

Inmersión de semillas de Cafetos Var. 'Catuaí Amarillo' en bioestimulantes orgánicos con diferentes periodos de almacenamiento

Wilfredo Villafranca-Badaraco¹; Jesús Acosta-Mata²;
Leonardo Lara-Rodríguez³; Ramón Silva-Acuña⁴; Guillermo Romero-Marcano⁵

Resumen

Con el objetivo de evaluar la contribución de sustancias orgánicas bioestimulantes sobre la germinación de semillas del cafeto, var. 'Catuaí Amarillo', a los 0, 45, 90, 135 y 180 días de almacenamiento, previo a la siembra en bandejas de 200 alveolos colmados de arena lavada de río, las semillas, fueron sometidas a inmersión por 24 horas en soluciones de humus de lombriz roja californiana, agua de coco tierno, solución acuosa de hojas de moringa, solución acuosa de hojas de sábila y su combinación. Se empleó el diseño experimental de bloques al azar, con tratamientos provenientes de un arreglo factorial 6x5, donde el factor A correspondió a seis soluciones bioestimulantes y el factor B, los cinco periodos de almacenamiento, con cuatro repeticiones, la unidad experimental constituida por 25 semillas. Se cuantificó el porcentaje de emergencia, el índice de velocidad de emergencia y el tiempo promedio de emergencia, las variables se evaluaron por análisis de varianza y de regresión; además, por estadística descriptiva cuando los factores no presentaron diferencias estadísticas, con el uso del utilitario InfoStat. No se constató diferencias para los bioestimulantes y su combinación sobre las tres variables de germinación de Catuaí Amarillo; sin embargo, a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento disminuye de manera significativa tanto el porcentaje de emergencia como el índice de velocidad de emergencia de las semillas. El tiempo medio de emergencia de las semillas se mantuvo entre 44 y 46 días a expensas del envejecimiento durante el almacenado.

Palabras clave: *coffea arabica*; soluciones bioestimulantes, inmersión, tiempos de almacenamiento.

Immersion of coffee Var. 'Catuaí Amarillo' seeds in organic biostimulants with different storage periods

Abstract

With the objective of evaluating the contribution of biostimulant organic substances on the germination of coffee seeds, var. 'Catuaí Amarillo', at 0, 45, 90, 135 and 180 days of storage, prior to sowing in trays of 200 cells filled with washed river sand, the seeds were immersed for 24 hours in solutions of Californian red worm humus, tender coconut water, aqueous solution of moringa leaves, aqueous solution of aloe leaves and their combination. The experimental design of randomized blocks was used, with treatments coming from a 6x5 factorial arrangement, where factor A corresponded to six biostimulant solutions and factor B, the five storage periods, with four repetitions, the experimental unit consisting of 25 seeds. The emergence percentage, the emergence speed index and the average emergence time were quantified. The variables were evaluated by analysis of variance and regression; In addition, by descriptive statistics when the factors did not present statistical differences, with the use of the InfoStat utility. No differences were found for the biostimulants and their combination on the three germination variables of Catuaí Amarillo; However, as the storage time increases, both the emergence percentage and the seed emergence speed index decrease significantly. The average seed emergence time remained between 44 and 46 days at the expense of aging during storage.

Keywords: *coffea arabica*; biostimulant solutions, immersion, storage times.

Recibido: 10 de mayo de 2025
Aceptado: 01 de diciembre de 2025

¹ Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, liberdeuz@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-7661-7079>

² Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, jacosta@udo.edu.ve, <https://orcid.org/0009-0007-6549-0222>

³ Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, llara@udo.edu.ve, <https://orcid.org/0009-0008-6897-5548>

⁴ Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, drramonsilvaa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1235-9283>

⁵ Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, gsmarcano@udo.edu.ve, <https://orcid.org/0000-0001-7324-4354>

I. INTRODUCCIÓN

Venezuela durante el siglo XIX y XX, se caracterizó por ser un país productor y exportador de café oro de gran calidad, apreciado en los mercados internacionales, pero a inicios del siglo XXI, el país ya no tiene capacidad para cubrir la demanda interna y recurre a las importaciones (Martínez-Quintero, 2012).

Para poder aumentar la superficie sembrada y cubrir las necesidades del mercado, será necesario establecer semilleros y viveros de café, sin obviar que la semilla de café tiene la particularidad de que si se almacena por mucho tiempo pierde su vigor germinativo. Al respecto Arcila (1983), sostiene que cuando esta es almacenada con alto contenido de humedad entre 35 y 40 %; o bajo, entre 12 y 15 %, en una atmosfera no controlada, su poder germinativo disminuye a 60 %, después de 5 meses. Por otro lado, es recomendable sembrar la semilla poco después de su recolección, porque es considerada como recalcitrante y presenta dificultades para su almacenamiento y posterior uso (Chin, 1980); sin embargo, ciertos autores cuestionan esta clasificación ya que consideran que la fisiología de la semilla del café es muy compleja y establecen que otros procesos a parte del contenido de humedad, hacen modificar su comportamiento durante su almacenamiento (Aguilera y Goldbach, 1980).

De acuerdo a Monroig (2018) la pérdida de vigor germinativo aumenta cuando la semilla es almacenada por largos periodos de tiempo y que durante los primeros 3 meses la pérdida de la capacidad de germinación no es significativa, pero de allí en adelante el vigor germinativo baja drásticamente y por ende no se recomienda sembrar con más de 6 meses de almacenamiento.

En este sentido, la pérdida del vigor germinativo puede acarrear problemas en la utilidad de la semilla, por lo que, una vez cosechada, es fundamental conservarla lo más posible si se quiere implementar un programa de mejoramiento genético como también el intercambio de material experimental, iniciar un programa de renovación de plantaciones y la comercialización y/o conservación de dichos materiales (Aguilera y Goldbach, 1980; y Reddy, 1987).

La pérdida del vigor germinativo en las semillas es un proceso inevitable ya que siendo un ser vivo este

muere (Trujillo, 1995). De la misma manera, Hurtado (1998) indicó que el vigor también es afectado por obstáculos físicos que son las estructuras de las cubiertas de las semillas y otros tejidos; y obstáculos químicos dentro de la semilla que se encuentran en los tejidos alrededor del embrión, que dificultan o inhiben la germinación por la ausencia de sustancias hormonales —fitorreguladores— promotoras o la presencia de sustancias hormonales inhibitorias.

Al respecto, Hernández (2002), señaló la relevancia del uso de fuentes exógenas de fitorreguladores de crecimiento, para interrumpir el efecto de latencia de algunas especies o activar y/o acelerar el proceso de germinación. De manera similar, Kucera et al. (2005), añadieron que estos procesos de aditamento están afectados por mecanismos de interacción como los sinérgicos, antagónicos y balances cuantitativos que puedan interrumpir o activar la germinación.

En vista de lo expuesto anteriormente se evaluó la respuesta que ofrece la aplicación de diferentes fuentes bioestimulantes, sobre semillas nuevas y con diferentes tiempos de almacenamiento, en la emergencia de semillas —estadio 07 de la fase de germinación— de café.

II. METODOLOGÍA

Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en la Hacienda Las Acacias, de la Universidad de Oriente, municipio Caripe del estado Monagas, Venezuela. Ubicada la localidad de Santa Inés, en las coordenadas geográficas de 63° 27' 45" LN y 10° 11' 17" LO, a 899 m de altitud. La zona de vida pertenece al Bosque Húmedo Premontano (bh-P), con pluviosidad media anual de 1.124 mm, temperaturas medias anuales máxima 24°C y mínima de 12 °C, y evaporación promedio de 948 mm (MARN, 1997).

Sustancias bioestimulantes y su obtención

El humus de lombriz roja californiana fue obtenido artesanalmente en la Hacienda Las Acacias a razón de 20 %. El extracto acuoso de moringa se obtuvo de 200 g de hojas frescas de moringa, cortadas finamente y trituradas en licuadora, posteriormente fue tamizado, a concentración de 20 %. La solución de agua de coco a 20 %, se preparó con agua de frutos tiernos, diluida hasta una concentración 20 %. El extracto acuoso de sábila se obtuvo de 200

g hojas o pencas de sábila, cortadas finamente y trituradas en licuadora, luego tamizadas y llevadas una concentración de 20 %.

Conducción del experimento

Las semillas de cafetos *Coffea arabica* L, variedad 'Catuai Amarillo' fueron recolectadas en febrero de 2022. A las semillas se les retiro el endocarpio pergamino antes de ser sumergidas en las respectivas soluciones orgánicas preparadas, por un lapso de 24 horas, este procedimiento se realizó previo al sotero, aplicados en cinco periodos de 0; 45; 90; 135 y 180 días posteriores al almacenamiento, contados a partir del momento de la recolección de las semillas.

Variables cuantificadas

Se cuantifico tres variables de emergencia de semillas; porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y tiempo medio de emergencia, las observaciones y cuantificación se realizaron diariamente a partir de la aparición de los primeros epicótilos bastoncitos y se prolongó hasta que dejaron de aparecer. Todas las variables bajo estudio se cuantificaron cuando la unidad muestral alcanzó el estadio fenológico 07 de la fase de germinación de la escala BBCH aplicable a la semilla de café. Las observaciones fueron mantenidas por el tiempo que se mantuvo ese estadio; siendo que, la fase de germinación de cada tratamiento se consideró cumplida al no ocurrir nuevas emergencias.

El porcentaje de emergencia –PEM– se estimó aplicando la siguiente formula:

$$PE = \left(\frac{F}{TST} \right) \times 100$$

Dónde:

PE = Porcentaje de emergencia (%)

F=Número de epicótilos (bastoncitos)

TST = Total de semillas del tratamiento

El índice de velocidad de emergencia –IVE– es una medida de la velocidad (semillas/días) con que emergen las semillas, se estimó aplicando la fórmula propuesta por Maguire (1962).

$$IVE = \sum \frac{F_i}{T_i} = \frac{F_1}{T_1} + \frac{F_2}{T_2} + \dots + \frac{F_k}{T_k}$$

Dónde:

IVE= Índice de velocidad de emergencia (semillas.días-1)

F= Número de bastoncitos emergidos en intervalos de tiempo consecutivos (i=1,2,3,...k)

T= Tiempo transcurrido desde el soterrado de la semilla y el final del intervalo (i=1,2,3,...k)

El tiempo medio de emergencia –TME– es indicador del tiempo (días) en que se alcanza 50 % de la emergencia y se calculó con la fórmula propuesta por Bewley y Black (1994a) y Bewley y Black (1994b):

$$TME = \frac{\sum(D * n)}{nt}$$

Dónde:

TME= Tiempo medio de emergencia (días)

D = Número de días registrados desde el comienzo de la emergencia;

n = Número de semillas germinadas en el día D;

nt = Número total de semillas emergidas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial 6x5, el factor A representado por seis soluciones bioestimulantes–humus liquido 20 %; agua de coco 20 %; extracto acuoso de moringa 20 %; extracto acuso de sábila 20 %; la combinación de los cuatro anteriores y un testigo sin aplicación– y el factor B representado por cinco tiempos de almacenamiento de las semillas –0; 45; 90; 135 y 180 días–, resultando 30 tratamientos producto de la combinación –niveles por factor– y cuatro repeticiones para un total de 120 unidades experimentales. Cada unidad experimental constituida por 25 semillas, sometidas a los tratamientos pre-germinativos con las soluciones bioestimulantes antes del soterrado, en bandejas de 200 alveolos para cada repetición, de cada ensayo temporal, colocándose una única semilla por alveolo en el sustrato arena lavada de río.

Los valores cuantificados para las variables porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y tiempo medio de emergencia; inicialmente fueron explorados por las pruebas de Bartlett y Wilk Shapiro, para corroborar los supuestos

de homogeneidad de varianzas y normalidad de los errores, respectivamente. Posteriormente se aplicó análisis de varianza; las diferencias significativas detectadas entre los tiempos de almacenamiento de la semilla, fueron interpretadas mediante modelos ajustados de regresión simple. Los efectos simples no significativos fueron representados mediante estadística descriptiva basada en promedio y error estándar. Todos los procedimientos fueron realizados con el programa InfoStat versión 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

III. RESULTADOS

En la Tabla 1, se presenta el resumen del análisis de varianza para las variables porcentaje de emergencia –PEM–; Índice de velocidad de emergencia –IVE– y tiempo medio de emergencia –TME–. El análisis exploratorio previo de las variables por las pruebas de Shapiro Wilk –normalidad de los errores– y Bartlett –homogeneidad de varianza– reveló que no hubo distribución normal en los errores; mientras que, si ocurrió homogeneidad de varianza. Esta última condición, de parametricidad, permitió realizar el respectivo análisis de varianza de las variables en estudio.

Tabla 1. Resumen del análisis de varianza para las variables porcentaje de emergencia -PEM-, índice de velocidad de emergencia -IVE- y tiempo medio de emergencia -TME-, en semillas de cafetos var. Catuai Amarillo, tratadas con bioestimulantes a diferentes tiempos de almacenamiento.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios		
		PEM	IVE	TME
Bioestimulantes	5	66,88 ^{ns}	0,01 ^{ns}	18,71 ^{ns}
Tiempo de almacenado (Acopio)	4	16530,87**	0,56**	15,70 ^{ns}
Bioestimulantes*Acopio	20	67,75 ^{ns}	2,6x10 ^{-3ns}	5,93 ^{ns}
Bloque	3	440,53**	0,02**	12,55 ^{ns}
Error	87	86,05	3,5x10 ⁻³	10,37
W Shapiro Wilk		0,88*	0,96*	0,95*
P Bartlett			>0,05	
CV (%)		13,97	17,06	7,09

* Significativos a 1 % por la prueba de F; NS= No significativo

Por medio de la prueba de Fisher (Tabla 1) no se detectó diferencias estadísticas para las tres variables asociadas con el factor bioestimulante; por otro lado, para los tiempos de almacenamiento se evidenció diferencias para las variables PEM e IVE a nivel de 1 % de probabilidad –altamente significativa–. En la interacción, bioestimulante*tiempo de almacenamiento, no hubo efectos significativos.

Efecto bioestimulantes

Los valores de la media y del error estándar, para los bioestimulantes se indican en la Tabla 2. Los valores para la variable porcentaje de emergencia –PEM–, oscilan en un rango de 63,80 a 68,80

%, con errores estándar de 5,57 y 6,15; vinculados a los tratamientos testigo y extracto de hojas de sábila, respectivamente. Para el índice de velocidad de emergencia –IVE–, los valores promedios oscilaron en rango de 0,33 a 0,37 semillas/día, con errores estándar asociados de 0,03 y 0,04 para los tratamientos con agua de coco y humus líquido, respectivamente; y para el tiempo medio de emergencia –TME–, los valores de esta variable, estuvieron comprendidos entre 43,84 y 46,28 días, con errores estándar de 0,57 y 0,75 representando los tratamientos agua de coco y extracto de hojas de sábila, respectivamente.

Tabla 2. Promedios generales y su respectivo error estándar para los bioestimulantes, en las tres variables cuantificadas -porcentaje de emergencia; índice de velocidad de emergencia y tiempo medio de emergencia- durante la germinación de semillas de cafetos var. Catuai Amarillo.

Bioestimulantes	N	Promedio \pm EE		
		PEM	IVE	TME
Agua de coco	20	66,00 \pm 5,69	0,33 \pm 0,03	43,84 \pm 0,57
Humus liquido	20	67,60 \pm 5,54	0,37 \pm 0,04	46,15 \pm 0,69
Extracto de hojas de moringa	20	67,20 \pm 5,97	0,36 \pm 0,03	46,02 \pm 0,74
Extracto de hojas de sábila	20	63,80 \pm 6,15	0,33 \pm 0,03	46,28 \pm 0,75
Bioestimulantes combinados	20	65,00 \pm 5,77	0,34 \pm 0,03	45,66 \pm 0,73
Testigo	20	68,80 \pm 5,57	0,36 \pm 0,04	44,72 \pm 0,70
General	120	66,40 \pm 2,32	0,35 \pm 0,01	45,45 \pm 3,20

Efecto del tiempo de almacenamiento

Porcentaje de emergencia de semillas de café

Se observa en la Figura 1, el porcentaje de emergencia de semillas en función del tiempo de almacenamiento, con ajuste lineal negativo, significativo, de causa-efecto, con un coeficiente de determinación de 0,79. La regresión, describe

disminución del porcentaje de emergencia de las semillas de café a una tasa de menos 0,35 %.día⁻¹, en la medida que aumenta el tiempo de almacenamiento. A esa tasa de disminución de la emergencia, en los términos que fue conducida esta investigación, se estima que a los 286 días de almacenamiento, no debe ocurrir emergencia de ninguna de las semillas de café -*Coffea arabica*- 'Catuai Amarillo'.

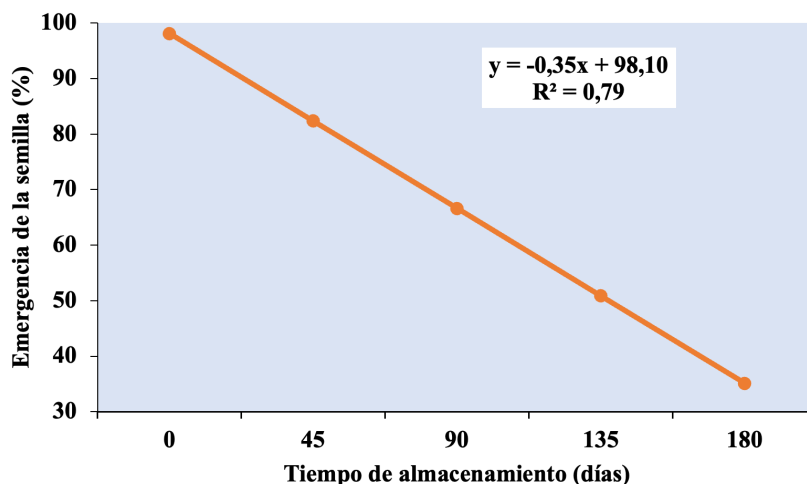


Figura. 1. Ecuación de regresión para el porcentaje de emergencia de semillas de café en relación al tiempo de almacenamiento de la semilla.

Índice de velocidad de emergencia en semillas de café

De manera análoga a la evidencia para el porcentaje de emergencia de las semillas de café -*Coffea arabica*-, el índice de velocidad de emergencia, presenta ajuste lineal negativo, con coeficiente de determinación de 0,43 (Figura 2). Sus

valores son significativos, de relación causa-efecto, con una tasa de disminución del orden de menos 0,0015 de emergencia.día⁻¹. Tanto el porcentaje de emergencia como el índice de velocidad de emergencia de las semillas de café siguen la misma tendencia del modelo matemático ajustado en condición de almacenamiento.

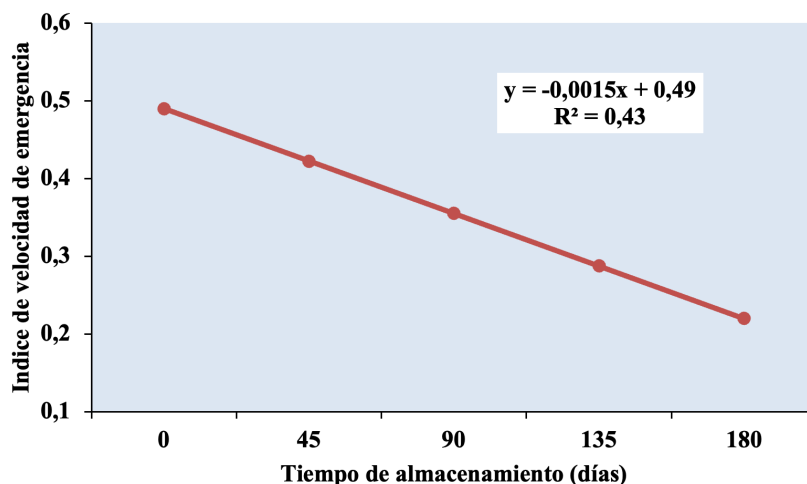


Figura. 2. Ecuación de regresión para el índice de velocidad de emergencia en relación al tiempo de almacenamiento de la semilla.

Tiempo medio de emergencia

Se muestra en la Tabla 3, la media y error estándar de la variable tiempo medio de emergencia (TME), para los tiempos de almacenamiento evaluados en la

semilla de café (*Coffea arabica*), con un promedio general de 45,45 días, y un rango que oscila entre 44,41 y 46,52 días

Tabla 3. Promedios generales y su respectivo error estándar para los tiempos de almacenamiento, en la variable tiempo medio de emergencia cuantificada durante la germinación de semillas de cafetos var. Catuai Amarillo’.

Tiempo de almacenamiento (días)	N	Promedio ± EE
		TME
0		44,95±0,68
45		45,53±0,53
90		45,81±0,70
135		46,52±0,63
180		44,41±0,67
General	120	45,45±3,20

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En general, los valores de los coeficientes de variación, según Pimentel (1984), presentaron magnitudes medias para todas las variables evaluadas, sugiriendo baja dispersión en relación a los valores promedios de cada una de las variables cuantificadas; en consecuencia, mayor precisión de los valores en el material experimental.

Efecto bioestimulantes

En referencia a el porcentaje de emergencia Ortiz-Timoteo et al. (2018) y Coa et al. (2014), señalan que tratamientos pregerminativos de inmersión solo en agua por 24 horas favorece a la germinación, velocidad y porcentaje de emergencia en *Coffea arabica*; sin embrago, es de considerar que

el tratamiento pregerminativo de las semillas con soluciones bioestimulantes en esta investigación, también fue de 24 horas; aun así, no se evidencio efecto de estas soluciones. Por otro lado, se agrega, que el embrión en la semilla de café, está ubicado de manera muy superficial en relación al pergamino — endocarpio— (Ortuño y Echandi, 1980), tal condición se esperaba que expusiera el embrión mucho más a los bioestimulantes evaluados, cuando a las semillas se les retiró el pergamino en el momento de la inmersión.

En esta experiencia con semillas de café, *Coffea arabica*, var Catuai Amarillo, no se detectó influencia de los bioestimulantes empleados, para las variables cuantificadas, discrepando de los resultados obtenidos por Quinto et al. (2009),

quienes constataron incrementos de la germinación en semillas de caoba, cedro rojo y roble, con el uso de agua de coco tierno; por otro lado, la experiencia de Cancho (2017) señala que la germinación de *Cinchona krauseana* y *C. calisaya* disminuyó con tratamientos pregerminativos en soluciones de concentraciones mayores o iguales al 30 % de agua de coco; aunque en esta investigación la concentración empleada fue de 20 %, los resultados obtenidos evidencian que no hubo ventajas de este bioestimulante en semillas de café.

En el mismo orden de ideas, los resultados obtenidos en esta investigación, discrepan de los obtenidos por Heras (2014) quien asegura que el agua de coco en semillas de cacao produjo, mayor y más rápida emergencia; con similares resultados, Patiño *et al.* (2011) afirman, que en diferentes concentraciones de agua de coco y otros biorreguladores, encontraron efectos notables, produciendo niveles de germinación del 50 %, en semillas de *Dracontium grayumianum*. En referencia a la sábila, Cobo (2014) reporta que en la micropropagación de explantes de violeta africana, los tratamientos con mayor efecto como regulador de crecimiento tipo auxínico y citoquinínico fue de *Aloe vera*, contrario a lo observado en esta investigación, que no se evidencio ningún efecto. Los hallazgos de esta investigación también contrastan de los resultados de Castro *et al.* (2019), con la aplicación de solución de humus líquido, en semillas de alfalfa, donde se constató aumento de su vigor germinativo; y de los resultados de Phiri y Mbewe (2010), utilizando un extracto de hojas de moringa en semillas de cereales como maíz, sorgo, arroz y trigo donde se obtuvo incremento en la velocidad de la germinación. Igualmente contrasta con los hallazgos de Pincay *et al.* (2022), quienes señalan que los tres bioestimulantes empleados en su investigación promovieron la germinación en semillas de cafetos de la var. 'Sarchimor', en un sustrato rico en nutrientes y materia orgánica, demostrando las potencialidades de este tipo de productos, destacando el efecto de *Trichoderma* sp. por encima de los lixiviados de vermicompost y los microorganismos eficientes y los tres por encima del testigo.

Efecto del tiempo de almacenamiento

Las semillas de café al ser recalcitrante, Doria (2010) señala que, en función a su tolerancia a

la desecación, resultan sensibles a este proceso fisiológico. Blackman *et al.* (1992), señalan que la sensibilidad a la deshidratación puede ser explicada por el déficit de ciertos oligosacáridos o su proporción en los tejidos de la semilla, especialmente en el eje embrionario (Kermode y Finch-Savage, 2002; Magnitskiy y Plaza, 2007); sin embargo, las medidas directas no muestran que el déficit de oligosacáridos ocurra en todas las semillas recalcitrantes (Farnsworth, 2000).

Los hallazgos observados tanto para el porcentaje de emergencia, como para el índice de emergencia en semillas de cafetos Catuai Amarillo, donde se detectó disminución en función del tiempo de almacenamiento para ambas variables, coincide con lo obtenido por Cedeño (2019), quien no obtuvo respuesta sobre la germinación, aplicando inmersión de semillas de café, en diferentes concentraciones de ácido giberélico, almacenadas durante 5 meses; siendo que, la germinación fue superior en el testigo no tratado.

De modo análogo, Barboza y Herrera (1990) indican que la semilla de café pierde su vigor a partir de tres meses; aunque los autores no indican cual es el porcentaje de emergencia después de ese momento. Este comportamiento ratifica los hallazgos de esta investigación; además, Arizaleta *et al.* (2005), indican que la recalcitrancia de la semilla de café viene dada por muchos factores, entre los que destacan la temperatura de almacenamiento, la humedad de la semilla y el empaque, logrando conservar el vigor germinativo al almacenar las semillas a 20 °C y 78 % de humedad relativa, manteniendo la calidad de la semilla por hasta diez meses; en contraposición, en esta investigación, la semilla empleada, fue almacenada en la bandeja de la parte inferior de la nevera, regulada a 5 °C, y contenidas en bolsas plásticas.

Es de resaltar que, aunque no se estudiaron los procesos bioquímicos vinculados a la recalcitrancia de las semillas de café, existen otros factores intrínsecos que afectan el porcentaje de emergencia y/o índice de velocidad de emergencia, de naturaleza biótica como los procesos bioquímicos y fisiológicos (Garwood, 1983). Muchos de estos procesos están relacionados con compuestos químicos contenidos en la semilla y que hacen posible la viabilidad de la misma. Algunos de los cuales, se pueden encontrar en

fuentes externas, donde hay mayor cantidad de esas sustancias y que al estar en bajas concentraciones o inhibidas en la semilla, el proceso de germinación no sucede (Valverde et al., 2020).

De manera general, para las semillas, la interacción de los cambios citológicos, fisiológicos, bioquímicos y físicos que actúan de forma degenerativa e irreversible, son procesos naturales que ocurren después que la semilla ha alcanzado su máxima calidad, dando como resultado la pérdida del vigor y la viabilidad de la misma. Este proceso es ampliamente conocido como deterioro (Delouche, 2002; Carvajal et al., 2018). Este proceso causa daños a sistemas y funciones vitales y afectan negativamente la capacidad de desempeño de la semilla. No obstante, es progresivo y considerado inevitable e irreversible y estrechamente ligado al aspecto genético, a la variación entre especies, a la variabilidad dentro de la misma especie, a la variación entre lotes de la misma variedad e incluso entre semillas del mismo lote (Delouche, 2002; Salinas et al., 2001).

Los cambios biológicos y bioquímicos que ocurren en las semillas, inician daños en el sistema de membrana, disminuyendo la actividad enzimática, en consecuencia disminuye la velocidad de germinación, el crecimiento, el desarrollo de plántulas normales y ocurre reducción en la producción de energía y biosíntesis; señalándose como posibles causas a la autooxidación de lípidos, el agotamiento de sustancias de reserva, la inhabilidad de disociación de los ribosomas, la muerte de células meristemáticas, la degradación e inactivación de enzimas, la formación y activación de enzimas hidrolíticas, los daños en los mecanismos que controlan la germinación, la degradación genética (mutaciones), la degradación de estructuras funcionales, la acumulación de sustancias tóxicas y la invasión de hongos en campo y/o almacenamiento (Delouche, 2002).

Es de resaltar que, aunque las semillas de café a lo largo de su almacenamiento disminuyeron progresivamente tanto en su porcentaje de emergencia, como en el índice de velocidad de emergencia, las semillas que aún permanecen viables, germinan en un tiempo promedio de entre los 44 y 46 días. En referencia a esta variable, el tiempo requerido para la germinación de semillas con la presencia de pergamino sin inmersión en agua es de 60 días, valor

constatado en la localidad de San Agustín, municipio Caripe del estado Monagas (Arcila et al., 2007. Silva-Acuña et al. 2021); mientras que, para las semillas sin pergamino y con inmersión en agua durante 24 horas, la formación de fosforitos ocurrió a los 30 días después de soterradas (Coa et al., 2014).

La discrepancia observada en los valores de esta investigación a los obtenidos por Coa et al. (2014) oscilan entre los 14-16 días; pudiendo estar vinculada con la temperatura del municipio Caripe, donde está ubicada la Finca Las Acacias, en relación a las existentes en el municipio Piar, específicamente en Aragua de Maturín, donde se condujo la investigación de Coa et al. (2014).

Otras referencias en tiempos de germinación temprana en café, son las reportadas por Ortiz-Timoteo et al. (2018), quienes obtuvieron en semillas de 30 días de cosechadas y libres de endocarpio, inicios promedios de germinación a los 26 y 23 días para *C. arabica* y *C. canephora*, respectivamente, en sustrato arena, estadísticamente inferior al obtenido en turba (28 y 25 días, respectivamente); del mismo modo, Gordillo-Curiel et al. (2021) registraron en semillas de *C. arabica* var. 'Costa Rica 95', tasa de germinación que osciló entre 35,4 y 39 días, asociadas a un efecto acelerador de tratamientos pregerminativos con ácido salicílico.

Es pertinente señalar que al no evidenciar diferencias estadísticas para la variable tiempo promedio de emergencia, a expensas de los diferentes tiempos de almacenamiento, sugiere ser una condición intrínseca de la semilla, que no se modifica por el ambiente, sugiriendo ser de herencia cualitativa, que se ve poco o nada afectada por el ambiente, de tal manera que las plantas que mantengan ese genotipo podrán dar descendencia con la misma cualidad, si no ocurre hibridación, ratificando los resultados obtenidos para el factor bioestimulantes. Con esa concordancia entre los resultados se consolida el hecho de que ninguno de los bioestimulantes adelantó o retrasó la ocurrencia de los periodos de emergencia en las semillas de café (*Coffea. arabica* L) 'Catuaí Amarillo'.

V. CONCLUSIONES

De los bioestimulantes agua de coco tierno, humus líquido de lombriz roja californiana, hojas de sábila, hojas de moringa y su combinación, no se

evidencio efecto sobre las variables de emergencia en semillas de cafetos del cultivar 'Catuai Amarillo'. En la medida en que aumenta el tiempo de almacenamiento, disminuye de manera significativa tanto el porcentaje de emergencia como el índice de velocidad de emergencia de las semillas de cafeto. En referencia al tiempo medio de emergencia de la semilla de cafetos Catuai Amarillo se mantuvo entre 44 y 46 días, a expensas del envejecimiento durante el almacenamiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, H. y Goldbach, H. (1980). Storage of coffee (*Coffea arabica* L.) seed. *Journal of Seed Technology*, 5(2), 7-13. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/23432818>.
- Arcila, J. (1983). Efecto de la luz en la germinación de las semillas de café. En: Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafe (Ed.), Informe Anual de Labores de la Sección de Fitofisiología 1982-1983 (p. 34). Chinchiná, Colombia.
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, M., Salazar, L. F. y Hincapié, E. (2007). Sistema de producción de café en Colombia. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>.
- Arizaleta, M., Montilla, J. y Pares J. (2005). Efecto del almacenamiento de las semillas de cafeto (*Coffea arabica* L. var. Catuai amarillo) sobre la emergencia. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(3), 205-213. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000300001&lng=es&tlng=es.
- Barboza, R. y Herrera, J. (1990). El vigor en la semilla de café y su relación con la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense*, 14(1), 1-8. Recuperado de https://www.mag.go.cr/rev_agr/v14n01_001.pdf.
- Bewley, J. & Black, M. (1994a). Seeds. In: Seeds. New York, USA. Springer Press.
- Bewley, J. & Black, M. (1994b). *Seeds: Physiology of development and germination*. New York, USA. Plenum Press.
- Blackman, S. A., Obendorf, R. y Leopold, A. C. (1992). Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. *Plant Physiol*, 100, 225-230.
- Cancho, S. (2017). Condiciones que incrementan la germinación de semillas y el vigor de plantines de *Cinchona krauseana* L. Andersson y *C. calisaya* Wedd. (Rubiaceae) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7449/Cancho_cs.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carvajal, C., Márquez, M., Gutiérrez, B., González-Vera, A., Arellano, J. y Ávila, M. (2018). Aspectos de fisiología, deterioro y calidad en semilla de soya. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela*, 73, 76-92. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/15258.
- Castro, S., Totosa, A. y García, L. (2019). Auxin-like en humus líquido. *Agroproductividad*, 12(6), 69-74. doi: 10.32854/agrop.voio.1387.
- Cedeño, C. (2019). Efecto del ácido giberélico (ag3) sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) Cv. 'Catuai Amarillo' (Tesis de pregrado). Universidad de Oriente, Monagas, Venezuela.
- Coa, M., Méndez-Natera, J. R., Silva-Acuña, R. y Mundarain, S. (2014). Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica* var Catuai Rojo). *IDESIA (Chile)*, 32(1), 43-53. doi: 10.4067/S0718-34292014000100006.
- Chin, H. F. (1980). Germination in recalcitrant Crop Seeds. Recuperado de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABC144.pdf.
- Cobo, J. (2014). Efecto de los extractos de *Aloe vera*, *Kalanchoe pinnata*, *Zea mays*, *Gerbera jamesonii* y del híbrido interespecífico *oxg* (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) como alternativas naturales de reguladores de crecimiento vegetal de tipo auxínico y citoquinínico en el cultivo *in vitro* de *Saintpaulia*

- ionantha* Wendl. (violeta africana) (Tesis de pregrado). Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/81668608.pdf>.
- Delouche, J. C. (2002). Germinación, deterioro y vigor de semillas. *Seed News*. Nov-dic-2002. Brasil.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2018). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Farnsworth, E. (2000). The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 31, 107-138.
- Garwood, N. C. (1983). Seed Germination in a seasonal tropical Forest in Panamá: a community study. *Ecological Monographs*, 53(2), 159-181. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1942493>.
- Gordillo Curiel, A., Rodríguez Larramendi, L., Salas Marina, M. y Rosales Esquinca, Ma. (2021). Efecto del ácido salicílico sobre la germinación y crecimiento inicial del café (*Coffea arabica* L. var. Costa Rica 95). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 38, 43-59. doi: 10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n1.03.
- Heras, F. D. (2014). Germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la granja Santa Inés (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/881>.
- Hernández, G. (2002). Estimulación de la germinación de la semilla de Maíz (*Zea mays* L.) y Trigo (*Triticum aestivum* L.) mediante biorreguladores sintéticos (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Mexico. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/448980123/ESTIMULACION-DE-LA-GERMINACION-DE-LA-SEMILLA-DE-MAIZ-Zea-mays-L-Y-TRIGO-Triticum-aestivum-L-MEDIANTE-BIORREGULADORES-SINTETICOS>
- Hurtado, J. (1998). Tratamientos para mejorar la propagación sexual de la sapodilla (*Manikara zapota*) (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2871/1/CPA-1998-To47.pdf>.
- Kermode, A. R. y Finch-Savage, W. E. (2002). Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In: Black, M. y H.W. Pritchard, editors. Desiccation and survival in plants. Drying without dying. Wallingford, England. CABI Publishing. doi: 10.1079/9780851995342.0149.
- Kucera, B., Cohn, M. A. y Leubner, G. (2005). Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*, 15, 281-307. Recuperado de <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/plant-hormone-interactions-during-seed-dormancy-release-and-germination/49880492C795ACB6909D6AB6C7FA80E7>.
- Magnitskiy, S. V. y Plaza, G. A. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agro-nomía Colombiana*, 25(1), 96-103. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316240011.pdf>
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. *Crop Sci.*, 2, 176-177. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.
- Martínez Quintero, L. W. (2012). El café venezolano, un cultivo en riesgo de desaparecer. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. Bogotá, 7 al 11 de mayo de 2012. Recuperado de <https://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/14-L-Martinez.pdf>
- MARNR (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables). (1997). Atlas del Estado Monagas. Gobierno del Estado Monagas. Maturín, estado Monagas.

- Monroig, M. (2018). Manual para la propagación del cafeto en Puerto Rico. Recuperado de <https://www.uprm.edu/cafe/wp-content/uploads/sites/292/2020/01/Portada-Manual-de-Propagaci%C3%B3n-2018F-merged.pdf>.
- Ortiz-Timoteo, V., Ordaz-Chaparro, V. M., Aldrete, A., Escamilla-Prado, E., Sánchez-Viveros, G. y López-Romero, R. M. (2018). Tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género *Coffea*. *Agroproductividad*, 11(4), 68-73. Recuperado de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/272/201/453>
- Ortuño, F. y Echandi, M. (1980). Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad y vigor de semillas de café (*Coffea arabica* L.). *Agronomía Costarricense*, 4(2), 149-154. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v04n02_149.pdf
- Patiño, C., Mosquera, F. y Tulio, R. (2011). Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la equis *Dracontium grayumianum*. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1), 133-142. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-548X2011000100010&lng=e&nrm=iso&tlng=es.
- Phiri, C. y Mbewe, D. (2010). Influence of *Moringa oleifera* leaf extracts on germination and seedling survival of three common legumes. *Int. J. Agric. Biol.*, 12, 315-317. Recuperado de http://www.fspublishers.org/published_papers/35759_.pdf.
- Pincay, J. D., Héctor, E. F., Torres, A. y Fosado, O. (2022). Germinación de *Coffea arabica* L. var. Sarchimor con bioestimulantes y efecto posterior de estos sobre el crecimiento de plántulas. *La Técnica*, Edición Especial, 27-36. doi: 10.33936/la_tecnica.voio.4097.
- Pimentel G, F. (1984). A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba, SP, Brasil. POTAFOS.
- Quinto, L., Martínez, A., Pimentel, L. y Rodríguez, A. (2009). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 15(1), 23-28. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62916073003.pdf>.
- Reddy, L. S. (1987). Effect of different stages of maturity and post-harvest treatments on seed viability of *Coffea arabica* L. *Journal of Coffee Research*, 17(1), 14-25. Recuperado de <http://sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ORTON.xis&B1=Buscar&formato=1&cantidad=50&expresion=Reddy,%20L.S>.
- Salinas, A. R., Yoldjian, A. M., Craviotto, R. M. y Bizarro, V. (2001). Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 36(2), 371-379. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n2/a22v36n2.pdf>
- Silva-Acuña, R., Mundarain, P. S., Méndez Natera, J. R. y Coa, U. M. (2021). Fenología del cafeto var. "Catuai Rojo" en las etapas de germinador y vivero, en Bokerón, municipio Caripe, Monagas, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*, 33, 136-150. doi: 10.5281/zenodo.5969569.
- Trujillo, E. (1995). Manejo de semillas forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Recuperado de https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2961?locale-attribute=pt_BR.
- Valverde, Y., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchán, W. y 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. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3613/361362585003/361362585003.pdf>