9796-x>
- Vásquez-Ocmín P, Sotero V, Del Castillo D, Freitas L, Maco M. 2009. Diferenciación química de tres morfotipos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f) de la amazonia peruana. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 75(3): 320–328.
- Vargas Y, Palomino F, Pcomucha VS, Puerta RH. 2024. Caracterización morfológica de los frutos y producción de *Mauritia flexuosa* (aguaje). *Rev. Inv. Univ. Nac. Agr. Selva* 14(17): 22–30. doi: <https://doi.org/10.69507/revia.3.14.17.304>
- Véliz C. 2016. Análisis multivariante: Métodos estadísticos multivariantes para la investigación. CENGAGE Learning.

Apéndice 1. Caracterización biométrica de los frutos de *Mauritia flexuosa* L.f. en 4 zonas de San Martín, Perú.

| Zonas de muestreo | Variables morfológicas      | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar | CV % |
|-------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|---------------------|------|
| Pachiza           | Peso fruto (g)              | 22,6   | 65,6   | 44,6  | 9,1                 | 9,1  |
|                   | Largo fruto (cm)            | 4,2    | 6,7    | 5,3   | 0,4                 | 0,4  |
|                   | Ancho fruto (cm)            | 3,0    | 4,7    | 3,9   | 0,4                 | 0,4  |
|                   | Peso epicarpo (g)           | 4,6    | 13,5   | 8,0   | 1,9                 | 1,9  |
|                   | Peso fruto sin epicarpo (g) | 16,3   | 55,0   | 35,9  | 7,6                 | 7,6  |
|                   | Peso pulpa (g)              | 2,6    | 16,1   | 9,4   | 2,7                 | 2,7  |
|                   | Peso semilla (g)            | 13,6   | 37,0   | 26,3  | 5,2                 | 5,2  |
|                   | Largo semilla (cm)          | 3,7    | 6,4    | 4,4   | 0,4                 | 0,4  |
|                   | Ancho semilla (cm)          | 2,4    | 3,8    | 3,1   | 0,3                 | 0,3  |
|                   | Lfr/Afr                     | 1      | 1,65   | 1,37  | ,15                 | 0,1  |
| Yumbatos          | Peso fruto (g)              | 27,8   | 89,3   | 58,7  | 12,1                | 12,1 |
|                   | Largo fruto (cm)            | 4,4    | 6,6    | 5,6   | 0,6                 | 0,6  |
|                   | Ancho fruto (cm)            | 3,0    | 5,0    | 4,2   | 0,3                 | 0,3  |
|                   | Peso epicarpo (g)           | 5,9    | 17,5   | 11,0  | 2,3                 | 2,3  |
|                   | Peso fruto sin epicarpo (g) | 19,8   | 72,4   | 46,3  | 10,3                | 10,3 |
|                   | Peso pulpa (g)              | 3,3    | 25,3   | 14,9  | 4,1                 | 4,1  |
|                   | Peso semilla (g)            | 7,1    | 47,9   | 31,1  | 6,7                 | 6,7  |
|                   | Largo semilla (cm)          | 3,3    | 5,5    | 4,6   | 0,5                 | 0,5  |
|                   | Ancho semilla (cm)          | 2,3    | 5,0    | 3,2   | 0,3                 | 0,3  |
|                   | Lfr/Afr                     | 1,09   | 1,85   | 1,35  | 0,14                | 0,1  |
| Posic             | Peso fruto (g)              | 19,7   | 109,5  | 57,4  | 21,0                | 21,0 |
|                   | Largo fruto (cm)            | 3,7    | 7,8    | 5,8   | 1,0                 | 1,0  |
|                   | Ancho fruto (cm)            | 3,1    | 5,2    | 4,2   | 0,5                 | 0,5  |
|                   | Peso epicarpo (g)           | 4,3    | 19,5   | 10,5  | 3,9                 | 3,9  |
|                   | Peso fruto sin epicarpo (g) | 12,0   | 87,2   | 45,1  | 17,1                | 17,1 |
|                   | Peso pulpa (g)              | 3,0    | 26,0   | 11,2  | 5,0                 | 5,0  |
|                   | Peso semilla (g)            | 4,5    | 82,6   | 33,7  | 12,8                | 12,8 |
|                   | Largo semilla (cm)          | 3,0    | 6,2    | 4,5   | 0,8                 | 0,8  |
|                   | Ancho semilla (cm)          | 2,3    | 4,8    | 3,4   | 0,4                 | 0,4  |
|                   | Lfr/Afr                     | 0,97   | 1,76   | 1,37  | 0,16                | 0,1  |

(Continúa)

| Zonas de muestreo | Variables morfométricas     | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar | CV % |
|-------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|---------------------|------|
| Tingana           | Peso fruto (g)              | 33,2   | 103,4  | 63,2  | 11,2                | 11,2 |
|                   | Largo fruto (cm)            | 4,9    | 8,1    | 6,1   | 0,7                 | 0,7  |
|                   | Ancho fruto (cm)            | 3,5    | 5,1    | 4,3   | 0,3                 | 0,3  |
|                   | Peso epicarpo (g)           | 6,2    | 17,8   | 11,6  | 2,5                 | 2,5  |
|                   | Peso fruto sin epicarpo (g) | 22,8   | 85,5   | 50,5  | 9,3                 | 9,3  |
|                   | Peso pulpa (g)              | 8,1    | 22,0   | 13,9  | 2,7                 | 2,7  |
|                   | Peso semilla (g)            | 8,9    | 65,0   | 36,3  | 8,0                 | 8,0  |
|                   | Largo semilla (cm)          | 4,1    | 7,2    | 5,1   | 0,6                 | 0,6  |
|                   | Ancho semilla (cm)          | 2,3    | 4,8    | 3,3   | 0,3                 | 0,3  |
|                   | Lfr/Afr                     | 1,13   | 1,75   | 1,43  | 0,14                | 0,1  |

SM: San Martín, Zonas de muestreo: Zona de muestreo, CV: Coeficiente de variación