

04

Recibido: mayo, 2022 Aprobado: julio, 2022 Publicado: agosto, 2022

METODOLOGÍA PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE PRODUCIR SEMILLAS DE CALIDAD EN PLANTAS ÉLITE DE CAFÉ

METHODOLOGY TO MEASURE THE CAPACITY TO PRODUCE QUALITY SEED IN ELITE COFFEE PLANTS

Joselyn Elizabeth Astudillo Herrera¹

E-mail: jastudill5@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7462-5861>

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

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

¹Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Astudillo Herrera, J. E., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2022). Metodología para medir la Capacidad de Producir Semillas de Calidad en Plantas élite de Café. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 35-43. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

La selección inadecuada de los granos de café para la obtención de semillas, genera la necesidad de desarrollar metodologías para evaluar e identificar los puntos óptimos para obtener plántulas de calidad. El objetivo del trabajo fue implementar una metodología que permita identificar el lateral y nudos más idóneos para obtener semillas de calidad. Para esta investigación se seleccionaron 10 plantas élite de la variedad Sarchimor y Bourbon. Las plántulas obtenidas se evaluaron de acuerdo a la escala BBCH (Arcila et al., 2001). Se evaluaron en los granos de los laterales de plantas élite las variables: °Brix, color de granos y forma del grano y en las semillas se evaluaron: peso de semillas buenas, semillas vanas, número de días de germinación, emergencia, y en plántulas: longitud del hipocótilo, área foliar con el primer, segundo y tercer par de hojas y número de días de aparición del primero, segundo y tercer par de hojas. El análisis estadístico se realizó con el software IBM-SPSS 25. Las dos variedades de café en la división de laterales y agrupación de los nudos presentaron diferencias estadísticas significativas ($p=0,05$). Se logró identificar el sitio más apto de los laterales para la obtención de semillas y también se observó que la variedad influye en los resultados.

Palabras clave:

Lateral, nudos, características fenotípicas, idóneos, genética

ABSTRACT

The inadequate selection of coffee beans to obtain seeds generates the need to develop methodologies to evaluate and identify the optimal points to obtain quality seedlings. The objective of the work was to implement a methodology that allows identifying the most suitable lateral and knots to obtain quality seeds. For this research, 10 elite plants of the Sarchimor and Bourbon variety were selected. The seedlings obtained were evaluated according to the BBCH scale (Arcila et al., 2001). The following variables were evaluated in the lateral grains of elite plants: °Brix, grain color and grain shape, and in the seeds were evaluated: weight of good seeds, empty seeds, number of days of germination, emergence, and in seedlings: hypocotyl length, leaf area with the first, second and third pair of leaves and number of days of appearance of the first, second and third pair of leaves. Statistical analysis was performed with the IBM-SPSS 25 software. The two varieties of coffee in the division of laterals and grouping of knots presented statistically significant differences ($p=0.05$). It was possible to identify the most suitable site of the laterals for obtaining seeds and it was also observed that the variety influences the results.

Keywords:

Phenotypic characteristics, lateral, suitable, genetics, knots.

INTRODUCCIÓN

El café en el Ecuador, es un cultivo que se caracteriza por su gran potencial e importancia económica, distribuido en las 24 provincias del país, siendo fuente generadora de empleo para 105000 familias productoras y alrededor de 700000 familias vinculadas a la comercialización, industria, transporte y exportación (Valverde et al., 2020).

El establecimiento y desempeño de las plantaciones depende de factores principales como la calidad de planta que se utiliza. La falta de acceso a semillas de alta calidad es considerada uno de los factores que influye decisivamente en la productividad, debido a la limitada e ineficiente asistencia técnica que ha tenido el cultivo de café, lo que no ha permitido la producción y selección adecuada de semillas óptimas (FAO, 2021).

La selección de semillas a partir de plantas élite con un alto potencial genético, aseguran una producción de café de calidad y permite mantener la pureza genética de la variedad, evitando posibles pérdidas en la cosecha y a nivel económico (Velásquez O, 2019).

La provincia de El Oro se ha caracterizado principalmente por su capacidad de producir café, debido a la amplia variedad de microclimas que presenta, que van desde tropicales y subtropicales, temperaturas de 19,9°C a 27°C y una altitud de 0 a 1.720 m.s.n.m lo que permite su producción en cantones de la parte alta de la provincia tales como Zaruma, Balsas, Atahualpa, Las Lajas y Piñas (Gonzalez Mendez & Barrezueta Unda, 2018).

Es importante tener una metodología que permita evaluar la calidad de semillas que producen los diferentes laterales y nudos del café para determinar si existen diferencias estadísticas significativas que permitan establecer el sitio exacto de los laterales o nudos para obtener plantas de calidad.

La Universidad Técnica de Machala como ente generador de tecnologías e innovación para la producción en su carrera de Agronomía, busca generar conocimientos en sus estudiantes que, como futuros profesionales en la rama, puedan aportar para que los productores de café incrementen sus cosechas y potencien la reactivación de la matriz productiva, ya que Ecuador es un país caficultor por excelencia.

El objetivo del estudio fue implementar una metodología que permita identificar el lateral y nudos aptos para obtener semillas de alta calidad que produzcan plántulas vigorosas en el cultivo de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en campo abierto desde octubre del 2021 hasta marzo del 2022, en la Granja Experimental "Santa Inés", ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, en el 5km vía Machala - Pasaje, Parroquia el Cambio, Provincia del Oro, ubicada en Machala- Ecuador con coordenadas geográficas: 79°54'05" W & 03°17'16" S.

El área de investigación, según los registros del INAMHI posee una precipitación anual media de 630 mm, temperatura promedio de 24°C, horas luz de 5 de acuerdo a la época, humedad relativa media de 90%. De acuerdo a la zona de vida natural de Holdridge la región corresponde a una zona húmeda tropical.

Material genético, Para la investigación se usaron plantas élite de café (*Coffea* spp.) con 38 meses de desarrollo. Las variedades que se utilizaron fueron **Sarchimor** y **Bourbón**, principales variedades arábicas cultivadas en el Ecuador.

Metodología

Caracterización de las plantas élite, Las plantas élite de café se definen como aquellas que presentan características agronómicas y cualidades organolépticas sobresalientes sobre otras, por tener gran tamaño de semilla, calidad industrial, altos rendimientos, alta actividad combinatoria, resistencia a plagas y enfermedades entre otros, esta selección de plantas élite en campo, permite producir nuevas plantas con características más homogéneas y potenciar las cosechas.

Se seleccionaron 10 plantas élite de café de la variedad Sarchimor y Bourbón y de acuerdo a su morfología se identificaron los laterales y el número de nudos por cada lateral. Los laterales se dividieron en 3 partes (parte inicial, medio y final) y se enumeraron los nudos de acuerdo a la longitud del lateral y finalmente se agruparon en función de la división del lateral.

Arquitectura de la planta

Las plantas élite de estudio, se desarrollaron vegetativamente en condiciones similares de nutrición, cantidad de sombra, humedad del suelo, precipitación, humedad relativa, cantidad de horas luz y manejo agronómico (Figura 1 y 2).



Figura 1. Arquitectura de la planta de café de la variedad Sarchimor



Figura 2. Arquitectura de la planta de café de la variedad Bourbon

Evaluación de variables

Para la evaluación de variables en las plántulas de café, se empleó el uso de la escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) (Arcila et al., 2001), para estados de crecimiento en plantas mono y dicotiledóneas, aplicada a los estados fenológicos de *Coffea* sp., definiéndose para el presente trabajo su periodo desde el estado principal de crecimiento 0 hasta el 13.

En los granos de café obtenidos de las plantas élite se evaluaron las variables: grados brix, color del grano y forma del fruto y en las semillas las variables: peso seco de semillas, peso de semillas buenas, semillas vanas, número de días de germinación y emergencia, longitud del hipocótilo con el primero, segundo y tercer par de hojas, el área foliar del primero, segundo y tercer par de hojas y el número de días de aparición del primer, segundo y tercer par de hojas

Se realizaron conteos cada tres días, a partir de la germinación y visualización del arco hipocótilo, seguido de la emergencia de las plántulas con sus cotiledones expandidos y finalmente hasta que las plántulas alcanzaron los 3 pares de hojas. Labor que se llevó a cabo, con el fin de identificar el lateral y nudos más idóneos para obtener plántulas de calidad.

La Longitud del hipocótilo se midió con regla milimetrada, desde el cuello de la raíz hasta el primer par de hojas, segundo par de hojas y tercer par de hojas cotiledóneas y finalmente para determinar el área foliar de las hojas se utilizaron aquellas que cumplieran con sus estados de crecimiento de acuerdo a la escala BBCH, finalmente, se determinó el área foliar, mediante las medidas lineales del largo y ancho de las hojas empleando la siguiente fórmula (Encalada, 2018):

$$AF = \{[0,64 * (L * A)] + 0,49\}$$

División de los laterales: Los laterales se dividieron en tres partes: parte inicial, medio y final, de acuerdo a la longitud y número de nudos del lateral en ambas variedades (Figura 3 y 4).

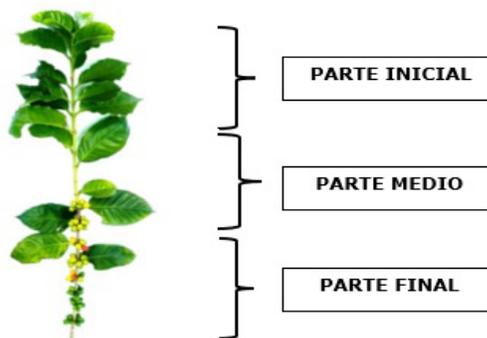


Figura 3. División de los laterales en el cultivo de café de la Variedad Sarchimor

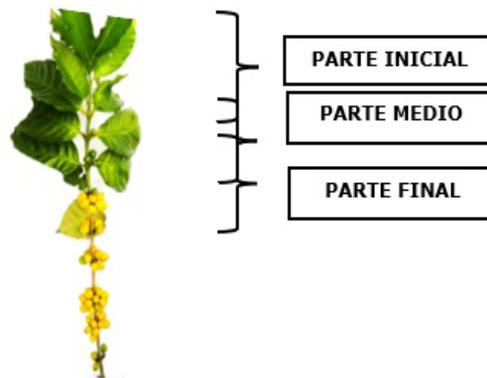


Figura 4. División de los laterales en el cultivo de café de la Variedad Bourbon

Conteo de Nudos: De acuerdo a la arquitectura de la planta de café, los laterales o ramas del cafeto están formadas desde el ápice por nudos, sitio en donde se ubican las hojas y los granos de café. El conteo de los nudos se realizó en función del tamaño longitudinal de los laterales y su ubicación en la planta, luego se los agrupó de acuerdo a la división de los laterales (Figura 5).

NUDOS



Figura 5. Identificación de los nudos en los laterales del cultivo de café

Conteo de granos por Nudos: Se realizó contabilizando la cantidad de granos por cada nudo en función de su ubicación y longitud del lateral en la planta y finalmente se agruparon los nudos de acuerdo a la división del lateral.

Grados Brix: Se tomaron 10 granos de café por cada división del lateral para determinar la cantidad de azúcares presentes, utilizando un refractómetro, marca BOECO modelo VBR62.

Peso de Semillas por Lateral: El peso de las semillas por lateral se determinó en función de la cantidad de granos obtenidos de la división de los laterales, luego se

descascarillaron y agruparon obteniendo finalmente el peso de las semillas por cada división del lateral.

Color del grano con cascarillas: La caracterización del color del fruto de café se realizó a partir de la Tabla de Munsell. Se tomaron los granos de café de cada lateral y se los agrupó de acuerdo a su división, finalmente se tomó 10 muestras por cada división y se determinó el color.

Forma del grano: La caracterización de la forma del fruto de café, se realizó empleando la lista de descriptores de café publicada por IPGRI (International Resources Institute, 1996). Se tomaron granos de cada variedad de café y de acuerdo al descriptor se visualizó y determinó la forma del grano.

Escarificado del grano: Una vez realizado el procesado de clasificación y pesado de los granos de café, se procedió a escarificarlos para reducir la dureza de las semillas y acelerar el proceso de germinación facilitando el desarrollo de las plántulas en menor tiempo.

Selección de las Semillas de café: Se desarrolló la selección de las semillas de acuerdo al defecto que presentaban en su tamaño, color, peso, daño y forma brocado, cristalizado, anormal, fermentado, inmaduro, manchado, mohoso, negro, opaco, partido, quebrado, vano, vacío y pequeño.

Siembra de las Semillas de Café: Una vez realizada la selección de las semillas, se procedió a dejarlas durante 24 horas sumergidas en agua para su posterior siembra. Las mismas fueron ubicadas en fundas de polietileno, de color negro, de 6 x 8 pulgadas con un sustrato a base de hojarasca, humus y tamo de arroz, previamente desinfectado con agua caliente.

La siembra se realizó introduciendo una semilla por cada funda a una profundidad de 1cm. De acuerdo a la división de los laterales, se realizó la selección de 15 semillas con 3 repeticiones en las dos variedades, obteniendo un total de 45 muestras por variedad.

Germinación: Durante los primeros 25 a 40 días después de la siembra, se pudo observar los primeros estados de germinación y emergencia de las plántulas mostrando características como: brote de la semilla y aparece curvada y cotiledones cerrados. De acuerdo a la escala BBCH, se determinó el estado de crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Análisis de los datos: El análisis estadístico de los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación para las variables: grados brix, peso seco de semillas buenas y vanas, número de días de germinación y emergencia de las plántulas, longitud del hipocótilo (mm) con el primero, segundo y tercer par de hojas, área foliar del primero, segundo y tercer par de hojas y número de días de aparición del primero, segundo y tercer par de hojas, se realizó mediante análisis bifactorial y pruebas de Tukey al 0,05 de significancia, con la ayuda del programa estadístico informático IBM SPSS STATISTICS versión 25.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables evaluadas a los granos de café, durante la primera fase de selección de semillas de calidad

Peso de las Semillas descascarilladas: No se han reportado rangos óptimos para esta variable, sin embargo, según (Loor Solórzano et al., 2016), la selección de la semilla es considerada una actividad importante, debido a que de ella depende una nueva plantación, por ello se debe considerar aspectos físicos como el tamaño, peso y ranura recto de la misma.

Los resultados mostraron que el peso total de las semillas descascarilladas en ambas variedades de café, presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,00$) en las tres partes evaluadas de las divisiones de los laterales. Para la variedad Bourbon, los mayores valores corresponden a la parte del lateral medio con 0.25 gramos. En la variedad Sarchimor, alcanzaron los 0.17 gramos, para la parte inicial (Figura 6). Aunque entre las partes de los laterales, no existen diferencias significativas e interacciones evaluadas ($p > 0,05$).

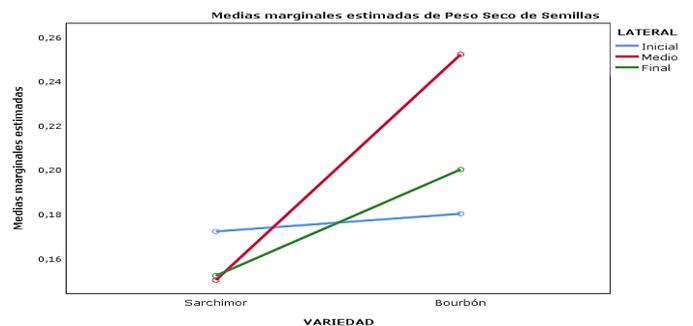


Figura 6. Variable Peso Seco de las Semillas en dos variedades de café Sarchimor y Bourbon en función de la división de los laterales

Color de los granos: Los colores promedios de los granos de café alcanzados en el ensayo son similares a los reportados por (Juárez et al., 2018), los granos de la variedad Sarchimor alcanzaron valores de 3/8/5R y Bourbon con 7/10/5Y, de acuerdo a la Tabla de Munsell para tejido vegetal. Mostrando una homogeneidad de colores, entre las partes de los laterales y variedades.

Forma del Grano: De acuerdo a la lista de descriptores morfológicos publicada por IPGRI, para la forma de los granos de café, se evaluaron 10 muestras de frutos normales maduros. Determinando que para la variedad Sarchimor presentaron forma del fruto redondeada, mientras que para Bourbon presentó forma elíptica. No se ha determinado la forma adecuada que debe tener un grano de café para lograr una buena cosecha y producción de plántulas, sin embargo, en investigaciones pasadas según (Arcila Pulgarín, 2007) se recomienda utilizar material de desarrollo uniforme, de mayor tamaño y de óptima calidad, estas características permitirán producir plantas más vigorosas.

Grados Brix: Los grados brix estuvieron entre los rangos que se reporta para obtener un buen grado de

maduración del café, siendo el óptimo el rango 15 hasta los 24 (Vidal Villeda, 2014).

La variedad Sarchimor, presentó valores que oscilaron entre 18,5 y 20,2 y en Bourbon entre 18,1 y 21,8 grados brix respectivamente (Figura 7), sin diferencias significativas entre la división de los laterales y variedades. Aunque los valores más altos se localizaron en la parte final del lateral para Sarchimor y en Bourbon en la parte inicial.

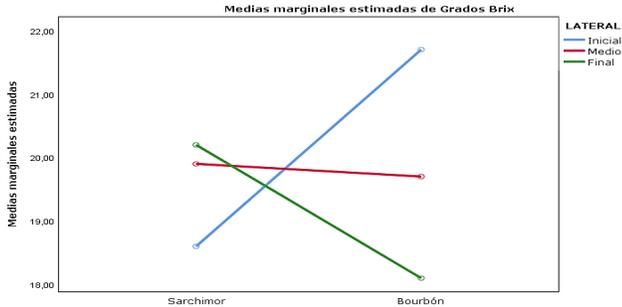


Figura 7. Variable Grados Brix de los granos de café en la variedad Sarchimor y Bourbon, para las diferentes divisiones de los laterales

Peso del número de semillas buenas: En la Figura 8 a continuación, se puede observar que los mayores pesos de semillas buenas para la variedad Sarchimor se localizaron en la parte media e inicial del lateral con 0,16 g y en la variedad Bourbon en la parte final con 0,27 g, respectivamente, con diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y división de los laterales evaluados ($p < 0,05$), mientras que (Montilla Pérez et al., 2008), reportó para esta variable un peso de 0,21 g en café seleccionado.

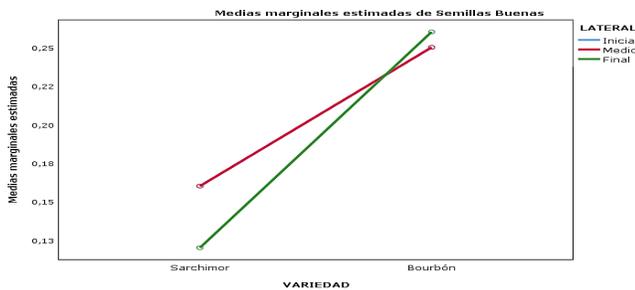


Figura 8. Variable Peso del número de semillas buenas en la variedad Sarchimor y Bourbon, para las diferentes divisiones de los laterales

Peso del número de semillas vanas: Como se muestra en la Figura 9, respecto al peso del número de semillas vanas, los mayores valores registrados estuvieron entre 0,22 g y 0,23 g para las variedades de café Sarchimor y Bourbon respectivamente, presentando diferencias estadísticas altamente significativas entre la división de los laterales y entre variedades.

No se han reportado rangos óptimos sobre esta variable; sin embargo, es considerada un factor determinante en la selección de semillas para realizar una adecuada siembra y tener una producción de plántulas de calidad, nunca deben propagarse semillas pequeñas y con defectos físicos según lo manifiesta (Honorio Villanueva, 2019).

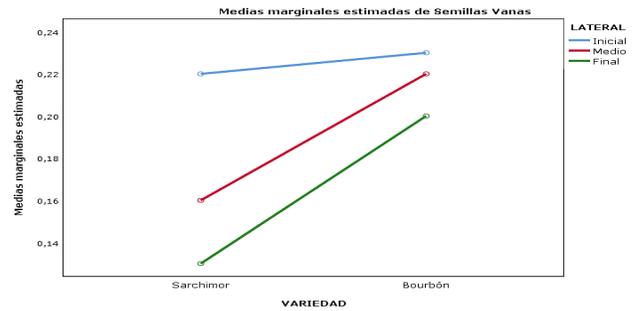


Figura 9. Variable Peso del número de semillas vanas en la variedad Sarchimor y Bourbon, para las diferentes divisiones de los laterales

Variables evaluadas en plántulas

Número de días de germinación: La semilla de café según (Guerrero et al., 2016) germina alrededor de los 45 días en zonas bajas (<800 msnm) y de 50 a 60 días para zonas altas (>800 msnm), esta variable como se denota en la Figura 10 a continuación, en el caso de la zona de estudio que se ubica a los 6 msnm, alcanzaron los máximos valores entre 44 y 48 días de germinación para la parte inicial y final en la variedad Sarchimor y Bourbon.

El menor número de días de germinación lo registro la parte final y la parte media de los laterales en las dos variedades, sin diferencias estadísticas significativas.

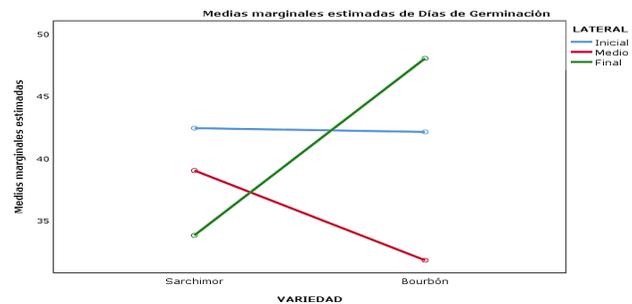


Figura 10. Variable Número de días de germinación de las variedades de café Sarchimor y Bourbon, para las diferentes divisiones de los laterales

Número de días de emergencia: Según (IICA, 2020) las plántulas comienzan a emerger, aproximadamente a los 49 - 50 días después de la siembra, en esta variable como se observa en la Figura 11, para la variedad Sarchimor y Bourbon en la parte inicial cumplen con el rango reportado, no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). El menor número de días de emergencia se presentó en la parte final del lateral en Sarchimor con un número de 41 días y para Bourbon a los 45 días.

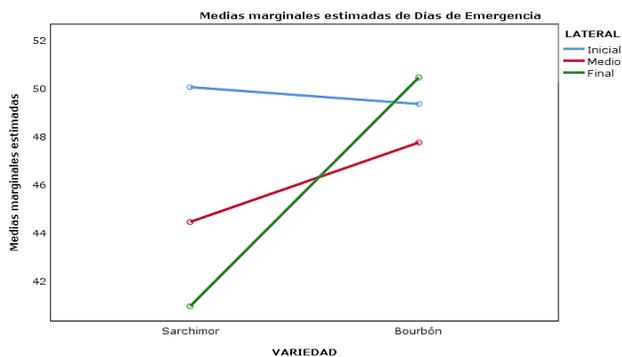


Figura 11. Variable Número de días de emergencia de las plántulas en dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Longitud del hipocótilo (Primer par de hojas): Con respecto a la longitud del hipocótilo con el primer par de hojas, se determinó que los valores máximos de esta variable en la variedad Sarchimor se registró en la parte final con 4,3 cm y en la variedad Bourbón en la parte media con 5,50 cm, con diferencias estadísticas significativas entre variedades y división de los laterales ($p < 0,00$).

(Rojas Gonzales, 2014), evaluó el crecimiento del cultivo de café a los 2 meses, utilizando la aplicación de biol enriquecido de sustancias orgánicas y registro una longitud de 6 cm.

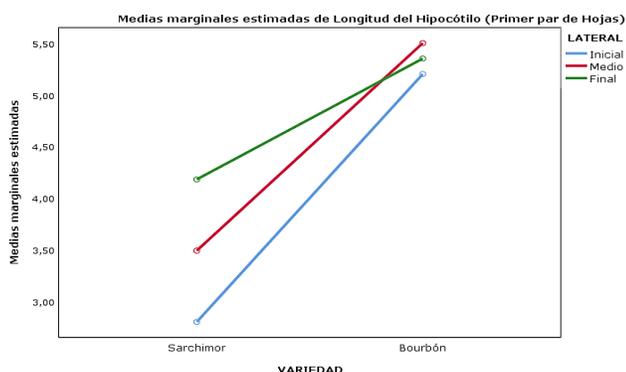


Figura 12. Variable Longitud del hipocótilo con el primer par de hojas, en dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Longitud del hipocótilo (Segundo par de hojas): Como se puede apreciar en la Figura 13 que la variedad Sarchimor presentó mayores valores en la parte inicial, en cuanto a longitud del hipocótilo con el segundo par de hojas con 4,70 cm y Bourbón 6 cm para todas las partes del lateral, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre variedades. Mientras (Gordillo et al., 2021), evaluó el efecto del ácido salicílico sobre la germinación y emergencia en plántulas de café y reportó una longitud del hipocótilo de 4,3 cm.

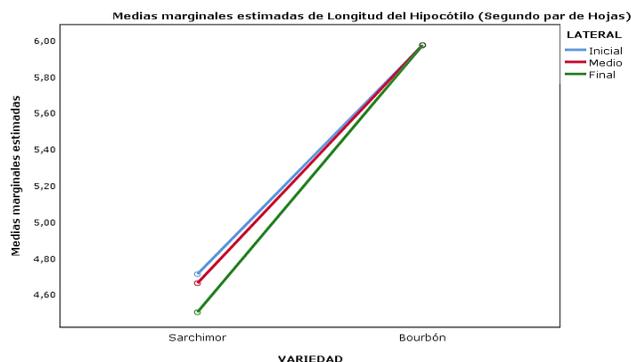


Figura 13. Longitud del hipocótilo con el segundo par de hojas, en dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Longitud del hipocótilo (Tercer par de hojas): La mayor longitud del hipocótilo con el tercer par de hojas se presentaron en la parte final del lateral en la variedad Sarchimor con 7,2 cm y en la variedad Bourbón alcanzaron los 10,2 cm en la parte media, presentando diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0,00$) y ($p < 0,02$) entre las divisiones de los laterales (Figura 14).

(Valarezo et al., 2021), evaluó semanalmente el crecimiento de 5 cultivares empleando tratamientos y reportó una longitud aproximada de 7,5 cm para la variedad Sarchimor y 8 cm para Bourbón durante la tercera semana.

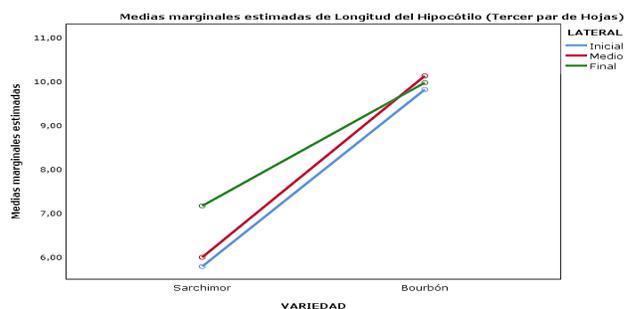


Figura 14. Variable Longitud del hipocótilo con el tercer par de hojas, en dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Área Foliar de plántulas (Primer par de hojas): En la Figura 15, el área foliar de las plántulas con el primer par de hojas en la variedad Sarchimor presentó valores máximos promedio de 7,10 cm² en la parte final del lateral y para Bourbón 7,70 cm² para la parte media, presentando diferencias estadísticas significativas ($p < 0,00$) entre variedades y ($p < 0,03$) entre las divisiones de los laterales.

(Cisneros et al., 2017), evaluaron la influencia de microorganismos en plántulas de café y sus efectos en su crecimiento y reportó un área foliar de 11,61cm².

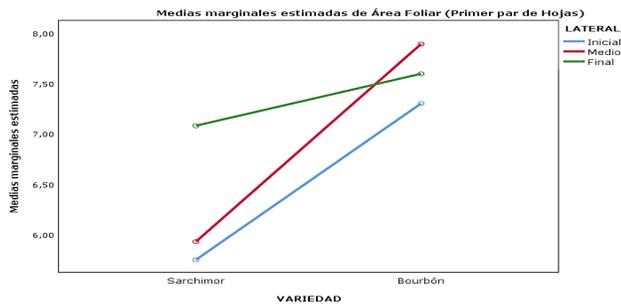


Figura 15. Variable Área Foliar del Primer par de Hojas en plántulas de dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Área Foliar de plántulas (Segundo par de hojas): El mayor promedio del área foliar con el segundo par de hojas, lo obtuvo la variedad Sarchimor con un área foliar de 7,90 cm² en la parte final y la variedad Bourbón con 7,80 cm² en la parte inicial, presentando diferencias estadísticas significativas ($p < 0,02$) entre las variedades y división de los laterales ($p < 0,00$) (Figura 16).

El acumulado del área foliar en la parte inicial para la variedad Sarchimor fue 118.5 cm² y para Bourbón con el segundo par de hojas 117 cm².

Según (López Gamboa, 2018), Al evaluar en campo el comportamiento de una población de plántulas de café, reportó un área foliar promedio mínimo de 26.57 cm² y valores máximos de 88,19 cm².

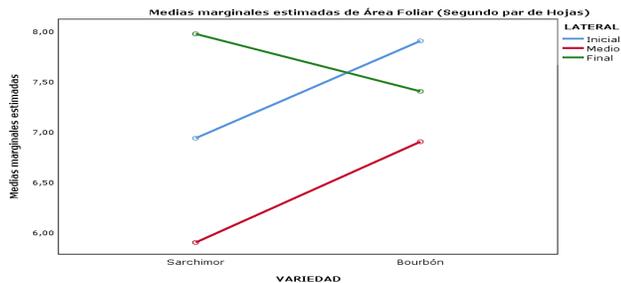


Figura 16. Variable Área Foliar del segundo par de hojas en plántulas de dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Área Foliar de plántulas (Tercer par de hojas): Con relación al área foliar de las plántulas con el tercer par de hojas, se determinó que existen diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0,02$) y en la división de los laterales ($p < 0,00$). Siendo la parte final en la variedad Sarchimor que presentó los valores más altos con 8 cm² y en la variedad Bourbón con 7,90 cm² en la parte inicial (Figura 17).

El valor acumulado de esta variable para la variedad Sarchimor en la parte inicial fue de 120 cm² y para Bourbón 118.5 cm² con el tercer par de hojas. Encalada Cordóva, et al. (2016), determinaron en plántulas de café con 7 pares de hojas un valor promedio de 189.59 cm².

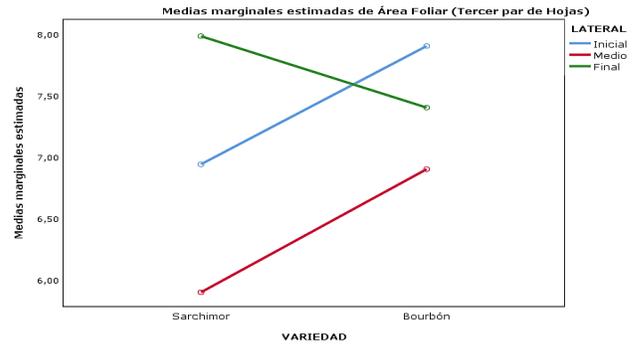


Figura 17. Variable Área Foliar del tercer par de hojas en plántulas de dos variedades de café Sarchimor y Bourbón en función de la división de los laterales

Días de aparición del primer par de hojas: En cuanto a los días de aparición del primer par de hojas se observó que no existen diferencias estadísticas significativas entre variedades y división de los laterales ($p > 0,05$). Sin embargo, para esta variable en la variedad Sarchimor alcanzaron los 50 días en la parte final, 55 días para la parte medio y 64 días para la parte inicial y en Bourbón 52 días en la parte inicial, 63 días en la parte final y 68 días en la parte media (Figura 18), mientras que (Arcila et al., 2001), en su escala BBCH, reportó que a los 63 días se da la aparición del primer par de hojas después de la siembra.

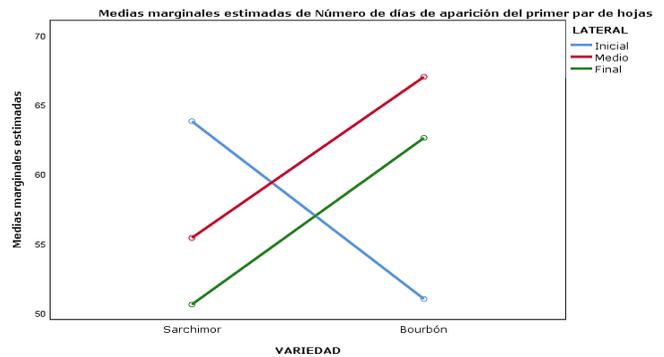


Figura 18. Variable Días de aparición del primer par de hojas

Días de aparición del segundo par de hojas: Con relación a esta variable se determinó que existió diferencia significativa entre las divisiones de los laterales ($p < 0,01$). La parte final y medio del lateral en la variedad Sarchimor, se destacan por tener el menor número de días de aparición del segundo par de hojas con 74 y 83 días y Bourbón en la parte del lateral medio e inicial con 74 y 82 días, como se denota en la Figura 19. Mientras que (Barquero Miranda, 2016), reportó en su estudio sobre la fisiología del cafeto la aparición del segundo par de hojas a los 60 días.

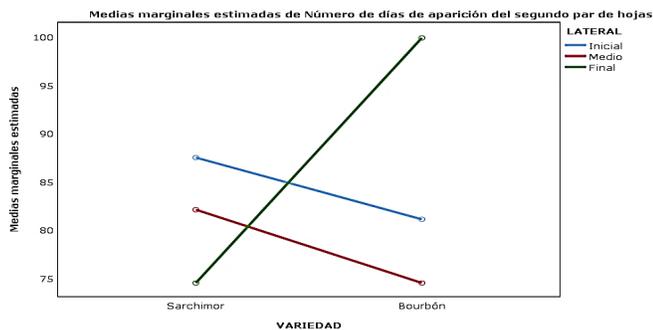


Figura 19. Variable Número de Días de aparición del segundo par de hojas

Días de aparición del tercer par de hojas: La división de los laterales que tuvieron menor número de días de aparición del tercer par de hojas fue la parte final con 94 días para la variedad Sarchimor y la parte media con 94 días para Bourbón. Presentando diferencias estadísticas significativas entre variedades y división de los laterales ($p < 0,00$). Con relación a esta variable (Arcila Pulgarín, 2007), manifiesta que un par de hojas o nudo se origina alrededor de los 25 o 30 días y dentro de un año se forman alrededor de 12 a 14 pares de ramas, es decir que un tercer par de hojas se formaría a los 90 días aproximadamente.

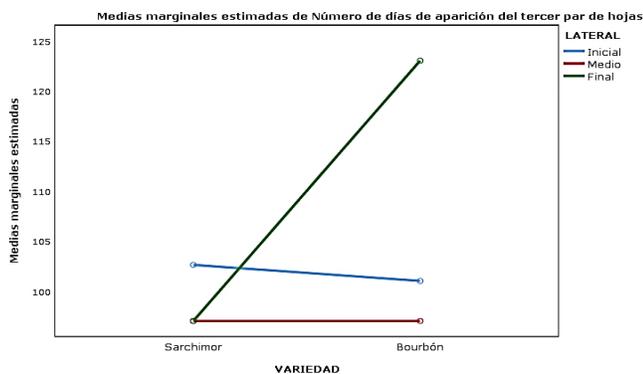


Figura 20. Variable Número de Días de aparición del tercer par de hojas

CONCLUSIONES

La metodología propuesta determina que las mejores semillas para la variedad Sarchimor se localizan en la parte final del lateral, presentando las medias más altas para grados brix, número de días de germinación y emergencia, longitud del hipocótilo, área foliar y número de días de aparición del primero, segundo y tercer par de hojas. La variedad Bourbón presentó la parte media del lateral como la más idónea para obtener un mejor peso de las semillas, número de días de germinación y emergencia, longitud del hipocótilo con el primero, segundo y tercer par de hojas, área foliar con el primer par de hojas y menor número de días de aparición del segundo y tercer par de hojas, demostrando que la metodología propuesta permite obtener semillas y plántulas de calidad a partir de plantas élite de café.

Ambas variedades y divisiones del lateral estudiados tuvieron influencia en las características de las plántulas obtenidas, evidenciándose que los grados brix

estadísticamente no presentan significancia, pero si se puede apreciar valores distintos para cada variedad y división de los laterales estudiados, presentando los promedios más bajos con 18,1 grados brix en la parte inicial del lateral para la variedad Sarchimor y con de 18,7 grados brix en la parte final en la variedad Bourbón, este parámetro influye en la maduración óptima del café la cual determina la concentración de azúcares en los granos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arcila Pulgarín, J., Buhr, L., Bleiholder, H., Hack, H., & Wicke, H. (2001). Aplicación de la “Escala BBCH ampliada” para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea sp.*). Chinchiná, Caldas, Colombia: Cenicafe. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/578/3/bot0023.pdf>
- Arcila Pulgarín, J. (2007). Establecimiento del Cafetal. En J. Arcila P, F. Farfán V, A. Moreno B, L. Salazar G, & E. Hincapié G, *Sistemas de producción de café en Colombia* (págs. 87-100). Cenicafe. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/5/4.%20Establecimiento%20y%20administraci%C3%B3n%20cafetal.pdf>
- Barquero Miranda, M. (2016). Fisiología del Cafeto. *Fisiología del Cafeto* (págs. 1-58). Cicafe. [http://www.mag.go.cr/informacion/imagenes-nama-cafe-taller/Fenologia%20del%20cafeto,%20un%20enfoque%20practico%20\(Barquero,%20MM\)%20NAMA-Cafe.pdf](http://www.mag.go.cr/informacion/imagenes-nama-cafe-taller/Fenologia%20del%20cafeto,%20un%20enfoque%20practico%20(Barquero,%20MM)%20NAMA-Cafe.pdf)
- Cisnero R, C., Franco, J., Realpe Fernández, & Fuenmayor, J. (2017). Influencia de microorganismos en la disponibilidad de fósforo en plántulas de café (*Coffea arabica*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 19-26. [doi:http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)19-26](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)19-26)
- Encalada Córdoba, M., Soto Carreño, F., & Morales Guevara, D. (2016). Crecimiento de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 72-78. [doi:http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4335.7681](http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4335.7681)
- Encalada, M. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 70-84. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/414/350>
- FAO. (2021). Producción de semillas de calidad en aras de un rendimiento de calidad. <https://www.fao.org/in-action/producing-quality-seeds-means-quality-yields/es/>
- Gonzalez Mendez, R., & Barrezueta Unda, S. (2018). Diagnóstico y análisis de la cadena de valor del café ecuatoriano durante el período 2010 2015. (Tesis de Pregrado). Machala: Universidad Técnica de Machala.

- Gordillo Curiel, A., Rodríguez Larramendi, L., Salas Marina, M., & Rosales Esquinca, M. (2021). Efecto del ácido salicílico sobre la germinación y crecimiento inicial del café (*Coffea arabica* L. var. Costa Rica 95). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia.*, 38(1), 43-59. doi:[https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n1.03](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n1.03)
- Honorio Villanueva, J. (2019). Efecto del tipo y escarificación de las semillas de café (*Coffea canephora* Pierre) y su relación con el desarrollo de plántones en vivero Tingo María. (Tesis de pregrado). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- IICA. (2020). Guía práctica de Caficultura. El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://iica.int/sites/default/files/2020-11/impression%20GPCAFI%2010.2020.pdf>
- IPGRI. (1996). Descriptores del Café (*Coffea* spp. y *Psilanthus* spp.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)., https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Descriptores_del_caf%C3%A9_Coffea_spp._y_Psilanthus_spp._487.pdf
- Loor Solórzano, R., Casanova Mendoza, T., & Plaza Avellán, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios de cacao y café. Pichilinge: Iniap.
- López Gamboa, E. (2018). Crecimiento, evaluación morfológica y de susceptibilidad a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) en una población de plantas M1 de café (*Coffea arabica* L.) tratadas con el agente mutagénico Azida de Sodio en Turrialba, Costa Rica. (Tesis Posgrado). Turrialba: Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/10322/1/44271.pdf>
- Montilla Pérez, J., Arcila Pulgarín, J., Aristizábal Loaiza, M., Montoya Restrepo, E., Puerta Quintero, G., Oliveros Tascón, C., & Cadena Gómez, G. (2008). Propiedades Físicas y Factores de conversión del café en el proceso de beneficio. *Cenicafé*, 1-8. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>
- Rojas Gonzales, J. (2014). Evaluación de crecimiento de "café" y "cacao", tratado con tres aplicaciones de biol, enriquecido con sustancias orgánicas en la producción de plántones en Lamas 2013. (Tesis Grado). Mayobamba: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Valarezo Rivera, N., Quevedo Guerrero, J., Ajila Gia, L., García Batista, R., & Chabla Carrillo, J. (2021). Evaluación del porcentaje de germinación de cinco cultivos de café (*Coffea Arabica* L.) empleando cuatro tratamientos en vivero. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 69-76. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/446>
- Valverde, L., Moreno Quinto, J., Quijije Quiroz, K., Castro Landín, A., Merchán García, W., & Gabriel Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28. doi:<http://dx.doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110100018>
- Velásquez O, R. (2019). Guía de variedades de café y selección de semilla. Guatemala: Asociación Nacional del Café. Anacafé. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%A9nDa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Vidal Villeda, M. (2014). Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza, en dos variedades y tres niveles altitudinales. Tesis de Grado. Guatemala de la asunción: Universidad Rafael Landívar. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14/Vidal-Marco.pdf>