



N° 2, V. 10 JULIO DICIEMBRE 2024/ Revista Científica Multidisciplinaria/
ISSN: 2542-3037 <https://revistapt.edublogs.org/>



ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE FRUTOS DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO BARINAS

STUDY OF THE BIODIVERSITY OF COCOA FRUITS (*Theobroma cacao L*) IN TWO MUNICIPALITIES OF BARINAS STATE.

Ronal Gallegos^{1,2,3}; Patricia Novoa^{1,2,4}, María Bencomo^{1,2,5}

¹Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora ²Academia de ciencia Agrícolas de Venezuela, ronal2g2144@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0009-6232-4696>); ⁴pachalibre@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0007-1624-4543>); ⁵bencomomaria@gmail.com, (<https://orcid.org/0009-0008-8632-5135>)

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la biodiversidad fenotípica de los frutos de cacao (*Theobroma cacao L.*) en dos municipios del estado Barinas. Se buscó georeferenciar el área de estudio y determinar variables cualitativas y cuantitativas en los frutos de cacao. Para ello, se identificaron árboles que presentaban buenos rendimientos y que estaban libres de plagas y enfermedades. Se llevó a cabo un protocolo de caracterización basado en el color de la mazorca y el grosor de la cáscara. Los resultados obtenidos indican que en la forma del fruto la mayoría de los mismos presentan una forma oblonga, con una rugosidad intermedia. La parte basal del fruto es ligeramente obtusa. En cuanto a la relación largo/ancho, las muestras t2, t3 y t8 mostraron los valores más altos. Sobre el número de semillas por fruto, en las dos localidades estudiadas se identificó material genético de alta calidad, como se observa en las muestras t4 y t5, que presentaron 38 almendras por fruto en el municipio Pedraza. En el peso húmedo se registran dos frutos con un peso de 20 g y dos con 21 g, mientras que la muestra t2 tuvo un peso de 15 g, también del municipio Pedraza. El peso seco de las almendras indica que la muestra t6 presentó un peso seco de 12 g. El índice de Almendra (IA) registra valores independientes de 2.4, 2.0 y 1.6. mientras que el coeficiente de variación mantuvo menor o igual a 30. En conclusión, se identificaron árboles resilientes al cambio climático y se recomienda evitar la movilización de material genético foráneo que pueda amenazar la diversidad del cacao venezolano, al tiempo que se avance los análisis genéticos (pruebas de ADN) para mejorar la trazabilidad del cacao.

Palabras clave

Frutos, Biodiversidad, Genética, Theobroma.

Recibido: 2024-10-18 /Revisado: 2024-11-05/ Aceptado: 2024-11-22/ Publicado: 2024-12-28 /
Páginas: 861-877



STUDY OF THE BIODIVERSITY OF COCOA FRUITS (*Theobroma cacao* L) IN TWO MUNICIPALITIES OF BARINAS STATE.

Ronal Gallegos^{1,2,3}; Patricia Novoa^{1,2,4}, María Bencomo^{1,2,5}

¹Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora ²Academia de ciencia Agrícolas de Venezuela, ronal2g2144@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0009-6232-4696>); ⁴pachalibre@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0007-1624-4543>); ⁵ bencomomaria@gmail.com, (<https://orcid.org/0009-0008-8632-5135>)

Abstract

The objective of this research was to study the phenotypic biodiversity of cacao fruits (*Theobroma cacao* L.) in two municipalities of Barinas state. The study area was georeferenced and qualitative and quantitative variables in the cacao fruits were determined. To do this, trees with good yields and that were free of pests and diseases were identified. A characterization protocol was carried out based on the color of the pod and the thickness of the shell. The results obtained indicate that in terms of the shape of the fruit, most of them have an oblong shape, with an intermediate roughness. The basal part of the fruit is slightly obtuse. Regarding the length/width ratio, samples t2, t3 and t8 showed the highest values. Regarding the number of seeds per fruit, high-quality genetic material was identified in the two locations studied, as observed in samples t4 and t5, which presented 38 kernels per fruit in the Pedraza municipality. In terms of wet weight, two fruits were recorded with a weight of 20 g and two with 21 g, while sample t2 had a weight of 15 g, also from the Pedraza municipality. The dry weight of the almonds indicates that sample t6 had a dry weight of 12 g. The Almond Index (AI) recorded independent values of 2.4, 2.0 and 1.6, while the coefficient of variation remained less than or equal to 30. In conclusion, trees resilient to climate change were identified and it is recommended to avoid the mobilization of foreign genetic material that could threaten the diversity of Venezuelan cocoa, while advancing genetic analysis (DNA tests) to improve the traceability of cocoa.

Keywords

Fruits, Biodiversity, Genetics, Theobroma.

Received: 2024-10-18 / Revised: 2024-11-05/ Accepted: 2024-11-22/ Published: 2024-12-28 / Pages: 861-877



INTRODUCCION

En Venezuela, es común observar que las unidades de producción presenten una considerable variabilidad fenotípica de frutos en parcelas, así como lotes poco homogéneos (diferentes frutos), bajos rendimientos, dificultad para mejorar los procesos de beneficio de las almendras y, por ende, precios bajos al momento de realizar comercialización.

Surge así la necesidad de iniciar un proceso de investigación de campo, junto a los productores, orientado a identificar árboles con buenos rendimientos y libres de plagas y enfermedades, los cuales serán marcados y se procederá a la recolección de sus frutos para realizar un protocolo de caracterización a partir del color de la mazorca, el grosor de la cascara, largo y ancho, número de almendras, peso de semillas húmedas y secas (índice de mazorca/grano), color de los cotiledones en prueba de corte y tamaño de las almendras. A través de un análisis estadístico de conglomerados, se determinan las definiciones y características que permitan al productor de conocer y valorar su cacao, así como desarrollar un protocolo (fermentación, secado) para cacao finos de aroma, que van para chocolatería fina o para la industria. También convertirán sus predios en unidades elites de semillas para salvaguardar la identidad de la zona y protegerla de fenotipos foráneos, ya que dispondrán de una ficha técnica y sus especificaciones.

Específicamente, se plantea como objetivo estudiar la biodiversidad fenotípica de frutos de cacao (*Theobroma cacao* L) en dos municipios del estado Barinas. Investigación que se desarrolló mediante tres objetivos específicos: georeferenciación del área de estudio, análisis de variables cualitativa y cuantitativas en frutos de cacao y comparación de los atributos de frutos evaluados en los sectores de Barinas.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el periodo comprendido entre los meses de mayo a julio del 2024, mediante un muestreo aleatorio simple en dos municipios del estado Barinas (Pedraza y Bolívar).

El estado Barinas presenta condiciones de temperatura muy variable que pueden definir La *temporada calurosa* dura 2,2 meses, del 30 de enero al 5 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria de 34 °C. El mes más cálido del año en Barinas es *marzo*, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y mínima de 24 °C. La *temporada fresca* dura 2,6 meses del 4 de junio al 22 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El mes más frío del año en Barinas es *julio*, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima de 30 °C. Asimismo, el régimen de lluvias presenta picos máximos de precipitaciones en el mes de julio y un descenso en la segunda semana del mes de Noviembre (Ver imagen. 01)

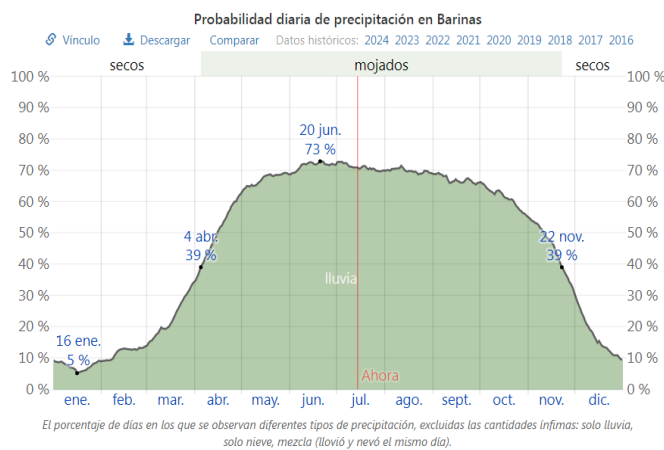
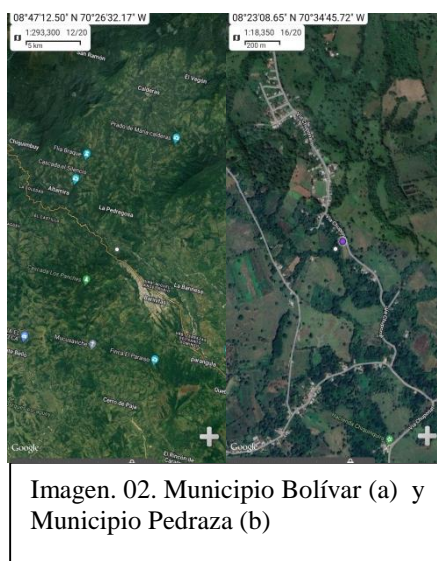


Imagen. 01 Datos de precipitación del estado Barinas.2024

Se procedió identificar material de cacao, junto a los productores de los municipios Pedraza (LN 926641.517; LE 326377.578 y Bolívar (LN 970250.184; LE 341835.619 del estado Barinas (ver Imagen 02) con el fin de realizar una caracterización del fruto de cacao. La misma consistió en

marcar con GPS, tomar un fruto por árbol de los que estén en fase de cosecha (flor que se fecundo en el mes de diciembre del 2023 y paso por todo el efecto de la crisis climática). Pasado los 5-6 meses ya los frutos estaban de corte. Cabe destacar que en la toma de muestras se utilizaron algunos indicadores/árbol: árbol con frutos y que presenten condiciones sanitarias favorables (libre de enfermedades) para aplicar la metodología de la caracterización morfológica de frutos.



Se tomaron 8 frutos de cada localidad (total 16 frutos) para ser sometidos a investigación, considerando atributos morfológicos como la forma del fruto, rugosidad, parte basal y apical. Luego se evaluaron las variables cuantitativas: N° de semillas/ fruto, peso húmedo, peso seco e índice de almendras (IA) apoyándonos con el manual práctico para la caracterización morfológica del cacao (*Theobroma cacao* L) en Venezuela (Jiménez y otros, 2007).

Una vez cosechados los frutos se aplicaron los cortes transversales, una mitad del fruto se dibujó en una hoja de papel blanca y se copió en el perímetro del fruto sobre el papel con lápiz de grafito, quedando el trazo de la figura del fruto que permitió medir el largo (L) y ancho (A) y la relación (L/A), así como visualizar el ápice, forma del fruto y la base del pedúnculo.

Seguidamente, se contaron las almendras (número de almendras), se seleccionaron 5 de estas, a las cuales se les retiró el mucílago y luego se pesaron (Peso húmedo). Posteriormente, estas almendras se dejaron secar al sol por 4 días (1 primer día dos horas, segundo día 3 horas, y tercer día 4 horas en adelante) (protocolo de secado natural). Este procedimiento, según Jiménez y otros (2007), se puede realizar usando una estufa por 24 horas a 110°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Se presentan de manera ordenada los valores de las siguientes variables descriptivas: forma, rugosidad, parte basal y apical de los frutos.

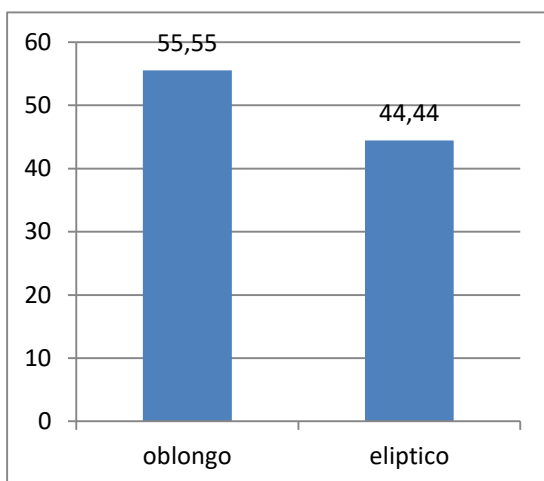


Figura 01. La forma del fruto. Variables descriptivas (atributos morfológicos de frutos)

Fuente: Gallegos (2024).

El estudio de la variable forma del fruto evidencia que el 55,55% es de forma oblongo en relación al 44,44 % que son elípticos. Resultados que coinciden con la investigación de Ramos (2019), quien obtuvo la forma oblonga en un 73%, en Barranquilla Colombia.

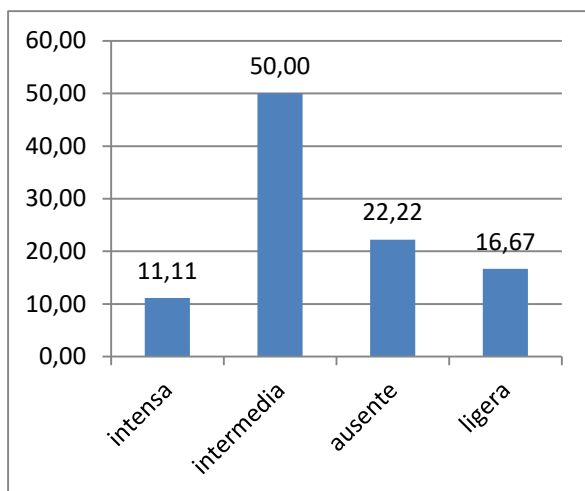


Figura 2. Rugosidad de frutos
Fuente: Gallegos (2024).

El estudio de la variable rugosidad del fruto muestra que el mayor porcentaje corresponde a los intermedios (50%), seguido de rugosidad ausente (22,22%), 16,67% rugosidad ligera y 11,11% rugosidad intensa. Al respecto, Ramos (2019) obtuvo un 57% de frutos moderadamente rugosos.

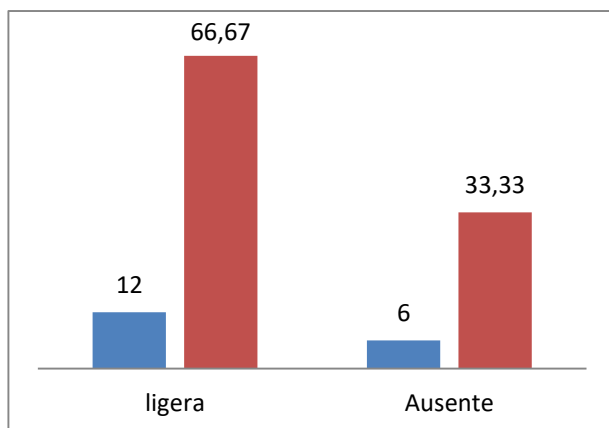


Figura 3. Parte basal del fruto
Fuente: Gallegos (2024)

En la interpretación de la variable se aprecia que 66,67% tiene una parte basal del fruto ligera y el otro restante de 33,33% es ausente en las

dos localidades del estado Barinas. Contrariamente, Ramos (2019) obtuvo que el 55% es ausente o débil.

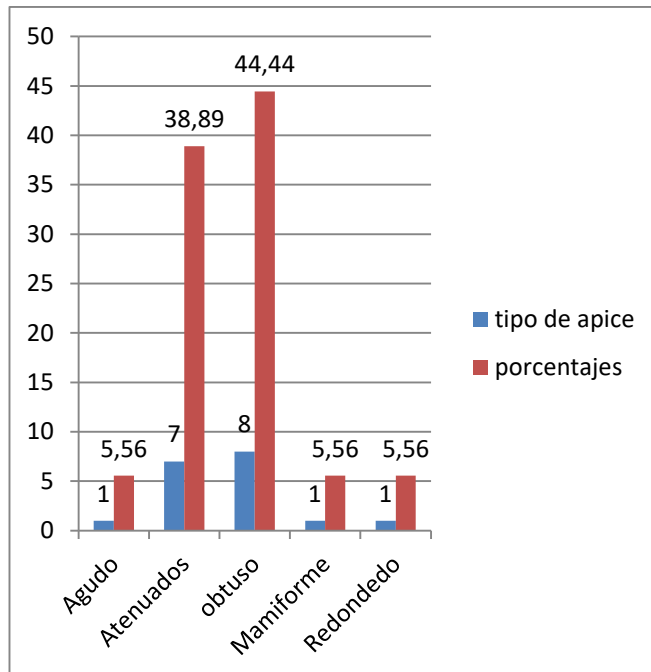


Figura 4. Parte Apical de los frutos, **Fuente:** Gallegos (2024)

Esta característica del fruto se muestra que 44,44% son obtusos, un 38,89% son atenuados y un 5,56%, en tres grupos, son agudo, mamiformes y redondeados. Sobre el particular, el estudio de Ramos (2019) encontró solo frutos de ápices agudos en un 64%, comparado con un 5,56% en los municipios Pedraza y Bolívar.

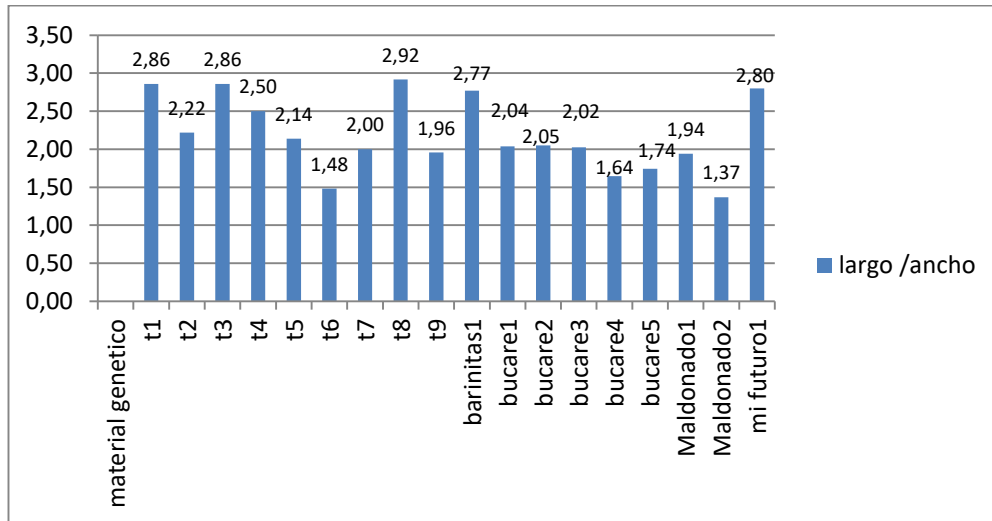


Figura 5. Relación largo /ancho del fruto

Fuente: Gallegos (2024)

En la relación largo/ancho del fruto de cacao se evidencias los t2, t3,t8 del municipio Pedraza y el barinitas1 y mifuturo1del municipio Bolívar, muestran el valor más alto en relación a los otros materiales genético de ambas localidades.

2. Se presenta valores de las variables cuantitativa (número de almendras, peso húmedo, peso seco) y el índice de almendra (IA)

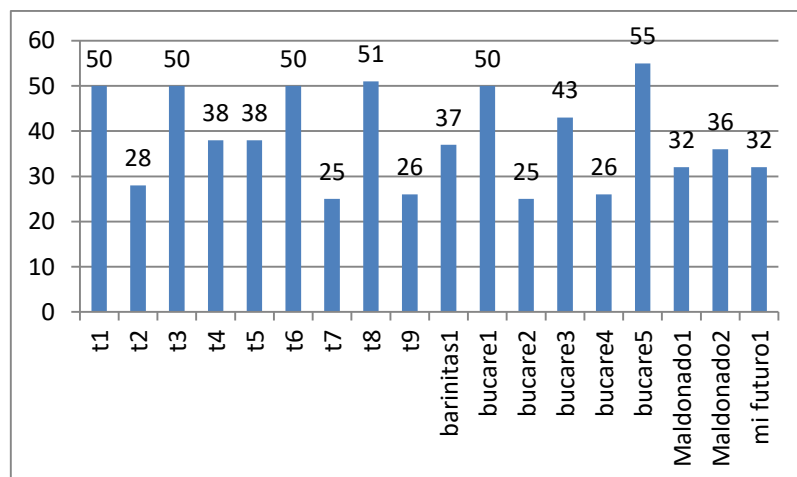
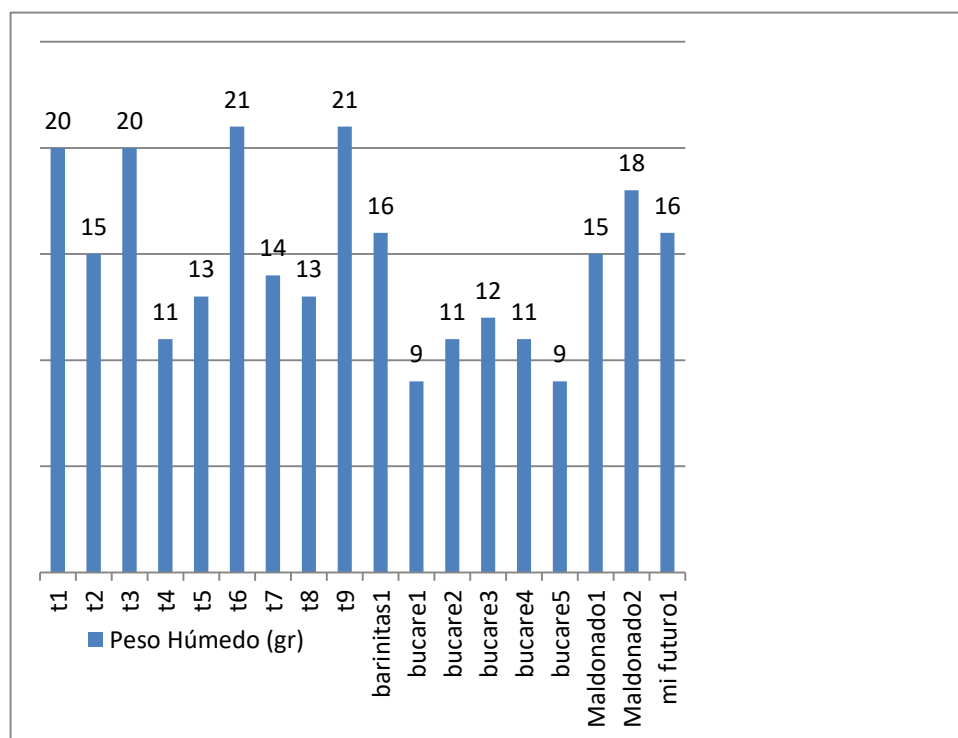


Figura 6. Número de almendras/fruto

Fuente: Gallegos (2024).

En relación al número de semillas por fruto, se comprueba que en las dos localidades del estado Barinas existe material genético de calidad ,

tal como se observa en t4 y t5 con 38 almendras/fruto en el municipio Pedraza y tres (Barinitas 1 con 37, Maldonado 2 con 36 y Bucare 3 con 43) almendras/fruto del municipio Bolívar. Asimismo, se aprecian 4 materiales que presentan 50 almendras/ fruto, el t8 con 51 y el bucare 5 con 55 almendras/fruto. Comparamos los valores de ambas localidades, mantienen mayor número de almendras/ fruto en relación al estudio realizado por Ramos (2019) en Barranquilla Colombia, quien encontró que el híbrido CCN51 con 44 es el que posee mayor cantidad de semillas, seguido del criollo de Becerril (008) con 42 semillas, y la variedad con menor cantidad de semillas fue la variedad ICS39-3 con 36 semillas.



Fuente:

Figura 7. Peso húmedo (g)

Fuente: Gallegos (2024).

La variable peso húmedo muestra dos frutos con 20 y dos con 21 g y el t2 con 15 g. del municipio Pedraza; sin embargo, el maldonado2 dio un valor de 18 g, muy seguido de mi futuro y barinitas1 con 16 g. Estos

valores se relacionan con los resultados encontrados con Chacón *et al* (2007) que encontró 19,33 g en la zona sur del lago.

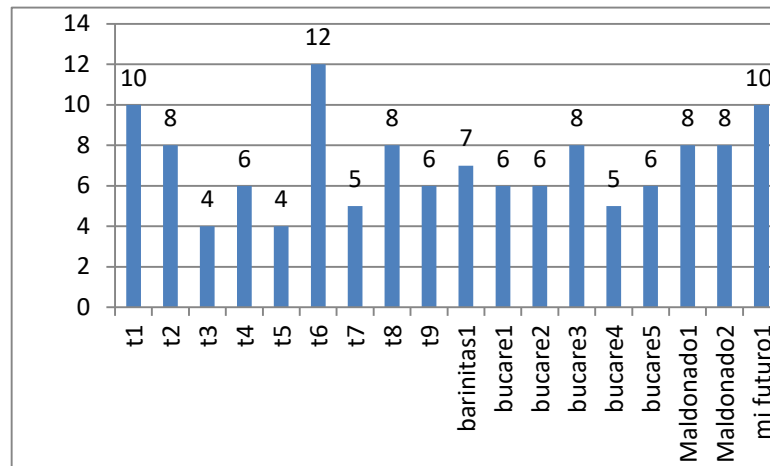


Figura 8. Peso seco (g)

Fuente: Gallegos (2024)

El valor del peso seco de las almendras se visualiza en el fruto t6 con 12 g, seguido del t1 del municipio Pedraza y el fruto mifuturo1 del municipio Bolívar con 10 g; del mismo modo, existen en ambos sectores frutos con peso de 8 g como t2, t8 por Pedraza y los frutos de bucare3, Maldonado1 y Maldonado2 con 8 g. Estos valores se relacionan con los resultados encontrados con Chacón *et al* (2007) que encontró valores de 8,95 g en la zona sur del lago.

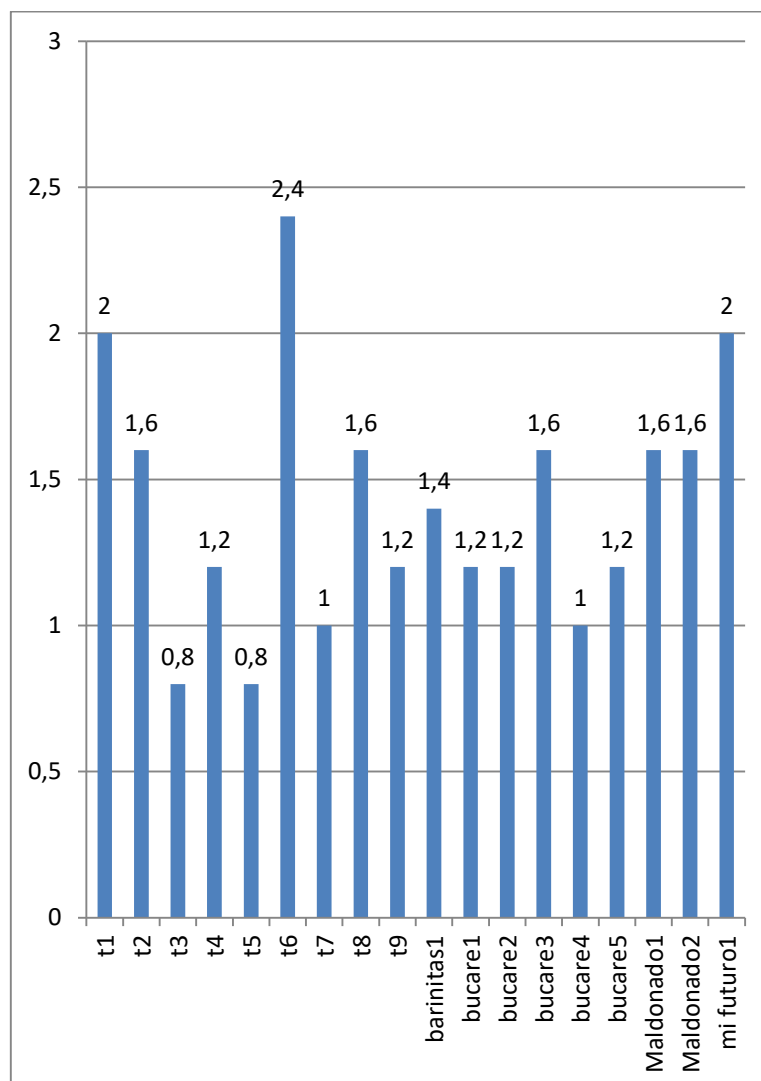


Figura 9. Índice de Almendra

Fuente: Gallegos (2024)

El índice de almendra (IA), en las dos localidades del estado Barinas, encuentra valores independientes de 2,4; 2; y 1,6 en el municipio Pedraza y otro material con pesos de 2g en el caso del fruto mi futuro; sin embargo, el bucare3 con 1,6 seguido de Maldonado1 y Maldonado2 del municipio Bolívar. Se pueden comparar los índices encontrados por Hidalgo *et al* (2007) con resultados de dos localidades del municipio Ospino estado Portuguesa con 1,36 y otra de 1,63. Comparativamente, Ramos (1998) encontró valores de 1,88 menor al t1, t6 y mifuturo1 de Barinas con IA de almendra de 2.

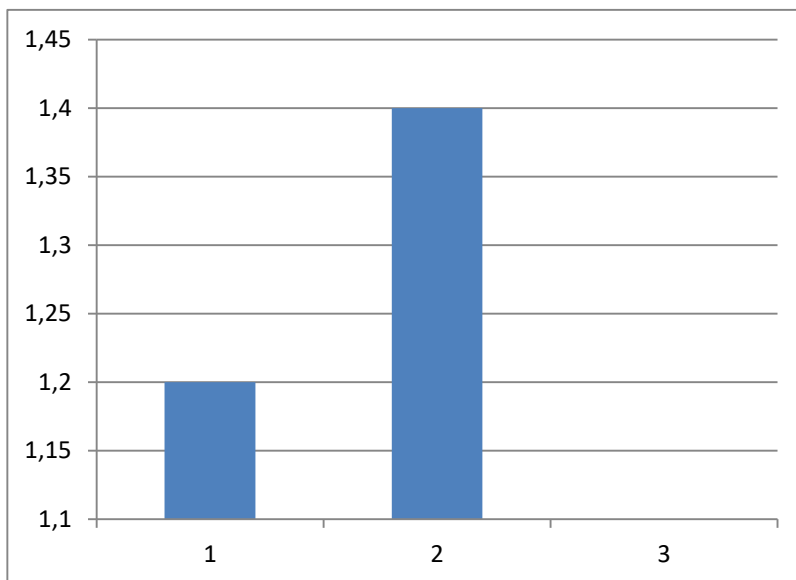


Figura 10. Promedio Peso seco (g)

Fuente: Gallegos (2024).

En el estudio se determinó que los promedios de pesos seco de las dos localidades presentan valores de 1,2 g para la zona del municipio Pedraza y 1,4 g para la zona del municipio Bolívar, lo que se puede relacionar con los valores de Álvarez *et al*, (2007) quien encontró en frutos de cacao identificados como MAR-4 y MCP-1 valores de 1,2 g y en CMR5 y CRP1 pesos de 1,42 g de la localidad de Cuyagua.

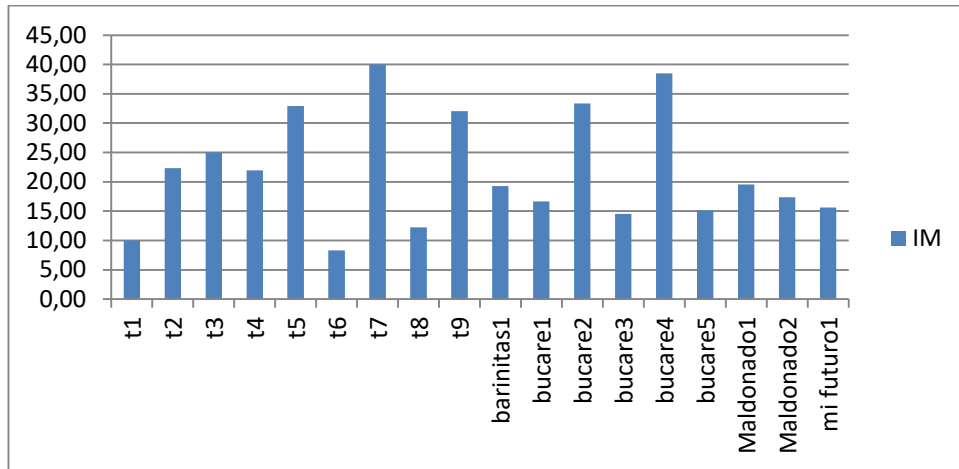


Figura 11. Índice de mazorca
Fuente: Gallegos (2024)

Los frutos de los árboles t1, t6, T8, bucare3 y bucarae5 (10;8;12,14 y 15) muestran menor cantidad de mazorcas para obtener un kilogramo de cacao seco, lo que se puede comparar con los obtenidos con Hidalgo (2017) quien encontró IM de 17 y 18 en Ospino estado Portuguesa.

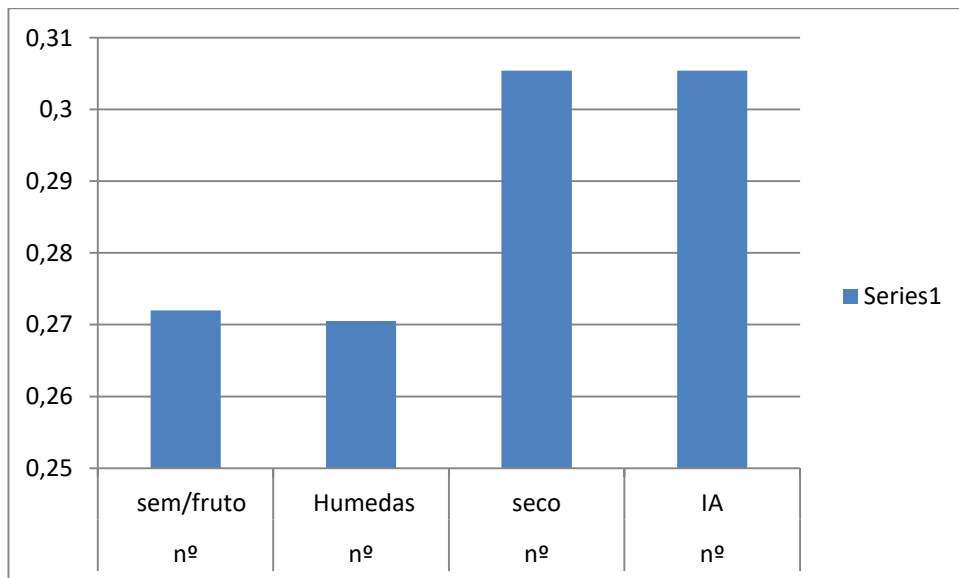


Figura 12. Coeficiente de Variación (CV). **Fuente:** Gallegos (2024)

Los coeficientes de variación menor o igual a 30, lo cual indica que los datos son homogéneos, por lo tanto la media es representativa.



CONCLUSIONES

El estudio de la fenología de frutos de cacao (*Theobroma cacao L.*) en dos localidades del estado barinas permitió detectar:

1. Existencia de unidades de producción y diversidad genética en frutos de cacao, ahora nuevos criollos.
2. Diferencias en atributos cualitativos, resaltando los materiales de los municipios Pedraza y Barinas, tal es el caso de la variable forma que el 55,55% es oblonga en relación al 44,44 % que son elípticos, seguido de la rugosidad de fruto con 50% que son intermedios y un 16,67% tienen rugosidad ligera y en menor frecuencia de 11,11% rugosidad intensa y 66,67% tiene una Parte basal del fruto ligera y otro restante de 33,33% es ausente, siendo la parte apical con 44,44% de obtusos, 38,89% atenuados, con 5,56% tres grupos (Agudo, mamiforme y redondeado).
3. Comprobó diferencias en atributos cuantitativos, tal como se observa en el índice de almendra (IA) de los materiales genéticos identificados como: t4, t5 con 38 almendras/fruto en el municipio Pedraza y tres del municipio Bolívar (barinitas1 con 37, Maldonado2 con 36 y bucare3 con 43 almendras/fruto. Asimismo, se aprecian 4 materiales que presentan 50 almendras/ fruto el t8 con 51 y el bucare5 con 55 almendras/fruto.
4. El rendimiento de las mazorcas para producir un kg de cacao seco de los frutos en estudio de los árboles t1, t6, T8, bucare3 y bucarae5 (10;8;12,14 y 15) muestran un índice muy importante para garantizar productividad, posibles materiales a seleccionar para estudios avanzados de planes de mejoramiento genético y conservación de la biodiversidad del cacao Venezolano.
5. El comportamiento de árboles resilientes al cambio climático es un indicador para evaluar la diversidad del cacao de estas localidades.



Recomendaciones.

- ✓ Ampliar el estudio del cacao de Barinas usando la técnica de la caracterización, aplicar el protocolo de: marcar arboles promisorios (elites), resistentes a sequía, plagas y enfermedades caso moniliasis (*Monilia rorey*) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) por municipios en todo el estado.
- ✓ Evitar movilizar material genético de otras localidades foráneas que pueda atentar contra la diversidad del cacao Venezolano.
- ✓ Avanzar a los análisis genéticos (Pruebas de ADN) para mejorar con la trazabilidad del cacao.
- ✓ Multiplicar estos materiales identificados de manera preliminar en una unidad de clones para garantizar su multiplicación y resguardo de la identidad genética.
- ✓ El IM permite inferir sobre posibles materiales a seleccionar para estudios avanzados de planes de mejoramiento genético y conservación de la biodiversidad del cacao venezolano

REFERENCIAS

- Álvarez, C., Pérez, E., Lares, M. 2007 Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Trop.* 57(4): 249-256.
- Chacón, C. Gómez y V. Márquez. 2007. Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región suroccidental de Venezuela. *Rev. Fav. Agron. (LUZ)*. 24 *Supl. 1*: 202-207.
- Jiménez, J., Ramis, C., Castillo, A., Gómez, A., Chacón, I., Moya, A., Rumbos, R., Vidal, R., Albornoz, L., Gutierrez, B., Vivas A., Morales, N. y Ramis, C. (2007). Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Venezuela. Basado en Engels. Caracas.50p.
- Ramos, G. (1998) Caracteres Morfológicos en cacao Manual del instituto Nacional de investigaciones Agrícolas (INIA)



Ramos, O., A. (2019). Caracterización fenotípica y genotípica de aislados de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Dibulla, Guajira. Universidad libre seccional Barranquilla Facultad de ciencias exactas y naturales maestría en biotecnología Barranquilla.