

Efecto del endocarpio en la cinética y uniformidad de emergencia del café

Luis Tibhy Acosta-Trinidad^{1,§}

1 Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Carretera Central km 3.5, Barrio Miraflores, Oxapampa, Pasco, Perú.

Autor para correspondencia: lacosta@undac.edu.pe

Resumen

La calidad física de la semilla de café es clave para producir plántulas, especialmente en condiciones edafoclimáticas no controladas, donde el endocarpio actúa como barrera que retrasa y hace irregular su emergencia. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del endocarpio sobre la cinética y uniformidad de emergencia de plántulas de seis genotipos de café en condiciones de germinador en Oxapampa, Pasco, Perú, entre mayo y agosto de 2025. Se evaluaron seis genotipos de café y dos condiciones (con y sin endocarpio). Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 6×2 , con dos bloques. Se evaluó porcentaje, tiempo, velocidad e índice de emergencia de plántulas. Los datos se analizaron con análisis de varianza, efectos simples y Tukey ($p \leq 0.05$). La interacción genotipo $\times$ endocarpio fue significativa para PE, TME, VME e ISE. La remoción del endocarpio incrementó el porcentaje y la velocidad de emergencia, y redujo el tiempo medio de emergencia en todos los genotipos. Obata Amarillo, Marsellesa, Cuscatleco y Catigua registraron los mayores porcentajes de emergencia (92.19-96.88%), mientras que Marsellesa presentó la emergencia más rápida (87.2 días) y la mayor velocidad de emergencia (1.29 plántulas día^{-1}). El ISE mostró una respuesta diferencial según el genotipo. La investigación reveló que la eliminación del endocarpio mejora la cinética, al reducir el tiempo de emergencia y mejora la uniformidad de emergencia de plántulas.

Palabras clave:

genotipo, germinación, pergamino, plántula, semilla.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

Introducción

El café (*Coffea arabica* L.) constituye la principal especie cultivada en Oxapampa, distrito ubicado en la selva central del Perú (Acosta y Acosta, 2025). Siendo su cultivo, sustento de pequeños agricultores (Acosta *et al.*, 2022). Sin embargo, se presenta un contexto de limitada información sobre la identidad varietal (Acosta *et al.*, 2022) y de la cinética de emergencia específica de cada nanocuenca.

La renovación y establecimiento de nuevas plantaciones de café enfrentan limitaciones en la obtención de plántulas de calidad, dado que la germinación es lenta y desigual, bajo un manejo convencional (Nápoles-Vinent *et al.*, 2022), lo que prolonga el tiempo de permanencia en germinador, manejo cultural asociado y heterogeneidad de lotes de plántulas. Además, los cultivares comerciales de café son autopolinizados y se propagan por semillas (Gebreselassie *et al.*, 2010).

Las semillas de café pueden germinar tras la cosecha, pero pierden viabilidad rápidamente (Coste, 1992). Además, el endocarpio actúa como una barrera física que limita la germinación, al dificultar la protrusión de la radícula, por ello, surge la necesidad de evaluar semillas sin endocarpio (Eira *et al.*, 2006).

El análisis de semillas proporciona información fundamental y permite establecer estándares para determinar su calidad (Morejón y Díaz, 2023), y que el genotipo y la ausencia de endocarpio influyen en la emergencia y crecimiento de plántulas (Acosta *et al.*, 2022). Mientras que su remoción tiende a acelerar la emergencia y mejora la uniformidad (Gebreselassie *et al.*, 2010; Coa *et al.*, 2014).

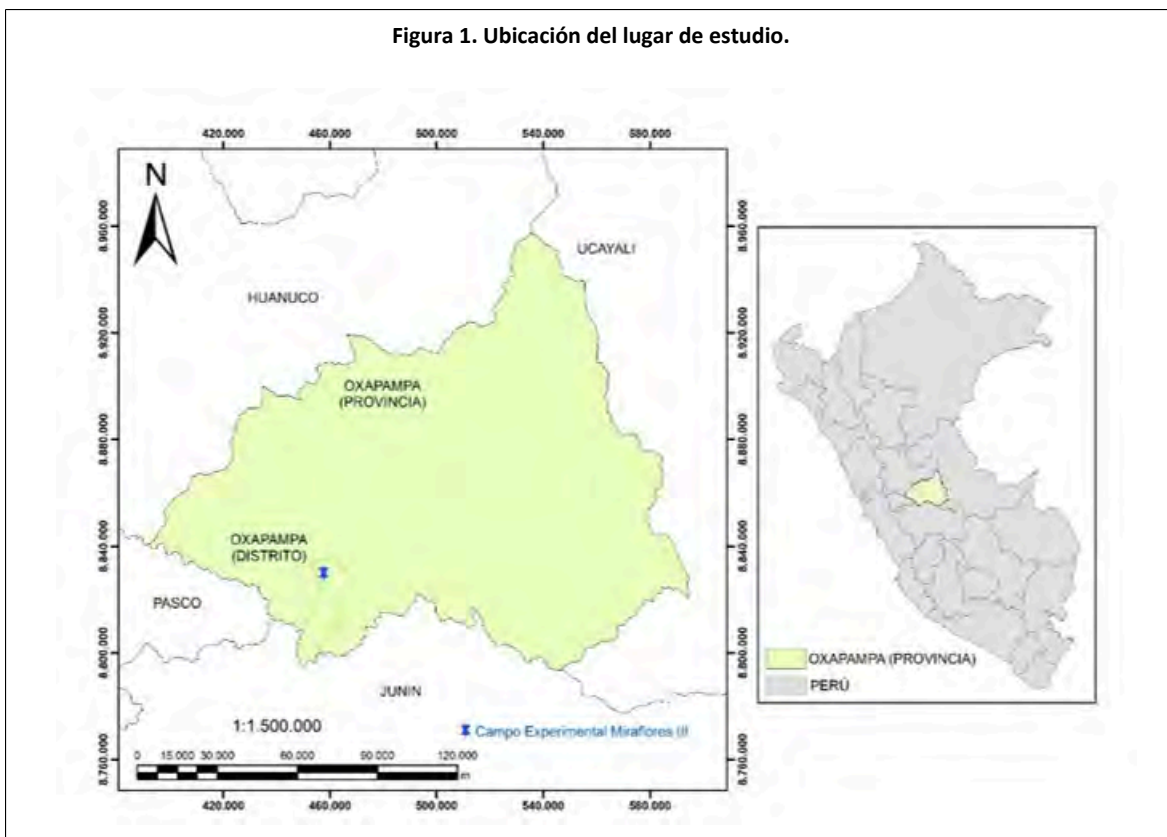
Ante estos antecedentes, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del endocarpio sobre la cinética y uniformidad de emergencia de plántulas de seis genotipos de café (*Coffea arabica* L.) en condiciones de germinador en Oxapampa, Pasco, Perú, a fin de contribuir en la selección de genotipos con uniformidad de plántulas y generar conocimiento sobre la eficiencia en la emergencia de estos.

Materiales y métodos

La investigación se realizó entre mayo y agosto de 2025, en el Campo Experimental Miraflores III de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa, Pasco, Perú, ubicado en la zona 18 L, a 45.7615° al este y 88.29303° al norte, a una altitud de 1 835 m) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del lugar de estudio.



En el periodo de experimentación se tuvo una temperatura ambiental promedio de 17.37 °C, humedad relativa del 84.5% y precipitación pluvial acumulada de 312.3 mm (SENAMHI, 2025).

Las semillas de cafetos provinieron de parcelas de multiplicación de semillas de la clase no certificada del fundo Aroma de Montaña, ubicado en el distrito de Villa Rica.

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 6 × 2, para genotipo (Obata Rojo, Obata Amarillo, Cuscatleco, Castillo, Marsellesa y Catigua) y endocarpio [con endocarpio (CE) y sin endocarpio (SE)], distribuidos en 12 tratamientos. Con dos bloques y unidades experimentales (UE) compuestas por 32 semillas.

El sustrato utilizado fue arena de río, previamente cernida mediante un tamiz con malla de 0.5 cm de lado y desinfectada (Julca *et al.*, 2015; Caballero-Salas *et al.*, 2021). El germinador tuvo dimensiones de 2.22 m de largo (4 filas de UE), 1.94 m de ancho (6 hileras de UE) y 0.3 m de profundidad (Valarezo *et al.*, 2021), con bordes de madera. La extracción del endocarpio fue manual (Escobedo *et al.*, 2025).

Para la selección de semillas, estas fueron colocadas en un vaso de precipitados de 500 ml con agua destilada y sometidas a separación por flotación y decantación, descartándose las impurezas y las semillas flotantes (Carrasco *et al.*, 2025). El marco de siembra fue de 6 x 6 cm, y cada unidad experimental se mantuvo separada de la siguiente por 10 cm. Las semillas se enterraron a 1.5 cm (Coa *et al.*, 2014). Se mantuvo un régimen de riego con una frecuencia de dos días y las unidades experimentales se mantuvieron bajo condiciones de vivero.

Se evaluaron el porcentaje de emergencia (ecuación 1), el tiempo medio de emergencia (ecuación 2), la velocidad media de emergencia (ecuación 3) y el índice de sincronía de emergencia (ecuación 4 y ecuación 5).

$$PE = \left(\frac{\text{Plántulas emergidas}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \right) \times 100$$

(ecuación 1, Morejón y Díaz, 2023);

$$TME = \frac{\sum_{t=1}^6 n_i t_i}{\sum_{t=1}^6 n_i}$$

(ecuación 2, Maqueira *et al.*, 2023);

$$VME = \sum_{i=1}^6 \frac{n_i}{t_i}$$

(ecuación 3, Vieira *et al.*, 2016);

$$ISE = - \sum_{i=1}^6 f_i \log_2(f_i)$$

(ecuación 4, Ranal y García, 2006);

$$f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^6 n_i}$$

(ecuación 5, Ranal y García, 2006).

Donde: n_i es el número de plántulas emergidas en la i ésima toma de datos; t_i es el día en la i ésima toma de datos.

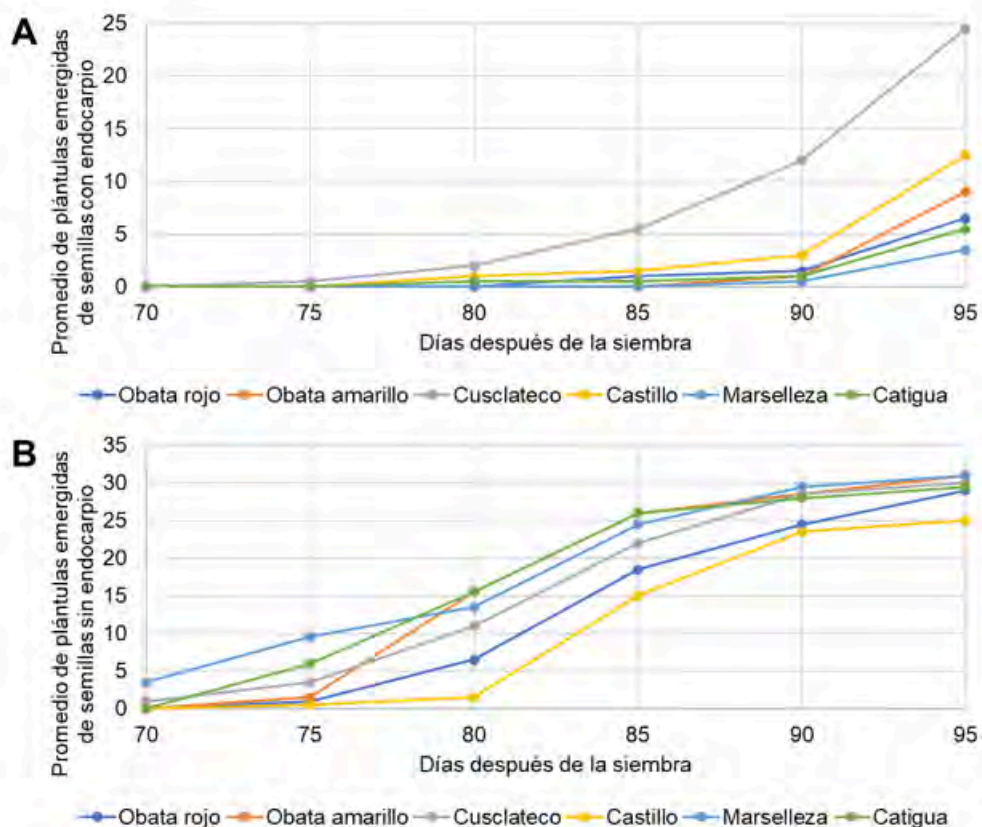
Los datos fueron recolectados a los 70, 75, 80, 85, 90 y 95 días después de la siembra (dds). Los valores en porcentaje fueron transformados con la función arcoseno (Martínez *et al.*, 2012). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (Anva) con un nivel de confianza del 95%, seguido del análisis de los efectos simples (nivel de confianza del 95%) y prueba de Tukey, medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p \# 0.05$). Para ello, se utilizó el programa InfoStat, versión 2020e.

Resultados y discusión

La emergencia de plántulas de los seis genotipos de cafeto estuvo influenciada por la presencia o ausencia del endocarpio, observándose que en semillas con endocarpio sembradas, la emergencia fue tardía, iniciándose a los 75 dds, lo que confirma su efecto retardante; en este grupo, Cuscatleco fue el más precoz y presentó el mayor número promedio de plántulas emergidas (24.5 ± 0.5), alcanzando el valor más alto a los 95 dds, seguido por Castillo (12.5 ± 2.5); Obata Amarillo (9 ± 1), mientras que Marsellesa mostró la emergencia más baja (3.5 ± 0.5) y tardía (Figura 2A).



Figura 2. Curva de emergencia de plántulas de seis genotipos de cafeto, bajo dos condiciones de endocarpio (A y B) en Oxapampa.



En contraste, en las semillas sin endocarpio la emergencia se inició más temprano y aumentó rápidamente en todos los genotipos, evidenciando que su ausencia favorece una emergencia más rápida y uniforme; en esta condición, Obata Amarillo y Marselleza registraron el mayor número de plántulas emergidas, con un promedio de 31 plántulas al final del periodo de evaluación, mientras que Castillo presentó la menor emergencia, con 25 ± 1 plántulas (Figura 2B).

Los resultados confirman diferencias genéticas tanto en la velocidad como en la capacidad de emergencia, así como una clara influencia del endocarpio en este proceso. Considerando el periodo de emergencia en esta investigación, Díaz *et al.* (2023) informan que la emergencia de plántulas puede presentarse dentro de un intervalo de 50 a 90 dds, a una altitud aproximada de 10 m.

Para el PE, el Anvaes, determinó que el factor genotipo presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) tanto en la presencia y ausencia del endocarpio; asimismo, el factor endocarpio también mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre los genotipos evaluados (Cuadro 1).



Cuadro 1. Análisis de varianza y análisis de efectos simples para cuatro indicadores de vigor de plántulas de café, a los 95 dds.

Fuente de variación	Grados de libertad	PE ¹	TME	VME	ISE
Anva					
Bloque	1	0.00094 ^{ns}	1.55 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Genotipo (G)	5	0.07 ^{**}	1.47 ^{ns}	0.06 ^{**}	0.19 ^{ns}
Endocarpio (E)	1	2.98 ^{**}	117.93 ^{**}	4.77 ^{**}	6.81 ^{**}
G x E	5	0.09 ^{**}	4.01 ^{**}	0.09 ^{**}	0.41 [*]
Error	11	0.0037	0.59	0.01	0.08
Total	23				
Análisis de varianza de los efectos simples (Anvaes)					
Endocarpio en Obata Rojo	1	0.638 ^{**}	10.793 ^{**}	0.629 ^{**}	0.606 [*]
Endocarpio en Obata Amarillo	1	0.697 ^{**}	36.649 ^{**}	1.117 ^{**}	2.923 ^{**}
Endocarpio en Cuscatleco	1	0.064 ^{**}	8.39 ^{**}	0.363 ^{**}	0.245 ^{ns}
Endocarpio en Castillo	1	0.169 ^{**}	4.16 [*]	0.282 ^{**}	0.141 ^{ns}
Endocarpio en Marsellesa	1	1.117 ^{**}	51.517 ^{**}	1.551 ^{**}	3.661 ^{**}
Endocarpio en Catigua	1	0.748 ^{**}	26.549 ^{**}	1.255 ^{**}	1.257 ^{**}
Genotipo con endocarpio	5	0.137 ^{**}	2.661 [*]	0.054 ^{**}	0.508 ^{**}
Genotipo sin endocarpio	5	0.026 ^{**}	2.823 [*]	0.089 ^{**}	0.092 ^{ns}
Coefficiente de variación (%)		6.49	0.84	13.81	19.34

¹= variable transformada antes del análisis estadístico con $\text{acosen}(\text{raíz}(\text{PE}/100))$; * = significativo ($p \leq 0.05$); ** = altamente significativo ($p \leq 0.01$); ns= no significativo.

Para el TME, el Anvaes, determinó que el factor genotipo presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para la presencia y ausencia del endocarpio; también, el factor endocarpio mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para los genotipos evaluados (Cuadro 1).

Para la VME, el Anvaes, determinó que el factor genotipo presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) tanto en la presencia y ausencia del endocarpio; asimismo, el factor endocarpio también mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre los genotipos evaluados (Cuadro 1).

Para el ISE, el Anvaes determinó que el factor genotipo presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) en la presencia de endocarpio, mientras que no se observaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en la ausencia del endocarpio (Cuadro 1).

Los hallazgos de González *et al.* (2015) resaltan que la emergencia de plántulas es directamente relacionada con el vigor de la semilla, el cual depende de la calidad de la semilla y eficiencia en los procesos metabólicos que ocurren durante la germinación. El vigor inicial es fundamental porque determina el crecimiento (Moreno-Peña *et al.*, 2025) y desarrollo de plántulas antes del repique.

En presencia del endocarpio, el genotipo Cuscatleco registró el mayor PE (76.56%), superando significativamente al resto de genotipos, cuyos valores oscilaron entre 10.94 y 39.06%. En ausencia del endocarpio, Obata Amarillo, Marsellesa, Cuscatleco y Catigua conformaron el grupo estadísticamente superior, con porcentajes de emergencia entre 92.19 y 96.88%, sin diferencias significativas entre ellos. Obata Rojo presentó un comportamiento intermedio (90.63%), mientras que Castillo registró el menor PE (78.13%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de porcentaje de emergencia (PE) para genotipo (endocarpio) efectos simples genotipo en endocarpio, a los 95 dds.

Genotipo (CE)	PE (%)	Genotipo (SE)	PE (%)
Cuscatleco	76.56 ^a	Obata Amarillo	96.88 ^a
Castillo	39.06 ^b	Marsellesa	96.88 ^a
Obata Amarillo	28.13 ^b	Cuscatleco	93.75 ^a
Obata Rojo	20.31 ^b	Catigua	92.19 ^a
Catigua	17.19 ^b	Obata Rojo	90.63 ^{ab}
Marsellesa	10.94 ^b	Castillo	78.13 ^b

Medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$)

El endocarpio constituye una barrera física que limita la imbibición e intercambio gaseoso, retrasando la activación de procesos metabólicos asociados a la germinación (Bewley *et al.*, 2013). En concordancia, Gebreselassie *et al.* (2010); Carvalho y Nakagawa (2012) reportaron que la remoción del endocarpio favorece la emergencia de plántulas al reducir las restricciones físicas impuestas al embrión.

Este efecto posiblemente se debe a la mayor facilidad de imbibición, lo que favorece la reactivación del metabolismo celular y en consecuencia, el proceso de germinación y emergencia de plántula (González *et al.*, 2015).

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para los efectos simples de la interacción genotipo $\times$ condición del endocarpio mostró que, en presencia del endocarpio, no existieron diferencias significativas en el TME entre los genotipos evaluados, cuyos valores oscilaron entre 91.54 y 94.58 días.

En ausencia del endocarpio, se observaron diferencias significativas entre genotipos, donde Castillo presentó el mayor TME (90.44 días), sin diferir estadísticamente de Obata Rojo, Cuscatleco, Obata Amarillo y Catigua. Por su parte, Marsellesa registró el menor TME (87.2 días), diferenciándose significativamente de Castillo (Cuadro 3), destacando una emergencia más rápida.

Cuadro 3. Promedio de tiempo medio de emergencia (TME) para genotipo (endocarpio) efectos simples genotipo en endocarpio, a los 95 dds.

Genotipo (CE)	TME (días)	Genotipo (SE)	TME (días)
Obata Amarillo	94.58 ^a	Castillo	90.44 ^a
Marsellesa	94.38 ^a	Obata Rojo	89.71 ^{ab}
Obata Rojo	93 ^a	Cuscatleco	88.64 ^{ab}
Catigua	93 ^a	Obata Amarillo	88.53 ^{ab}
Castillo	92.48 ^a	Catigua	87.85 ^{ab}
Cuscatleco	91.54 ^a	Marsellesa	87.2 ^b

Medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Los elevados valores del TME observados reflejan un proceso de emergencia lento de las semillas de cafeto, lo que potencialmente puede estar asociado a caracteres genéticos asociados al vigor de la semilla (Filho, 2015). Sin embargo, la reducción del TME en ausencia del endocarpio evidencia el efecto restrictivo de esta estructura física sobre la emergencia. Estos resultados coinciden con Acosta *et al.* (2022), quienes reportaron una mejora en la emergencia de plántulas tras la remoción del endocarpio.

En presencia del endocarpio, Cuscatleco presentó la mayor VME (0.49 plántulas día⁻¹), superando significativamente al resto de genotipos, cuyos valores variaron entre 0.04 y 0.2 plántulas día⁻¹. En ausencia del endocarpio, Marsellesa, Catigua y Obata Amarillo conformaron el grupo estadísticamente superior, con velocidades de emergencia de 1.29, 1.2 y 1.16 plántulas día⁻¹, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. Cuscatleco y Obata Rojo mostraron valores intermedios (1.09 y 0.89 plántulas día⁻¹), mientras que Castillo registro la menor VME (0.73 plántulas día⁻¹) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de velocidad media de emergencia (VME) para genotipo (endocarpio) efectos simples genotipo en endocarpio, a los 95 dds.

Genotipo (CE)	VME (plántulas día ⁻¹)	Genotipo (SE)	VME (plántulas día ⁻¹)
Cuscatleco	0.49 ^a	Marsellesa	1.29 ^a
Castillo	0.2 ^b	Catigua	1.2 ^a
Obata Amarillo	0.11 ^b	Obata Amarillo	1.16 ^a
Obata Rojo	0.1 ^b	Cuscatleco	1.09 ^{ab}
Catigua	0.08 ^b	Obata Rojo	0.89 ^{ab}
Marsellesa	0.04 ^b	Castillo	0.73 ^b

Medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

El factor endocarpio afectó significativamente el ISE de Obata Rojo ($p < 0.05$) y de forma altamente significativa el de Obata Amarillo, Marsellesa y Catigua ($p < 0.01$). No obstante, en presencia del endocarpio, la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) no evidenció diferencias significativas entre los genotipos evaluados, cuyos valores de ISE oscilaron entre 0.33 y 1.11 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de índice de sincronía de emergencia (ISE) para genotipo (endocarpio) efectos simples genotipo en endocarpio, a los 95 dds.

Genotipo (CE)	ISE
Obata Amarillo	0.33 ^a
Marsellesa	0.41 ^a
Catigua	1.04 ^a
Obata Rojo	1.11 ^a

Medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

La ausencia de diferencias significativas en el ISE entre genotipos indica una distribución temporal de emergencia similar bajo la condición con endocarpio. Asimismo, los valores obtenidos sugieren un comportamiento comparable en la uniformidad de emergencia de las plántulas, considerando que menores valores de ISE reflejan una mayor sincronía del proceso de emergencia (Narváez *et al.*, 2022).

Conclusiones

La remoción del endocarpio mejoró significativamente la emergencia de plántulas de cafeto, al incrementar el porcentaje y la velocidad de emergencia, y reducir el tiempo medio de emergencia.

La magnitud de esta respuesta dependió del genotipo, destacando Obata Amarillo, Marsellesa, Cuscatleco y Catigua por su alto desempeño.

En conjunto, los resultados evidencian que la eliminación del endocarpio favorece una emergencia más rápida y eficiente de las plántulas de cafeto.

Bibliografía

- 1 Acosta-Huamán, G. C. y Acosta-Trinidad, L. T. 2025. Desarrollo y validación de escalas diagramáticas de severidad de ojo de gallo y minador en hojas de cafeto. *Revista Alfa*. 9(26):532-548. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.364>.
- 2 Acosta-Trinidad, L.; Soplin-Villacorta, H. y Chura-Chuquija, J. 2022. Remoción del endocarpio en la emergencia, vigor y fenología pre-trasplante de plántulas de semillas de nueve genotipos de cafeto, en Oxapampa. *Anales Científicos*. 83(1):67-77. <https://doi.org/10.21704/ac.v83i1.1885>.
- 3 Bewley, J. D.; Bradford, K. J.; Hilhorst, H. W. M. and Nonogaki, H. 2013. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3th Edition. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>.
- 4 Caballero-Salas, R. G.; Caballero-Miranda, M. L. y Casimiro Soriano, E. M. 2021. Evaluación germinativa y fenología de dos variedades de *Caesalpinia pulcherrima*. *Manglar*. 18(3):295-300. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.039>.
- 5 Carrasco-Cruzado, A. Y.; Villegas-Herrera, N. A.; López-Medina, S. E.; Mostacero-León, J.; Rodríguez-Soto, J. C.; Gil-Rivero, A. E.; De La Cruz-Castillo, A. J. y Gonzales-Velasquez, C. L. Y. 2025. Influencia del ácido giberélico en la germinación de *Physalis peruviana* 'aguaymanto'. *Manglar*. 22(1):61-66. <https://doi.org/10.57188/manglar.2025.007>.
- 6 Carvalho, N. M. y Nakagawa, J. 2012. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5^{ta} Edition. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão (FUNEP).
- 7 Coa-Urbaz, M.; Mendez-Natera, J. R.; Silva-Acuña, R. y Mundarain-Padilla, S. 2014. Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. Catuaí Rojo. *Idesia Arica*. 32(1):43-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000100006>.
- 8 Coste, R. 1992. *Coffee: the plant and the product*. 11th. Edition. Macmillan Press Ltd.
- 9 Díaz-Medina, A.; Carrillo-González, A. y Suárez-Pérez, C. 2023. Efecto de bioproductos sobre el desarrollo de posturas de café en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 14(4):495-505. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i4.3303>.
- 10 Eira, M. T. S.; da Silva, E. A. A.; De Castro, R. D.; Dussert, S.; Walters, C.; Bewley, J. D. and Hilhorst, H. W. M. 2006. Coffee seed physiology. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 18(1):149-163. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100011>.
- 11 Escobedo-Baylon, J. J.; Charcape-Méndez, A. S.; López-Medina, S. E.; Mostacero-León, J.; Rodríguez-Soto, J. C.; Gil-Rivero, A. E.; De La Cruz-Castillo, A. J. y Villena-Zapata, L. I. 2025. Influencia de ácido giberélico y tiempo de remojo sobre la germinación de semillas de *Coffea arabica* L. var. Catimor 'café'. *Manglar*. 22(3):339-346. <https://doi.org/10.57188/manglar.2025.034>.
- 12 Filho, J. M. 2015. *Seed physiology of cultivated plants*. 2nd edition. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES).
- 13 Gebreselassie, W.; Ali-Mohammed, A. and Netsere, A. 2010. Pre-sowing treatment of coffee (*Coffea arabica* L.) seeds to enhance emergence and subsequent growth of seedlings. *Research Journal of Seed Science*. 3(4):218-226. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjss.2010.218.226>.
- 14 González-Vega, M. E.; Rosales-Jenqui, P.; Castilla-Valdés, Y.; Lacerra-Espino, J. A. and Ferrer-Viva, M. 2015. Effect of bioenraiz[®] as stimulant of coffee plants (*Coffea arabica* L.) germination and the development. *Cultivos Tropicales*. 36(1):71-77. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193237111009.pdf>.
- 15 Julca-Otiniano, A. M.; Borjas-Ventura, R.; Bello-Amez, S.; Ladera-Manyari, Y. y Rebaza-Fernández, D. 2015. El crecimiento del café var. Caturra Roja y su relación con la aplicación de abonos orgánicos. *Saber y Hacer*. 2(2):75-89. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/131>.

- 16 Maqueira-López, L. A.; Morejón-Rivera, R.; Roján-Herrera, O.; Blanco-Valdés, Y. y Izquierdo-Collazo, A. I. 2023. Germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) a diferentes temperaturas. *Cultivos Tropicales*. 44(4):1-7. <https://cu-id.com/2050/v44n4e01>.
- 17 Martínez, F. E.; Miranda, D. y Magnitskiy, S. 2012. Temperatura de germinación de semillas de anón (*Annona squamosa* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 6(2):129-139. <https://acortar.link/ikl7PJ>.
- 18 Morejón-Rivera, R. y Díaz-Solis, S. H. 2023. Ensayos de germinación en cuatro nuevas líneas de arroz obtenidas por hibridaciones en Los Palacios. *Cultivos Tropicales*. 44(4):1-7. <https://cu-id.com/2050/v44n4e07>.
- 19 Moreno-Peña, L.; Hidalgo-Escobar, K.; Cevallos-Cevallos, J. M. and Sánchez-Timm, E. 2025. An effective disinfection protocol for contamination control in vitro establishment of Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) and identification of endogenous microbes. *Scientia Agropecuaria*. 16(3):375-384. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2025.028>.
- 20 Nápoles-Vinent, S.; Milanés-Riquene, S.; Hernández-Forte, I.; Morales-Mena, B. y Nápoles-Garcías, M. C. 2022. Los rizobios incrementan la germinación de las semillas de *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Segunda evidencia en Cuba. *Agronomía Mesoamericana*. 33(1):1-13. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45719>.
- 21 Narváez, I.; Torres, L.; Granados, Z. y Delgado, I. 2022. Tratamientos pregerminativos y germinación de semillas de *Vochysia lehmannii* en los llanos orientales de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 13(2):125-136. <https://doi.org/10.22490/21456453.5433>.
- 22 Ranal, M. A. and Garcia-De Santana, D. 2006. How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*. 29(1):1-11. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>.
- 23 SENAMHI. 2025. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Datos hidrometeorológicos. <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>.
- 24 Valarezo-Rivera, N. Y.; Quevedo-Guerrero, J. N.; Ajila-Gia, L. G.; García-Batista, R. M. y Chabla-Carrillo, J. E. 2021. Evaluación del porcentaje de germinación de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.) empleando cuatro tratamientos en vivero. *Revista Científica Agroecosistemas*. 9(1):68-75. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/446>.
- 25 Vieira-Ferraz, M.; Facincani-Franco, C.; Sales-Batista, G. and Lopes-Pivetta, K. F. 2016. Salinity on the germination of seed and index of germination speed of three ornamental species. *Ornamental Horticulture*. 22(2):196-201. <https://doi.org/10.14295/oh.v22i2.919>.



Efecto del endocarpio en la cinética y uniformidad de emergencia del cafeto

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9230
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

Article/Issue Information
Date received: 01 April 2026
Date accepted: 01 August 2026
Publication date: 01 September 2026
Volume: 17
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e4202
DOI: 10.29312/remexca.v17i6.4202

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

genotipo
germinación
pergamino
plántula
semilla

Counts

Figures: 2
Tables: 5
Equations: 5
References: 25