

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CLONES DE COFFEA CANEPHORA EN ETAPA INICIAL DE VIVERO

EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF COFFEA CANEPHORA CLONES IN THE INITIAL NURSERY STAGE

Ángel Rodolfo León Mejía ^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3599-3669>. Correo: aleon@upse.edu.ec

Andrea Maribel Villón Fernandez ²

² Investigador Independiente. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4594-3264>. Correo: andreavillon94@hotmail.com

Erick Orellana Valdivia ³

³ Instituto de postgrado. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1965-5406>. Correo: erickdani30@hotmail.com

Carmen Cárdenas Macías ⁴

⁴ Investigador independiente. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0421-5046>. Correo: carmairi@gmail.com

* Autor para correspondencia: carmairi@gmail.com

Resumen

El estudio se realizó en la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, el objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de cinco clones de *Coffea canephora* Pierre propagados por vía vegetativa en la etapa de vivero. Los tratamientos corresponden a cinco clones, CSE-1, CSE-5, CSE-6, CSE-10, CSE-14 dispuestos en un diseño estadístico completamente al azar y cuatro replicas, las evaluaciones se realizaron a los 30 días después de la siembra, las medias de los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza y al estadístico de Tuckey al 5% de significancia estadística mediante software Infostat, los resultados muestran al clon CSE-1 con 70%, en la variable de prendimiento, para la tasa de mortalidad los clones CSE-10 y CSE-14 obtienen el 53.8%; en cuanto a la callosidad no hubo diferencia entre los clones estudiados mostrando 100% de los esquejes con callos rizogénicos, en cuanto a la altura de brote el clon CSE-1 obtiene

3.2 centímetros y el 77.5% de plántulas con dos brotes. Al final de la evaluación los resultados permiten considerar a los clones CSE-1 y CSE-5 los más idóneo para realizar la propagación vegetativa.

Palabras clave: Genotipo; propagación; clones; sustratos; canephora

Abstract

The study was carried out in the Manglaralto parish of the Santa Elena canton, the objective was to evaluate the agronomic behavior of five clones of Coffea canephora Pierre propagated vegetatively in the nursery stage. The treatments correspond to five clones, CSE 1, CSE 5, CSE 6, CSE 10, CSE 14 arranged in a completely randomized statistical design and four replicates, the evaluations were carried out 30 days after planting, the means of the treatments were subjected to an analysis of variance and the Tuckey statistic at 5% statistical significance using Infostat software, the results show the clone CSE-1 with 70%, in the take variable, for the mortality rate the clones CSE-10 and CSE-14 obtain 53.8%; Regarding callosity, there was no difference between the studied clones, with 100% of the cuttings showing rhizogenic calluses. Regarding shoot height, clone CSE-1 reached 3.2 centimeters, and 77.5% of the seedlings had two shoots. At the end of the evaluation, the results allowed clones CSE-1 and CSE-5 to be considered the most suitable for vegetative propagation.

Keywords: Genotype; propagation; clones; substrates; canephora

Fecha de recibido: 12/06/2025

Fecha de aceptado: 01/08/2025

Fecha de publicado: 09/09/2025

Introducción

En el Ecuador se produce café arábico y robusta; el tipo robusta prefiere ecosistemas tropicales caracterizados por altas precipitaciones o en su defecto suplir las necesidades de agua a través del riego, su desarrollo y producción se da de manera óptima en condiciones de altitud inferiores a los 700 msnm, mientras que el café arábico es más adaptable a zonas con alturas entre los 600 y 2100 m.s.n.m. (Velásquez, 2019)

La superficie cultivada de café en Ecuador es de 30.314 hectáreas de las cuales se cosecharon 22373 ha, de las que obtuvo una producción de 5584 toneladas, en la península de Santa Elena se cultivan 1 300 hectáreas de café robusta (Ruiz, 2021); es así que, la producción de café robusta ha tenido impacto positivo para elevar índices socioeconómicos y mejorar la calidad de vida del sector cafetalero. (Lucas et al., 2017).

La reproducción de café robusta se realiza por multiplicación asexual al ser una planta alógama, es decir, es una especie de cruzamiento cruzado y puede sufrir depresión endogámica, por lo que se utiliza la selección masal y recurrente (Campuzano & Blair, 2022), con la finalidad de garantizar las características genéticas de alta productividad (Arias, 2024). Es así que, la propagación con fines comerciales se realiza de manera vegetativa y de preferencia se usan los esquejes ortotrópicos de jardines clonales de plantas madres de alta

productividad (Curitiba, y otros, 2022). Este proceso inicia con la selección de plantas superiores o cabezas de clon con características productivas, sanidad vegetal, de porte bajo a medio, poseer tallos productivos, flexibilidad estructural y suficientes ramas de longitud adecuada (Gonzalez, 2024).

Los sustratos deben cumplir con características físicas y químicas que sustenten a las plantas en las distintas fases de desarrollo en la etapa de vivero (Balbino, y otros, 2024). El medio de cultivo debe presentar materia orgánica, y nutrientes que beneficien al crecimiento y vigor de las plántulas (Mercuri, 2018); el sustrato desempeña un rol fundamental en la reproducción de esquejes, debe tener buenas condiciones de oxigenación, densidad adecuada que permita una apropiada retención humedad, porosidad, y un pH óptimo para un desarrollo radicular eficaz (Duicela, 2020).

Una de las etapas de mayor cuidado en el establecimiento del cultivos de café, es la fase de vivero, considerando que es donde se inicia la diferenciación morfológica (raíz, tallos, ramas, hojas) proceso fundamental de la planta que posteriormente permitirá la adaptación a los factores edáficos y climáticos en campo, en este contexto, la evaluación del comportamiento agronómico de clones de *Coffea canephora* en vivero, es esencial para la selección de genotipos con potencial productivo lo que permitirá la implementación de cultivos y sistemas de producción sostenible con manejo agroecológico.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento. La investigación se desarrolló en el Centro de Apoyo Manglaralto, propiedad de Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, en la Ruta del Spondylus, con coordenadas geográficas 01°50'32" latitud sur, 80°44'22" longitud Oeste, a una altura de 12 msnm y topografía plana con pendiente menor al 1%, temperatura entre 22 a 17 grados Celsius, humedad relativa máxima de 80% y la mínima de 70%.

Genotipos de café robusta. Los genotipos de café robusta provienen de plantas madre seleccionadas del banco de germoplasma de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, estos clones fueron evaluados por un periodo de 15 años, a las condiciones de clima y suelo de la zona norte de la Península de Santa Elena, los clones considerados en este estudio fueron CSE 1, CSE 5, CSE 6, CSE 10, CSE 14 (tabla 1).

Tabla 1. Las características de los clones en estudio

Variables	Clones				
	CSE-1	CSE-2	CSE-3	CSE-4	CSE-2
Altura de planta (cm)	217,9	216,9	195,5	199,7	167,9
Diámetro de tallo (cm)	4,9	4,3	4,3	5,1	4,5
Diámetro de copa (cm)	257,4	222,2	215,2	270,5	242,2
Número de ramas por planta	55,3	50,3	44,2	49,9	44,6
Longitud de ramas (cm)	125	92,8	125,5	139,8	127,6
Número de nudos por ramas	7,6	7	6,7	7	6,2

Sustrato y calidad de agua. El sustrato fue preparado con un tercio de arena de río lavada, un tercio de tierra agrícola superficial y un tercio de compost Alipio, una vez realizada la mezcla se enviaron muestras para ser

analizadas en el laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue de INIAP, los resultados determinan pH:6.3 ligeramente ácido, Macronutrientes: NH₄: 19 ug/mL, P: 36 ug/mL, K: 1885 ug/mL y micronutrientes: Ca: 5243 ug/mL, Mg: 491 ug/mL, S: 23 ug/mL, Zn: 3.8 ug/mL, Cu: 7.6 ug/mL, Fe: 24 ug/mL, Mn: 6.0 ug/mL, B:1.40 ug/mL y MO: 20.69%, los contenidos de materia orgánica, macro y sustrato de buena calidad para ser utilizados en la propagación vegetativa.

En la calidad del agua se muestran valores de cationes Ca 373.4 mg/L Na 198.8 mg/L Mg 56.1 mg/L y K 6.6 mg/L respectivamente para lo aniones se muestran valores de 0.24 me/l de CO₃, 3.62 HCO₃, 8.6 de SO₄ Y Cl 19.55 meq/L, además de pH: 7.7 y CE: 3020 µS/cm estos parámetros permiten clasificar a esta agua de clase C4S1 agua con salinidad alta en categoría 4, misma que debe ser usada con precaución aplicar normas de conservación como la adición de materia orgánica, por otra parte, el riego de sodicidad S1 es bajo de los suelos que debe ser utilizada con riego que se puede usar considerando los efectos de la salinidad de medio a elevado y bajo riesgo por concentración de Sodio.

Corte y preparación de esquejes

En las primeras horas de la mañana, se recolectaron brotes ortotrópicos de plantas madres “cabeza de clon”, el color del esqueje fue verde claro oscuro y consistencia semileñosa, se procedió a cortar en secciones con un nudo y dos hojas, evitando dañar las yemas vegetativas durante el proceso, en la base del esqueje se realizó un corte en bisel a 3,5 cm del nudo de la ramilla, posteriormente los esquejes se sumergieron en una solución fúngica durante 15 minutos. Se aplicó Ácido 1-Alfa naftalacético en el extremo basal para inducir la formación de callos y raíces, los esquejes se colocaron verticalmente en fundas de polietileno, hasta el primer nudo presionando suavemente para eliminar bolsas de aire que perjudiquen el enraizamiento (Gonzalez, 2024).

La construcción de la cámara de enraizamiento y siembra de esquejes. La cámara de enraizamiento se construyó con una altura de techo semicircular de 0.80 m y 1 metro de ancho, por una longitud de 6 metros, las unidades experimentales se constituyeron con 20 fundas (12 x 8) con su respectivo sustrato, luego se procedió a sembrar un esqueje por cada funda, en total se sembraron 80 plantas por tratamiento en total 400 esquejes sembrados en la zona experimental, una vez realizada la siembra se procedió a dar abundante riego con la finalidad de mantener alta la humedad dentro de la cámara de enraizamiento, a continuación se instaló la cubierta de polietileno para mantener los niveles adecuados de temperatura y humedad, la cámara de enraizamiento se mantuvo cerrada por periodo de 30 días con humedad promedio de 90% (Duicela, 2020).

Tratamientos y diseño experimental

El diseño estadístico que se utilizó fue un diseño completamente al azar, que incluyó 5 tratamientos que corresponden a los clones CSE 1, CSE 5, CSE 6, CSE 10, CSE 14, en estudio y cuatro repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental se constituyó con 20 esquejes sembrados en dos filas de diez, por ser un diseño controlado las repeticiones de ubicaron en un mismo sector de la cámara de enraizamiento como se muestra en la figura 1. En total se sembraron 80 esquejes por cada tratamiento y 400 para el área experimental considerando los cinco genotipos de café robusta en estudio. Los resultados se sometieron al análisis de varianza para determinar la diferencia entre tratamientos y las medias poblacionales se sometieron a la prueba de Tuckey al 5% de significancia estadística utilizando el software Infostat.

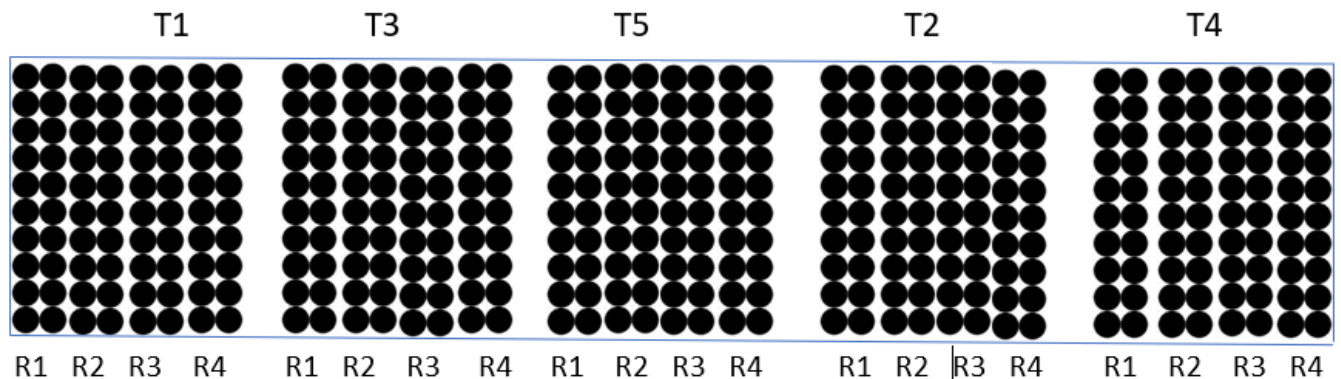


Figura 1. Distribución de tratamientos en cámara de enraizamiento.

Las variables experimentales se evaluaron a los 30 días después de la siembra; prendimiento (%), mortalidad (%), número de brotes, longitud de brotes (cm), callosidad (%). Para realizar el análisis de los datos de las variables que se expresan en porcentaje se procedió a transformar los porcentajes mediante $\log_{10}(X \cdot 1000)$, sin embargo, la presentación de datos en las tablas se muestra los resultados originales.

Resultados y discusión

En la variable prendimiento de esquejes a los 30 días después de la siembra existe diferencia significativa (p-valor 0.05) entre los tratamientos, el coeficiente de variación se establece en 0.86% y la media de 57%, donde el tratamiento 1 (CLON CSE-1) con 70% y el tratamiento 5 (CLON CSE-14) con 45% de prendimiento respectivamente (Tabla 2), es así que las condiciones ambientales, humedad, temperatura, luminosidad, cantidad de agua y nutrientes son fundamentales para favorecer el prendimiento de los esquejes de café. Además, el sustrato empleado enriquecido en materia orgánica y nutrientes promueve de manera significativa el crecimiento y prendimiento de clones de café robusta durante su formación en vivero (Salinas et al., 2021).

En cuanto a la variable mortalidad de esquejes a los 30 días después de la siembra existe diferencia significativa (p-valor 0.05) entre los tratamientos, el coeficiente de variación es de 1.25% y una media de 43%, el tratamiento 4 y 5 (CLON CSE-10 y CLON CSE-14) con 53.8% y el tratamiento 1 (CLON CSE-1) con 30% de mortalidad respectivamente. Resultados similares a los reportados por (Guamán, 2019) que es su estudio obtuvo valores de mortalidad del 40% al 50%, además argumenta que la temperatura elevada dentro del vivero puede provocar que las plantas pierdan excesiva cantidad de agua por transpiración y terminen marchitándose por deshidratación.

En la variable esquejes con callos a los 30 días las plantas evaluadas en su totalidad presentaron callosidad en un 100%, similar a lo reportado por (Fuentes, 1998) que en su estudio obtuvo del 90% al 100% de callosidad, así mismo, (Arias, 2024) la formación de los callos rizogénicos en café robusta empieza entre los ocho hasta treinta días después de la siembra, con características de color blanco amarillento con textura firme y gelatinosa, estas peculiaridades físicas se ven influenciadas por las condiciones de temperatura y humedad. Por otra parte, estos callos son una respuesta al equilibrio de reguladores de crecimiento auxinas, citoquininas y eventualmente giberelinas; es así que, una sola de estas fitohormonas es suficiente para estimular el callo,

tal es el caso de las auxinas que son capaces de iniciar la división celular controlando el proceso de crecimiento y elongación celular (da Silva & dos Santos, 2022)

Tabla 2. Porcentaje de prendimiento, mortalidad y callosidad.

Tratamientos	Prendimiento de esquejes a los 30 días (%)	Mortalidad de esquejes a los 30 días (%)	Esquejes con callos a los 30 días (%)
T1 CLON CSE-1	70 a	30 c	100%
T2 CLON CSE-5	65 a	35 ab	100%
T3 CLON CSE-6	60 ab	42,5 bc	100%
T4 CLON CSE-10	50 c	53,8 a	100%
T5 CLON CSE-14	45 c	53,8 a	100%

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad estadística

La evaluación de brotes a los 30 días después de la siembra, no hubo diferencia significativa según Tukey (p-valor 0.05), sin embargo, se puede apreciar que las plántulas con un brote corresponden a un valor máximo de 30%, y en plantas con dos brotes se obtuvo promedios entre a 70% a 77.5% (Tabla 3), este comportamiento es similar al reportado por (Campozano, 2020) y (Campos, 2020), que encontraron en ambos estudios, mayor porcentaje de plántulas con un brote 8.75% y dos brotes 91,25%. Para a la variable longitud de brote a los 30 días después de la siembra existe diferencia significativa (p-valor 0.05) entre los tratamientos el coeficiente de variación 13.69% y una media de 2.3 cm, donde el tratamiento 1 (CLON CSE-1) obtuvo el mayor promedio con 3.18 cm.

Al respecto, (Chonillo, 2017) reporta valores de altura de brote de 5 cm evaluados a los 30 días en un estudio de propagación de café robusta *Coffea canephora* por esquejes usando fitohormonas; de tal manera que las fitohormonas cumplen un papel fundamental en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas, son determinante en inducir la formación de raíces adventicias, facilitar la elongación celular y estimulan la diferenciación de tejidos, es decir, los esquejes provenientes de ramillas presentan capacidad de embriogénesis somática capaces de formar diferenciación celular y desarrollar plantas productivas (Carrillo, y otros, 2024). Por otra parte, el sustrato posee condiciones nutricionales adecuadas para la fase de vivero y no es motivo de variante en los resultados, más bien queda de manifiesto el potencial genético de los esquejes (Quinteros Gómez, 2024).

Tabla 3. Esquejes con uno y dos brotes longitud de brotes a los 30 días

Tratamientos	Esquejes con un brote a los 30 días (%)	Esquejes con dos brotes a los 30 días (%)	Longitud de brote a los 30 días (cm)
T1 CLON CSE-1	22,5 a	77,5 a	3,18 a
T2 CLON CSE-5	30 a	70 a	3,00 a
T3 CLON CSE-6	27,5 a	72,5 a	1,78 ab

T4 CLON CSE-10	27,5 a	72,5 a	1,48 c
T5 CLON CSE-14	27,5 a	72,5 a	2,25 b

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad estadística

Conclusiones

El estudio se enmarca en una parte fundamental del proceso de selección de genotipos de café robusta que busca materiales idóneos para la producción de café en una zona con características semiáridas, es así que los resultados mencionan los clones CSE 1 y CSE 5 como los de mejor desempeño en las variables analizadas destacando en prendimiento, brotación y formación de callos rizogénicos, lo que predispone a los materiales en estudio a ser considerados como una alternativa en la reproducción y producción sostenible de café robusta en la península de Santa Elena.

Referencias

- Arias, E. L. (2024). Guía de reproducción vegetativa de café robusta. Centro de Investigaciones en Café de Anacafé, 12. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/0f729250380c4c889f9d471ac2275bd1/Guia-Reproduccion-Vegetativa-Robusta.pdf>
- Balbino, T., Espindula, M., Tavella, L., Teixeira, R., Bravin, N., Dias, J., & Bravin, M. (2024). Alternative substrates for the production of clonal *Coffea canephora* seedlings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.59,(e03538). doi:10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03538
- Campos, C. (2020). Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, en Manglalaralto, Santa Elena (Tesis). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5391/1/UPSE-TIA-2020-0002.pdf>
- Campoazano, D. (2020). Eficacia de sustratos en la clonación de genotipos de café robusta (*Coffea Canephora*) en Manglatalro, Santa Elena (Tesis). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5392/1/UPSE-TIA-2020-0003.pdf>
- Campuzano, D. L., & Blair, W. B. (2022). Estrategias para el mejoramiento del café robusta (*Coffea canephora*) como nuevo cultivo en Colombia. *Agricultura brasileña*, 12(1576). doi:10.3390/agricultura12101576
- Carrillo, B. E., Avilez, M. J., Quintana, E. A., Mendez, H. H., Aguilar, H. V., Brito, A. L., . . . Loyola, V. V. (2024). Cambios en el perfil proteico durante la preparación de explantos para la respuesta embriogénica en *Coffea canephora*: identificación de la subunidad del proteasoma RPN12 implicada en la degradación proteica. *Ciencias Multidisciplinarias*, 11(22). doi:10.7717/peerj.18372
- Chonillo, B. M. (2017). Propagación de café robusta (*Coffea canephora*) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos, en la zona de Vines-Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/items/d8a4ab70-5a71-4a44-9583-5732803bcef5>

- Curitiba, E. M., Bento de Araújo, L., Diocleciano, J., Barros Rocha, R., Machado Días, J., & Verdin Filho, A. (2022). Novo modelo de jardim clonal para a producao de mudas de cafe robusta. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. doi:<https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02942>
- da Silva, C. C., & dos Santos, A. M. (2022). Induction of somatic embryos in robusta and conilon varieties of *Coffea canephora*. International Journal of Development Research, 12(10), 59734-59737. doi:10.37118/ijdr.25620.10.2022
- Duicela, L. A. (2020). Poscosecha y calidad del café robusta. Obtenido de <https://reducafe.com/wp-content/uploads/2022/08/Libro-Poscosecha-y-calidad.pdf>
- Fuentes, C. (1998). Plantaciones clonales de café robusta en sistemas agroforestales de la amazonía ecuatoriana: Guía técnica. Francisco de Orellana, EC: INIAP, Estación Experimental Napo, Programa de Agroforesteria, 1998. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3898>
- Gonzalez, A. E. (2024). Guía de reproducción vegetativa de café robusta. Obtenido de ANACAFE: <https://www.anacafe.org/uploads/file/0f729250380c4c889f9d471ac2275bd1/Guia-Reproduccion-Vegetativa-Robusta.pdf>
- Guamán, R. L. (2019). Enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. robusta. 93-103.
- Lucas et al. (2017). La producción de café “Robusta” en la Provincia de Santa Elena, Ecuador: Un. ECORFAN, 13. Obtenido de https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Planeacion_y_Control_Microfinanciero/vol3num9/Revista_de_Planeaci%C3%B3n_y_Control_Microfinanciero_V3_N9_3.pdf
- Mercuri, R. (2018). Manual de Vivero. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf
- Quinteros Gómez, Y. M. (2024). Propagación vegetativa de *Vanilla pompona* subsp. *grandiflora* (Orchidaceae) en territorios inundables del Valle del Alto Mayo, Perú. Acta Botanica Mexicana, 131(e2309), 1–19. doi:<https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2309>
- Ruiz, L. F. (2021). Estudio de factibilidad para la producción de café robusto comilón (*coffea canephora*) en la Comuna de San Marcos Provincia de Santa Elena. componente practico, Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6305/1/UPSE-TIA-2021-0035.pdf>
- Salinas et al. (2021). Efecto de sustratos orgánicos en el desarrollo fisiológico de esquejes de café (*Coffea canephora* P.). Ecosistemas y Recursos Agrpecuarios, 8(1). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v8n1/2007-901X-era-8-01-e2329.pdf>
- Velásquez, R. A. (2019). Diferencias entre café arabico y robusta. Obtenido de Anecafé: <https://www.bonka.es/amor-por-el-cafe/diferencias-cafe-arabica-robusta>