

12

Fecha de presentación: enero, 2021

Fecha de aceptación: marzo, 2021

Fecha de publicación: abril, 2021

ANÁLISIS DE LA RELACION GENOTIPO AMBIENTE EN EL ESTABLECIMIENTO DE SEIS VARIETADES DE CAFÉ EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS

AN ANALYSIS OF THE GENOTYPICAL-ENVIRONMENTAL CORRELATION FOR SIX VARIETIES OF COFFEE IN SANTA INÉS EXPERIMENTAL FARM

Adriana Armijos Villavicencio¹

E-mail: aearnijosv13@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0455-9181>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

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

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

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

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Armijos Villavicencio, A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, M. A. (2021). Análisis de la relación genotipo ambiente en el establecimiento de seis variedades de café en la Granja Experimental Santa Inés. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 96-107.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias en el área Experimental de la Granja Santa Inés ubicada en el km 5.5 de la vía Machala – Pasaje, fueron evaluadas seis variedades de café donadas por el Municipio de Zaruma del semillero de café. El objetivo de esta investigación fue determinar los genotipos más idóneos en función de las condiciones edafoclimáticas para el establecimiento de parcelas de producción en el área experimental de la Granja Santa Inés, se tomaron veinte descriptores morfoagronómicos. Se realizaron parcelas repetidas con treinta y cinco plantas por genotipo teniendo un total de seiscientos cincuenta y ocho plantas de café, se implementó sombra utilizando musáceas. Con los datos obtenidos de la investigación sobre la caracterización morfoagronómicos de las diferentes variedades de café se realizó un Diagrama de medias marginales para identificar qué variedad fue la que mejor se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la zona, siendo la variedad Geisha la que presentó el mejor comportamiento en relación a las otras variedades.

Palabras clave:

Genotipo/Ambiente, Genotipo, Morfoagronómicos.

ABSTRACT

This research work was developed at the Technical University of Machala, Faculty of Agricultural Sciences in the Experimental area of the Santa Inés Farm located at km 5.5 of the Machala - Pasaje road. Six varieties of coffee donated by the coffee seedbed Zaruma Municipality were analyzed. The aim of this research was to determine the most suitable genotypes based on the edaphological-climatic conditions for the establishment of production plots in the experimental area of the Santa Inés Farm; twenty morphoagronomic descriptors were considered. Repeated plots were made with 35 plants per genotype, having a total of 658 coffee plants, and shade control was implemented using musaceae. With the data obtained from the research on the morphoagronomic characterization of the different coffee varieties, a Marginal Means Diagram was made to identify which variety was the one that best adapted to the edaphological-climatic conditions of the area, being the Geisha variety the one that showed the best performance.

Keywords:

Genotype / Environment, Morphoagronomic.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café en el Ecuador juega un papel muy importante dentro de la economía siendo producto clave considerado como uno de los mejores en calidad organoléptica, se encuentra cultivado en 23 de 24 provincias pertenecientes al país adaptándose a algunos ecosistemas de las diferentes regiones que pertenece al país, constituyendo fuentes de trabajos para familias dependientes de este cultivo (Venegas, et al., 2018). Según la Organización Internacional de Café (OIC) las variedades de *C. arábica* y *C. canephora* son cultivos valiosos de gran importancia para países productores la cual dependen de sus productos para tener ingresos en el mercado siendo unos de los rubros con mayores fuentes de divisas superado por el hidrocarburo (Espinoza, et al., 2017).

La producción de la caficultura ecuatoriano entre los años 2002 al 2011 ha presentado cambios drásticos en los últimos quince años teniendo una caída significativa del 62% en sus rendimientos siendo unos de los pocos países que cultiva estas dos variedades de café las principales causas de esta caída ha sido por los diferentes microclimas que presenta el país y la edad avanzada de las plantaciones (Valverde, et al., 2020). Esta baja productividad tuvo como consecuencias la siembra de cultivares de orígenes desconocidos, deficiencias hídricas y edáficas, alta presencia de plagas y enfermedades como la Roya (*Hemileia vastatrix*), falta de asesoría técnico y escasez de tecnologías para la implementación del cultivo (Duicela, et al., 2018)

El Ecuador presenta gran diversidad de climas según cada región la OIC declara que los sectores cafetaleros presentan altos riesgos debido a las variaciones climáticas como sequías o fuertes lluvias haciendo que las condiciones sean menos óptimas para el establecimientos y desarrollo del café favoreciendo así a la propagación de plagas y enfermedades (Jiménez & Massa, 2015).

La relación Genotipo Ambiente (G x A) es un estudio de etapa final la cual los fitomejoradores utilizan para la adaptabilidad y comportamiento de cultivares en diferentes zonas de diversos ambientes permitiéndoles así la introducción y la incrementación en la mejora genética del genotipo cultivado. (Alejos, et al., 2006; Márquez, et al., 2020).

Actualmente en el Ecuador la agricultura es una de las actividades más importantes por la diversidad de ecosistemas que presenta cada región y por las variedades de cultivos que se pueden producir. En la provincia de El Oro especialmente los cantones de la parte alta como Zaruma, Portovelo, Piñas y Atahualpa están dejando de lado el cultivo de café por falta de comunicación, asesoramientos y presencia de la enfermedad como la Roya lo cual ha hecho que esta enfermedad provoque pérdidas de variedades

cultivadas en fincas cafetaleras haciendo que baje el rendimiento en sus cosechas. Dentro de nuestro trabajo en base a lo que hemos expuesto se desarrollaron los siguientes objetivos:

Este estudio tiene como objetivo determinar el o los genotipos de café más idóneos para ser cultivados en la Granja Experimental Santa Inés.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización del experimento. La presente investigación se realizó en la Granja Experimental Santa Inés Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala situada en la Av. Panamericana km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, provincia de El Oro Ecuador

Factores climáticos y ecológicos. De acuerdo al sitio de estudio según las zonas de vida de Holdridge y mapa Ecológico del Ecuador presenta condiciones agroclimáticas como temperatura de 25°C, precipitación de 500 mm anuales, y 2 a 3 horas diarias de Heliofanía caracterizando a la zona como Bosque muy seco – Tropical (bms – T).

Material genético. Para el trabajo investigación se estableció 658 plantas de café de las cuales son Gerónimo (147 plantas), Conilon (157 plantas), Sarchimor (147 plantas), Robusta Criolla 1 (146 plantas), Robusta Criolla 2 (40 plantas) y Geishas (21 plantas) donadas por el Municipio de Zaruma del semillero de Café. Estas plantas estaban en asociación con musáceas que les proveía de sombra.

Variables evaluadas. Para llevar a cabo con los objetivos establecidos se evaluaron descriptores morfológicos y agronómicos como: hábito de la planta y ramificación, ángulo de inserción de las ramas, altura de la planta, número de ramas, diámetro del tallo, radio de la planta, forma de la estipula, número de hojas, forma y color de la hoja, longitud, forma y color del peciolo, diseño de la nervadura, longitud de la arista, longitud y ancho de la hoja, distancia de las hojas, distancia de rama en rama, longitud de la rama, y distancia de los brotes. La toma de datos se realizó cada 15 días

Preparación del terreno. El terreno donde se establecieron las variedades de café fueron la parte trasera del área 1 de cacao y la plantilla de banano, con respecto a la preparación del terreno se procedió a limpiar la maleza y a esparcir los terrones de tierra para tener mayor uniformidad en el terreno y evitar encharcamientos, luego realizamos las respectivas parcelas de 60 m x 3 m con sus respectivos drenajes teniendo un total de 18 parcelas y se realizó la respectiva instalación del sistema de riego (Figura 1).



Figura 1. Preparación de Terreno e Implementación del sistema de riego.

Plantación. La siembra del café se realizó a una distancia de 2.5m x 2.5m donde fueron distribuidas de la siguiente manera la primera variedad Gerónimo seguida de Conilon, Sarchimor, Robusta criolla 1, robusta criolla 2 ubicadas en la parte trasera del área 1 de cacao, la variedad Geisha se la estableció en la plantilla de banano. Estas variedades se sembraron en asociación con el plátano y banano como sombra permanente.

Fertilización. A los dos meses de haber sembrado el café se realizó la respectiva fertilización utilizando Nitrato de Amonio y Micro Essentials (completo), y Biochar + Me, así mismo se realizó la fertilización foliar utilizando Ferti Estim plus. Para el control de plagas del cultivo de café como la arañita roja y hormigas se utilizaron insecticidas como Malathion, y Bala.

Caracterización de las plantas y ramas. Para la caracterización de las plantas y ramas se consideraron los siguientes descriptores:

Hábito de planta. Se realizó la medición de altura planta y de su tallo y de acuerdo a los datos obtenidos se puede definir el hábito de la planta clasificándolas según su código del 1 al 3 donde: (1) Matorral (si la altura de la planta es menor a 5 m sin tronco preciso), (2) árbol pequeño o arbusto (si la planta es menor a 5 m con uno o más troncos), (3) Árbol (si la planta tiene una altura mayor a 5 m y presenta tronco único).

Altura de la Planta. Este descriptor se realizó de manera visual clasificándolas según su código: (1) Muy baja, (3) Baja, (7) Alta, (9) Muy Alta. La medición de este carácter se realizó a plantas con alturas iguales desde la base del tallo principal hasta la yema terminal mediante la utilización de un flexómetro (Milla, et al., 2019).

Diámetro del tronco. Con el uso de un calibrador o una cinta métrica se determinó el diámetro del tronco a una distancia de 3 a 5 cm desde el suelo (Ibarra, et al., 2014).

Radio de la planta. Se realizó mediante una plomada donde cuyo hilo es sujetado a la rama más larga y se espera que el hilo se estabilice para así poder medir con una cinta o flexómetro la distancia que hay entre la base del tallo hasta la proyección de la plomada lo cual equivale al radio de la planta.

Número de ramas. Se contabilizó del número total de ramas por cada planta (Plaza, et al., 2015).

Hábito de ramificación. Para esta caracterización se realizó la contabilización de 5 ramas principales seleccionadas aleatoriamente y el hábito de la planta clasificándolas según su código del 1 al 4 donde: (1) muy pocas ramas primarias, (2) muchas ramas primarias con algunas secundarias, (3) muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias, y (4) Muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias y terciarias.

Forma de la estipula. Según su código del 1 al 6 donde: (1) Redonda, (2) Oval, (3) Triangular, (4) Deltoides, (5) Trapeciforme, (6) Otra especificar en la nota (International Plant Genetic Resources Institute, 1996) (Figura 2).

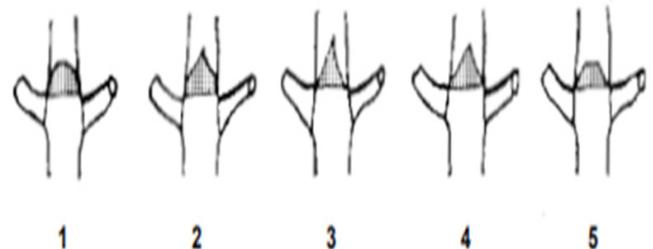


Figura 2. Forma de la estipula.

Fuente: International Plant Genetic Resources Institute (1996).

Longitud de las aristas de la estipula (cm). Se realizó en cinco aristas aleatoriamente que se encontraban en buen desarrollo.

Número de hojas. Se realizó la contabilización total del número de hojas a plantas menores de 50 hojas.

Color de la hoja joven. Se seleccionaron cinco hojas al azar de diferentes ramas donde se pudo observar el color de las hojas jóvenes clasificándolas según su código: (1) Verduzca, (2) Verde, (3) Amarronada, (4) Marrón rojiza, (5) Bronce, (6) Otros especificar en notas

Forma de la hoja. La caracterización de la forma de la hoja se realizará mediante códigos del 1-4, donde (1) Obovada, (2) Ovada, (3) Elíptica, (4) Lanceolada y (5) especificar en notas (Figura 3).

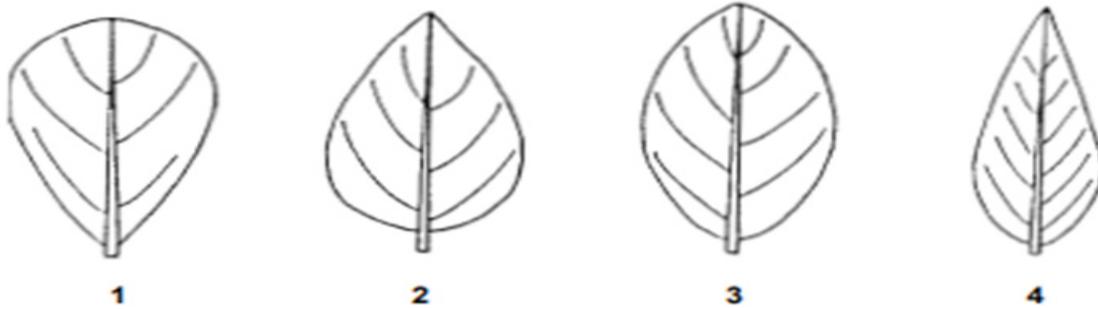


Figura 3. Forma de la hoja.

Fuente: International Plant Genetic Resources Institute (1996). Forma del ápice de la hoja. Para la caracterización de la forma del ápice de la hoja se utilizaron según su código: (1) Redonda, (2) Obtusa, (3) Aguda, (4) Puntiguda, (5) Apiculada, (6) Espatulada (Figura 4).

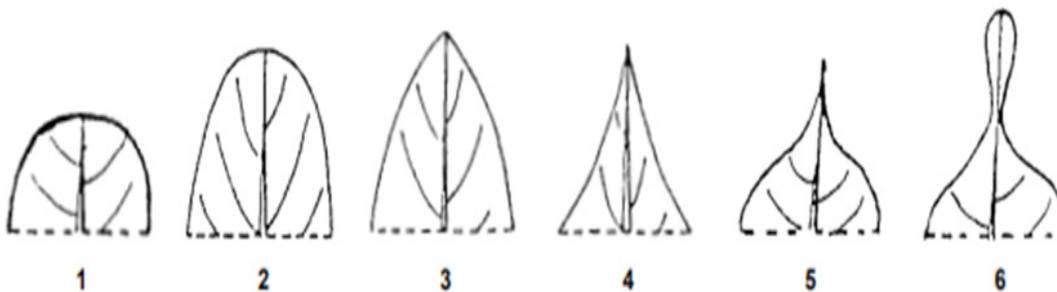


Figura 4. Forma del ápice de la hoja.

Fuente: International Plant Genetic Resources Institute (1996).

Longitud de la hoja. Se selecciona cinco hojas al azar y utilizando una regla en cm se mide desde el peciolo hasta el ápice de la hoja. El descriptor por planta se expresó como el promedio de las cinco hojas (Figura 5).



Figura 5. Descriptor Longitud de la hoja.



Figura 6. Descriptor Ancho de la hoja.

Ancho de la hoja. Se selecciona cinco hojas al azar y se mide la parte más ancha de la hoja y se expresó como el promedio de las cinco hojas (Figura 6).

Longitud del peciolo foliar. Este carácter se evaluará en cinco hojas, desde la base del peciolo hasta la inserción con la lámina foliar.

Color del peciolo foliar. El color del peciolo foliar se caracteriza según su código: (1) Verde, (2) Marrón Oscuro, (3) Otro especificar en notas.

Diseño de la nervadura. se caracteriza según su código: (1) Uninervia, (2) Paralelinervia, (3) Penninervia, y (4) Palmatinervia (García, 2010) (Figura 7).

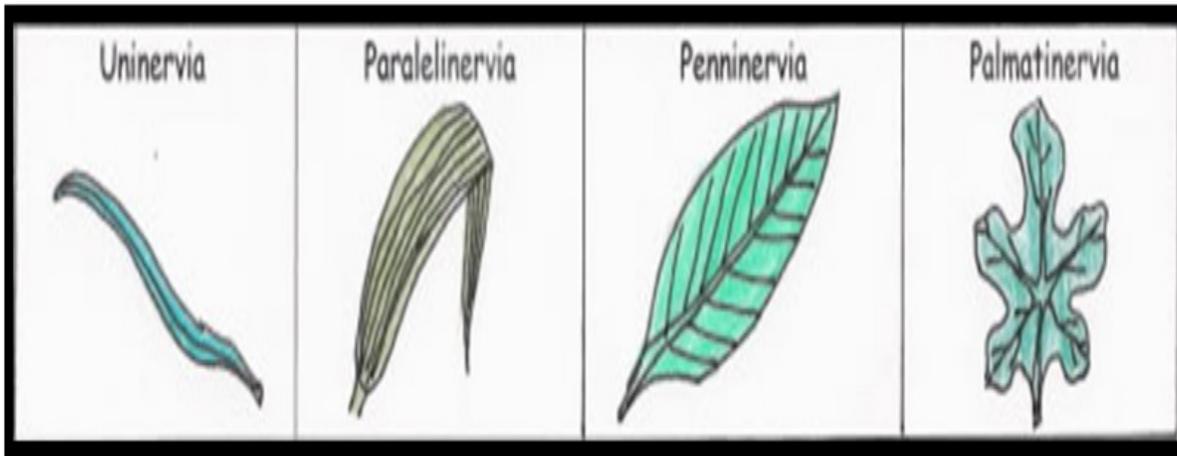


Figura 7. Diseño de la nervadura.

Fuente: García (2010).

Longitud de la rama. Se seleccionaron cinco ramas aleatoriamente y se midió utilizando un flexómetro o cinta en cm desde la base del tronco principal hasta la parte final de la rama (Duicela, et al., 2016).

Distancia de rama en rama. Se midió utilizando una regla o flexómetro en cm.

RESULTADO Y DISCUSION

Caracterización del Café. De acuerdo a los datos obtenidos de la caracterización de café se pueden observar que en las Figuras 8, 9, y 10 la variedad Geisha presentó un alcance mayor de acuerdo a los descriptores estudiados a diferencia de las otras variedades, siendo la variedad que mejor presentó un comportamiento de adaptabilidad a la zona de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas.

Según Zapata, et al. (2015), la caracterización de las variedades de café depende de la interacción genotipo ambiente, así como la temperatura teniendo en cuenta el manejo y la calidad de la planta y características de la zona de estudio.

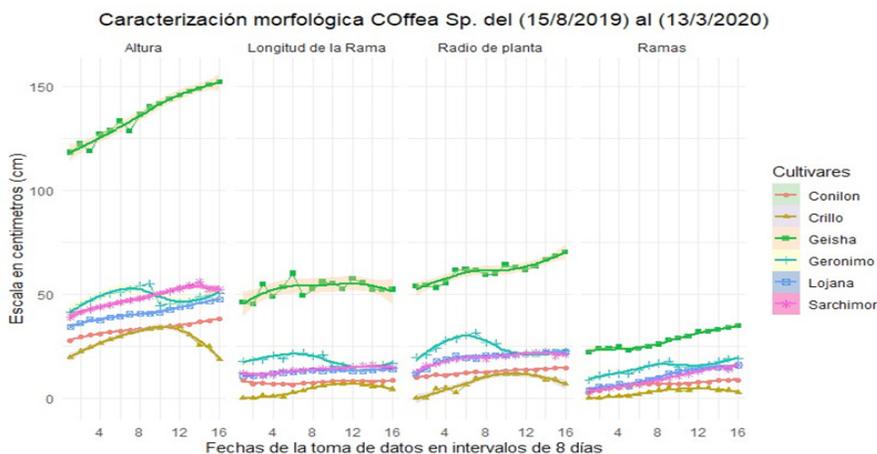


Figura 8. Caracterización morfológica Coffea sp: Altura, Long de la rama, radio de planta, numero de ramas.

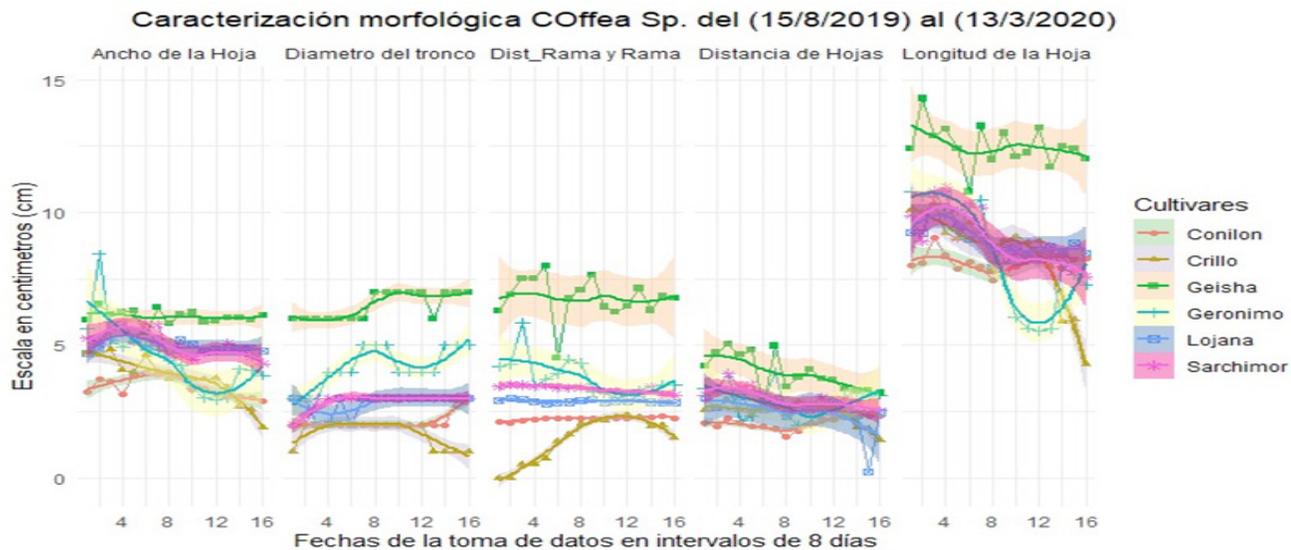


Figura 9. Caracterización morfológica Coffea sp: Ancho de la hoja, Diámetro del tronco, Distancia de rama, Longitud de la hoja.

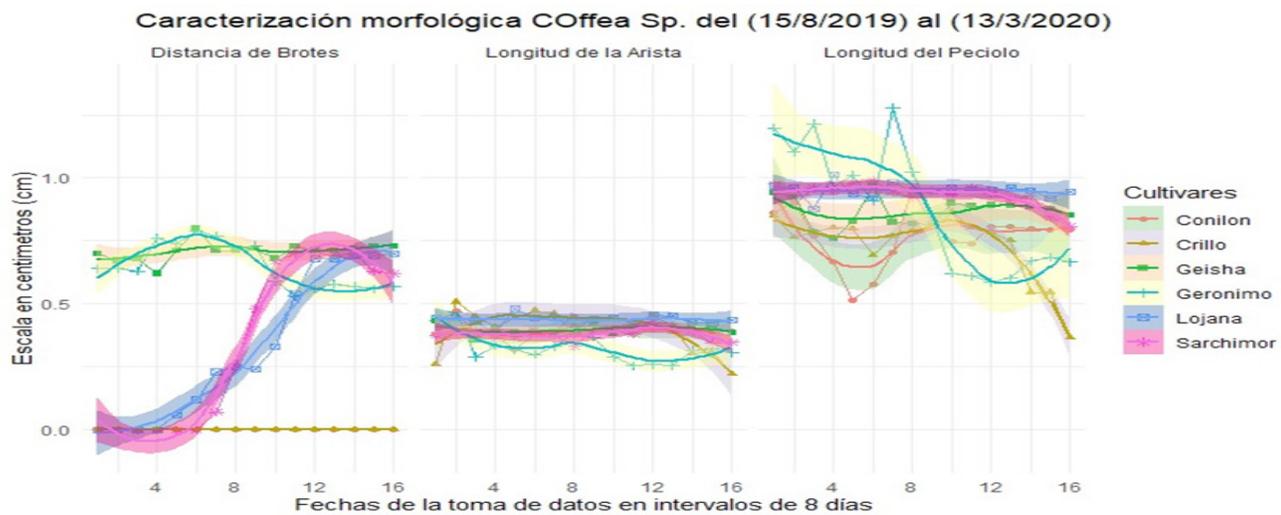


Figura 10. Caracterización morfológica Coffea sp: Distancia de brotes, Longitud de la arista, longitud del peciolo.

En el análisis genotipo ambiente expresamos, que variedades de cafés obtuvieron mejores resultados sometidos a la temperatura del ambiente, evaluando su desarrollo y adaptabilidad a la zona establecida de siembra.

De acuerdo a los resultados obtenidos en función a la temperatura (27.20 °C), la variedad de café que obtuvo resultados positivos, (Geisha), generando una excelente relación a su crecimiento y desarrollo, le siguen las variedades Sarchimor, Gerónimo y Robusta Criollo 1. Sin embargo, existen dos variedades Conilon y Robusta criolla 2, que no se desarrollaron adecuadamente en función a la temperatura.

Según Jaramillo & Guzmán (1984), el factor limitante para el crecimiento del cultivo de café es la temperatura tal que si esta varía entre los 8°C y 14 °C aproximadamente la planta tiene un crecimiento nulo (no hay crecimiento), cuando las temperaturas entre 30°C y 33°C son consideradas como límite de tolerancia superior para el cultivo de café haciendo que su sistema radicular no tenga un buen desarrollo lo cual provoca la disminución en el crecimiento de la planta de café (Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

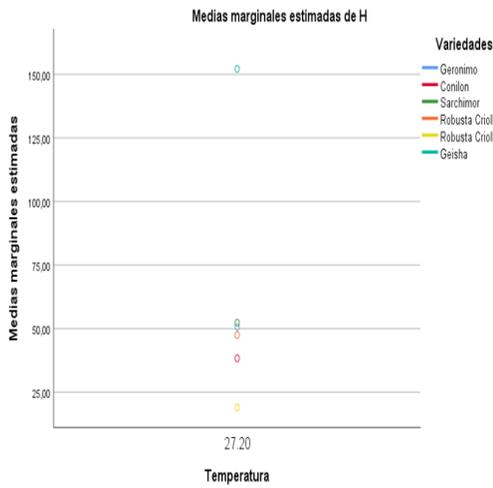


Figura 11. Diagrama de medias marginales de Altura de la Planta.

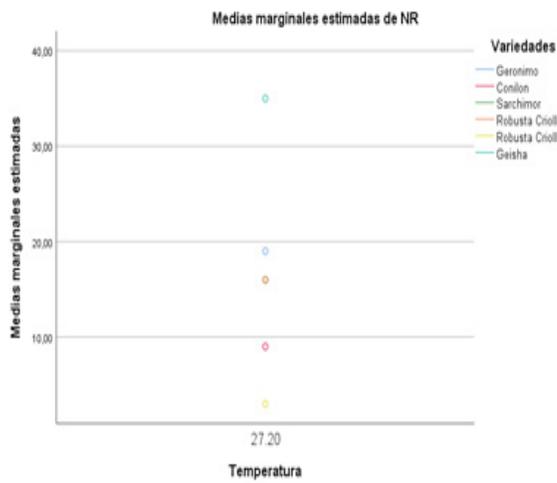


Figura 12. Diagrama de medias marginales del número de Ramas.

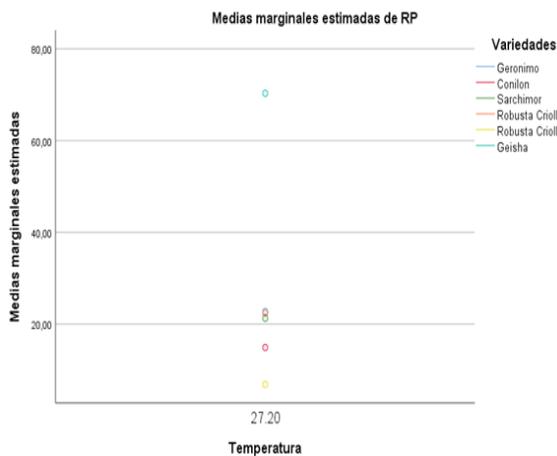


Figura 13. Diagrama de medias marginales del Radio de la planta.

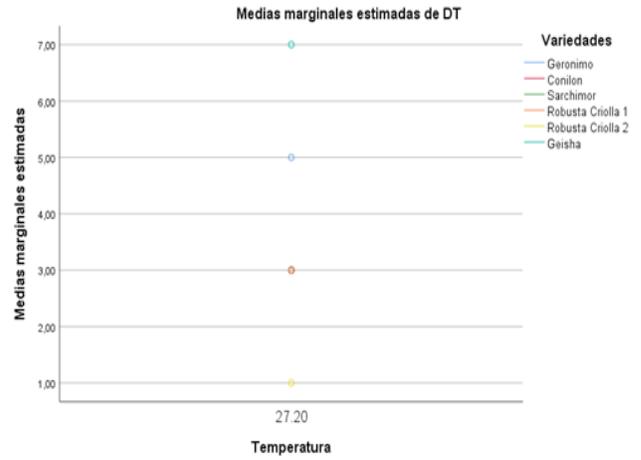


Figura 14. Diagrama de Medias marginales del Diámetro del Tronco.

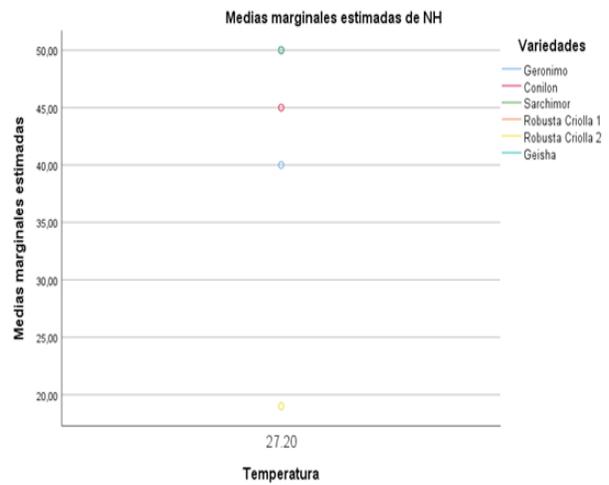


Figura 15. Diagrama de medias Marginales del Numero de hojas.

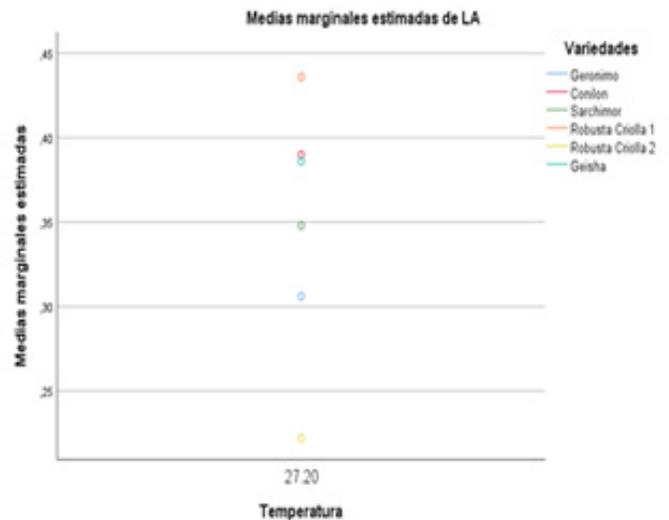


Figura 16. Diagrama de medias marginales de la Longitud de la Arista.

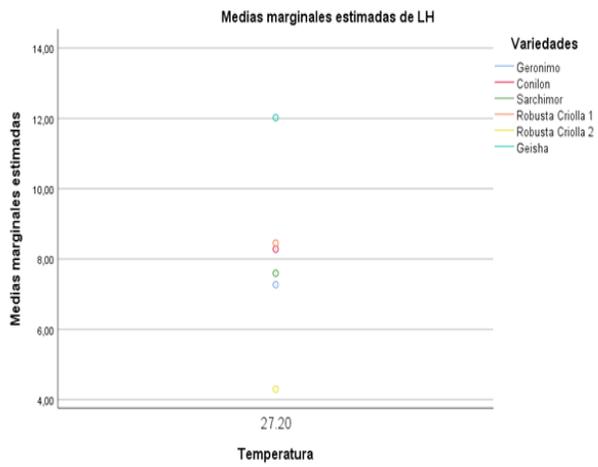


Figura 17. Diagrama de medias marginales de Longitud de la Hoja.

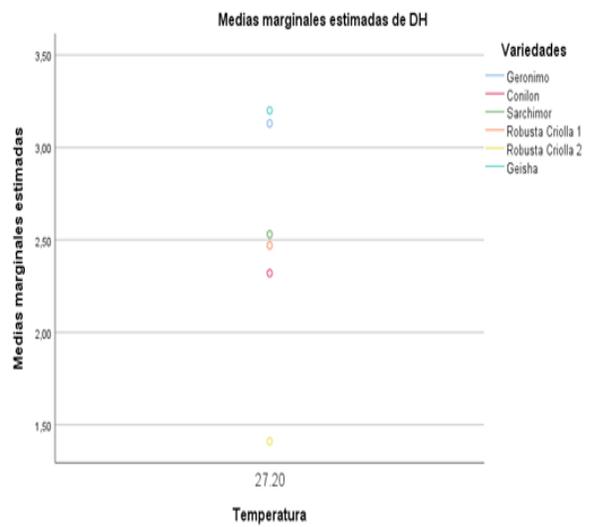


Figura 20. Diagrama de medias marginales de Distancia de Hojas.

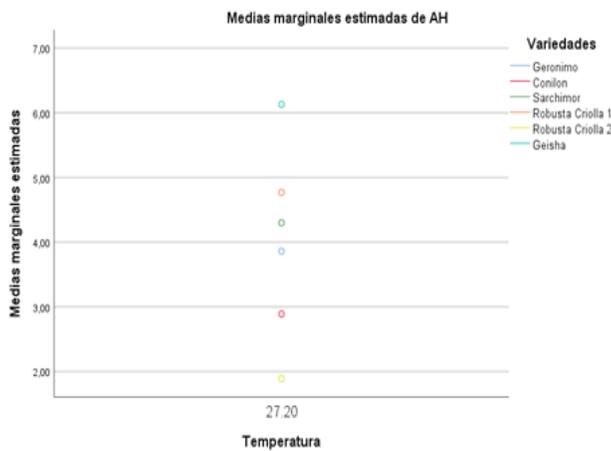


Figura 18. Diagrama de medias marginales de Ancho de la Hoja.

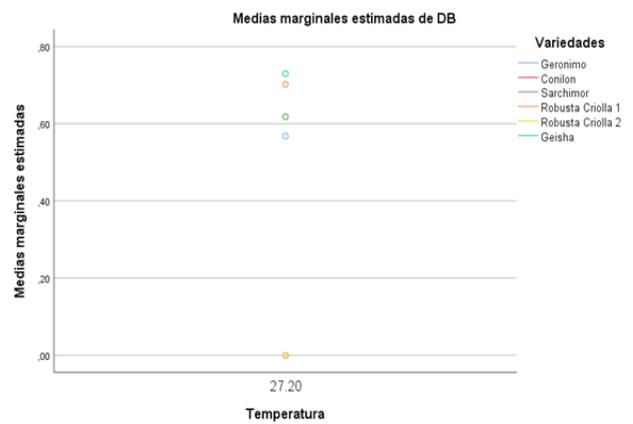


Figura 21. Diagrama de medias marginales de Distancia de Brotes.

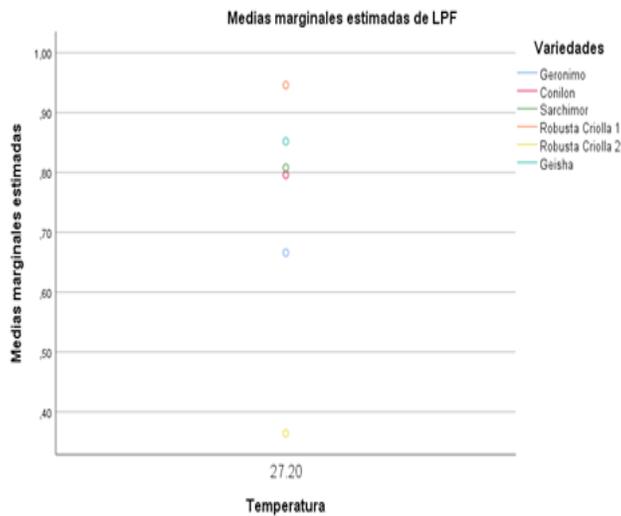


Figura 19. Diagrama de medias marginales de Longitud del Pecíolo Foliar.

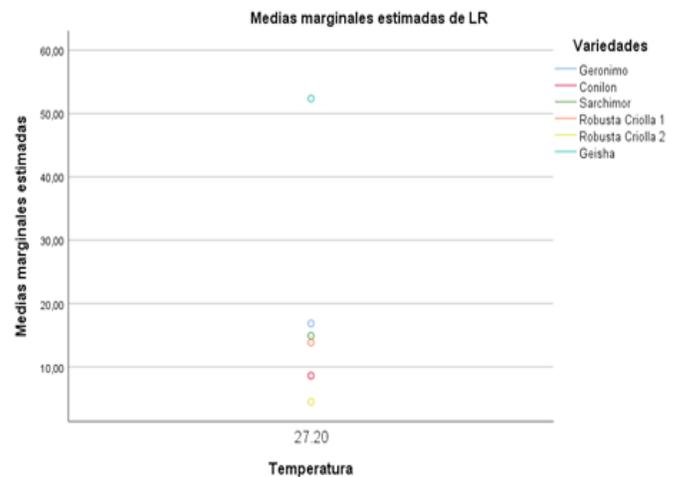


Figura 22. Diagrama de medias marginales de Longitud de Rama.

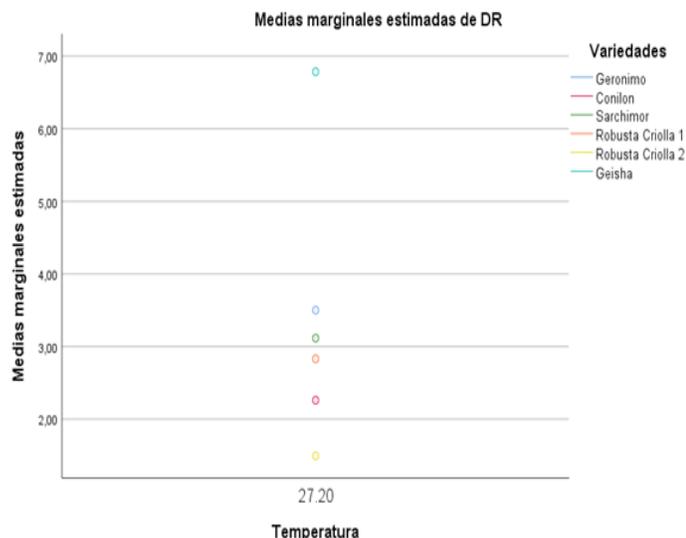


Figura 23. Diagrama de medias marginales de Distancia de rama.

En la tabla 1 del ANOVA podemos hacer referencia a las variables con mayor significancia como son las siguientes: HP (altura de la planta), RP (radio de la planta), LH (longitud de la hoja), LR (longitud de la rama) teniendo un nivel de significancia menor a 0,05; sin embargo, las demás variables NR (número de ramas), DT (diámetro del tallo), NH (número de hojas), LA (longitud de la arista), AH (ancho de la hoja), LPF (longitud del peciolo foliar), DH (distancia de hojas), DB (distancia de brotes) y DR (distancia de rama) muestran similitud lo cual presentan un nivel de significancia mayor a 0,05.

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA) para datos de descriptores.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
HP	Entre grupos	10829,111	2	5414,555	139,274	,001
NR	Entre grupos	533,333	2	266,667	14,815	,028
RP	Entre grupos	2456,765	2	1228,383	90,942	,002
DT	Entre grupos	18,333	2	9,167	9,167	,053
NH	Entre grupos	664,583	2	332,292	14,500	,029
LA	Entre grupos	,019	2	,010	3,094	,187
LH	Entre grupos	29,904	2	14,952	47,722	,005
AH	Entre grupos	8,967	2	4,484	6,954	,075
LPF	Entre grupos	,170	2	,085	6,502	,081
DH	Entre grupos	1,737	2	,869	6,813	,077
DB	Entre grupos	,282	2	,141	1,380	,376
LR	Entre grupos	1441,905	2	720,953	58,053	,004
DR	Entre grupos	15,947	2	7,974	29,340	,011

De acuerdo a los datos obtenidos se realizó un Análisis de componentes principales para determinar el número de descriptores que tengan mayor influencia en su distinción y en la identificación de los mismo.

En la tabla 2 de la matriz de componentes principales podemos apreciar que las variables que tiene mayor extracción o acercamiento al valor 1 son las siguientes: HP (altura de la planta), NR (número de ramas), RP (radio de la planta), DT (diámetro del tronco), LR (Longitud de la rama), DR (distancia de rama) las cuales dieron un mejor resultado a diferencia de las otras variables.

Tabla 2. Matriz de componentes principales.

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Puntuación Z: HP	1,000	,960
Puntuación Z: NR	1,000	,992
Puntuación Z: RP	1,000	,966
Puntuación Z: DT	1,000	,911
Puntuación Z: NH	1,000	,962
Puntuación Z: LA	1,000	,920
Puntuación Z: LH	1,000	,923
Puntuación Z: AH	1,000	,946
Puntuación Z: LPF	1,000	,994
Puntuación Z: DH	1,000	,770
Puntuación Z: DB	1,000	,654
Puntuación Z: LR	1,000	,977
Puntuación Z: DR	1,000	,997
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

En el análisis de varianza nos indica la cantidad de varianza que ejercen los descriptores, siendo los 5 primeros componentes los que acumulan el 100% de la varianza (Tabla 3) como son los siguientes: el componente 1 (77,296), el componente 2 (14,104), componente 3 (4,614), componente 4 (2,824) y componente 5 (0,457) esto nos indica que con estos componentes son suficientes para poder realizar una agrupación de caracteres por la presencia de variabilidad significativa que existe a diferencia de los demás componentes que no son tan significativos.

Tabla 3. Varianza total explicada.

Varianza total explicada			
Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	10,048	77,296	77,296
2	1,925	14,808	92,104
3	,600	4,614	96,718
4	,367	2,824	99,543
5	,059	,457	100,000
6	4,843E-16	3,725E-15	100,000
7	3,238E-16	2,491E-15	100,000
8	2,286E-16	1,759E-15	100,000
9	5,854E-17	4,503E-16	100,000
10	-8,907E-17	-6,851E-16	100,000
11	-1,734E-16	-1,334E-15	100,000
12	-6,969E-16	-5,361E-15	100,000
13	-1,506E-15	-1,158E-14	100,000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

El gráfico de los componentes en espacio rotado nos permite determinar los descriptores que presentan mayor discriminación como se observa en la Figura 24, teniendo en cuenta que cada punto significa un descriptor clasificándose en 3 grupos.

El primer grupo que se encuentra cerca al valor de 1 entre ellos ZLR (Longitud de rama), ZDR (Distancia de rama), ZHP (altura de la planta), ZNR (número de rama), ZDT (diámetro del tronco), ZRP (Radio de la planta) siendo significativamente discriminante seguido del segundo grupo que son ZDH (distancia de hoja), ZLH (longitud de la hoja), ZAH (ancho de la hoja), ZDB (distancia de brotes) siendo el grupo intermedio y finalmente el tercer grupo representado por ZNH (número de hojas), ZLPF (longitud del peciolo foliar), ZLA (longitud de la arista) siendo significativamente no discriminante. Los descriptores ZLR, ZDR, ZHP, ZNR, ZDT, ZRP son los que establecen mayor viabilidad en las seis variedades de café.

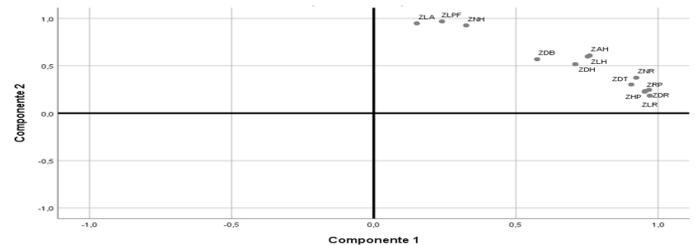


Figura 24. Resultado del análisis de Componente en espacio rotado de los 13 descriptores.

Para establecer la diferencia de las seis variedades de café se realizó un Dendograma como se representan en la Figura 25 dividiéndose en 3 grupos de los cuales están agrupadas de la siguiente manera en el grupo 1 está conformado por las variedades Conilon, Sarchimor, Criollo 1 y Gerónimo que son variedades que tienen mucho más parecido entre sí. El grupo 2 por la variedad Criollo y el grupo 3 está conformado por la variedad Geisha que son los que no tiene similitud a las demás variedades de café estudiadas. Obteniendo un resultado muy satisfactorio en la variedad Geisha que se presentó con los mejores resultados a diferencias de las demás variedades de café.

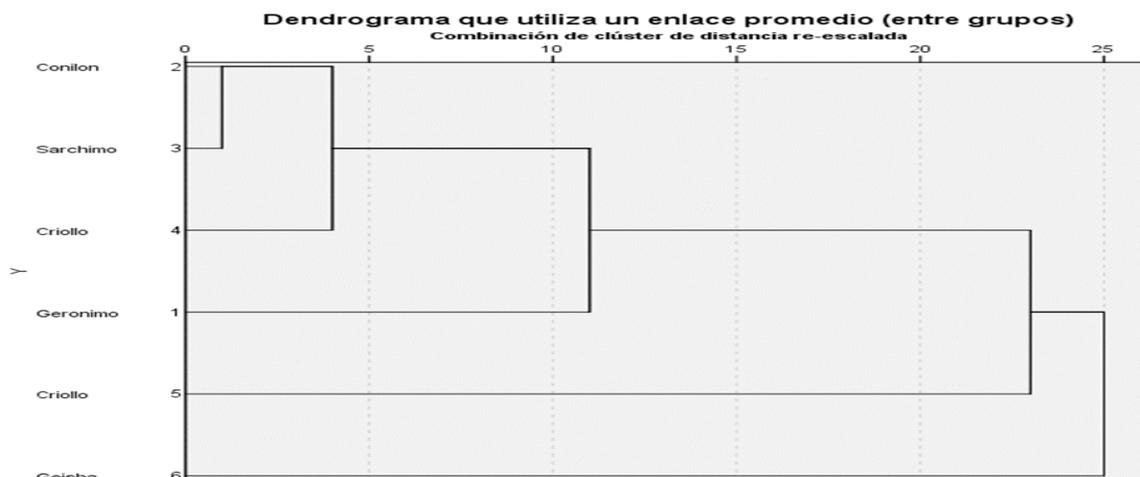


Figura 25. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerado jerárquico de las 6 variedades de café.

CONCLUSIONES

Se analizó que las seis variedades de café estudiadas hubo gran diversidad fenotípica la variedad Geisha que es el genotipo más idóneo en función a las condiciones edafoclimáticas en especial con la temperatura presentando valores estadísticos más altos y mostrando gran diferencia en los descriptores estudiados, seguidas de las variedades Sarchimor, Gerónimo y Robusta Criollo 1 que también se obtuvieron excelentes resultados.

El análisis ANOVA presenta los descriptores que tuvieron mayor significancia que resultaron ser HP (Altura de la planta), RP (Radio de la planta), LH (Longitud de las hojas) y LR (Longitud de la rama).

Los descriptores más discriminantes de los 13 utilizados fueron: ZLR (Longitud de la rama), ZDR (distancia de rama), ZHP (Altura de la planta), ZRP (Radio de la planta), ZDT (Diámetro del tronco), ZNR (Número de ramas) son los que presentan mayor diferencia estadística en relación a los otros descriptores

El Dendrograma obtenido del análisis de conglomerado jerárquico arrojó un total de tres grupos los cuales los grupos 2 y 3 están formados por una sola variedad. La variedad Geisha y Criolla no presenta similitud para las otras variedades. Sin embargo, el grupo 1 con un total de 4 variedades Gerónimo, Sarchimor, Criolla robusta 1 y Conilon presentan características semejantes entre sí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejos, G., Monasterio, P., & Rea, R. (2006). Análisis de la interacción genotipo -ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 56(3), 369-384.
- Duicela, L., Corral, G., & Chilán, W. (2016). Selección de “cabezas de clon” en café robusta (*coffea canephora*) en el trópico seco, Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, 7(1), 23-35.
- Duicela, L., Martínez, M., Loor, R., Morris, A., Guzmán, A., Monroy, C., & Chilán, W. (2018). Gestión del conocimiento e innovación organizacional para reactivar la cadena productiva del café robusta, Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, 9(1), 61-72.
- Espinoza, K., Toapanta, M., García, J., Vásquez, H., & Jiménez, J. (2017). Evaluación agronómica de la calidad de plantas de café (*coffea arábica* l) mediante injerto hipocotiledonar, en caluma, Ecuador. *Revista de Investigación Talentos*, 4(1), 87-94.
- García, J. (2010). Tipos de Hoja. <https://biologia.laguia2000.com/botanica/tecnicas-de-botanica/tipos-de-hojas>
- Ibarra, J., Aguirre, J., Ley, A., Cadena, J., & Zavala, G. (2014). *Coffea canephora* (Pierre) ex Froehner Inoculado con micorriza y bacteria fijadora de nitrógeno en vivero. *revista chapingo serie horticultura*, 20(2), 201-213.
- International Plant Genetic Resources Institute. (1996). *Descriptores del Café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. (Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos). IPGRI.
- Jaramillo, A., & Guzmán, O. (1984). Relación entre la temperatura v el crecimiento en (hjfcaarabica l, variedad caturra. *CENICAFE*, 35(3), 57-65.
- Jiménez, A., & Massa, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, 40(40), 117-137.

- Márquez, Y., Salomón, J., & Acosta, R. (2020). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 41(1).
- Milla, M., Oliva, S., Leiva, S., Collazos, R., Gamarra, O., Barrera, M., & Maicelo, J. (2019). Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. *Acta Agronomía*, 68(4), 271-277.
- Plaza Avellán, L. F., Loo Solórzano, R. G., Guerrero Castillo, H. E., & Duicela Guambi, L. (2015). Caracterización fenotípica del germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. *Espamciencia*, 6(1), 7-14.
- Valverde, Y., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchán, W., & Gabriel, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28.
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(2), 72-91.
- Zapata, O., Espinoza, K., Melena, N., & Moncayo, J. (2015). Caracterización Agro-morfológica de nueve variedades de café arábigo (*coffea arabica* L.) en el Cantón Caluma, provincia Bolívar, Ecuador. *Avances. Revista de Investigación Talentos*, 2(2), 46-51.