

The Biologist
(Lima)**ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL****PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF FRUIT FROM *MAURITIA FLEXUOSA* L.F. (ARECACEAE) “AGUAJE” OF NINE COMMUNITIES OF DATEM DEL MARAÑON - LORETO REGION, PERUVIAN AMAZON****CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LOS FRUTOS DE *MAURITIA FLEXUOSA* L.F. (ARECACEAE) “AGUAJE”, DE NUEVE COMUNIDADES DEL DATEM DEL MARAÑON - REGIÓN LORETO, AMAZONÍA PERUANA**Antonietta Gutiérrez-Rosati¹, Sissy Alvarez¹ & Cristhian Chavarry¹

¹Centro de Investigación en Recursos Genéticos Biotecnología y Bioseguridad- CIRGEBB. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
Av. La Molina s/n, La Molina. Lima12-Perú.
Correo electrónico: antonieta@lamolina.edu.pe

The Biologist (Lima), 2012, 10(2), jul-dec: 83-95.

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize phenotypically, through morphological and physicochemical variables, fruits of nine natural populations of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) of DATEM del Marañón located in the Loreto region of Peru. To achieve the goal twelve variables were analyzed. Three principal components explained 91.22 % of the total variability. In the dendrogram with an Euclidean distance of 0.95, three population groups were visualized. Group I expressed the highest concentration of β -carotene ($p < 0.05$); Group II had the highest values of fruit width, total fruit weight, weight of seed plus episperm, seed weight, and concentration of crude fat and total energy ($p < 0.05$); in Group III was found higher values of fruit length and peel weight ($p \leq 0.05$) and with respect to the variables of pulp weight, concentration of crude protein and concentration of carbohydrate there were no significant differences among the three groups ($p \geq 0.10$). This research will be useful for the selection of aguaje germplasm in Peru.

Keywords: Aguaje, DATEM del Marañón - Loreto Region, *Mauritia flexuosa*, phenotypic characteristics.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar fenotípicamente, a través de variables morfológicas y físicoquímicas, a frutos de nueve poblaciones naturales de *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) del DATEM del Marañón, región Loreto-Perú. Para alcanzar el objetivo planteado, se analizaron doce variables. Tres componentes principales explicaron el 91,22% de la variabilidad total. En el dendrograma con una distancia euclidiana de 0,95, se visualizaron tres grupos poblacionales. El grupo I presentó la más alta concentración de β -caroteno ($p < 0,05$); el grupo II tuvo los más altos valores de ancho de fruto, peso total de fruto, peso de semilla más epispermo, peso de semilla, concentración de grasa cruda y energía total ($p < 0,05$); en el grupo III se encontró los valores más altos de longitud de fruto y peso de cáscara ($p \leq 0,05$); y con respecto a las variables peso de pulpa, concentración de proteína cruda y concentración de carbohidratos no presentaron diferencias significativas en los tres grupos ($p \geq 0,10$). Esta investigación será de gran utilidad para la selección de germoplasma de aguaje en el Perú.

Palabras clave: Aguaje, características fenotípicas, DATEM del Marañón-Región Loreto, *Mauritia flexuosa*.

INTRODUCCIÓN

Mauritia flexuosa L.f. “Aguaje” es una palmera que se distribuye en América del sur. Al Norte en la cuenca del Orinoco, las Guayanas, Venezuela, Trinidad y Tobago; al Sur en el Cerrado brasileño; por el Este en el litoral brasileño; y por el Oeste en los valles del piedemonte andino en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Aspajo 2010). En la selva peruana, el aguaje es cultivado y explotado de poblaciones naturales pertenecientes a los departamentos de Loreto, Ucayali, Huanuco y San Martín; y además se menciona que el centro de diversidad del aguaje podría estar en la Amazonía peruana (Aspajo 2010). En Perú, el aguaje es una palmera de gran importancia socioeconómica, debido a la demanda de su fruto. Un estudio realizado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en el año 2010, indica que diariamente se consumen veinte tn de ese fruto, tan solo en la ciudad de Iquitos, lo que equivale a la cosecha de unas doscientas palmeras en su medio natural (IIAP & INCAGRO 2010).

La pulpa de aguaje es muy nutritiva, ya que tiene proteínas, grasas, carbohidratos y provitamina A en forma de β -caroteno, la misma que es consumida de manera directa o procesada como helados, mermeladas o refrescos; también es ampliamente utilizada en la extracción de aceite, a partir de sus semillas se fabrican artesanías, la que también puede ser molida para ser utilizada como alimento de ganado (Aspajo 2010). Adicionalmente, se le atribuye diversas bondades al β -caroteno; como por ejemplo, podría reducir el riesgo de enfermedad de Alzheimer, reducción de la mortalidad por cáncer de estómago, una baja concentración es asociada con un riesgo de infarto, y la administración oral de este carotenoide proporciona un efecto fotoprotector, y se afirma que su uso concomitante con un bloqueador solar tópico proporciona mayor protección (Criado & Moya 2009).

Desde el punto de vista ético, esta palmera debe ser explotada racionalmente, ya que tiene una importancia estratégica en la conservación de vida silvestre, debido a que su fruto es una fuente de alimento para muchas aves y mamíferos. Las frutas también son populares para uso medicinal, ornamental, en la fabricación de viviendas en los pueblos amazónicos y es un indicador natural de zonas con recursos hídricos (Picanço *et al.* 2011).

Debido a los beneficios del fruto del aguaje, anteriormente explicados, es muy importante conocer y localizar cuáles son las poblaciones naturales de *M. flexuosa* con las mejores características fenotípicas tales como un mayor tamaño y peso del fruto, y a la vez con una gran concentración de proteínas y beta caroteno. Este conocimiento será de gran utilidad para la selección de germoplasma de aguaje en el Perú y a la vez es una base para realizar un futuro programa de mejoramiento genético a partir de las poblaciones de *M. flexuosa* con caracteres fenotípicos favorables.

En investigaciones previas relacionadas con la caracterización morfológica y bioquímica del fruto del aguaje, se encontró que en Brasil se realizó un estudio en *M. flexuosa* para determinar su composición nutricional, perfil de ácidos grasos y tocoferol (Darnet *et al.* 2011); en Perú se ha realizado un estudio para caracterizar el contenido de ácidos grasos, β -caroteno y β -tocopherol (Vásquez-Ocmín *et al.* 2010); en Venezuela se caracterizó físico-químicamente al fruto de *M. flexuosa* (Guerra *et al.* 2011); y también se caracterizó sus tipos de aceites presentes en Brasil (Albuquerque *et al.* 2005); adicionalmente, en Perú se analizó la morfología y contenido nutricional del fruto del aguaje (Quispe *et al.* 2009).

El objetivo de la investigación fue caracterizar fenotípicamente a nueve poblaciones naturales de *M. flexuosa* en nueve comunidades del DATEM del Maraón - Región Loreto-Perú, a través de mediciones y análisis fisicoquímico de sus frutos a fin de determinar las

poblaciones más heterogéneas y la distancia genética entre ellas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de agosto a octubre del 2011, se visitaron diferentes comunidades del DATEM del Marañón - Región Loreto-Perú, en ellas se colectaron frutos de árboles de Aguaje (*M. flexuosa*): Se ubicaron árboles georeferenciándolos, a los cuales se trepó para cosechar al azar 12 frutos en estado maduro. La ubicación específica de cada comunidad se muestra en la Tabla 1.

Los frutos fueron llevados al laboratorio en donde se midieron las variables: Largo fruto (LF - mm), ancho fruto (AF - mm), peso total de fruto (PT - g), peso de cáscara (PC - g), peso de pulpa (PP - g), peso semilla más epispermo (PSE - g), peso de semilla (PS - g), concentración de grasa cruda (G - g/100g),

concentración de proteína cruda (P - g/100g), concentración de carbohidratos (C - g/100g), energía total (EN - Kcal/100g) y concentración de β -Caroteno (BC - mg/100g). Los valores fisicoquímicos se obtuvieron a partir de 100 g de pulpa, utilizando los métodos oficiales y provisionales establecidos por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC): AOAC 948,22; AOAC 920,152 y AOAC 935,53 (AOAC 2005); y para medir la concentración de β -caroteno se utilizó el método descrito por Talcott & Howard (1999). Para las mediciones morfológicas se utilizó un vernier marca "Uyustools" y una balanza electrónica modelo "JD 210-4".

Los frutos colectados de *M. flexuosa* se encuentran registrados en el Centro de Investigación en Recursos Genéticos Biotecnología y Bioseguridad (CIRGEBB) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Con los promedios de las variables fenotípicas

Tabla 1. Localización de las nueve comunidades, donde se colectaron los frutos de *M. flexuosa* con sus respectivas altitudes y coordenadas geográficas.

Localidad	Comunidad	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud
Bajo Morona	28 de Julio	155	4° 41' 06,62" (S)	77° 19' 32,53" (W)
Bajo Morona	Capernaun	164	4° 29' 44,93" (S)	77° 21' 55,71" (W)
Bajo Morona	Gasolina	157	4° 35' 12,94" (S)	77° 22' 16,86" (W)
Bajo Morona	Nueva Alegría	168	4° 25' 29,03" (S)	77° 29' 31,84" (W)
Bajo Morona	Puerto Elisa	146	4° 37' 28,56" (S)	77° 20' 24,38" (W)
Bajo Marañón	Nueva Islandia	144	4° 54' 37,06" (S)	76° 31' 01,78" (W)
Bajo Marañón	Puerto Industrial	131	4° 55' 25,81" (S)	76° 23' 47,53" (W)
Bajo Marañón	San Juan de Mojarayacu	131	4° 53' 20,71" (S)	76° 27' 58,73" (W)
Bajo Marañón	Parinari	117	4° 34' 18,02" (S)	74° 27' 49,40" (W)

(morfología y datos fisicoquímicos) de cada comunidad se construyó una matriz de datos, a los cuales se realizó un ANOVA con su respectiva prueba de Tukey, para identificar diferencias significativas entre comunidades, donde se encuentran las poblaciones naturales de *M. flexuosa* en estudio (Tabla 2).

Luego, a estos promedios se los sometió a una normalización aplicando una transformación logarítmica, con el fin de realizar un análisis de ordenamiento de componentes principales (ACP) (Ver Fig. 1 y Tabla 3); con los datos normalizados se construyó una matriz de distancias euclidianas (Tabla 4) y en el dendograma obtenido a través del método de Ward se observaron los agrupamientos entre las poblaciones (Fig. 2); las agrupaciones formadas fueron sujetas a una prueba ANOVA (Tabla 5). Los programas utilizados para estos análisis fueron: SPSS para Windows versión 15.0 y PC-ORD para Windows Xp versión 6.0 (Pardo & Ruiz 2002, McCune & Mefford 2011).

RESULTADOS

Tres componentes principales explican el 91,22% de la variabilidad total, los que conforman tres agrupamientos (Fig. 1). En la Tabla 3 se puede observar que el primer componente principal explica un 51,297% de variabilidad, el segundo componente principal explica un 32,662% y el tercer componente principal un 7,261%. La tabla 4, indica la distancia euclidiana entre cada una de las poblaciones en estudio, entre las cuales Capernaun y Nueva Islandia tuvieron la mayor distancia con un 1,0216; y las poblaciones Gasolina y Nueva Alegría mostraron menor distancia, un 0,1439.

La Figura 2 muestra el dendograma respectivo, en donde vuelve a manifestarse tres agrupamientos formados por una distancia euclidiana de 0,953. La prueba ANOVA y el análisis Tukey realizados (Tabla 2), muestran

que las variables concentración de carbohidratos y concentración de β -Caroteno no presentó diferencias significativas entre las poblaciones ($p > 0,30$), encontrándose adicionalmente que los frutos colectados en la comunidad de Capernaun presentaron los valores más altos de ancho de fruto, peso total de fruto y peso de semilla más epispermo ($p < 0,001$).

La prueba ANOVA y análisis de Tukey (Tabla 5), con respecto a las tres agrupamientos formados muestra que las variables: concentración de carbohidratos, concentración de proteína cruda y peso de pulpa no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,10$); pero con respecto a sus demás variables si presentan diferencias significativas entre sus variables ($p < 0,05$); El grupo I presentó el valor más alto de concentración de β -Caroteno ($p < 0,05$).

El grupo II presentó los valores más altos de ancho de fruto, peso de semilla más epispermo, peso total de fruto, peso de semilla sin epispermo, concentración de grasa cruda energía total ($p < 0,05$). El grupo III presentó los valores más altos de longitud de fruto y peso de cáscara ($p \leq 0,05$).

DISCUSIÓN

Este estudio es de gran importancia debido a que brindó una valiosa información, que es básica para realizar programas de mejoramiento genético. Es decir, esta investigación permitió reconocer y localizar las poblaciones naturales de *M. flexuosa* con las mejores características fenotípicas, esto será de gran ayuda, ya que es poco lo que se conoce sobre estas investigaciones que tienen una gran utilidad para la selección de germoplasma de aguaje en el Perú.

En base a las muestras tomadas en los rodales naturales trabajados y a través del análisis de

Tabla 2. Medias de los caracteres fenotípicos del fruto de *M. flexuosa* de las comunidades en estudio con su respectivo análisis ANOVA y una prueba de Tukey

Comunidad	Grupo	LF (mm)	AF (mm)	PT (g)	PC (g)	PP (g)	PSE (g)	PS (g)
Capernaun	I	55,58±9,90 (b)	45,43±1,82 (d)	68,74±13,25 (d)	11,84±2,55(d)	13,36±6,04 (b)(c)	43,54±13,55 (d)	34,63±9,94 (d)
Gasolina	I	53,36±6,61 (b)	38,86±4,87 (b)(c)	47,58±12,05 (c)	8,42±3,64 (b)(c)	10,27±3,55 (a)(b)(c)	28,90±6,86 (b)(c)	25,15±5,92 (b)(c)
Nueva Alegría	I	49,82±5,34 (c)(b)	40,89±3,51 (c)	50,63±13,01 (c)	8,53±1,67 (b)(c)	12,68±6,67 (b)(c)	29,42±7,16 (b)(c)	25,16±7,49 (b)(c)
Puerto Elisa	I	48,35±8,43 (a)(c)(b)	39,01±1,63 (b)(c)	46,37±11,53 (b)(c)	8,45±2,32 (b)(c)	9,41±4,60 (a)(b)(c)	28,51±7,40 (a)(b)(c)	25,16±6,63 (b)(c)
Puerto Industrial	I	49,84±1,74 (c)(b)	40,29±0,97 (c)	49,93±4,30 (c)	7,56±1,15 (a)(b)	16,04±11,41(c)	30,52±4,02 (c)	27,64±3,87 (c)(d)
28 de Julio	II	43,94±2,17 (a)(c)	37,01±3,31 (a)(b)(c)	38,57±9,38 (a)(b)(c)	7,03±1,91 (a)(b)	10,50±4,17 (a)(b)(c)	21,04±6,34 (a)(b)(c)	17,25±4,66 (a)(b)
San Juan de Mojarayacu	II	47,80±4,83 (a)(c)(b)	33,93±2,97 (a)	31,86±8,97 (a)(b)	5,68±1,80 (a)(b)	6,48±4,40 (a)(b)	19,71±5,22 (a)(b)	17,57±4,00 (a)(b)
Nueva Islandia	II	39,94±2,11 (a)	33,74±1,44 (a)	26,21±2,30 (a)	4,86±1,24 (a)	3,31±1,23 (a)	18,04±2,34 (a)	14,22±1,91 (a)
Parinari	III	51,70±0,95 (c)(b)	34,84±2,74 (a)(b)	42,98±1,29 (b)(c)	11,49±1,42 (c)(d)	8,26±1,59 (a)(b)(c)	19,00±1,30 (a)(b)	19,00±1,30 (a)(b)(c)
ANOVA,								
valores de p-value		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Valores con igual letra dentro de cada columna son homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey a un $P \leq 0,05$.
 LF = Largo fruto. AF = Ancho fruto. PT = Peso total del fruto. PC = Peso de cáscara. PP = Peso de pulpa. PSE = Peso semillas mas epispermo. PS = Peso de semilla.

(Continúa Tabla 2)

(Continúa Tabla 2)

Comunidad	Grupo	G (g/100g)	P (g/100g)	C (g/100g)	EN (Kcal/100g)	BC(mg/100g)
Capernaun	I	20,22±1,51	3,34±0,66	16,64±0,51	261,83±14,17	104,55±95,88
Gasolina	I	21,39±3,36	3,38±0,02	15,45±1,97	267,82±26,28	72,99±42,99
Nueva Alegria	I	20,34±4,30	2,81±0,40	17,14±3,83	262,90±24,77	67,74±32,83
Puerto Elisa	I	23,33±2,16	3,03±0,17	13,72±3,08	276,94±18,76	53,65±23,77
Puerto Industrial	I	21,40±0,00	3,59±0,00	13,90±0,00	262,56±0,00	78,74±0,00
28 de Julio	II	21,29±3,13	3,75±1,00	14,17±1,11	263,34±21,11	88,41±72,83
San Juan de Mojarayacu	II	17,83±0,54	4,99±0,10	18,62±0,83	254,86±7,70	77,52±5,18
Nueva Islandia	II	17,43±0,00	2,61±0,00	16,87±0,00	234,69±0,00	97,50±0,00
Parinari	III	6,27±0,00	2,27±0,00	20,41±0,00	147,15±0,00	26,85±0,00
ANOVA,						
valores de p-value		0,03	0,01	0,33	0,01	0,91

Valores con igual letra dentro de cada columna son homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey a un $P < 0,05$.
 G = Concentración de grasa cruda. P = Concentración de proteína cruda. C = Concentración de carbohidratos. EN = Energía total. BC = Concentración de -Caroteno.

Tabla 3. Análisis de componentes principales de las nueve poblaciones de *M. flexuosa* en estudio con respecto a sus variables fenotípicas.

Variable fenotípica	CP1	CP2	CP3
LF	-0,31	0,26	0,37
AF	-0,39	-0,01	-0,15
PT	-0,38	0,16	-0,03
PC	-0,26	0,37	-0,04
PP	-0,35	0,07	0,09
PSE	-0,39	-0,02	-0,06
PS	-0,39	0,07	0,01
G	-0,18	-0,44	-0,10
P	-0,06	-0,32	0,77
C	0,17	0,32	0,46
EN	-0,19	-0,44	-0,00
BC	-0,09	-0,42	0,07
Varianza explicada (%)	51,30	32,66	7.26
Variación acumulada (%)	51,30	83,96	91,22

CP1: Primera componente principal. **CP2:** Segunda componente principal. **CP3:** Tercera componente principal. LF = Largo fruto. AF = Ancho fruto. PT = Peso total del fruto. PC = Peso de cáscara. PP = Peso de pulpa. PSE = Peso semillas mas epispermo. PS = Peso de semilla. G = Concentración de grasa cruda. P = Concentración de proteína cruda. C = Concentración de carbohidratos. EN = Energía total. BC = Concentración de β -Caroteno.

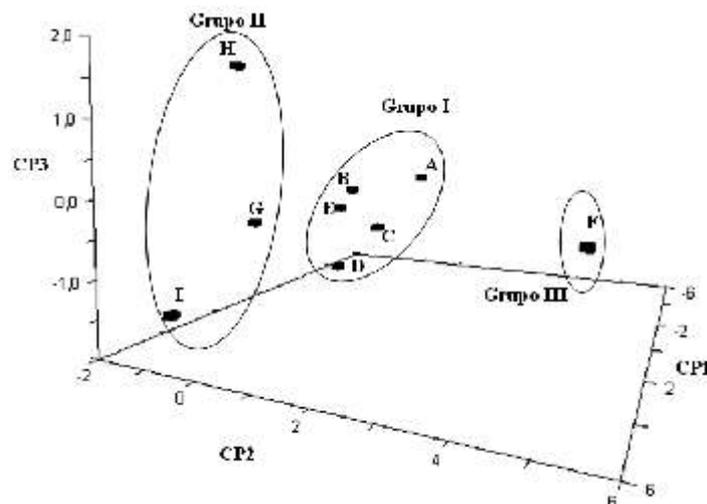


Figura 1. Diagrama de dispersión de las nueve poblaciones de *M. flexuosa*, en base a sus tres componentes principales. A: Capernaun, B: Gasolina, C: Nueva Alegría, D: Puerto Elisa, E: Puerto Industrial F: Parinari, G: 28 de Julio H: San Juan de Mojarayacu, I: Nueva Islandia. CP1: Primera componente principal, CP2: Segunda Componente principal, CP3: Tercera componente principal.

Tabla 4. Matriz de distancias euclidianas de las nueve poblaciones de *M. flexuosa*, en base a 12 caracteres fenotípicos. A: Capernaun, B: Gasolina, C: Nueva Alegría, D: Puerto Elisa, E: Puerto Industrial F: Parinari, G: 28 de Julio. H: San Juan de Mojarayacu, I: Nueva Islandia.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0,00								
B	0,38	0,00							
C	0,36	0,14	0,00						
D	0,48	0,17	0,21	0,00					
E	0,35	0,22	0,20	0,31	0,00				
F	1,00	0,82	0,78	0,78	0,91	0,00			
G	0,59	0,28	0,34	0,35	0,35	0,87	0,00		
H	0,77	0,45	0,54	0,49	0,58	0,85	0,32	0,00	
I	1,02	0,73	0,80	0,73	0,88	0,97	0,60	0,45	0,00

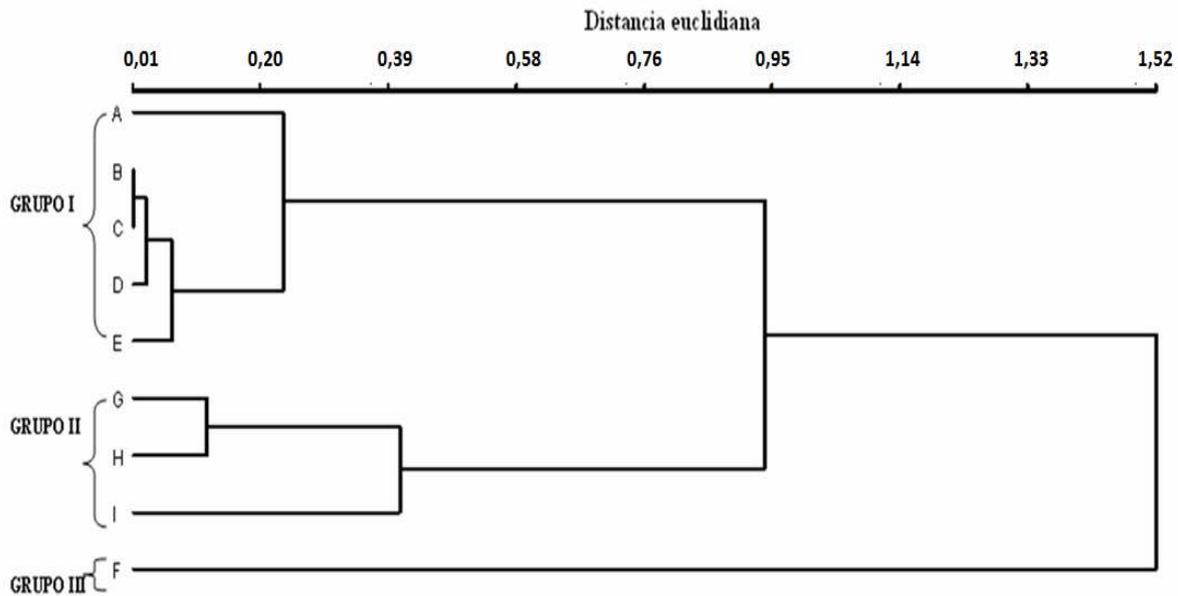


Figura 2. Dendrograma obtenido a través del método de Ward, en base a 12 caracteres fenotípicos de nueve poblaciones de *M. flexuosa*, basado en distancias euclidianas. A: Capernaun, B: Gasolina, C: Nueva Alegría, D: Puerto Elisa, E: Puerto Industrial, F: Parinari, G: 28 de Julio, H: San Juan de Mojarayacu, I: Nueva Islandia.

los componentes principales (Fig.1) y el dendrograma elaborado en base a distancias euclidianas (Fig. 2), se observó la formación de tres grupos poblacionales, el primer grupo reúne a las poblaciones aledañas a las comunidades: A: Capernaun, B: Gasolina, C: Nueva Alegría, D: Puerto Elisa y E: Puerto Industrial; el segundo grupo reúne a las poblaciones aledañas a las comunidades: G: 28 de Julio H: San Juan de Mojarayacu y I: Nueva Islandia; y el tercer grupo solo contempla las poblaciones aledañas a la comunidad: F: Parinari.

En la tabla 4 se aprecia que las poblaciones aledañas a las comunidades de Capernaun y Nueva Islandia tuvieron la mayor distancia euclidiana, con un valor de 1,02; las poblaciones aledañas a las comunidades de Gasolina y Nueva Alegría expresaron menor distancia euclidiana con un valor de 0,14; estas distancias son representadas y explicadas en la

figura 2. No se observaron diferencias significativas entre las poblaciones en estudio ($p > 0,30$) con respecto a las variables concentración de carbohidratos y concentración de β -Caroteno sus valores variaron entre (13,72 - 20,41 g/100g) y (26,85 - 104,55 mg/100g), respectivamente; la concentración de carbohidratos fue menor a lo encontrado por Vásquez-Ocmín *et al.* (2010) y descrito por Navarro (2006) para muestras tomadas en la Amazonía peruana, quienes mencionaron valores de 35,03 y 18,10 g/100g respectivamente. La concentración de β -Caroteno, se comparó con lo hallado por Vásquez-Ocmín *et al.* (2010), quienes determinaron y mencionaron que 32,24 mg/100g es un valor alto, mientras que Aquino *et al.* (2012) hallaron un valor de 91,14 mg/100g para muestras tomadas en Brasil, por otro lado Lima *et al.* (2009) encontraron 34,09 mg/100g de β -Caroteno en muestras tomadas de cultivos brasileños, los cuales fueron

Tabla 5. Medias de los caracteres fenotípicos de los frutos de *M. flexuosa* de los tres grupos encontrados en el estudio, con su respectivo análisis ANOVA.

Grupos	LF (mm)	AF (mm)	PT (g)	PC (g)	PP (g)	PSE (g)	PS (g)
I	43,89±3,93	34,89±1,84	32,21±6,19	5,85±1,09	6,76±3,60	19,60±1,50	16,35±1,85
II	51,39±2,98	40,89±2,67	52,65±9,16	8,96±1,66	12,35±2,63	32,18±6,40	27,55±4,10
III	51,70±0,00	34,84±0,00	42,98±0,00	11,49±0,00	8,26±0,00	19,00±0,00	19,00±0,00
ANOVA, valores de p - value	0,05	0,03	0,04	0,03	0,10	0,03	0,01

LF = Largo fruto. AF = Ancho fruto. PT = Peso total del fruto. PC = Peso de cáscara. PP = Peso semillas mas epispermo. PS = Peso de semilla.

Grupos	G (g/100g)	P (g/100g)	C (g/100g)	EN (Kcal/100g)	BC (mg/100g)
I	18,85±2,12	3,78±1,19	16,55±2,24	250,96±14,72	87,81±10,00
II	21,34±1,25	3,23±0,31	15,37±1,55	266,41±6,34	75,53±18,70
III	6,27±0,00	2,27±0,00	20,41±0,00	147,15±0,00	26,85±0,00
ANOVA, valores de p-value	0,00	0,27	0,11	0,00	0,05

G = Concentración de grasa cruda. P = Concentración de proteína cruda. C = Concentración de carbohidratos. EN = Energía total. BC = Concentración de -Caroteno.

calificados como una buena fuente de β -Caroteno; adicionalmente, Navarro (2006) menciona valores entre 30 – 300 mg/100g de β -Caroteno en cultivos de la Amazonía Peruana. Con relación a las demás variables para el presente estudio, se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$); en el cual se halló que Capernaun presentó los mayores valores de ancho de fruto (45,43 mm); peso total de fruto (68,74 g) y peso de semilla más epispermo (43,54 g), estas variables presentaron diferencias significativas ($p < 0,001$); el valor de ancho de fruto fue mayor con respecto al estudio hecho por Aspajo (2010), quien encontró 42,80 mm; pero comparando el valor reportado por González *et al.* (2006) fue menor (48,8 mm); por otro lado Navarro (2006) describe que el ancho de fruto varía entre 40 a 50 mm.

Comparando el mayor valor promedio de peso total del fruto, hallado en Capernaun (68,74 g), vemos que Navarro (2006) reporta valores entre 40 a 80 g; González *et al.* (2006) determinaron un valor de 59,68 g. Respecto a la variable peso de semilla más epispermo, el mayor valor reportado en las poblaciones aledañas de Capernaun (43,54 g), resultó ser éste mayor a lo hallado por Aspajo (2010) y González *et al.* (2006), quienes encontraron valores de 41,8 y 27,32 g, respectivamente.

En la Tabla 5, las tres agrupaciones halladas en nuestro estudio, se encontró que las variables concentración de carbohidratos (16,55 - 20,41 g/100g), concentración de proteína cruda (2,27 – 3,78 g/100g) y peso de pulpa (6,76 – 12,35 g) no tuvieron diferencias significativas ($p \geq 0,10$). La mayor concentración de carbohidratos fue menor con lo hallado por Vásquez-Ocmín *et al.* (2010), y fue mayor con respecto a la información proporcionada por Navarro (2006); con relación a la mayor concentración de proteína cruda, fue menor que 12,37 g/100g (Vásquez-Ocmín *et al.* 2010), y resultó ser mayor que 3 g (Navarro 2006); y el mayor valor de la variable peso de pulpa resultó ser menor que 21,47 g y 15,55 g;

mencionados respectivamente por Aspajo (2010) y González *et al.* (2006).

El grupo I presentó el mayor valor promedio en cuanto a concentración de β -Caroteno (87,81 mg/100g) con un $p < 0,05$; resaltando las poblaciones aledañas a Capernaun con una concentración de 104,55 mg/100g, estas concentraciones son consideradas altas según Vásquez-Ocmín *et al.* (2010), y como una buena fuente de β -Caroteno por Lima *et al.* (2009).

El grupo II reveló las mayores medidas de ancho de fruto (40,89 mm), peso de semilla más epispermo (32,18 g), peso total de fruto (52,65 g), peso de semilla (27,55 g), concentración de grasa cruda (21,34 g/100g) y energía total (266,41 Kcal/100 g) con diferencias significativas ($p < 0,05$); cabe resaltar que en este grupo se ubica la población aledaña a la comunidad de Nueva Islandia, la que presentó los menores valores numéricos de ancho de fruto (39,94 mm), peso de semilla más epispermo (18,04 g), peso total de fruto (26,21 g) y peso de semilla (14,22 g).

El grupo III presentó los valores más altos de longitud de fruto (51,70 mm) y peso de cáscara (11,49 g) con diferencias significativas ($p \leq 0,05$), la variable longitud de fruto fue menor a los valores descritos por Aspajo (2010), González, *et al.* (2006) y Navarro (2006); quienes reportaron valores máximos de 67,8; 73,2 y 70 mm, respectivamente. La variable peso de cáscara de las poblaciones ubicadas en el grupo III, muestra un valor de 18,03 g, el mismo que es mayor a lo descrito por Aspajo (2010) y menor (11,15 g) a lo mencionado por González *et al.* (2006).

De acuerdo al estudio realizado, el grupo I es muy interesante ya que reúne las poblaciones que expresan mayor concentración de β -Caroteno, importante pro vitamina con actual demanda industrial.

El grupo II tuvo los mejores valores respecto a

la variable, concentración de grasa cruda, concentración de proteína cruda, concentración de carbohidratos y energía total, variables que igualmente son importantes para el aprovechamiento del aguaje.

El grupo III reúne a las poblaciones con un buen tamaño de fruto y con cáscara abundante, pero sin embargo no se ha podido relacionar algún carácter interesante de uso industrial.

Esta investigación se limitó a estudiar solo a nueve poblaciones de *M. flexuosa* debido a una falta de recursos económicos. Es por ello, que a manera de recomendación, se planteó que se debería hacer el mismo estudio a otras poblaciones naturales de aguaje en la Amazonia peruana, ya que tal vez se podría encontrar poblaciones con mejores características fenotípicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto Pastaza Morona-PROFONANPE y a la Institución Desarrollo Medio Ambiental Sustentable-ASDMAS, por habernos brindado el suficiente financiamiento para poder hacer realidad esta investigación. También, agradecemos al Centro de Investigación en Recursos Genéticos Biotecnología y Bioseguridad-CIRGEBB de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), por brindarnos sus instalaciones para poder llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, M.L.S.; Guedes, I.; Alcantara, P.; Moreira, S. G. C.; Barbosa, N. M.; Correa, D. S. & Zilio, S. C. 2005. Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. Journal of the Brazilian Chemical Society, 16: 1113-1117.
- Aquino, J.; Pessoa, D.; Araújo, K. G. V.; Epaminondas, P. S.; Schuler, A. R. P.; Souza, A. G. & Stamford, T. L. M. 2012. Refining of Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian Cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. Journal of the Brazilian Chemical Society, 23: 212-219.
- AOAC. 2005. *Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*. 18 Ed. Maryland, USA.
- Aspajo, F. P. 2010. Caracterización molecular de los morfotipos de frutos de aguaje *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) en la región Loreto. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela de Formación Profesional de Ciencias Biológicas. 65p. Disponible en: http://www.concytec.gob.pe/portals/informacion/images/stories/corcytecs/loreto/tesis_caracterizacion_molecular_de_morfotipos_en_aguaje.pdf leído el 02 de julio del 2012.
- Criado, C. & Moya, M., S. 2009. Vitaminas y antioxidantes. Actualizaciones el médico. 34p. Disponible en: http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS_Y_ANTI_OXIDANTES_EL_MEDICO.pdf?botsearch leído el 20 de noviembre del 2012.
- Darnet, S. H.; Silva, L., H., M.; Rodrigues, A. M. & Lins, R. T. 2011. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. Ciencia e Tecnologia de Alimentos, 31: 488-491.
- González, A.; Jarama, A. R.; Chuquival G. & Vargas, R. 2006. Colección y evaluación de germoplasma de (*Mauritia Flexuosa* L. F) aguaje en la Amazonía Peruana. Folia Amazónica, 15: 19-28.

- Guerra, M.; Díaz, X.; Madrigal, L. & Hidalgo, G. 2011. Caracterización físico – química del fruto de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) y de harina del tronco. Disponible en: www.postgradovipi.50webs.com/archivos/.../agro2011_3.pdf leído el 20 de noviembre del 2012.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana) & INCAGRO (Innovación y Competitividad para el Agro Peruano). 2010. Programa de mejoramiento genético del aguaje, periodo 2010-2020. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/libros/14.pdf> leído el 20 de julio del 2012.
- Lima, A. L.; Lima, K. C.; Coelho, M. J.; Silva, J. M.; Godoy, R. L. & Pacheco, S. 2009. Avaliação dos efeitos da radiação Gama nos teores de carotenóides, ácido Ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). Acta amazónica, 39: 649-654.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 2011. *PC-ORD. multivariate analysis of ecological data*. Version 6. MjM Software, Gleneden, Oregon, U.S.A.
- Navarro, B. 2006. *Estudio de las cadenas productivas de aguaje y tagua – Reserva Nacional Pacaya Samiria*. ProNaturaleza, TNC, USAID. Lima, 103 p.
- Pardo, A. & Ruiz, M. A. 2002. *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill. ISBN 84-841-3750-7.
- Picanço, L. R.; Gomes, M. T.; da Silva, J. L.; Barros, W. S., Costa P. & Serrão L. A. 2011. Genetic diversity in natural populations of Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.). Crop Breeding and Applied Biotechnology, 11: 216-223.
- Quispe, F.; Ayala, M.; Ingunza, G.; Landeo, E. & Pascual, G. 2009. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la amazonia peruana. Revista de la Sociedad Química del Perú, 75: 243-253.
- Talcott, S.T. & Howard, L.R. 1999. Determination and distribution of 6-methoxymellein in fresh and processed carrot puree by a rapid spectrophotometric assay. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47:3237-3242.
- Vásquez-Ocmín, P. G.; Freitas, L.; Sotero, V.; Paván R. & Mancini-Filho, J. 2010. Chemical characterization and oxidative stability of the oils from three morphotypes of *Mauritia flexuosa* L.f, from the Peruvian Amazon. Grasas y aceites, 61:390-397.

Received September 19, 2012.
Accepted November 17, 2012.