



## EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CLONES DE CACAO DE ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO Y DE CALIDAD

### MORPHOAGRONOMIC EVALUATION OF COCOA CLONES WITH HIGH PRODUCTIVE POTENTIAL AND QUALITY

O. MIRANDA BARBIER<sup>1</sup>\*, M.E. GONZÁLEZ VEGA<sup>2</sup>, M. MENÉNDEZ GRENOT<sup>1</sup>, I. BIDOT MRTÍNEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Los Hoyos Sabanilla, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba. E-mail: [mary041102@gmail.com](mailto:mary041102@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal, Guantánamo, Cuba. E-mail: [Ibidot@cug.co.cu](mailto:Ibidot@cug.co.cu)

\*Autor para correspondencia: [mirandabarbariero@gmail.com](mailto:mirandabarbariero@gmail.com)

#### RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica en regiones tropicales, pero su producción enfrenta desafíos relacionados con la variabilidad genética y la calidad del grano. Este estudio tuvo como objetivo evaluar morfoagronómicamente clones de cacao con alto potencial productivo y de calidad para identificar genotipos superiores. Se caracterizaron 20 clones de cacao en el Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF) de Baracoa, Cuba, entre diciembre de 2019 y noviembre de 2021. Se evaluaron 15 descriptores morfoagronómicos, se incluyeron variables como número de semillas por mazorca, masa seca de la semilla, porcentaje de grasa y rendimiento industrial, mediante un diseño experimental y análisis de componentes principales (ACP). Los resultados mostraron que los cinco primeros componentes del ACP explicaron el 77,92% de la variabilidad total, con el primer componente contribuyendo un 28,92%. Las variables más influyentes fueron el porcentaje de testa, la masa seca de la semilla y el número de semillas por mazorca. Los 20 genotipos se agruparon en cuatro grupos, donde destaca el grupo cuatro (G4) por su alto rendimiento industrial (33,22%) y porcentaje de grasa (52,16%). Los clones EICB-20, EICB-260, EICB-266, EICB-366 y CCN-51 fueron identificados como los más prometedores por sus características de calidad y productividad. Se concluyó que estos genotipos son ideales para programas de mejoramiento genético y producción de cacao de alta calidad. La identificación de descriptores clave optimiza futuros estudios de caracterización y selección de clones superiores.

**Palabras clave:** rendimiento industrial, porcentaje de grasa, masa seca, variabilidad genética, descriptores morfoagronómicos

#### ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is a crop of great economic importance in tropical regions, but its production faces challenges related to genetic variability and bean quality. This study aimed to morpho-agronomically evaluate cocoa clones with high productive and quality potential to identify superior genotypes. Twenty cocoa clones were characterized at the Agroforestry Research Institute (INAF) in Baracoa, Cuba, between December 2019 and November 2021. 15 morpho-agronomic descriptors were evaluated, including variables such as number of seeds per pod, seed dry mass, fat percentage, and industrial yield, using an experimental design and principal component analysis (PCA). The results showed that the first five PCA components explained 77.92% of the total variability, with the first component contributing 28.92%. The most influential variables were test percentage, seed dry mass, and number of seeds per pod. The 20 genotypes were grouped into four groups, with group four (G4) standing out for its high industrial yield (33.22%) and fat percentage (52.16%). Clones EICB-20, EICB-260, EICB-266, EICB-366 and CCN-51 were identified as the most promising for their quality and productivity characteristics. It was concluded that these genotypes are ideal for genetic improvement programs and production of high-quality cocoa. The identification of key descriptors optimizes future characterization studies and selection of superior clones.

**Keywords:** industrial yield, fat percentage, dry mass, genetic variability, morpho-agronomic descriptors

Recibido: 12/3/2022

Aceptado: 20/5/2022

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* Lin.) es un cultivo de gran relevancia a nivel mundial, especialmente en regiones tropicales. Esta especie se desarrolla en diversos agroecosistemas, generalmente bajo sombra, la cual es proporcionada principalmente por árboles frutales (Anzules et al., 2019). Originario del centro y noroeste de América del Sur, el cacao se cultiva en zonas tropicales húmedas. A partir de sus semillas, que son fermentadas y secadas, se obtiene el chocolate y cuatro productos intermedios: torta de cacao, manteca de cacao, cacao en polvo y licor de cacao. Además de su uso alimentario, el cacao tiene aplicaciones en las industrias farmacéutica y cosmética (Lee et al., 2007; Aikpokpodion, 2012).

La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica cuentan con patrones específicos para su identificación, caracterización y evaluación. Para establecer estos protocolos, se han llevado a cabo estudios que analizan las características de las plantas con el fin de comprender la variabilidad de los rasgos tanto dentro de una misma planta como entre diferentes individuos. Posteriormente, se seleccionan aquellas características cualitativas y cuantitativas que resultan útiles para la descripción de las variedades (Guevara & Salazar, 2015).

La caracterización morfoagronómica, realizada mediante descriptores estandarizados, permite discriminar de manera rápida y eficiente entre fenotipos, destacando las características específicas de cada accesión evaluada. Estos descriptores suelen ser rasgos altamente heredables, que pueden identificarse a simple vista debido a que se expresan de manera consistente en diferentes ambientes, lo que los hace estables. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales que son considerados deseables por consenso entre los usuarios de un cultivo en particular (Chacón et al., 2007).

La caracterización proporciona un conocimiento general y específico de las variedades, lo que permitió una aproximación a su comportamiento en condiciones de cultivo (Santos et al., 2012). Este estudio tuvo como objetivo evaluar morfoagronómicamente clones de cacao con alto potencial productivo y de calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF) UCTB Baracoa, ubicado en el extremo nordeste del país, durante un periodo que abarcó desde diciembre de 2019 hasta noviembre de 2021. El centro del instituto se localiza en las coordenadas 20° 28' de latitud Norte y 74° 46' de longitud Oeste, a una altitud de 28 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el municipio de Imías, al este con el municipio de Maisí y al oeste con los municipios de Yateras y Moa (GoogleEarth, 2022).

## Caracterización morfológica

Durante el segundo semestre de 2019, se seleccionaron en campo 20 accesiones de cacao (Tabla 1) con un marco de plantación de 3 x 3 metros, bajo sombra permanente de Júpiter (*Gliricidia sepium* Jacq Kunth ex Walp).

**Tabla 1.** Germoplasma de trabajo de cacao evaluado y caracterizado

No.	Genotipos	Grupo Genético	País Origen
1	EICB - 324	Híbrido	Cuba
2	EICB - 325	Híbrido	Cuba
3	EICB - 319	Híbrido	Cuba
4	EICB - 2	Híbrido	Cuba
5	EICB - 4	Híbrido	Cuba
6	EICB - 6	Híbrido	Cuba
7	EICB - 12	Híbrido	Cuba
8	EICB - 20	Híbrido	Cuba
9	EICB - 27	Híbrido	Cuba
10	EICB - 336	Trinitario	Cuba
11	RIM - 2	Trinitario	México
12	EICB - 295	Trinitario	Cuba
13	CCN - 51	Híbrido	Ecuador
14	EEG - 27	Forastero	Brasil
15	EICB - 261	Híbrido	Brasil
16	EICB - 260	Híbrido	Brasil
17	EICB - 136	Trinitario	Cuba
18	EICB - 266	Híbrido	Brasil
19	EICB - 217	Criollo	Cuba
20	EICB - 214	Híbrido	Cuba

### Observaciones

**EICB:** Estación de investigaciones de cacao de Baracoa

**RIM:** Rosario Izapa México

**CCN:** Colección Castro Naranjal

**EEG:** Estación Experimental de Goitacazes

Se caracterizaron 20 árboles de cacao, a los cuales se les evaluaron 15 descriptores morfoagronómicos propuestos por Engels (1981). Además, se incluyeron otros descriptores relacionados con la evaluación de caracteres de calidad, según lo establecido por (Eskes & Lanaud, 2001).

### Variables estudiadas y forma de cuantificarlas

**Número máximo de semillas:** Se registró el número más alto de semillas por mazorca, basado en la observación de 40 mazorcas por clon.

**Número de semillas por mazorca:** Se calculó el promedio de semillas de 40 mazorcas por clon.

**Masa húmeda de la semilla:** Se determinó el promedio de la masa de semillas frescas, con 15 semillas de cada una de las 10 mazorcas seleccionadas por clon.

**Masa seca de la semilla:** Las mismas semillas utilizadas para la determinación de la masa húmeda se secaron en un horno durante 1,5 horas a una temperatura de 130 °C. Posteriormente, se enfriaron en un desecador y se pesaron en una balanza analítica.

**Longitud del fruto:** Se midió la longitud de 35 frutos con un pie de rey, expresándose en centímetros.

**Ancho del fruto:** Se midió el ancho de 35 frutos con un pie de rey, expresándose en centímetros.

**Masa del fruto:** Se calculó el promedio de la masa de 35 frutos cosechados por clon, expresándose en gramos.

**Rendimiento Industrial:** Se determinó mediante la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{\text{Peso de cacao comercial}}{\text{Peso de cacao fresco}} \right) \times 100$$

**Porcentaje de Humedad (%):** Este parámetro se encuentra entre el 6 % y el 8 %, según las Instrucciones Técnicas del Cultivo (Márquez y Aguirre, 2010).

**Porcentaje de testa (%):** Este valor oscila entre el 11 % y el 14 %, establecido por las Instrucciones Técnicas del Cultivo (Márquez y Aguirre, 2010) para un cacao de primera calidad.

**pH:** Se determinó según la metodología de Barel (1995).

**Número de granos en 100 g:** Se evaluó de acuerdo con la norma NC-ISO 1114 (2006).

**Prueba de Corte:** Se realizó según la norma NC-ISO 1114 (2006).

**Acidez del Cotiledón:** Se determinó según la norma NC-ISO 2291 (2006).

**Porcentaje de grasa (%):** Se calculó mediante la metodología de la ICCO (2003).

### Diseño experimental y análisis estadístico

La información obtenida de la caracterización morfológica se almacenó en una matriz de acuerdo con las variables cuantitativas. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para procesar los datos. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software SSPS 21.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió establecer que los cinco primeros componentes explican el 77,92% de la variación total. El primer componente explica el 28,92% de la variabilidad, el segundo el 19,01% y el tercero el 11,66%. Por su parte, los componentes cuarto y quinto explican el 10,62% y el 7,71% de la variabilidad, respectivamente. En la [Tabla 2](#) se presentan las estimaciones de los valores propios y la proporción de la variación total explicada por cada uno de los componentes principales, los cuales se elaboraron a partir de las 15 características cuantitativas seleccionadas.

**Tabla 2.** Valores propios y varianza explicada del ACP realizado para características cuantitativas

Componente	Valor propio	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
1	4.34	28.92	28.92
2	2.85	19.01	47.93
3	1.75	11.66	59.59
4	1.59	10.62	70.21
5	1.16	7.71	77.92

El primer componente, que explica el 28,92% de la variabilidad, se caracteriza por tener la variable con el valor positivo más alto en el Porcentaje de Testa (%) (0,77), mientras que el valor negativo más alto corresponde al Número de Semillas por Mazorcas (-0,74). Estas variables son las que más diferencian a los genotipos en este eje. Además, el porcentaje de humedad (%) también se destaca como una variable relevante en este componente ([Tabla 3](#)).

El segundo componente, que explica el 19,01% de la variabilidad, está conformado principalmente por variables relacionadas con la Masa Seca de la Semilla y el número de grano en 100 g. La Masa Seca de la Semilla (0,75) es la variable que más contribuye a este eje, mientras que el número de grano en 100 g (-0,84) presenta el valor negativo más bajo.

En el tercer componente, que explica el 11,66% de la variabilidad, las variables que más aportan son el Número Máximo de Semillas, con el valor positivo más alto (0,68), y la Acidez del Cotiledón, con el valor negativo más alto (-0,38). Estas variables son clave para la conformación de este eje.

El cuarto componente, que representa el 10,62% de la variabilidad, tiene como variable con el mayor peso positivo al Porcentaje de Grasa (%) (0,70), mientras que el pH (-0,48) presenta el mayor peso negativo. Por último, en el quinto componente, el valor más importante corresponde al Rendimiento Industrial (0,64).

El análisis de componentes principales (ACP) permite determinar que la mayor acumulación de la varianza se concentra en 10 descriptores: Número de Semillas por Mazorcas, Porcentaje de Testa (%), Masa Seca de la Semilla (g), Número de grano en 100 g, Número Máximo de Semillas, Acidez del Cotiledón, Porcentaje de Grasa (%), pH, Rendimiento Industrial y Porcentaje de Humedad (%). Estos descriptores fueron los más discriminantes, ya que obtuvieron los valores más altos en las comunalidades arrojadas por el ACP. La identificación de estos descriptores permite realizar una presentación gráfica de la diversidad entre los árboles estudiados, además de optimizar tiempo y recursos en futuros trabajos de caracterización ([Ballesteros, 2011](#)).

[Quevedo et al. \(2022\)](#), de los 22 descriptores usados 9 agrupan el 80% de la varianza total explicada.

**Tabla 3.** Contribución de las variables a los componentes principales en la población de *Theobroma cacao* L. en el banco de germoplasma.

No.	Variables	Aporte de las variables a los Componente principales				
		1	2	3	4	5
1	Número Máximo de Semillas	-0.20	0.26	0.68	-0.42	-0.21
2	Número de Semillas por Mazorcas	-0.74	0.04	0.23	-0.08	0.11
3	Masa Húmeda de la Semilla (g)	0.45	0.34	0.04	0.34	-0.02
4	Masa Seca de la Semilla (g)	0.26	0.75	0.32	-0.06	-0.15
5	Longitud del Fruto (cm)	0.67	0.11	0.41	-0.06	0.43
6	Ancho del Fruto (cm)	0.64	-0.41	0.26	0.47	0.29
7	Masa del fruto (g)	0.69	-0.22	0.52	0.05	0.31
8	Rendimiento Industrial	-0.63	0.27	-0.12	-0.23	0.64
9	Porcentaje de Humedad (%)	-0.71	-0.18	0.51	0.29	-0.16
10	Porcentaje de Testa (%)	0.77	-0.15	-0.11	0.09	-0.45
11	pH	0.32	-0.49	0.25	-0.48	-0.16
12	Número de grano en 100 g	-0.06	-0.84	-0.29	0.06	0.16
13	Prueba de Corte	-0.05	0.63	-0.05	0.45	0.08
14	Acidez del Cotiledón	0.53	0.62	-0.38	-0.08	0.06
15	Porcentaje de Grasa (%)	-0.51	-0.06	0.23	0.70	-0.12

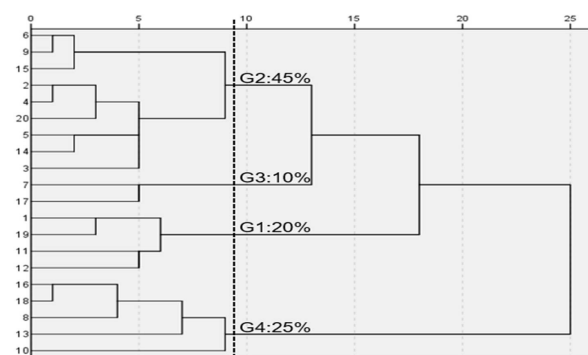
Montaleza et al. (2020) determinaron que, de los 22 descriptores utilizados, 9 agrupan el 80% de la varianza total explicada. Por su parte, Montaleza et al. (2020) identificaron 17 componentes que explican el 70,93% de la variabilidad, de los cuales 14 demostraron ser los más representativos. Entre estas variables destacan la longitud del pedicelo, el ancho del pedicelo, la intensidad de antocianinas, la longitud del sépalo, el ancho del sépalo, la longitud de la lígula, el ancho de la lígula, la longitud del filamento, el ancho del filamento, la longitud del estaminoide y el ancho del estaminoide.

July Martínez (2007), en Bolivia, logró explicar el 70% de la variabilidad con los dos primeros componentes, valores que coinciden con lo informado por Díaz et al. (1996). Martínez resalta que la variable número de semillas presentó el peso negativo más alto (-0,14), mientras que el diámetro de mazorca obtuvo el peso positivo más alto (0,54). Estas variables fueron las que más diferenciaron a los cacaos silvestres de los cacaos en cultivo en este eje.

Además, se destacó la variabilidad producida por el largo de mazorca (0,53) y el diámetro de semilla (-0,47), la cual no fue explicada por el CPI. Estas variables también tienen relevancia para separar grupos de cacao silvestre y en cultivo, lo que indica que el tamaño de la semilla es un carácter importante para diferenciar al cacao nacional boliviano.

### Clasificación jerárquica de los genotipos de cacao

Al realizar el análisis de clasificación de los 20 genotipos de cacao, se obtuvo la figura 1. Cada uno de los genotipos se ubicó en un grupo, conformado por un alto grado de similitud. La caracterización morfológica define diferencias interespecíficas claras en la distribución de los caracteres cuantitativos, lo cual se refleja en las clasificaciones obtenidas. En la figura 1 se identifican cuatro grandes grupos diferentes, los cuales están conformados por accesiones que poseen características cuantitativas similares.



**Figura 1.** Clasificación jerárquica de variables cuantitativas para los genotipos de *Theobroma cacao* L en el Banco de Germoplasma

#### Grupo UNO (G1)

El G1 está integrado por 4 genotipos, que representan el 20% de la población (Figura 1). Este grupo incluye los clones EICB - 324, EICB - 295, EICB - 217 y RIM-2. Presenta mayores valores en Masa Húmeda de la Semilla (g) (2,95), Masa Seca de la Semilla (g) (1,50) y Longitud del Fruto (cm) (19,75), junto con un bajo porcentaje de humedad (%) (6,25). Se caracteriza por frutos y semillas grandes, pero con una prueba de corte alta, así como una acidez del cotiledón elevada y un bajo porcentaje de grasa.

#### Grupo dos (G2)

El G2 está conformado por 9 genotipos, que representan el 45% de la población (Figura 1). Este grupo incluye los clones EICB - 6, EICB - 27, EICB - 6261, EICB - 325, EICB - 2, EICB - 214, EICB - 4, EEG-27 y EICB - 319. Presenta características sobresalientes en Longitud del Fruto (cm) (19,70), Rendimiento Industrial (%) (32,32), bajo contenido de acidez en el cotiledón (0,11) y un buen porcentaje de grasa (%) (50,73). Este grupo se caracteriza por cacao con frutos y semillas grandes, alto contenido de grasa, pero con semillas pequeñas y un alto porcentaje de humedad (%).

### Grupo tres (G3)

En el G3 se ubicaron 2 genotipos, que representan el 10% de la población analizada (Figura 1). Los clones identificados fueron EICB-12 y EICB-136. Estos genotipos presentan los mayores valores en las características del fruto, con un ancho de 90,08 cm y un peso de 862,53 g. Además, se caracterizan por tener muy pocas semillas por mazorca, un bajo rendimiento industrial, un alto porcentaje de testa y un bajo porcentaje de grasa. Estas características dificultan su procesamiento para la exportación y la elaboración de chocolate.

### Grupo cuatro (G4)

El G4 está compuesto por 5 genotipos, que representan el 15% de la población estudiada (Figura 1). Los clones identificados en este grupo son EICB-20, EICB-260, EICB-266, EICB-366 y CCN-51. Este grupo presenta los mayores valores en el número máximo de semillas (50,00), el número de semillas por mazorca (43,20), el rendimiento industrial (33,22), un bajo porcentaje de testa (14,04%) y un alto porcentaje de grasa (52,16%). Se caracteriza por tener una gran cantidad de semillas, aunque de tamaño pequeño, y frutos pequeños con excelentes características organolépticas e industriales, lo que sugiere que estos frutos poseen características típicas de los criollos.

### Análisis de los grupos

Los mejores individuos identificados en esta caracterización corresponden al grupo cuatro, ya que agrupan los genotipos con las mejores características productivas y de calidad en el Banco de germoplasma. Estos resultados confirman los hallazgos de Menéndez-Grenot et al. (2014), quienes realizaron una caracterización morfológica de 74 genotipos para mejorar la estructura clonal del cultivo en Cuba. En su estudio, identificaron cinco grandes grupos con características cuantitativas y cualitativas relevantes, y seleccionaron los grupos III y V como los de mayor interés debido a su porcentaje de grasa, rendimiento industrial y resistencia a *Phytophthora palmivora*. Como resultado, obtuvieron 58 genotipos de gran interés para el cultivo.

Por otro lado, Montaleza et al. (2020) identificaron un total de 19 grupos bien diferenciados. Entre estos, los grupos 17, 18 y 19 están formados por una sola accesión cada uno. La accesión UTMACH 317 mostró la mayor diferencia en comparación con las demás, debido a su alta rugosidad, la forma atenuada del ápice y la forma oblonga de la semilla. Estas características únicas la distinguen claramente del resto de las accesiones analizadas.

### CONCLUSIONES

- Los cinco primeros componentes del ACP explican el 77,92% de la variabilidad total, donde destaca el primer componente con 28,92%. Las variables más influyentes incluyen el Porcentaje de Testa, Masa Seca de la Semilla y Número de Semillas por Mazorcas.

- Diez descriptores, como el Número de Semillas por Mazorcas, Porcentaje de Grasa y Rendimiento Industrial, son los más discriminantes, lo que permite una representación gráfica eficiente de la diversidad genética y optimizar futuros estudios de caracterización.
- Los 20 genotipos de cacao se agruparon en cuatro grupos basados en características morfológicas. El grupo cuatro (G4) destaca por su alto rendimiento industrial y porcentaje de grasa, siendo el más prometedor para la producción y calidad del cacao.
- Se seleccionaron 5 genotipos de cacao (EICB - 20, EICB - 260, EICB - 266, EICB - 366 y CCN-51) como elites en el Banco de Germoplasma agrupados por sobresalir en los parámetros de calidad y rendimiento industrial.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aikpokpodion, P. O. (2012). Defining Genetic Diversity in the Chocolate Tree, *Theobroma cacao* L. Grown. En *Genetic Diversity in Plants* (pp. 185-212). InTech. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sAOaD-wAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA185&dq=Defining+genetic+diversity+in+the+chocolate+tree,+Theobroma+cacao+L.+grown+in+West+and+Central+Africa&ots=OdQsMKRkKuu&sig=7CVgy9mVK5ZeVTsm3kWGPKZsYNE>
- Anzules, V., Borjas Ventura, R., Alvarado Huamán, L., Castro-Cepero, V., & Julca-Otiniano, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520.
- Ballesteros, W. (2011). *Caracterización morfológica de árboles elite de cacao (Theobroma cacao l) en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia* [Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción de Cultivos, Universidad de Nariño]. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/2953>
- Chacón, I., Gómez, C., Márquez, V., & Glorieta, S. B. de Z. (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(1), 202-207.
- Díaz, L. A. S., Souza, C. A. S., Augusto, S. G., Siqueira, P. R., & Müller, M. W. (1996). *Estabilidade temporal de cultivares de cacaucomrelação à produçãoemLinhares-ES, Brasil*. XII International Cocoa Research Conference.
- Eskes, A. B., & Lanaud, C. (2001). Cocoa. En *Tropical plant breeding* (pp. 78-105). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781482279863-4/cocoa-albertus-eskes-claire-lanaud>

- GoogleEarth. (2022). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/@20.2816123,74.46538212,22.82132276a,320.56529749d,35y,19.4538417h,0t,0r>
- Guevara, M., & Salazar, R. (2015). *Caracterización morfológica del fruto y la semilla de 9 clones de cacao (Theobroma cacao L.) realizado en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA El Recreo, El Rama, RAAS, en el año 2014-2015* [Seminaro de Graduación para Optar al Título de Ingeniero Agrónomo].
- Lee, G. J., Wu, X., Shannon, J. G., Sleper, D. A., & Nguyen, H. T. (2007). Genome mapping and molecular breeding in plants. En *Oilseeds* (pp. 21-53). Kole, C. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Martínez, W. J. (2007). *Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia* [Tesis presentada en opción al título de Magister Scientiae, Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5354>
- Menéndez-Grenot, M., Clapé-Borges, P., Lambert-Lobaina, W., Rodríguez-Terrero, M., & Nariño-Nariño, A. (2014). Caracterización y análisis morfoagronómico de 74 genotipos de *Theobroma cacao* Lin. Para mejorar la estructura clonal del cultivo en Cuba. *Café Cacao*, 13(2), 3-11.
- Montaleza, J. F., Guerrero, J. N. Q., & Batista, R. M. G. (2020). Análisis de la diversidad morfológica de cacao (*theobroma cacao*. L) del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 45-57.
- Quevedo, J. N., Ramírez Villalobos, M., Alfonso Portillo, E., García Batista, R. M., & Tuz Guncay, I. G. (2022). Diversidad fisicoquímica y sensorial de 60 árboles elite de *Theobroma cacao* L., del sur del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 543-553.
- Santos, R. C., Pires, J. L., & Correa, R. X. (2012). Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Theobroma* L. species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59(3), 327-345. <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9685-6>