

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS FRUTOS Y PRODUCCIÓN DE *Mauritia flexuosa* (AGUAJE)

### Morphological characterization of fruits and production of *Mauritia flexuosa* (aguaje)

Ytavclerh Vargas<sup>1</sup> ; Frits Palomino<sup>2</sup> ; Vicente Pocomucha<sup>3</sup> ; Ronald Puerta<sup>4</sup> 

1: Docente Principal de la Facultad de Recursos Naturales, ORCID: 0000-0001-8168-5758, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú, correo: ytavclerh.vargas@unas.edu.pe, teléfono: 943 204 772

2: Maestría de la Escuela de Posgrado-UNAS, ORCID: 0000-0001-8168-5758, correo: frits.palomino@unas.edu.pe, teléfono: 949 937 942

3: Docente Principal de la Facultad de Recursos Naturales, ORCID: 0000-0003-1292-6583, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú, correo: vicente.pocomucha@unas.edu.pe, teléfono: 950 631 965

4: Docente Asociado de la Facultad de Recursos Naturales, ORCID: 0000-0001-5777-7855, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú, correo: ronald.puerta@unas.edu.pe, teléfono: 901 427 295

#### RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de caracterizar la producción de frutos de aguaje en plantaciones del Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, Perú. Se utilizaron tres plantaciones a campo abierto de *Mauritia flexuosa* (aguaje) con una edad de 12 años, a las palmeras se le midió la altura total, altura de la inserción del racimo, diámetro de copa y se contó las hojas, luego se cosecharon los frutos procediendo a medir al racimo, contar los frutos/racimos, frutos/raquilla y determinar la cantidad de frutos/saco, algunos frutos fueron utilizados para medir el diámetro, pesarlos y conocer su volumen, luego se procedió a madurarlas para pesar la pulpa con el propósito de estimar el rendimiento; los datos fueron analizados mediante la estadística descriptiva. Como resultados, la proporción de sexos en las plantaciones suelen equipararse en 50 % entre plantas masculinas y femeninas; la longitud de los frutos en largo y ancho fue 6,01 y 4,56 cm respectivamente. El número de frutos en plantas sobresalientes fue 3,400 unidades, el promedio de pulpa fue 19,01 g/fruto y 37,15 kg/planta. Se seleccionaron 64 plantas femeninas como mejores ideotipos considerando la precocidad productiva, mayor cantidad de racimos por planta y periodos de reposo de un año. Para las plantas masculinas se seleccionó 21 individuos con características sobresalientes como menor tiempo de inicio de floración, mayor cantidad de inflorescencias y menor tiempo en reposo, características imprescindibles para implementar programas de mejoramiento genético.

**Palabras clave:** Ideotipos, indicadores morfométricos, pulpa, racimo, rendimiento.

#### ABSTRACT

The study was conducted with the aim of characterizing the fruit production of *Mauritia flexuosa* (aguaje) in plantations at the Tulumayo Research and Production Center of the National Agrarian University of the Jungle in Tingo María, Peru. Three open-field plantations of 12-year-old *Mauritia flexuosa* (aguaje) were used. The total height, height of the cluster insertion, crown diameter, and leaf count of the palm trees were measured. Then, the fruits were harvested, and measurements were taken of the cluster, fruit clusters, fruits per rachis, and the quantity of fruits per sack. Some fruits were used to measure diameter, weight, and volume, and then they were ripened to weigh the pulp in order to estimate yield. The data were analyzed using descriptive statistics. As a result, the sex ratio in the plantations tends to be balanced at 50% between male and female plants. The length and width of the fruits were 6.01 and 4.56 cm, respectively. The number of fruits in outstanding plants was 3,400 units, with an average pulp weight of 19.01 g/fruit and 37.15 kg/plant. 64 female plants were selected as the best ideotypes considering productive precocity, a higher number of clusters per plant, and one-year resting periods. For male plants, 21 individuals were selected based on outstanding characteristics such as shorter flowering initiation time, a higher number of inflorescences, and shorter resting periods, essential traits for implementing genetic improvement programs.

**Keywords:** Ideotypes, morphometric indicators, pulp, bunch, yield.

## I. INTRODUCCIÓN

En la región de la selva peruana aproximadamente en las dos últimas décadas no se ha promovido el cultivo de *M. flexuosa*, importante recurso natural por su contribución económica, social y ambiental, aun cuando existe áreas con un gran potencial para este cultivo, lo que es corroborado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP, 2010), al señalar que no existían plantaciones en monocultivo pero si encontraron en sus huertos u otras áreas pequeñas, donde las familias arrojaban las semillas logrando prosperar y adaptarse a condiciones de calidad de sitio diferente a su hábitat natural. Del mismo modo el IIAP desde el año 1999 hasta la actualidad vienen realizando estudios relacionados con el mejoramiento genético de *M. flexuosa* mediante la colecta de germoplasma e instalación en pequeñas parcelas. Lo propio viene sucediendo en el ámbito de la región Huánuco, no se tiene conocimiento del establecimiento y manejo satisfactorio de plantaciones de *M. flexuosa* a excepción de la Universidad Nacional Agraria de la Selva que en los últimos 12 años ha establecido plantaciones en su Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD), las mismas que se encuentran en estado de crecimiento juvenil e iniciando su producción.

A pesar de ser una especie de gran importancia económica, la información como resultado del manejo y el comportamiento de plantaciones establecidas es escasa. A ello se suma la insuficiente investigación orientada a la conservación de germoplasmas y mejoramiento genético para la obtención de ideotipos seleccionados que acrediten buenos estándares de producción y calidad de frutos para atender programas de repoblamiento y manejo de futuras plantaciones. Esto hace que actualmente exista un vacío de información relacionados con la producción y rendimientos productivos de frutos y pulpa de *M. flexuosa* provenientes de plantaciones macizas.

Es este entorno, la investigación pretende generar información sobre la caracterización de frutos de *M. flexuosa* y su variabilidad en las plantaciones establecidas en la UNAS; básica para planificar, implementar programas de mejoramiento genético y reproducción masiva en base a plantas ideales con características de precocidad, menor porte de planta, frutos grandes, mayor rendimiento de frutos y pulpa.

La información generada de la investigación son importantes para quienes tengan interés y tomen decisiones asertivas para futuros proyectos y posibles aplicaciones como estudiantes, técnicos, investigadores y sobretodo agricultores que deseen incursionar en el cultivo de *M. flexuosa* para recuperar y/o aumentar la capacidad productiva mediante el repoblamiento de plantas cuyas

características de producción posean un alto rendimiento y buena calidad como una alternativa viable que coadyuve a mejorar sus condiciones económicas y aliviar la pobreza. En este contexto, el objetivo del estudio fue caracterizar las plantas y frutos de *M. flexuosa* con fines de seleccionar mejores ideotipos para la mejora genética en plantaciones macizas del Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la UNAS en Tingo María.

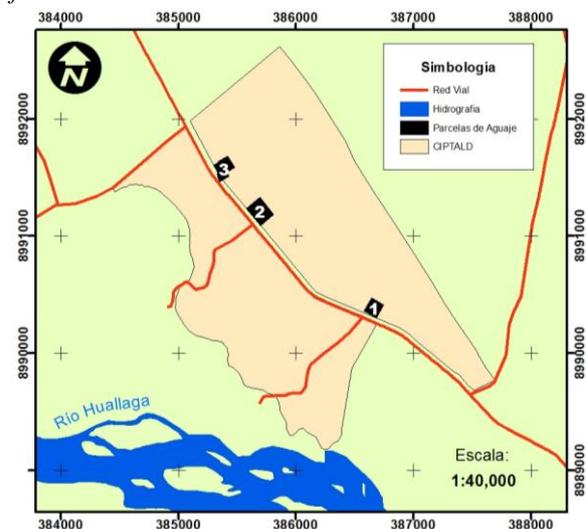
## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en tres parcelas con plantaciones de *M. flexuosa* establecidas a campo abierto en el CIPTALD, propiedad de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado a 26,5 km entre la ciudad de Tingo María y la localidad de Aucayacu, localizado geográficamente en la amazonia peruana cuenca media del río Huallaga, comprendido entre las coordenadas: E = 386678 m, N = 8990294 m; E = 385698 m, N = 8991223 m; E = 385393 m, N = 8991463 m correspondientes a las plantaciones (Figura 1). Ecológicamente está circunscrito en la zona de vida de bosque muy húmedo Sub Tropical (bmh-ST) con una temperatura promedio anual de 25,65 °C, humedad relativa de 83,8%, precipitación acumulada de 3 012,8 mm/año y una altitud de 628 msnm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2018). Los suelos tienen una conformación típica de llanura, cuyo relieve está comprendido entre 1 y 5 % de pendiente y una textura de franco arcilloso que dificulta el drenaje en la época de mayor precipitación, comprendido entre los meses de noviembre a abril, donde están expuestas a inundaciones estacionales.

**Figura 1**

Mapa de ubicación de las plantaciones de *M. flexuosa*



## 2.2. Metodología

La caracterización morfológica de los frutos y producción de *M. flexuosa* se realizó en la fase fenológica de maduración de frutos comprendido entre los meses de octubre a febrero, en base a los descriptores de caracterización para *M. flexuosa* elaborado por Freitas et al. (2006), se accedió a las plantaciones en donde se realizó la identificación del sexo de las plantas considerando como indicador la presencia de inflorescencias masculinas o femeninas y en el caso de la ausencia de las mismas se consideraron como palmas juveniles y/o en descanso, luego se utilizó una vara graduada con la cual se realizó las mediciones de la altura total, altura de inserción del racimo, seguidamente se procedió a medir la circunferencia del estípite empleando una cinta métrica que se colocó a una altura de 1,30 cm sobre el suelo; además se realizó el conteo de la cantidad de hojas banderas que se caracterizaban por encontrarse abiertas.

Otra de las acciones llevadas a cabo fue la cosecha de los frutos para lo cual se utilizó una escalera metálica con la cual se procedió alcanzar los racimos y se las cortó con un machete, estando en la parte alta se midió parte del pedúnculo que sobró como resultado del corte, luego al descender se complementaba la medición de la longitud de los culmos, se contabilizó la cantidad de raquillas en los racimos, la cantidad de frutos por raquillas y se llenaban en los sacos para que luego se proceda a contar la cantidad de frutos que se necesitaba para llenar un saco. Seguidamente se tomó una muestra de 10 frutos por palmera cosechada, los mismos que se trasladaron al Laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en donde se les pesó, se les midió la longitud polar y el diámetro ecuatorial con un vernier mecánico, asimismo se le sometió a madurar para conocer la cantidad de pulpa que se obtiene por cada fruto de *M. flexuosa*.

Para seleccionar los mejores ideotipos y definir las plantas madre posibles, se consideró los atributos como: precocidad, rendimiento de racimos/planta y espesor de pulpa de los frutos (González y Torres, 2010). Los datos de la caracterización se analizaron empleando la estadística descriptiva (Mínimo, máximo, media o promedio geométrico, desviación estándar y coeficiente de variación), y para buscar el ideotipo de la palmera más sobresaliente a los 12 años de edad; se consideró las variables de precocidad, rendimiento de racimos por planta y espesor de pulpa de los frutos.

## III. RESULTADOS

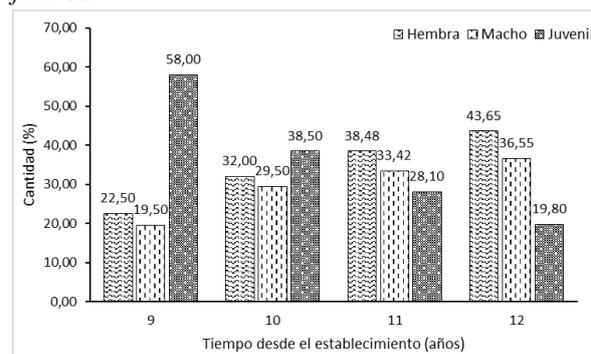
### 3.1. Caracterización de los indicadores morfométricos de las plantas de *M. flexuosa*

El comportamiento de la aparición de inflorescencias fue gradual durante el periodo de ejecución del estudio presentando a los nueve años de establecido 22,50 % de plantas femeninas y un 19,50 % de masculinas, incrementándose a los 12 años a 43,65 % las plantas femeninas, existiendo un 19,80 % de plantas juveniles que no emitieron sus inflorescencias (Figura 2).

Las palmeras con 12 años de establecido reportan alta variabilidad de sus datos respecto a las variables morfométricas, donde se encontró plantas desde 3,1 m hasta individuos muy altos que alcanzaron los 14 m de su altura total. La emisión de racimos se inició a la altura de 1,0 m sobre el suelo, siendo la altura promedio de 2,65 m. La cantidad en promedio para las hojas fue de 11,66 y para el diámetro de copa fue de 8,97 m importante para tomar decisiones sobre el distanciamiento adecuado para futuras plantaciones (Tabla 1).

**Figura 2**

*Comportamiento del sexaje en las plantas de M. flexuosa*



**Tabla 1**

*Características morfométricas de las plantas de M. flexuosa*

Variables morfológicas	N	Mínimo	Máximo	Mediana	CV (%)
Altura total (m)	20	3,10	14,00	10,19	19,42
Altura de inserción del racimo (m)	85	1,00	4,66	2,65	26,87
Cantidad de hojas/planta	20	1,00	23,00	11,66	28,61
Diámetro de copa (m)	20	2,70	12,95	8,97	19,59

N: cantidad de datos

Mínimo: Valor mínimo encontrado en al menos una repetición

Máximo: Valor máximo registrado en al menos una repetición

CV (%): Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

### 3.2. Descripción de las características morfométricas de los frutos de *M. flexuosa*

Los frutos registraron valores desde 3,49 hasta 8,46 cm de diámetro mayor (polar), siendo la media de 6,01 cm; para el diámetro menor (ecuatorial) se obtuvo valores desde 3,26 hasta 6,16 cm con una media de 4,56 cm. Las semillas presentaron medias de 4,77 cm de diámetro mayor y 3,36 cm respecto al diámetro menor, con un peso promedio de 37,28 g y 30,88 cm<sup>3</sup> de volumen. El espesor de la pulpa de los frutos alcanzó dimensiones desde 0,11 hasta 0,55 cm, con una media de 0,32 cm. Las dimensiones correspondientes a los diámetros de los frutos y semillas fueron las que presentaron datos más homogéneos, mientras que, para el caso del volumen de frutos, se observó valores muy heterogéneos (Tabla 2).

**Tabla 2**  
*Características morfométricas de los frutos de M. flexuosa*

Componente	Características	N	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Fruto	Diámetro mayor (cm)	46 2	3,49	8,46	6,01	15,77
	Diámetro menor (cm)	46 2	3,26	6,16	4,56	11,83
	Peso (g)	46 2	13,85	175,50	75,71	37,52
	Volumen (cm <sup>3</sup> )	46 2	15,00	160,00	71,10	39,63
	Diámetro mayor (cm)	46 2	3,37	7,80	4,77	14,89
Semilla	Diámetro menor (cm)	46 2	2,26	4,82	3,36	11,60
	Peso (g)	46 2	18,42	87,54	37,28	30,94
	Volumen (cm <sup>3</sup> )	46 2	10,00	75,00	30,88	34,21
Pulpa	Espesor (cm)	46 2	0,11	0,55	0,32	24,93

N: cantidad de datos

Mínimo: Valor mínimo encontrado en al menos una repetición

Máximo: Valor máximo registrado en al menos una repetición

CV (%): Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

### 3.3. Determinación del rendimiento de los frutos de *M. flexuosa*

Presentaron valores desde 1,0 hasta 10,0 racimos/planta, alcanzando una media de 4,57 racimos por individuo. En caso de las raquillas se encontró con ausencia de frutos hasta un máximo de 51 frutos contenidos en una sola raquilla con una media de 12,07 frutos. La máxima cantidad de frutos encontrados por racimo fue de 1 080 con una media de 422,13 frutos/racimo. La cantidad de frutos por kilogramo alcanzó una media de 15,96 unidades. El peso promedio de un saco comercial con frutos fue de 56,02 kg, variable que presentó mayor homogeneidad de los resultados, siendo contrariamente la dispersión

de los datos respecto a la cantidad de frutos estimados por palmera (Tabla 3).

**Tabla 3**  
*Estadísticos descriptivos en el rendimiento de frutos de M. flexuosa*

Variables cuantitativas	N	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Racimos con frutos por palma	82	1,00	10,00	4,57	20,55
Raquillas con frutos por racimo	375	12,00	54,00	35,02	12,64
Cantidad de frutos por raquilla	928	0,00	51,00	12,07	16,06
Cantidad de frutos por racimo	223	48,00	1 080,00	422,13	21,90
Cantidad de frutos por palma	82	108,00	3 400,00	1 285,35	28,80
Número de frutos/kg	82	6,62	37,04	15,96	13,57
Cantidad de sacos por palma	82	0,25	4,25	1,59	23,61
Cantidad de frutos por saco de 50 kg	43	345,00	1 316,00	754,67	17,63
Peso de un saco con frutos (kg)	43	46,64	69,80	56,02	7,99

N: cantidad de datos; CV (%): Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

### 3.4. Determinar el rendimiento de la pulpa de *M. flexuosa*

La estimación del rendimiento anual de pulpa considerando la proporción de las plantas hembras hasta los 12 años de establecido, la proporción de plantas en reposo y la densidad de establecimiento, se obtuvo en las plantaciones instaladas a 10 m x 15 m en promedio 1,24 toneladas/hectárea, en caso de la plantación a 10 m x 12 m se logró producir en promedio 1,07 toneladas/hectárea con la misma proporción de plantas femeninas y masculinas, mientras que a 10 m x 8,0 m se obtuvo un rendimiento de 1,52 toneladas/hectárea, constituyendo estos resultados muy heterogéneos por las variaciones de rendimiento entre palmeras (Tabla 4).

**Tabla 4**  
*Estadísticos descriptivos en el rendimiento de pulpa de M. flexuosa*

Variables respecto al rendimiento	N	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Cáscara (g)	300	5,87	27,00	13,03	32,14
Pulpa (g)	300	6,65	42,97	19,01	41,51
Pulpa/planta (kg)*	141	7,42	96,67	37,15	46,06

Variables respecto al rendimiento	N	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Pulpa/ha (tn) - 10 m x 15 m (parcela I)*	27	0,38	1,92	1,24	36,92
Pulpa/ha (tn) - 10 m x 12 m (parcela II)*	48	0,25	2,63	1,07	51,91
Pulpa/ha (tn) - 10 m x 08 m (parcela III)*	66	0,32	3,22	1,52	44,37

N: cantidad de datos; CV (%): Coeficiente de variación

\*Valor estimado (plantas en producción y plantas en descanso).

### 3.5. Selección de mejores ideotipos de *M. flexuosa* para programas de mejoramiento genético

La selección de los mejores ideotipos de plantas femeninas se caracterizó por ser relevantes en el tiempo que necesitaron para iniciar la floración (menor años desde establecido), presentar la mayor cantidad de racimos hasta los 12 años de establecido y presentar menor periodos de reposo, siendo identificados 64 individuos distribuidos en 12, 28 y 24 plantas en las parcelas I, II y III respectivamente (Tabla 5).

Para el caso de las plantas masculinas, también se consideró características favorables sobre el menor tiempo de floración desde el establecimiento, la mayor producción de polen para fecundar los frutos femeninos que es traducido en mucha más cantidad de inflorescencias acumuladas y que el individuo presente menor cantidad de tiempo en reposo, logrando registrar a 21 individuos distribuidos en 2, 14 y 5 plantas correspondientes a las parcelas I, II y III respectivamente (Tabla 6).

**Tabla 5**

*Plantas femeninas de M. flexuosa consideradas como mejores ideotipos*

Códigos en la parcela I	Códigos en la parcela II	Códigos en la parcela III
1-2-1	2-1-10	3-2-3
1-4-4	2-2-7	3-2-9
1-4-8	2-3-1	3-2-14
1-5-4	2-3-2	3-3-4
1-5-8	2-4-2	3-3-11
1-6-5	2-4-3	3-3-12
1-6-8	2-5-4	3-4-1
1-8-5	2-11-4	3-4-4
1-10-1	2-11-6	3-4-11
1-11-4	2-12-7	3-5-3
1-11-7	2-13-8	3-5-11

Códigos en la parcela I	Códigos en la parcela II	Códigos en la parcela III
1-12-1	2-14-2	3-6-3
	2-14-4	3-6-8
	2-14-5	3-6-9
	2-15-4	3-6-10
	2-15-5	3-7-5
	2-15-8	3-7-6
	2-15-9	3-9-8
	2-16-3	3-9-10
	2-16-8	3-12-9
	2-17-1	3-12-13
	2-17-8	3-14-3
	2-17-12	3-15-10
	2-18-10	3-17-10
	2-19-4	
	2-19-6	
	2-19-10	
	2-19-11	

**Tabla 6**

*Plantas masculinas de M. flexuosa consideradas como mejores ideotipos*

Códigos de la parcela I	Códigos de la parcela II	Códigos de la parcela III
1-9-5	2-1-8	3-2-7
1-10-6	2-2-1	3-3-2
	2-6-1	3-9-13
	2-8-6	3-12-7
	2-13-3	3-13-15
	2-13-4	
	2-13-5	
	2-15-1	
	2-16-2	
	2-16-5	
	2-18-1	
	2-18-3	
	2-19-9	
	2-19-12	

## IV. DISCUSIÓN

El sexo registró un comportamiento habitual de emisión de inflorescencias con la edad de las plantaciones permitiendo definir el sexaje de las plantas (Figura 2), que fueron los esperados y concordantes con los resultados reportados por (Freitas et al., 2019), pauta que obedece a la duración en la fase juvenil de algunos individuos que tardan en alcanzar su madurez reproductiva, muy común en la especie y que fue evidente observar a lo largo del tiempo que fueron evaluadas las plantaciones. Además, para que una planta pueda comenzar a florecer es necesario que se encuentre en la etapa vegetativa adulta (Pintos, 2012). Teniendo en consideración que únicamente las plantas femeninas son las que producen frutos, es importante resaltar que

a los doce años de edad la proporción de plantas femeninas fue cerca al 50%, situación que, según estudios realizados para la especie en poblaciones naturales, la proporción entre plantas femeninas y masculinas es alrededor de 50-50. Al respecto según Urrego (1987), en un estudio realizado en Araracuara, Colombia reporta que la proporción de sexos fue de 49 y 51% de plantas femeninas y masculinas, lo que se corrobora con los resultados del presente estudio.

Con respecto al crecimiento en alturas a tasas diferentes de las plantas en los periodos considerados (Tabla 1), se debe a las condiciones físicas y químicas del suelo por presentar deficiencias nutricionales y problemas de compactación por el pisoteo de ganado vacuno al ser sometido a pastoreo periódicamente, lo que es corroborado por (García et al., 1992), quienes argumentan que la altura promedio es sensible a la edad, densidad y calidad de sitio. En virtud de estas argumentaciones no es posible adjudicar tasas de crecimientos diferentes en el caso de la edad porque las plantas poseían la misma edad. Otro factor como la especie, también podría haber influenciado en el rango diferenciado de la altura total de las plantas porque algunas plantas han crecido notablemente aun cuando las semillas procedieron de una misma planta madre, hecho que es corroborado por Rojo et al. (2005), al complementar y puntualizar entre los factores mencionados por (García et al., 1992), que en el ámbito forestal el crecimiento es considerado como una función que depende también de la especie. Las otras variables morfológicas como altura de inserción del racimo, cantidad de hojas por planta y diámetro de copa, también muestran un comportamiento parecido a la altura total, seguramente por factores como tipo de suelo, fisiografía y las condiciones climatológicas que influyen en el crecimiento de las plantas como refieren (Villasana y Suárez, 1997), además de factores genéticos (Alencar, 1994).

Con relación a los valores consignados sobre las características de los frutos en promedio (Tabla 2) son mayores al contrastar con los reportados por Gonzales et al. (2006), que obtuvieron valores en promedio de frutos de 5,37 y 3,90 cm de largo y ancho; mientras para la semilla de 4,0 y 2,91 cm respectivamente. De acuerdo con el intervalo presentado para la longitud del fruto por Lorenzi (2004), de 3,7 a 5,3 cm fue también inferior al valor promedio del diámetro mayor alcanzado en este estudio de 6,01 cm. Lo propio sucedió con respecto al peso promedio del fruto y semilla que para el presente estudio fue superior en 16,03 y 9,96 g a lo reportado por (Gonzales et al., 2006). También en el estudio realizado por Dos Santos (2014), sobre la variación biométrica de *M. flexuosa* en el norte del Estado de Minas Gerais, Brasil, exteriorizó valores inferiores para el peso del fruto y semilla con valores de 19,60 ± 5,93 y 6,988 ± 2,52 g respectivamente.

Las variaciones en cuanto a los valores encontrados sobre las características de los frutos de *M. flexuosa* (Tabla 2) y al ser cotejados con los reportados por los investigadores antes mencionados es bastante discutible, debido a la gran influencia de las variaciones altitudinales, calidad del suelo, el clima, edad de las plantas y del sistema de plantación (diferente composición y estructura de la vegetación) en razón que las plantaciones materia del presente estudio correspondió a un monocultivo. En este contexto, las variaciones morfométricas de los frutos y las semillas pueden explicarse por factores exógenos y endógeno, como humedad del suelo, fotoperíodo y luminosidad, o factores hormonales y factores genéticos (Piña y Piratelli, 1993).

Los valores de la Tabla 3 indican que, existen diferencias marcadas sobre la cantidad de racimos con frutos/planta aun cuando la media fue de 4,57; debido a que las plantas estaban experimentando su primera fructificación, lo que es corroborado por Gonzáles y Torres (2010), al señalar que las plantas de *M. flexuosa* emiten de dos a cuatro racimos en el primer año. También otras plantas después de producir de 8 a 9 racimos al siguiente año entraron en reposo o bajo su producción a uno a dos racimos, suceso que según Alba et al. (2001), pueden variar de manera significativa anualmente en las mismas plantas, esta característica puede estar correlacionada con algunos factores del clima y la madurez de la planta (Cain y Shelton, 2000). En cuanto al valor promedio del número de racimos/planta son similares a los presentados por Mulato (2018), en la región de la Orinoquia, Colombia en tres poblaciones silvestres con promedio de 5,35 racimos/planta, mientras que en el Perú reportados por Gonzáles y Torres (2010) y Ochoa (2011), fue de 5 y 5,65 respectivamente evaluados en ecosistemas de aguajales naturales. Así mismo otros estudios realizados en el CIPTALD por Vargas et al. (2018), fue de 5,75 en plantaciones de 10 años de edad, Medina (2018) y Caldas (2019), precisaron valores de 6 y 4,15 racimos/planta respectivamente en plantaciones de 11 años de edad bajo un manejo tradicional. Y lo dado a conocer por Freitas et al. (2019), valores promedios ( $\pm$  error estándar) de 2,64  $\pm$  0,19 y 3,39  $\pm$  0,26 en dos plantaciones de 12 años de edad establecidas en marco real y quinconce con distanciamiento de 7 y 8 m entre plantas respectivamente. Con respecto al número de raquillas con frutos/racimo es escasa la diferencia en comparación a lo reportado por Medina (2018), que fue en promedio de 35,31 raquillas evaluadas en las mismas parcelas del presente estudio, lo que se evidencia que estos resultados son bastante consistentes con el comportamiento de este descriptor. Para las variables cantidad de frutos/racimo y cantidad de frutos/palma son menores con lo obtenido por Caldas (2019), en 15,57 y 40,22% respectivamente, se debe a que el mínimo de frutos/planta fue de 108. Estas diferencias se deben a la caída de las flores y frutos que se presentó entre los

meses de diciembre y marzo, lo que es corroborado por Bastidas et al. (2013), al señalar que en las palmeras los abortos se presentan con mayor frecuencia en época de verano, fenómeno que se conoce como “expresión aborto de inflorescencias” así mismo posiblemente debido a la “expresión malogro de racimos” que se debe a la pérdida de racimos por ausencia de fructificación causado por diferentes factores como impedimento físico, fisiológico o genético, como: falta de polen, cubierta fibrosa, enfermedades, esterilidad femenina, impidiendo la fecundación de las flores causando el aborto de los frutos en formación o malogro del racimo, lo que redundaría directamente con la cantidad de frutos/planta. Con respecto al promedio de frutos/kilogramo de 15,96 unidades fue inferior en comparación a lo reportado por Navarro (2006), cuyo promedio consignó en 21 unidades/kilogramo, esta diferencia fue por el mayor tamaño de los frutos determinados en el presente estudio. Para la cantidad de sacos/palma de acuerdo con el promedio es relativamente bajo (1,59), esto obedece a que la producción de frutos en algunas plantas fue mínima, por estar en su primera producción o por el aborto de frutos, sumándose a ello también el tamaño de los frutos. En relación a la cantidad de frutos/saco al contrastar con lo señalado por Gonzales y Torres (2010), entre 600 a 1 000 frutos, se enmarca en este rango cuyo valor en promedio se determinó en 754,67 unidades/saco, pero en cuanto al rango es de mayor amplitud al estar comprendido entre 345,00 y 1 316,00 unidades/saco que en promedio los sacos tuvo un peso de 56,02 kg, lo que depende del tamaño de los frutos, es decir cuanto más grande son los frutos menor cantidad entran por saco, porque las dimensiones con respecto a la longitud y diámetro de los frutos para la presente investigación fueron superiores, así como el peso de los frutos con respecto a los valores reportados por otros autores como Gonzales et al. (2006); Lorenzi (2004) y Dos Santos et al., (2014).

De manera general, a partir de los resultados de la investigación (Tabla 3) y de las publicaciones mencionadas en el párrafo anterior, los valores de las variables estudiadas son similares en algunos casos y en otros difieren, comportamiento que probablemente está determinado tanto por la constitución genética de la planta como por las condiciones ambientales como el clima, suelo, nutrientes en del suelo, plagas, enfermedades, etc., y el manejo agronómico en caso de plantaciones. Bastidas et al. (2013), al respecto afirma que los componentes genotipo o ambiente influye sobre la variación en la planta dependiendo de la característica en estudio, así, por ejemplo, la producción de fruto depende en mayor proporción de los factores ambientales y en menor proporción del genotipo. La variación en los tipos de fruto se debe en un 100% al genotipo de la palma, independiente de los factores ambientales.

Contrastando los valores de las variables de rendimiento (cáscara y pulpa) del presente estudio (Tabla 4) fue superior con los reportados por otros autores como Gonzales et al. (2006), que encontró valores promedios de 11,15 y 15,55 g para la cascara y pulpa respectivamente en un trabajo de evaluación de la composición del fruto en poblaciones naturales, chacras y huertos de agricultores en la región de Loreto, Perú; y Vargas et al. (2018), en plantaciones de 10 años en la región Huánuco obtuvieron valores en promedio de 11,43 y 16,49 g. Los resultados superiores alcanzados en este estudio se asumen a heredabilidad, diferencias en el hábitat (plantación a campo abierto) y mayormente a las prácticas agronómicas a la que estuvieron sometidas las plantaciones (control de maleza, poda y abonamiento), que ha permitido un mayor tamaño de los frutos, sustento que se fortalece al señalar que, la cantidad de pulpa en fruto, es un carácter afectado por el tamaño del fruto, tamaño de la semilla y espesor del cáscara, condiciones que constituyen buena aptitud para la herencia en razón que la heredabilidad para el carácter es alta, se estima en 0,6 (Bastidas et al., 2013).

Habiéndose evaluado el comportamiento del crecimiento y desarrollo de las plantaciones de *M. flexuosa* y la necesidad de seleccionar los mejores ideotipos para realizar programas de mejoramiento genético (Tablas 5 y 6), ha permitido conocer e identificar plantas que se destacaron por su precocidad que se inició a los 7 años de edad, mayor cantidad de racimos por planta que oscilo de 8 a 10 unidades y menor periodo de reposo es decir mínimo de un año. Considerando estudios ejecutados por el IIAP (2010), refieren que una planta ideal de *M. flexuosa* para el desarrollo del cultivo acorde con la fruticultura moderna y para su uso agroindustrial, debe cumplir entre otras características como: inicio de inflorescencia al séptimo año de cultivo, inicio de la producción comercial a los diez años de establecida la plantación, producción de racimos/año mayor a cinco racimos. Al respecto las plantas identificadas como los mejores ideotipos para este estudio cumplieron con las condiciones referidas en razón que iniciaron su inflorescencia y producción comercial de sus frutos a los siete años de edad y el promedio de racimos/planta/año estuvo próximo a cinco unidades.

## V. CONCLUSIONES

Existieron diferencias en las características morfométricas de las plantas de *M. flexuosa*, respecto al porte medio de planta (máximo 14 m de altura total) y altura de inserción del racimo (máximo de 4,66 m); sin embargo, la proporción de sexos tendió a equipararse con la edad de las plantaciones a una proporción del 50% entre plantas masculinas y femeninas.

Las características morfométricas de los frutos fueron significativas, los valores medios mayores en longitud y diámetro fue de 6,01 y 4,56 cm respectivamente y el espesor de la pulpa de 0,32 cm. El rendimiento máximo de frutos en las plantas sobresalientes a los 12 años de edad fue de 3,400 unidades y con 1 080 frutos/racimo. Las plantaciones presentaron en promedio rendimientos superiores de pulpa con 19,01 g/fruto y 37,15 kg/planta, con un máximo de 96,67 kg/planta, aspecto importante en términos comerciales

Se seleccionaron 64 plantas femeninas como mejores ideotipos considerando la precocidad productiva, mayor cantidad de racimos/planta y presentar menor periodos de reposo de un año. Se logró seleccionar 21 plantas masculinas con características sobresalientes como menor tiempo de inicio de floración, mayor producción de polen importante para garantizar la polinización que se tradujo en mayor cantidad de inflorescencias acumuladas y plantas que presentaron menor tiempo en reposo, características recomendables para implementar programas de mejoramiento genético.

## VI. REFERENCIAS

- Alba, J., Mendizábal, L., & Márquez, R. (2001). Comparación del potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de dos cosechas en Los Molinos, Veracruz, México. *Revista Foresta Veracruzana*, 3(1), 35-38.
- Alencar, J. (1994). Fenología de cinco especies arbóreas tropicales de Sapotaceae correlacionada a variables climáticas en la Reserva Ducke, Manaus. *Acta Amazonica*, 24(3/4), 161-182.
- Bastidas, S., Peña, E., & Reyes, R. (2013). *Preguntas sobre palma de aceite Elaeis guineensis Jacq., palma Nolí Elaeis oleifera (Kunth) Cortés y los híbridos interespecíficos Nolí x palma de aceite (E. oleifera x E. guineensis)*. Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12614>
- Cain, M. & Shelton, M. (2000). Revisiting the relationship between common weather variables and loblolly-shortleaf pine seed crops in natural stands. *New Forests*, 19, 187-204.
- Caldas, B. A. (2019). *Caracterización de plantaciones experimentales de Mauritia flexuosa L.f. "aguaje" en Tingo María, Perú* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4216>
- Dos Santos, F., Ferreira, Y., Pereira, M. & De Sena, I. (2014). Variação biométrica de diásporos de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. – arecaceae) em veredas em diferentes estágios de conservação. *Ciência Florestal*, 24(4), 833-842. <https://doi.org/10.1590/1980-509820142404004>
- Freitas, L., Pinedo, M., Linares, C., & Del Castillo, D. (2006). *Descriptores del aguaje (Mauritia flexuosa L. f.)*. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/229>
- Freitas, L., Zárate, R., Bardales, R. & Del Castillo, D. (2019). Efecto de la densidad de siembra en el desarrollo vegetativo del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en plantaciones forestales. *Revista Peruana de Biología*, 26(2), 227-234.
- Cuevas, G., Parraguirre, C., & Rodríguez, B. (1992). Modelos de crecimiento para una plantación de caoba (*Swietenia macrophylla* King). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 17(71), 87-102.
- Del Castillo, D., Freitas, L., García, C., Sotero, V., García, D., Imán, S., Rojas, R., Mejía, K., Gonzales, A. (2010). *Programa de mejoramiento genético del aguaje: periodo 2010-2020*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Innovación y Competitividad para el Agro Peruano. [https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/106/2/AGUAJE\\_2010.pdf](https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/106/2/AGUAJE_2010.pdf)
- González, A., & Torres, G. (2010). *Cultivo de aguaje Mauritia flexuosa L.f.: Manual*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/90>
- Gonzales, A., Jarama, A. R., Chuquival, G., & Vargas, R. (2006). Colección y evaluación de germoplasma de (*Mauritia flexuosa* L. f.) aguaje en la Amazonía Peruana. *Revista Folia Amazónica*, 15(1-2), 19-28.
- Lorenzi, H. (2004). *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum.
- Medina, Z. (2018). *Caracterización morfológica de la inflorescencia masculina y femenina del aguaje (Mauritia flexuosa L.f.) en plantaciones del CIPTALD, Aucayacu* [Tesis de pregrado no publicado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Mulato, J. C. (2018). *Evaluación de la variación morfológica de frutos de Mauritia flexuosa L.f. (arecaceae) en tres poblaciones silvestres de la Orinoquia colombiana* [Tesis de pregrado, Universidad De La Salle]. Repositorio Institucional. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/39>

- Navarro, B. (2006). *Estudio de las cadenas productivas de aguaje y tagua: Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto - Perú*. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. Estado Bolívar-Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 41(1), 13-21.
- Ochoa, M. (2011). *Características y evaluación de frutos de Mauritia flexuosa "aguaje", para determinar la varianza fenotípica, en tres zonas de la Amazonía peruana, Región Loreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1818>
- Pintos, B. (2012). *Fisiología de la floración: Fisiología vegetal*, Universidad Complutense de Madrid
- Piña, F. C. M., & Piratelli, A. J. (1993). Aspectos ecológicos da produção de sementes. En B. I., Aguiar, F. Piña-Rodrigues, M. Figliolia (Eds.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: Abrates. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes
- Rojo-Martinez, G., Jasso-Mata, J, Zazueta-Angulo, X., Porras-Andujo, C. & Velásquez-Martínez, A. (2005). Modelos de índices de sitio para *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. del clon IAN-710 en el norte de Chiapas. *Ra Ximhai*, 1(1), 153-166. DOI:10.35197/rx.01.01.2005.10.GR
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). *Pronóstico de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima del trimestre febrero-abril 2018 para la región Huánuco*. Subdirección de Predicción Climática del Senamhi.
- Urrego, L. E. (1987). Estudio preliminar de la fenología de la canangucha (*Mauritia flexuosa* L.f.). *Colombia Amazónica*, 2(2), 57-81.
- Vargas, Y., Pocomucha, V., Puerta, R., & Palomino, F. (2018). Caracterización de la producción de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en plantaciones macizas de la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. En Aguilar, F, Flores, A, Tello, M<sup>a</sup>., Fragoso, C. (Eds.). *Memorias COIRENAT* (pp. 195-208). Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre. <https://es.scribd.com/document/401927722/Memorias-COIRENAT-2018-ISSN-pdf>
- Villasana, R., & Suárez, A. (1997). Estudio fenológico de dieciséis especies forestales presentes en la Reserva Forestal Imataca