

# 07

Fecha de presentación: abril, 2020

Fecha de aceptación: julio, 2020

Fecha de publicación: agosto, 2020

## ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DE CACAO (THEOBROMA CACAO. L) DEL JARDÍN CLONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

### ANALYSIS OF THE MORFOLOGICA DIVERSITY OF CACAO (THEOBROMA CACAO. L) OF THE UNIVER-SIDAD TÉCNICA DE MACHALA CLONAL GARDEN

Jesús Fernando Montaleza Armijos<sup>1</sup>

E-mail: [jmontaleza\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:jmontaleza_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1710-4511>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup> Universidad técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Montaleza Armijos, J. F., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (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.

#### RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de la evaluación de 129 árboles de cacao (*Theobroma cacao*, L.) que forman parte del jardín clonal de la UTMACH en la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias; con la finalidad de conocer su riqueza genética y el potencial agronómico de interés, que puede estar contenido en dicha población, mediante un análisis morfológico y estadístico que permita generar información sobre las accesiones en estudio. Se realizó una toma de datos entre los meses de junio y enero, de un total de 46 variables respecto a tres partes vegetativas, flores, fruto y semilla. Los datos obtenidos fueron organizados y se efectuó un análisis estadístico mediante el SPSS, dando como resultado un cubo de componentes principales y un dendrograma que utiliza distancias Euclidianas para formar agrupaciones. En el análisis de componentes principales se determinó 17 variables responsables de 70,33% de variabilidad para las accesiones de estudio. La información generada da paso a la conservación de material genético único y de suma importancia en futuros proyectos de fitomejoramiento, encaminados a la obtención de cultivares con características agronómicas que garanticen el futuro de la producción de cacao en el Ecuador y la provincia, El Oro.

#### Palabras clave:

Cacao, morfología, agrupamiento, dendrograma, genética.

#### ABSTRACT

This work shows the results of the evaluation of 129 cacao trees (*Theobroma cacao*, L.) that are part of the UTMACH clonal garden on the Santa Inés farm belonging to the Faculty of Agricultural Sciences; with the purpose of knowing their genetic wealth and the agronomic potential of interest, which may be contained in said population, through a morphological and statistical analysis that allows generating information on the accessions under study. A data collection was carried out between the months of June and January, of a total of 46 variables with respect to three vegetative parts, flowers, fruit and seed. The data obtained were organized and a statistical analysis was carried out using the SPSS, resulting in a principal component cube and a dendrogram that uses Euclidean distances to form clusters. In the principal component analysis, 17 variables responsible for 70.33% variability were determined for the study accessions. The information generated gives way to the conservation of unique and extremely important genetic material in future plant breeding projects, aimed at obtaining cultivars with agronomic characteristics that guarantee the future of cocoa production in Ecuador and the province, El Oro.

#### Keywords:

Cocoa, morphology, grouping, dendrogram, genetics.

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*, L.) es cultivado en más de 50 países de África, América, Asia y Oceanía de los cuales el continente americano es el que cuenta con mayor número de países productores de cacao (Arvelo, et al., 2017). El origen del cacao en el Ecuador se encuentra en la amazonia ecuatoriana según investigaciones realizadas en el 2002 por arqueólogos franceses evidenciando cacao fino y de aroma en las pruebas químicas y físicas encontradas de la amazonia (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador, 2014).

El cacao (*Theobroma cacao*, L.) es uno de los principales cultivos perennes de uso agroindustrial que se encuentra en la mayoría de países intertropicales. Este cultivo reviste gran importancia dentro de la economía del Ecuador (principalmente en la región Litoral) como producto de exportación, generador de divisas para el país, fuente de empleo para el sector rural y urbano y conservador del ecosistema. Desde 1830, el Ecuador exporta cacao a base de la variedad Nacional fino de aroma, según Amores, citado por Carranza, et al. (2008). En la actualidad ocupa el tercer lugar en el monto de exportaciones del sector agrícola, después del banano y de las flores. No menos importante es su participación en la generación de empleo, estimándose que da ocupación al 5% de la población económicamente activa del país (González & Ruíz, 2009).

La importancia del cultivo de cacao en América Latina está ligada a la exportación de los principales productos de cacao como materia prima o sus derivados que son de mucha ayuda para las familias dedicadas a la producción de cacao, como fuente de ingresos y desarrollo de un país (Sánchez, Zambrano & Iglesias, 2019). En el presente trabajo se enfoca en recopilar información de campo utilizando 46 descriptores que nos ayudara a mejorar la descripción morfológica de una flor, fruto y semilla de cacao (*Theobroma cacao*, L.) de manera cuantitativa y cualitativa los mismo que son muy importantes en la producción, comercialización del grano a nivel internacional mejorando la calidad del producto para exportación y obtener mayor reconocimiento y mayor renombre a nivel mundial. El objetivo propuesto con este estudio fue Recolectar información en campo y conocer la diversidad morfológica existente entre los clones de cacao que forman el jardín clonal de la UTMACH.

## MATERIALES Y METODOS

**Ubicación o localización del ensayo**, El presente trabajo se lo realizo en la colección de cacao de la granja Santa Inés perteneciente a la UTMACH que se encuentra localizado Av. Panamericana Km. 5 vía a Pasaje.

**Material de campo**, Se estudió 129 accesiones de cacao pertenecientes al jardín clonal de la UTMACH.

### Método evaluativo

**Caracterización morfológica**, Para la evaluación de las 129 accesiones de *Theobroma cacao* L. se basó en descriptores tanto cualitativos como cuantitativos; tomados en distintos momentos y recopilados en un cuaderno de apuntes para posteriormente ser ingresados en una base digital.

**Variables a evaluar**, Para la caracterización morfológica de las distintas accesiones de cacao se usó una lista de 46 descriptores representados en las tablas 1, 2 y 3, siendo, 11 para fruto, 24 para flores y 11 para semilla.

Tabla 1. Descriptores de frutos de cacao.

DESCRPTORES	TIPO DE VARIABLE	
Fruto	D25. Color inmaduro	Cualitativa
	D26. Color maduro	Cualitativa
	D27. Forma de Fruta	Cualitativa
	D28. Forma del Apice	Cualitativa
	D29. Forma de Construcción basal	Cualitativa
	D30. Rugosidad de cáscara	Cualitativa
	D31. Dureza de la cáscara	Cuantitativa
	D32. Peso del fruto	Cuantitativa
	D33. Longitud del fruto	Cuantitativa
	D34. Ancho del fruto	Cuantitativa
	D35. Relación longitud/diámetro	Cuantitativa

Fuente: Phillips, et al. (2012).

Tabla 2. Descriptores de flores.

DESCRPTORES	TIPO DE VARIABLE
D1. Longitud del pedicelo	Cuantitativa
D2. Ancho del pedicelo	Cuantitativa
D3. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D4. Longitud del sépalo	Cuantitativa
D5. Ancho del sépalo	Cuantitativa
D6. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D7. Longitud de Lígula	Cuantitativa
D8. Ancho de Lígula	Cuantitativa
D9. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D10. Longitud del filamento (mm)	Cuantitativa
D11. Ancho del filamento (mm)	Cuantitativa
D12. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D13. Longitud del Estaminoide	Cuantitativa
D14. Ancho de estaminoideo (mm)	Cuantitativa
D15. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D16. Longitud del pétalo	Cuantitativa
D17. Ancho del pétalo	Cuantitativa
D18. Longitud del estilo	Cuantitativa
D19. Ancho del estilo	Cuantitativa
D20. Intensidad de antocianinas	Cualitativa
D21. Longitud del ovario	Cuantitativa
D22. Ancho del ovario	Cuantitativa
D23. Número de óvulos	Cuantitativa
D24. Intensidad de antocianinas	Cualitativa

Fuente: Phillips, et al. (2012).

Tabla 3. Descriptores de semilla de cacao.

Semilla	D36. Número de semillas	Cuantitativa
	D37. Color cotiledón	Cuantitativa
	D38. Número de semillas	Cuantitativa
	D39. Color cotiledón	Cualitativa
	D40. Forma de la semilla	Cualitativa
	D41. Longitud de la semilla	Cuantitativa
	D42. Diámetro de la semilla	Cuantitativa
	D43. Espesor de la semilla	Cuantitativa
	D44. Grados Brix	Cuantitativa
	D45. Peso de semilla fresca	Cuantitativa
	D45. Forma transversal de la semilla	Cuantitativa

Fuente: Phillips, et al. (2012).

Descriptores de la flor, Para caracterizar las flores se señaló un día anterior las flores que estén próximas abrir y en horas de la mañana siguiente se procedió a evaluar los parámetros mostrados en la tabla 2 y figura 1, usando el programa Photoshop para comparar de una manera más exacta todas las partes de la flor.

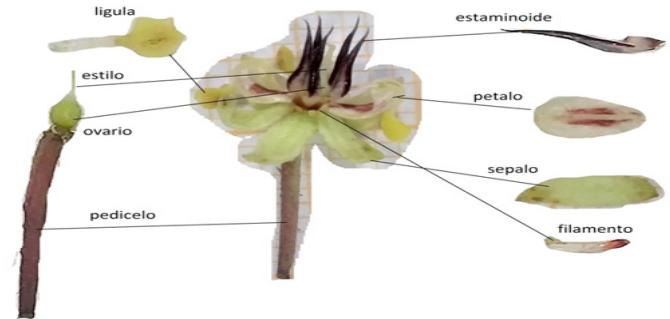


Figura 1. Estructura floral del cacao.

**Descriptores del fruto,** Para la caracterización de los frutos de cacao (figuras 2, 3, 4 y 5) se procedió a obtener mazorcas de las 129 accesiones de cacao evaluando el color del fruto, tanto maduro como inmaduro.

La determinación del color maduro se procedió a observar mediante la escala: 1= anaranjado con sectores amarillos, 2= amarillo con anaranjado y pecas rojas, 3= amarillo, 4= anaranjado con amarillo

Para el color inmaduro: 1= purpura con presencia eventual de verde, 2= verde pálido con tonalidad de rojo, 3= verde con purpura, 4= verde claro, 5= purpura oscuro

Para la forma del fruto: 1= Cundeamor, 2= Angoleta, 3= Criollo, 4= Pentágona, 5= Amelonada, 6= Calabacillo



Figura 2. Forma de los frutos de cacao.

Fuente: Phillips, et al. (2012).

Para la forma del ápice: 1= Redondeado, 2= Obtuso, 3= Agudo, 4= Mamilado, 5=Atenuado

6= Dentado, 7=Caudado.

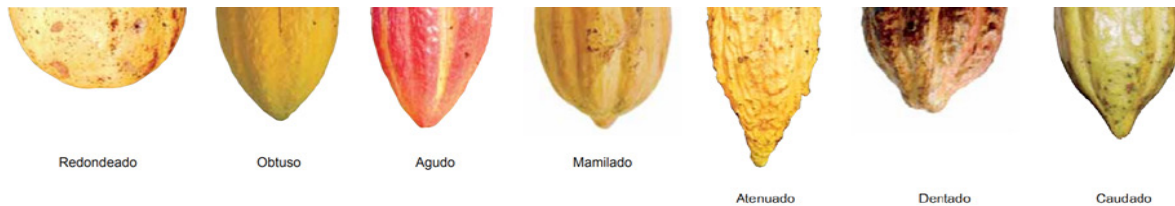


Figura 3. Forma del ápice del fruto de cacao.  
Fuente: Phillips, et al. (2012).

Construcción basal de la mazorca de cacao: 0= Ausente, 3= Suave, 5= Intermedio, 7= Fuerte



Figura 4. Forma de la construcción basal del fruto de cacao.  
Fuente: Phillips, et al. (2012).

Rugosidad de la cascara de la mazorca: 0= Ausente, 3= Suave, 5= Intermedio, 7= Fuerte.



Figura 5. Rugosidad de la cascara de los frutos.  
Fuente: Phillips, et al. (2012).

Dureza de la cascara: 3= suave, 5= intermedio, 7= fuerte

En la determinación del peso del fruto (gr) se utilizó una balanza, para longitud y diámetro de la mazorca (cm) se usó un pie de rey, y para la medición de la profundidad del surco y ancho del caballote (mm) se utilizó un pie de rey digital.

**Descriptor de la semilla,** Se contabilizó el número de semillas por mazorca, luego se seleccionó una semilla de cada mazorca para quitarle el mucilago y

proceder a su valoración de acuerdo a las etiquetas establecidas (figuras 6 y 7).

Color del cotiledón: 1= púrpura, 2= púrpura intenso, 3= púrpura claro

Forma de la semilla: 1= oblonga, 2= elíptica, 3= ovalada, 4= irregular

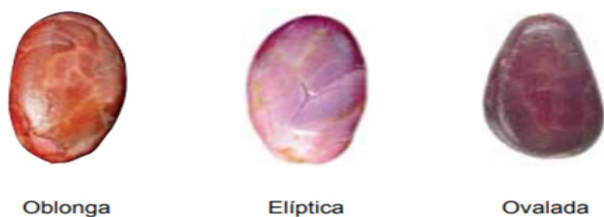


Figura 6. Forma de la semilla de cacao.

Fuente: Phillips, et al. (2012).

Forma del corte transversal: 1= aplanada, 2= intermedia, 3= redondeada



Figura 7. Forma del corte transversal de la semilla.

Fuente: Phillips, et al. (2012).

La longitud, diámetro y espesor de la semilla (mm) fue determinada un pie de rey digital.

**Análisis estadístico,** Luego de terminada la recolección de datos se procedió a realizar una matriz básica de los valores de las accesiones estudiadas. Las accesiones fueron colocadas en el eje de la y, mientras las variables fueron divididas en cualitativas y cuantitativas, y colocadas en el eje de las x.

los valores establecidos por códigos permitieron realizar un análisis estadístico para los descriptores cualitativos.

**Análisis de componentes principales,** Un análisis de componentes principales es una técnica donde la información se sintetiza o se reduce el número de variables, de acuerdo a su grado de discriminación. Cuando tenemos un banco de datos con muchas variables nuestro objetivo será reducir a un menor número sin perder el alto grado de diferenciación entre las líneas de estudio (Gurrea, 2000).

**Análisis de conglomerado,** El proceso de análisis de conglomerado se realiza a partir de agrupamientos para datos multi estados con los valores de proyección que se denomina puntuación factorial del análisis de componentes principales (Jácome, 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Análisis de componentes principales*

En el análisis de los componentes principales, se determinó 17 componentes que explican el 70,93% de la variabilidad en las accesiones de estudio en las que 14 componentes explican el 62,09% de variabilidad siendo más discriminantes a las otras accesiones como se expresa en la tabla 4, que nos permite identificar claramente la variación de las accesiones de cacao.

Tabla 4. Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,871	10,590	10,590	4,871	10,590	10,590	3,361	7,306	7,306
2	3,631	7,893	18,483	3,631	7,893	18,483	2,973	6,462	13,768
3	2,425	5,273	23,756	2,425	5,273	23,756	2,519	5,475	19,243
4	2,226	4,839	28,595	2,226	4,839	28,595	2,144	4,662	23,905
5	2,047	4,450	33,045	2,047	4,450	33,045	2,078	4,518	28,423
6	1,981	4,306	37,350	1,981	4,306	37,350	1,940	4,218	32,641
7	1,806	3,927	41,277	1,806	3,927	41,277	1,918	4,170	36,811
8	1,713	3,724	45,001	1,713	3,724	45,001	1,782	3,873	40,684
9	1,646	3,579	48,580	1,646	3,579	48,580	1,706	3,708	44,393
10	1,556	3,383	51,963	1,556	3,383	51,963	1,679	3,650	48,043
11	1,448	3,148	55,111	1,448	3,148	55,111	1,655	3,597	51,640
12	1,355	2,946	58,057	1,355	2,946	58,057	1,642	3,570	55,210

13	1,330	2,891	60,948	1,330	2,891	60,948	1,592	3,461	58,671
14	1,256	2,731	63,679	1,256	2,731	63,679	1,573	3,419	62,090
15	1,177	2,560	66,239	1,177	2,560	66,239	1,441	3,132	65,222
16	1,130	2,456	68,695	1,130	2,456	68,695	1,390	3,021	68,243
17	1,029	2,238	70,933	1,029	2,238	70,933	1,237	2,689	70,933

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

El componente principal explica el 7.306% de la varianza total explicada (tabla 4), correlacionando principalmente las variables con distribución positiva como la longitud del pedicelo, la longitud del sépalo y longitud del estaminoide. El segundo componente indica un 13,768% de la varianza total explicada donde las variables que más contribuyeron fueron peso del fruto y ancho del fruto destacando en la parte productiva.

El tercer componente indica 19,243% de la varianza total explicada (tabla 4), lo constituye en la relación longitud diámetro estableciendo el tamaño de la mazorca. El cuarto componente nos indica el 23,905% de la varianza total explicada lo constituye el ancho del pedicelo, peso de la semilla fresca corresponde a una relación en el peso y productividad.

El quinto componente corresponde al 28,423% de la varianza total explicada, está constituido por el ancho del pétalo. El sexto componente indica el 32,641% de la varianza total explicada lo constituye la rugosidad de la cascara y de la cascara donde se relaciona con la parte externa del fruto. El séptimo componente constituye el 36,811% de la varianza total explicada está compuesto por longitud de lígula, que representa con el cuajado del fruto.

El octavo componente indica el 40,648% de la varianza total explicada (tabla 4) compuesta por intensidad de las antocianina y el ancho del filamento los cuales con indispensables para atraer al insecto polinizador. El noveno componente donde nos indica el 44,393% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye la longitud del estilo y el ancho del estilo. El décimo componente donde nos indica el 48,04% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye ancho del estaminoide y longitud del filamento. El onceavo componente donde nos indica el 51,64% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye ancho del filamento, diámetro de la semilla.

El doceavo componente donde nos indica el 55,21% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye longitud de la lígula. El treceavo componente donde nos indica el 58,67% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye ancho del ovulo, longitud de la semilla y espesor de la semilla. El catorceavo componente donde nos indica el 62,09% de la varianza total explicada (tabla 4) donde constituye el diámetro de la semilla.

La representación gráfica de la relación entre los tres componentes principales de la variación total se muestra en la (Figura 8), nos permite observar los caracteres que más difieren, los mismos que se separan o se alejan, mientras que los que guardan mayor relación se agrupan. Los caracteres que más se difieren son: forma de la fruta, longitud del fruto y la relación longitud diámetro dicho descriptores tienen relación con la producción.

En esta segunda representación gráfica (figura 9) donde se obtuvo del análisis de dispersión mostrando la mayor diversidad entre los diferentes arboles de cacao entre ellos UTMACH 111, UTMACH 010, UTMACH 598, UTMACH 547, UTMACH 454, UTMACH 312, UTMACH 314, UTMACH 011, UTMACH 001, UTMACH 008 y la UTMACH 0.35, donde estas representas la mayor diversidad en relación con los demás árboles.

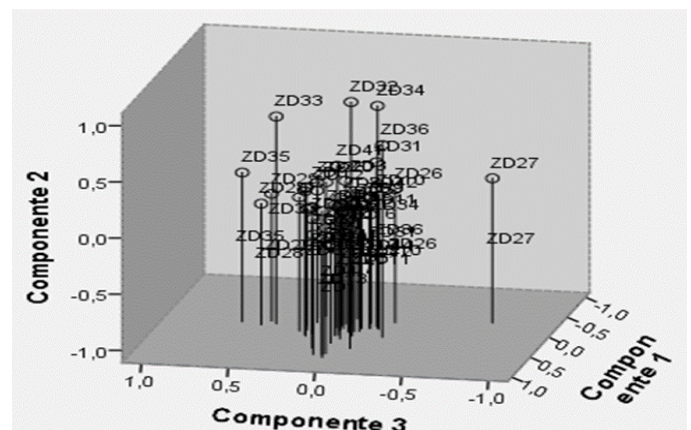


Figura 8. Componentes en espacio rotado de los 46 descriptores.

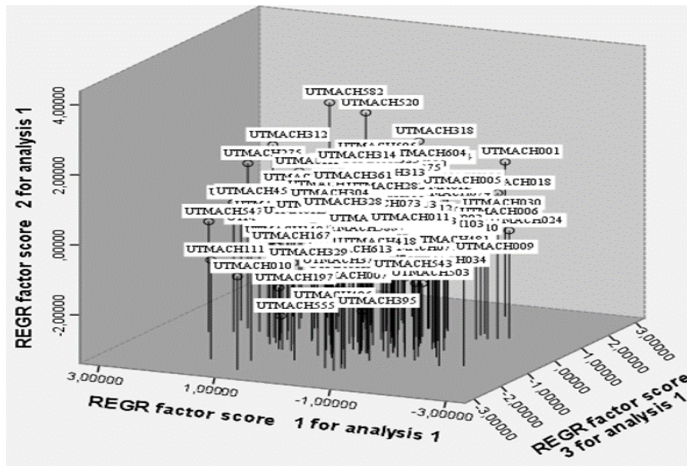


Figura 9. Análisis de dispersión de las 129 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

**Análisis de conglomerado de clúster.** Dado la obtención a través del agrupamiento jerárquico y la distancia euclidiana como está representada en la Figura 10 se subdividieron en 16 grupos los cuales fueron agrupados por su grado de aproximación entre las accesiones.

Lo que resulta que el grupo 1 está conformado por tres accesiones los cuales son UTMACH (090, 103, 481). El grupo 2 se representa por tres accesiones entre ellos UTMACH (071, 574, 503). El grupo 3 está representado por cinco accesiones entre ellos UTMACH (569, 591, 375, 536, 133,). En el grupo 4 está conformado por tres accesiones entre ellos UTMACH (073, 543, 003).

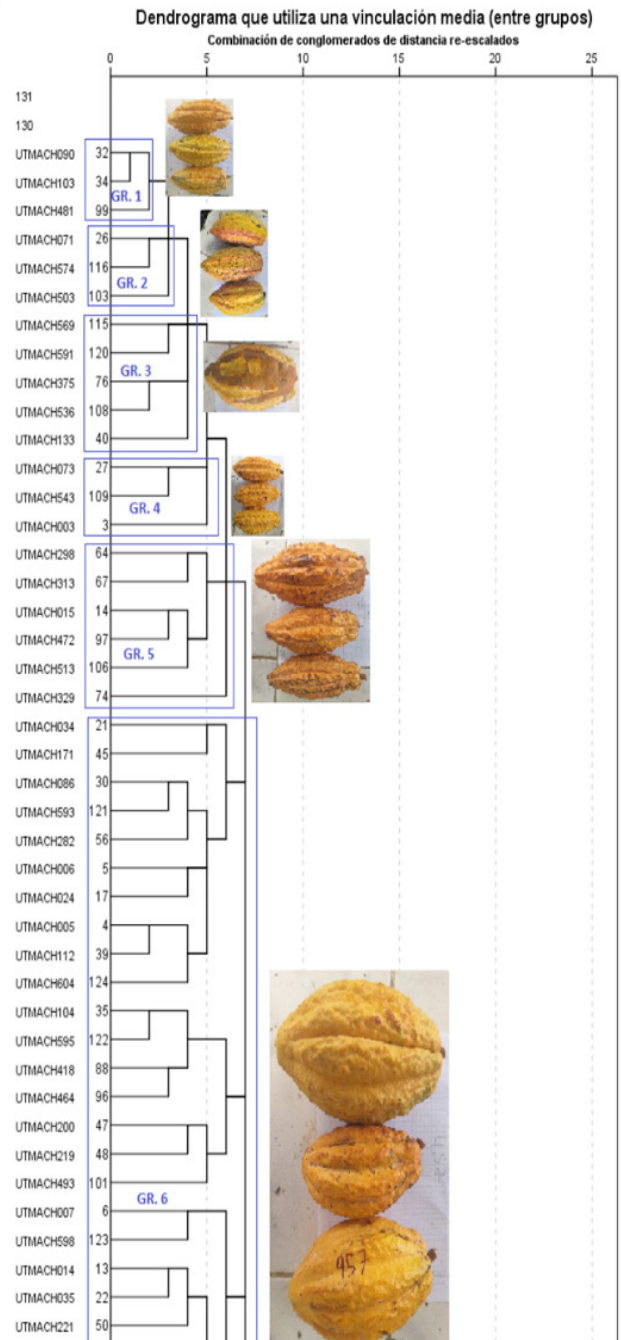
En el grupo 5 está representado por seis secciones UTMACH (298, 313, 015, 472, 513, 329). En el grupo 6 están representado 43 accesiones UTMACH (034, 171, 086, 593, 282, 006, 024, 005, 112, 604, 104, 595, 418, 464, 200, 219, 493, 007, 598, 014, 035, 221, 012, 220, 427, 457, 410, 575, 615, 028, 008, 278, 167, 566, 385, 013, 149, 473, 108, 197, 111, 392, 395,).

En el grupo 7 está representado por quince accesiones entre ellos UTMACH (314, 325, 312, 622, 085, 088, 454, 037, 283, 284, 304, 295, 279, 294, 547). En el grupo 8 están representado quince accesiones UTMACH (224, 390, 388, 107, 166, 377, 616, 030, 033, 399, 588, 387, 560, 505, 582). En el grupo 9 está representado por seis accesiones entre ellos UTMACH (496, 555, 450, 168, 070, 453). En el grupo 10 está representado por diez accesiones entre ellos UTMACH (285, 634, 275, 011, 384, 102, 022, 520, 328, 361, 489).

En el grupo 11 está representado por seis accesiones entre ellos UTMACH (489, 001, 018, 002, 419, 440). En el grupo 12 está representado por cuatro accesiones entre ellos UTMACH (009, 50, 411, 074).

En el grupo 13 está representado por cinco accesiones entre ellos UTMACH (293, 296, 038, 318, 613).

En el grupo 14 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 222. En el grupo 15 está representado por tres accesiones entre ellos UTMACH (010, 316, 563). En el grupo 16 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 317.



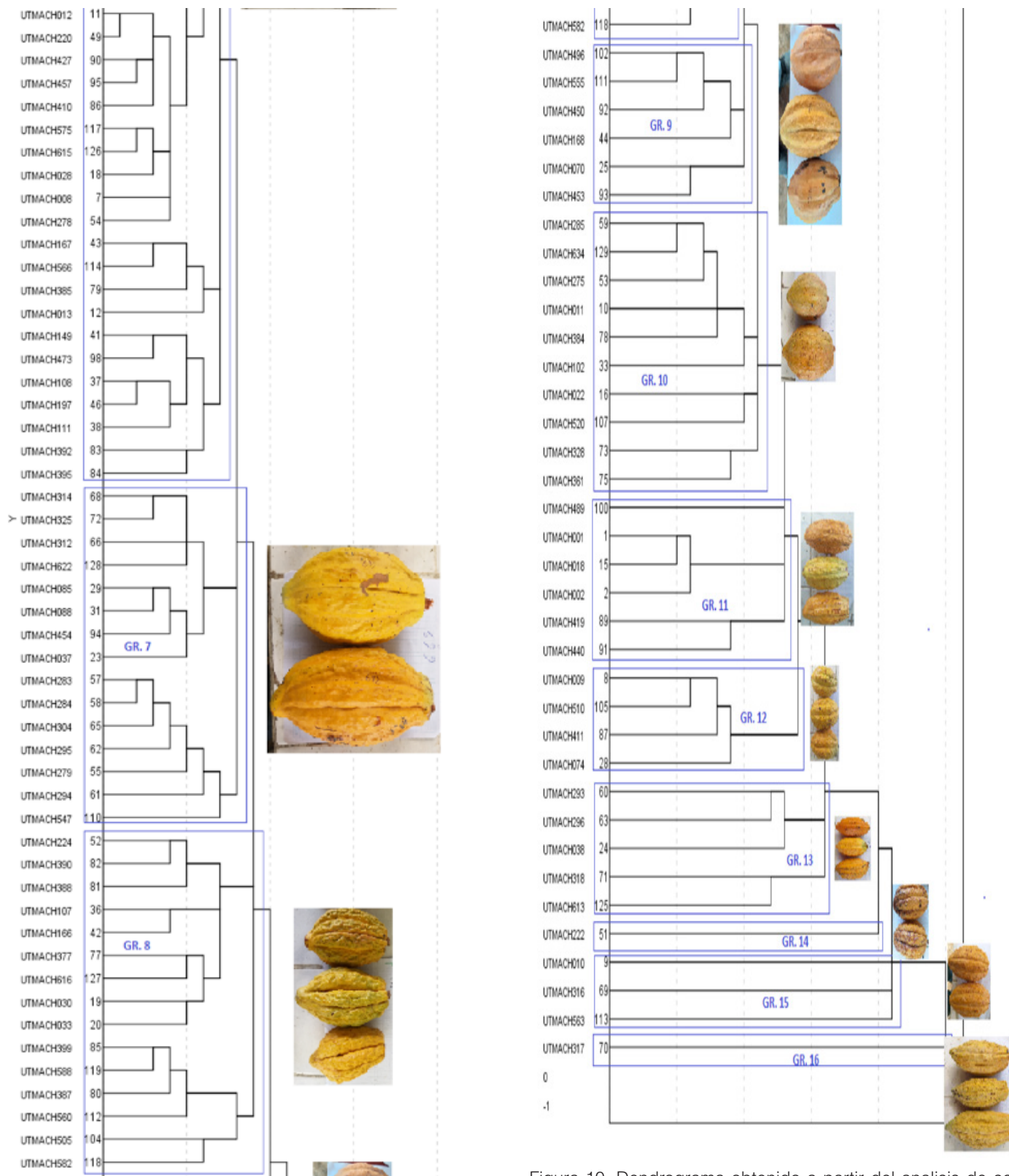


Figura 10. Dendrograma obtenido a partir del analisis de conglomerado jerárquico de las 46 variables, usando el metodo de encantamiento promedio con base a la distancia en las 129 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

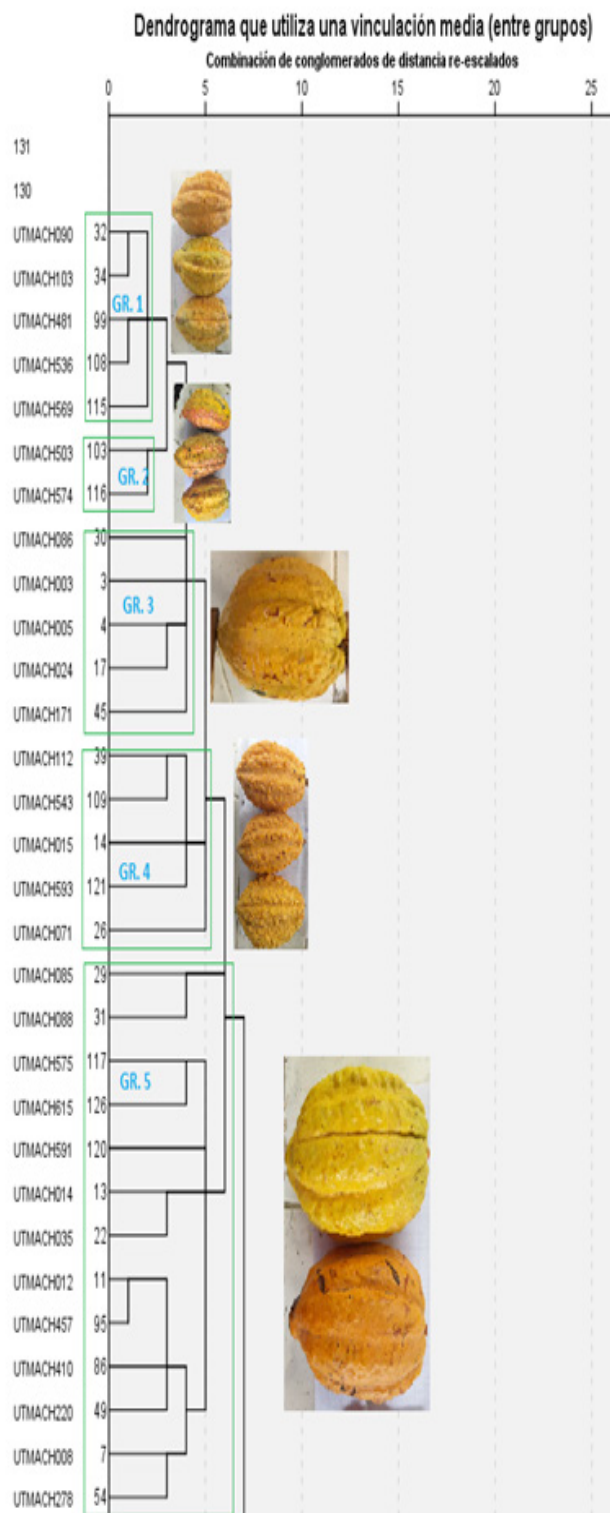


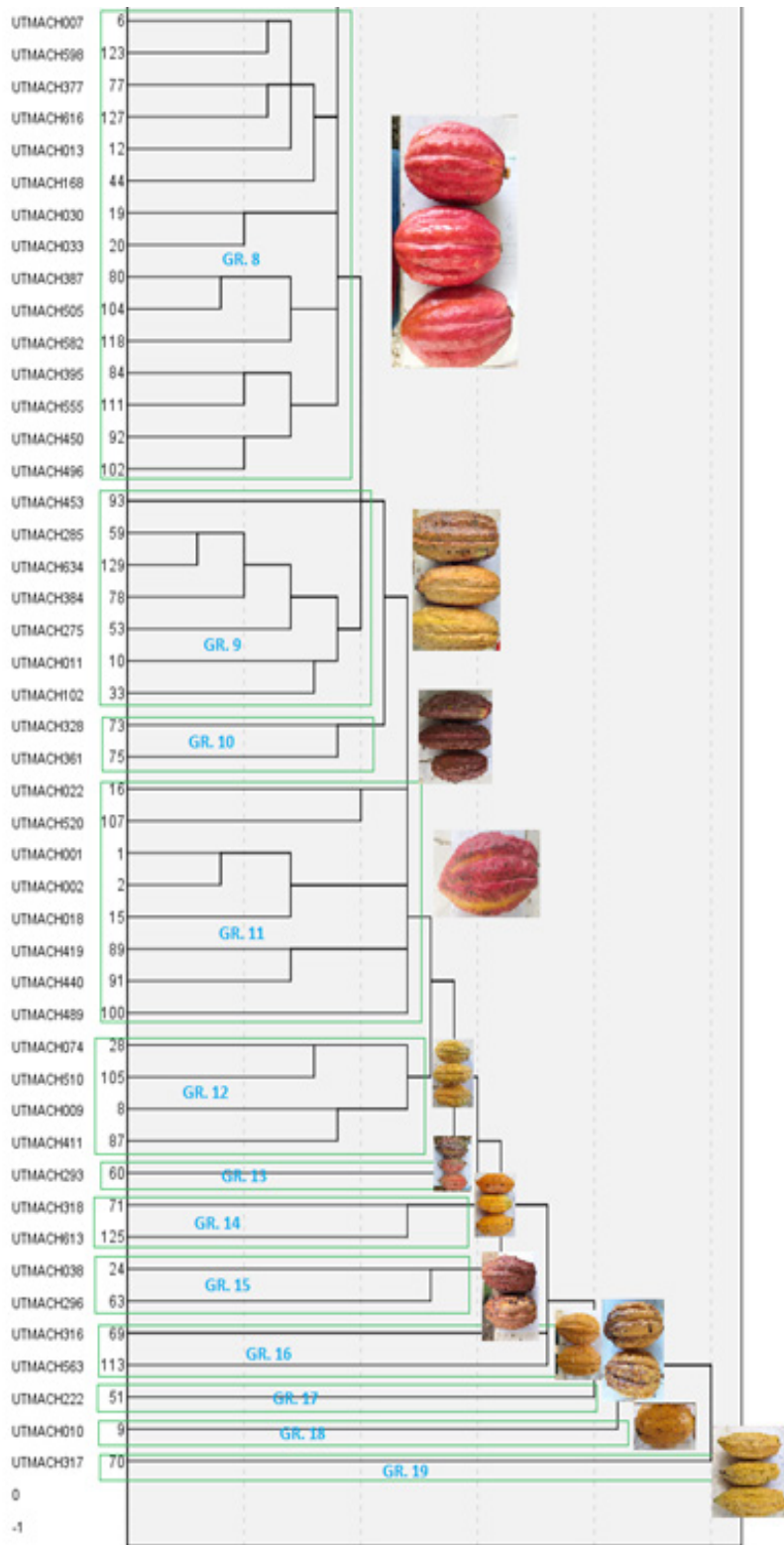
En el segundo dendrograma está conformado por 19 grupos en lo que resulta el grupo 1 está conformado por cinco accesiones los cuales son UTMACH (090, 103, 481, 536, 569). El grupo 2 se representa por dos accesiones entre ellos UTMACH (503, 574). El grupo 3 está representado por cinco accesiones entre ellos UTMACH (086, 003, 005, 02, 171). En el grupo 4 está conformado por cinco accesiones entre ellos UTMACH (112, 543, 015, 593, 071).

En el grupo 5 está representado por trece secciones UTMACH (085, 088, 575, 615, 591, 014, 035, 012, 47, 410, 220, 008, 278). En el grupo 6 están representado 31 accesiones UTMACH (133, 418, 464, 028, 595, 037, 588, 034, 219, 493, 200, 006, 221, 375, 604, 622, 454, 547, 108, 149, 197, 104, 111, 070, 385, 427, 167, 566, 399, 560, 473). En el grupo 7 está representado por 22 accesiones entre ellos UTMACH (107, 166, 224, 390, 388, 329, 513, 283, 284, 304, 073, 295, 294, 279, 312, 314, 282, 298, 313, 472, 325, 392). En el grupo 8 están representado 15 accesiones UTMACH (007, 598, 377, 616, 013, 168, 030, 033, 387, 505, 582, 395, 555, 450, 496). En el grupo 9 está representado por siete accesiones entre ellos UTMACH (453, 285, 634, 384, 275, 011, 102). En el grupo 10 está representado por dos accesiones entre ellos UTMACH (328, 361).

En el grupo 11 está representado por ocho accesiones entre ellos UTMACH (022, 520, 001, 002, 018, 419, 440, 489). En el grupo 12 está representado por cuatro accesiones entre ellos UTMACH (074, 510, 009, 411). En el grupo 13 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 293. En el grupo 14 está representado por dos accesiones entre ellos UTMACH (318, 613). En el grupo 15 está representado por dos accesiones entre ellos UTMACH (038, 296). En el grupo 16 está representado por dos accesiones entre ellos UTMACH (316, 563).

En el grupo 17 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 222. En el grupo 18 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 010. En el grupo 19 está representado por una accesión entre ellos UTMACH 317 (Figura 11).





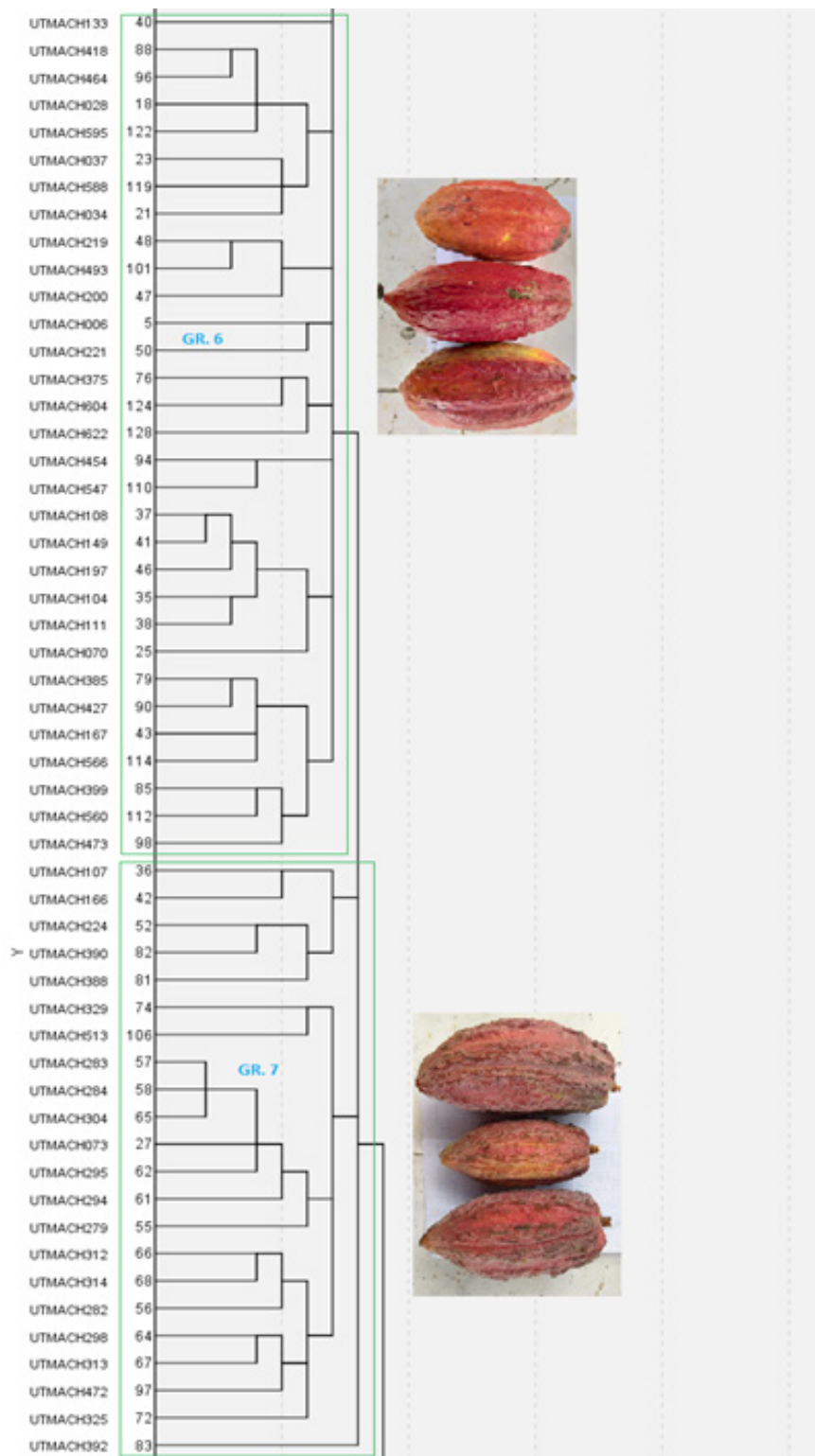


Figura 11. Dendrograma obtenido a partir del análisis de conglomerado jerárquico de las 46 variables, usando el método de encantamiento promedio con base a la distancia en las 129 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

La tabla 5 muestra los resultados del ANOVA.

Tabla 5. Análisis de ANOVA de un factor.

ANOVA de un factor							
Variables	Sig.	Variables	Sig.	Variables	Sig.	Variables	Sig.
D1	,649	D13	,634	D25	,351	D37	,000
D2	,000	D14	1,000	D26	,006	D38	,025
D3	,356	D15	,579	D27	,543	D39	,196
D4	,062	D16	,398	D28	,714	D40	,289
D5	1,000	D17	,355	D29	,084	D41	,245
D6	,216	D18	,095	D30	,106	D42	,162
D7	,446	D19	,027	D31	,011	D43	,611
D8	,008	D20	,539	D32	,000	D44	,006
D9	,998	D21	,407	D33	,000	D45	,000
D10	,004	D22	,689	D34	,000	D46	,206
D11	,923	D23	,708	D35	,064		
D12	,579	D24	,348	D36	,060		

Se aprecia que las variables D2 (ancho del pedicelo), D10 (longitud del filamento), D19 (ancho del estilo), D26 (color maduro), D31 (dureza de la cascara), D32 (peso del fruto), D33 (longitud del fruto), D34 (ancho del fruto), D37 (color del cotiledón), D38 (número de semillas), D44 (grados Brix), D45 (forma transversal de la semilla) son significativas o representan un valor discriminantes a las otras variables por lo que su nivel de significancia es menor a 0,05; en cambio, en las demás variables su nivel de significancia es mayor por su parentesco.

## CONCLUSIONES

De las 46 variables estudiadas en todas las accesiones fueron 17 las que representan el 70,93% de variabilidad y 14 de ellas demostraron ser la más representativas; longitud del pedicelo, ancho del pedicelo, intensidad de antocianinas, longitud del sépalo, ancho del sépalo, intensidad de antocianinas, longitud de la lígula, ancho de la lígula, intensidad de antocianinas, longitud del filamento, ancho del filamento, intensidad de antocianinas, longitud del estaminoide, ancho del estaminoide.

En el cubo de componentes principales la mayoría de las accesiones presentaron una ubicación cercana entre si debido a sus semejanzas en cuanto a las variables estudiadas, y aquellas que presentaron una ligera diferencia significativa fueron las

accesiones UTMACH 111, UTMACH 010, UTMACH 598, UTMACH 547, UTMACH 454, UTMACH 312, UTMACH 314, UTMACH 317, UTMACH 011, UTMACH 001, UTMACH 008 y la UTMACH 035.

El Dendrograma que utiliza distancias euclidianas para diferenciación estadística arrojó un total de 19 grupos bien diferenciados, de los cuales los grupos 17, 18 y 19 están formados por una sola accesión cada uno; la accesión UTMACH 317 es la que representa mayor diferencia con respecto a las demás. Dicha diferencia se debe a la variación única que posee en cuanto a su alto grado de rugosidad, forma atenuado del ápice y forma oblonga de la semilla.

El grupo 6 posee la mayor cantidad de accesiones con un total de 31, las mismas que cuentan con características principales de semejanza en cuanto a forma amelonada de fruto, forma dentada del ápice, color purpura claro en las semillas y número de óvulos en el ovario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arvelo, M. A., González León, D., Maroto, S., Delgado, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador. (2014). Actualidad y perspectivas del sector cacaotero en el Ecuador. CUMBRE MUNDIAL DE CACAO (CMC). ANECACAO.
- Carranza, M., Motte, E., Cedeño, V., Cevallos, O., Saucedo, S., & Canchignia, F. (2008). Estudio de la diversidad genética de 20 accesiones de cacao (*Theobroma cacao*, L.) mediante AP-PCR de la Colección del Centro del Cacao de Aroma Tenguel en la Finca Experimental "La Buseta." *Ciencia y Tecnología*, 1, 1-5.
- González, K., & Ruiz J. (2009). Valoración económica y financiera de la sustitución de cultivos de cacao nacional *Theobroma cacao* L. por un tipo de clon de cacao denominado CCN-51. Caso finca San Miguel. (Proyecto de grado economista con mención en gestión empresarial). Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Gurrea, M. (2000). Análisis de componentes principales. la Secretaría de Estado de Educación y Universidades.
- Jácome Vásquez, J. E. (2018). Análisis de la diversidad fenotípica de cacao nacional x trinitario *theobroma cacao* L en la provincia de El Oro. Universidad Técnica de Machala.
- Phillips, W., Arciniegas, A., Mata, A., & Motamayor, J. (2012). Catálogo de clones de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Sánchez, V., Zambrano, J., & Iglesias, C. (2019). La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe. INIAP.