

Germinación de *Coffea arabica* L. var. Sarchimor con bioestimulantes y efecto posterior de estos sobre el crecimiento de plántulas

Germination of Coffea arabica L. var. Sarchimor with biostimulants and their subsequent effect on seedling growth

¹Joffre Daniel Pincay Menéndez

Maestría en Agronomía, mención Producción Agrícola Sostenible, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

✉ jpincay4286@utm.edu.ec

 ORCID: 0000-0002-4664-8983

²Eduardo Fidel Héctor Ardisana

Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

✉ eduardo.hector@utm.edu.ec

 ORCID: 0000-0003-1371-7345

³Antonio Torres García

Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

✉ antonio.torres@utm.edu.ec

 ORCID: 0000-0001-7095-051X

⁴Oswaldo Fosado Téllez

Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

✉ oswaldo.fosado@utm.edu.ec

 ORCID: 0000-0002-2245-2943

Recepción: 18 de octubre de 2021 / Aceptación: 16 de enero de 2022 / Publicación: 04 de marzo de 2022

Resumen

En el fomento de nuevas plantaciones de cafeto, un elemento decisivo es el empleo de posturas vigorosas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de productos bioestimulantes sobre la germinación de café arábigo (*Coffea arabica* L.) var. Sarchimor y el posible efecto de estos tratamientos sobre el posterior crecimiento de las plántulas en el vivero. El material de siembra empleado fue semillas de la variedad Sarchimor C-1669. Se evaluaron tres bioestimulantes: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en concentraciones de 1:10 (v:v) y 2:10 (v:v); *Trichoderma* spp. en concentraciones de 2 ml L⁻¹ de 1x10⁹ (UFC ml⁻¹) y 4 ml L⁻¹ de 1x10⁹ (UFC ml⁻¹) y microorganismos eficientes en concentraciones de 1:10 (v:v) y 2:10 (v:v), usando agua como testigo. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación (entre los 30 y 45 días posteriores a la siembra), altura de la plántula (cm) y diámetro de tallo (mm); estas últimas se midieron a los 60, 90 y 120 días después de la aparición de los cotiledones. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los datos se

sometieron a análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Se observó que los tres productos estimularon la germinación y el crecimiento con respecto al testigo, destacándose el efecto de *Trichoderma* spp. (4 ml L^{-1} de 1×10^9 UFC ml^{-1}) en la altura de planta y el diámetro del tallo. Se recomienda el empleo de estos bioestimulantes en los viveros para la producción de material de siembra de esta variedad de café y su estudio en otras variedades de esta especie.

Palabras clave: fisiología vegetal; café; bioestimulación

Abstract

In promoting new coffee plantations, a decisive element is the use of vigorous seedlings. The objective of this research was to evaluate the effect of biostimulant products on the germination of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) var. Sarchimor and the possible effect of these treatments on seedling growth in the nursery. The planting material used was seeds of the Sarchimor C-1669 variety. Three biostimulants were evaluated: vermicompost leachate from bovine manure in concentrations of 1:10 (v:v) and 2:10 (v:v); *Trichoderma* spp. in concentrations of 2 ml L^{-1} of 1×10^9 (CFU ml^{-1}) and 4 ml L^{-1} of 1×10^9 (CFU ml^{-1}) and efficient microorganisms in concentrations of 1:10 (v:v) and 2:10 (v:v), using water as a control. The variables evaluated were germination percentage (between 30 and 45 days after sowing), seedling height (cm) and stem diameter (mm); the latter were measured at 60, 90 and 120 days after the appearance of the cotyledons. A completely randomized design was used, with 7 treatments and 4 repetitions. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared with the Tukey test ($p < 0.05$). It was observed that the three products stimulated germination and growth with respect to the control, highlighting the effect of *Trichoderma* spp. (4 ml L^{-1} of 1×10^9 CFU ml^{-1}) in plant height and stem diameter. The use of these biostimulants in nurseries for the production of planting material of this variety of coffee tree and its study in other varieties of this species is recommended.

Keywords: plant physiology; coffee tree; biostimulation

Introducción

Entre los rubros exportables del Ecuador, el café ocupa un lugar destacado; es uno de los pocos países en el mundo que comercializa más allá de sus fronteras todos los tipos de café (Chango y García, 2021). Aunque en el país el área cosechada y la producción total se han reducido en 5 veces desde 2010, la provincia de Manabí es líder en la producción nacional con el 34,54% del café oro total producido (SIPA, 2021). La variedad Sarchimor está entre las más utilizadas, con el 18 % del área total en 2017 (Monteros, 2017).

El vigor de las plantas que se obtienen en viveros a partir de semillas es un factor determinante en la calidad de las plantaciones (Díaz et al., 2021). Para obtener plantas vigorosas en los viveros, los agricultores utilizan diversos fertilizantes químicos sintéticos (Uribe y Rodríguez, 2018; Matamoros et al., 2020). En los años recientes, sin embargo, comienza a desarrollarse como alternativa el empleo de bioestimulantes para la obtención de plantas vigorosas de café en esta etapa, reduciendo total o parcialmente el empleo de fertilizantes químicos (Montes y Anaya, 2019; Valverde et al., 2020).

Los bioestimulantes fueron definidos por Du Jardin (2015) como aquellas sustancias o microorganismos que elevan la absorción y asimilación de nutrientes, la tolerancia al estrés o mejoran las propiedades agronómicas de las plantas, aun cuando no aporten cantidades sustanciales de nutrientes. Entre ellos se encuentran los lixiviados de vermicompost y preparados microbianos a partir de *Trichoderma* spp. y microorganismos eficientes (Álvarez y Damião, 2018; Chávez et al., 2020). El empleo de este tipo de sustancias podría ser útil para la producción de plantas vigorosas de café sin emplear fertilizantes químico-sintéticos.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de productos bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica* L.) var. Sarchimor en bolsas en el vivero.

Metodología

El experimento se ejecutó en un vivero ubicado en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en la parroquia Jipijapa, Cantón Jipijapa, provincia de Manabí. La localización geográfica del experimento era de 01°21' S de latitud y 80°34' W de longitud, con altitud de 366 msnm, temperatura media anual de 25°C y humedad relativa del 82%.

Como material vegetal se emplearon semillas de *Coffea arabica* L. variedad Sarchimor, seleccionadas por un productor destacado de la zona, que se sembraron en fundas de polietileno de 6x8 pulgadas con 8-12 perforaciones. Las fundas se llenaron con suelo agrícola, proveniente de los primeros 20 cm de la capa arable de los terrenos aledaños a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, desinfectado por solarización y mezclado con compost bovino en proporción de 3:1 (v/v). Las propiedades químicas de este sustrato se analizaron en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Antes de la siembra, las semillas (200 por cada tratamiento) se sumergieron durante 24 horas en soluciones acuosas de los bioestimulantes, que representaban los siguientes tratamientos experimentales:

T1: agua destilada (testigo)

T2: Lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVCEB) 1:10 (v/v)

T3: Lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVCEB) 2:10 (v/v)

T4: *Trichoderma* sp. (TRIC) 2 ml L⁻¹

T5: *Trichoderma* sp. (TRIC) 4 ml L⁻¹

T6: Microorganismos eficientes (ME) 1:10 (v/v)

T7: Microorganismos eficientes (ME) 2:10 (v/v)

Los bioestimulantes procedían de las siguientes fuentes:

LVCEB: Fue suministrado por el Ministerio de la Agricultura, y producido en el sitio la Cañita de la Parroquia Charapotó del cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador. La composición de este producto se analizó en los laboratorios de AGRARPROJEKT SA.

TRIC: Se utilizó el producto Tricoterra, producido por la empresa EcocycleBiotech, Quito, Ecuador. Este biopreparado, según su ficha técnica, contiene *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma harzianum* en una concentración de 1x10⁹ conidios ml⁻¹.

ME: Se empleó el producto BIOEMA,s producido por Bioinsumos D'Peña, Portoviejo, Ecuador. Según su ficha técnica, este producto es un consorcio de microorganismos en el que participan



bacterias productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos, hongos filamentosos, bacterias fotosintéticas y cepas nativas de *Trichoderma* sp.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones; cada repetición constaba de 50 semillas sembradas al inicio del experimento.

Las variables evaluadas fueron:

- Porcentaje de germinación (%): Se evaluó hasta los 30 días después de la siembra en cada una de las cuatro repeticiones de los tratamientos= (plantas germinadas/plantas totales) x 100.
- Altura de la planta (cm): Se midió con una cinta métrica desde la superficie del sustrato hasta el ápice del tallo, en 30 plantas seleccionadas aleatoriamente en cada repetición, a los 60, 90 y 120 días después de la aparición de los cotiledones (DDAC).
- Diámetro del tallo (mm): Se midió con un calibrador, a 5 cm de la superficie del sustrato, en 30 plantas seleccionadas aleatoriamente en cada repetición, a los 60, 90 y 120 días después de la aparición de los cotiledones (DDAC).

Se comprobó la normalidad y homocedasticidad de los datos, mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, respectivamente. Los datos se procesaron con un análisis de varianza simple y las medias se compararon con la prueba de Tukey con $p < 0.05$. Para el procesamiento de los datos se empleó el software IBM® SPSS® Statistics v. 21.

Resultados

Los resultados de los análisis de las propiedades químicas del sustrato empleado en el experimento se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del sustrato empleado en el experimento

| | Unidad de medida | Valor |
|------------------|--------------------------|---------------|
| Nitrógeno | ppm | 9 (B) |
| Fósforo | ppm | 81 (A) |
| Potasio | meq 100 mg ⁻¹ | 8,33 (A) |
| Calcio | meq 100 mg ⁻¹ | 25 (A) |
| Magnesio | meq 100 mg ⁻¹ | 4 (A) |
| Azufre | ppm | 62 (A) |
| Zinc | ppm | 3,3 (M) |
| Cobre | ppm | 6,9 (A) |
| Hierro | ppm | 14 (B) |
| Manganeso | ppm | 3,4 (B) |
| Boro | ppm | 3,59 (A) |
| Materia orgánica | % | 10,2 (A) |
| pH | pH | 7,00 (neutro) |

B: bajo M: medio A: alto

Estos resultados indican que en el sustrato empleado se encuentran altos contenidos de todos los macroelementos excepto el nitrógeno. En cuanto a los microelementos, solo el cobre y el boro están en cantidades altas, mientras el zinc manifiesta un contenido medio y son bajas las cantidades

de hierro y manganeso. La materia orgánica (10,2 %) es abundante en el sustrato, como resultado de la mezcla con compost bovino en proporción 3:1 (v:v).

Tal como se ha indicado, los productos (Tricoterra) y Bioema,s contienen únicamente microorganismos, por lo que no aportan nutrientes a las plantas. En cambio, el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino contiene cantidades importantes de macronutrientes y materia orgánica, como se muestra en la Tabla 2. Los contenidos de microelementos en este bioestimulante son bajos.

Tabla 2. Propiedades químicas del lixiviado de vermicompost de estiércol bovino

| | Unidad de medida | Valor |
|------------------|--------------------|----------------------------|
| Nitrato | mg L ⁻¹ | 359 (A) |
| Amonio | mg L ⁻¹ | 31,8 (A) |
| Fosfato | mg L ⁻¹ | 210 (A) |
| Potasio | mg L ⁻¹ | 820 (A) |
| Magnesio | mg L ⁻¹ | 41,7 (A) |
| Calcio | mg L ⁻¹ | 155 (A) |
| Sulfato | mg L ⁻¹ | 548 (A) |
| Hierro | mg L ⁻¹ | 6,5 (B) |
| Manganeso | mg L ⁻¹ | 0,77 (B) |
| Cobre | mg L ⁻¹ | 0,27 (B) |
| Zinc | mg L ⁻¹ | 0,29 (B) |
| Boro | mg L ⁻¹ | 14,5 (B) |
| Materia orgánica | % | 13,1 (A) |
| pH | pH | 7,9 (ligeramente alcalino) |

B: bajo A: alto

La Tabla 3 muestra el efecto de los bioestimulantes sobre la germinación. Todos los bioestimulantes superaron significativamente al testigo.

Tabla 3. Efecto de los bioestimulantes sobre la germinación de las semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Sarchimor a los 30 días después de la siembra.

| Tratamiento | Germinación (%) |
|---------------------------|-----------------|
| Testigo (agua) | 82 ± 2,363 b |
| LVCEB 1:10 (v/v) | 89 ± 2,500 a |
| LVCEB 2:10 (v/v) | 91 ± 2,500 a |
| TRIC 2 ml L ⁻¹ | 89 ± 2,500 a |
| TRIC 4 ml L ⁻¹ | 91 ± 2,500 a |
| ME 1:10 (v/v) | 91 ± 2,500 a |
| ME 2:10 (v/v) | 93 ± 2,887 a |

LVCEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; TRIC: *Trichoderma* sp.; ME: microorganismos eficientes. Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con p <0.05.

El efecto de los bioestimulantes sobre la altura de las plantas se presenta en la Tabla 4, en la que se manifiestan diferencias significativas a los 60, 90 y 120 días después de la emisión de los cotiledones.

En los tres momentos de muestreo, varios tratamientos con bioestimulantes superaron al testigo, destacándose *Trichoderma sp.* 4 ml L⁻¹ en las tres determinaciones. Otros tratamientos también ejercieron efectos significativamente superiores al testigo en las tres mediciones efectuadas (LVCEB 2: 10 v/v, TRIC 2 ml L⁻¹).

Tabla 4. Efecto de los bioestimulantes sobre la altura de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Sarchimor a los 60, 90 y 120 días después de la aparición de los cotiledones.

| Tratamiento | Altura de la planta (cm) | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| | 60 días | 90 días | 120 días |
| Testigo (agua) | 7,04 ± 0,234 c | 12,11 ± 0,215 d | 26,53 ± 1,720 e |
| LVCEB 1:10 (v/v) | 7,44 ± 0,235 c | 12,23 ± 0,360 d | 30,95 ± 1,651 cd |
| LVCEB 2:10 (v/v) | 8,53 ± 0,319 b | 13,84 ± 0,415 c | 32,93 ± 0,656 bc |
| TRIC 2 ml L ⁻¹ | 8,74 ± 0,196 b | 13,97 ± 0,678 c | 35,34 ± 0,643 b |
| TRIC 4 ml L ⁻¹ | 10,43 ± 0,524 a | 16,48 ± 0,338 a | 41,18 ± 0,745 a |
| ME 1:10 (v/v) | 7,22 ± 0,300 c | 13,92 ± 0,347 c | 28,58 ± 0,711 de |
| ME 2:10 (v/v) | 8,45 ± 0,110 b | 15,20 ± 0,528 b | 34,07 ± 1,347 b |

LVCEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; TRIC: *Trichoderma sp.*; ME: microorganismos eficientes. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con p < 0.05.

La Tabla 5 presenta el efecto de los bioestimulantes sobre el diámetro del tallo. Nuevamente el tratamiento con *Trichoderma sp.* 4 ml L⁻¹ fue el más destacado en las tres determinaciones, seguido en este caso de *Trichoderma sp.* 2 ml L⁻¹. En las tres evaluaciones, todos los bioestimulantes superaron al testigo, con la excepción de ME 1:10 (v/v) a los 90 días después de la aparición de los cotiledones.

Tabla 5. Efecto de los bioestimulantes sobre el diámetro del tallo de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Sarchimor a los 60, 90 y 120 días después de la aparición de los cotiledones.

| Tratamiento | Diámetro del tallo (cm) | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
| | 60 días | 90 días | 120 días |
| Testigo (agua) | 1,70 ± 0,124 d | 2,95 ± 0,099 e | 4,98 ± 0,134 d |
| LVCEB 1:10 (v/v) | 2,44 ± 0,119 c | 3,95 ± 0,060 d | 6,05 ± 0,603 c |
| LVCEB 2:10 (v/v) | 2,81 ± 0,134 b | 4,85 ± 0,109 c | 6,23 ± 0,161 c |
| TRIC 2 ml L ⁻¹ | 2,95 ± 0,165 ab | 5,15 ± 0,048 b | 7,40 ± 0,363 b |
| TRIC 4 ml L ⁻¹ | 3,18 ± 0,124 a | 6,45 ± 0,058 a | 8,43 ± 0,264 a |
| ME 1:10 (v/v) | 2,28 ± 0,099 c | 3,05 ± 0,114 e | 7,14 ± 0,349 b |
| ME 2:10 (v/v) | 2,86 ± 0,121 b | 4,03 ± 0,098 d | 7,85 ± 0,300 ab |

LVCEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; TRIC: *Trichoderma sp.*; ME: microorganismos eficientes. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con p < 0.05.

Discusión

El sustrato empleado en la investigación contiene la mayor parte de los nutrientes que necesita la planta de café para su buen desarrollo, en particular el fósforo (Sadeghian y Ospina-Penagos, 2021) y el potasio (Farfan y Baute, 2020). También es rico en materia orgánica (más del 10 % de su composición) y las cantidades de otros elementos químicos son también altas. No obstante, todos los bioestimulantes promovieron tanto la germinación como el crecimiento vegetativo (altura y diámetro del tallo) de las plantas hasta valores significativamente superiores al control que solo recibió agua.

El lixiviado de vermicompost empleado en el estudio, a diferencia de los usados por otros autores (Cedeño et al., 2020; Héctor et al., 2020) es rico en macro y micronutrientes; pero más que el aporte de elementos químicos (que ya es abundante en el sustrato) los efectos bioestimulantes de este producto orgánico pueden deberse a la presencia de sustancias con actividad biológica, como los ácidos húmicos y los reguladores del crecimiento (Fathima y Sekhar, 2014; Aremu et al., 2015).

Trichoderma sp., por su parte, estimula el crecimiento de las plantas y las protege de diversos enemigos microbianos, a través de mecanismos como la promoción de la síntesis de auxinas y otras fitohormonas (Contreras et al., 2016; Nawrocka et al., 2018) y el control de la acumulación excesiva de etileno mediante la enzima ACC-deaminasa (Nascimento et al., 2014). En esta investigación, las dos dosis empleadas promovieron la germinación y el crecimiento, destacándose la de 4 ml L⁻¹ en las dos variables del crecimiento por encima de los restantes bioestimulantes y del control

Los microorganismos eficientes, ya sean propios del suelo o inoculados, son en definitiva un consorcio de microbios que contribuyen a potenciar procesos fisiológicos de la planta como la fijación del nitrógeno, la solubilización del fósforo, la síntesis de fitohormonas o a la expresión de la resistencia del vegetal a microorganismos patógenos (Bargaz et al., 2018; Tabacchioni et al., 2021).

El hecho de que los tres bioestimulantes empleados en esta investigación hayan promovido la germinación y el crecimiento de las plantas de café, en un sustrato rico en nutrientes y materia orgánica, demuestra las potencialidades de este tipo de productos. Aunque se destacó el efecto de *Trichoderma* sp. sobre el de los lixiviados de vermicompost y los microorganismos eficientes, los tres promovieron los procesos de germinación y crecimiento por encima del control, lo que indica que pueden ser recomendados indistintamente para su uso por los productores en los viveros de *Coffea arabica* L., en dependencia de las facilidades de acceso que tengan a uno u otro de estos productos.

Los resultados de esta investigación coinciden con los efectos favorables ejercidos por diversos tipos de bioestimulantes en los viveros de café observados en otros países como Angola (Álvarez y Damião, 2018), Colombia (Uribe y Rodríguez, 2018), Costa Rica (Matamoros et al., 2020), Bolivia (Valverde et al., 2020) y Cuba (Díaz et al., 2021).

Es recomendable investigar si el efecto de estos bioestimulantes se mantiene de forma residual en las posturas trasplantadas, y realizar estudios de bioestimulación con ellos en los cafetales ya establecidos.

Conclusiones

La aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino, *Trichoderma* sp. y microorganismos eficientes estimuló la germinación y el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica* L.).

Referencias bibliográficas

- Álvarez, J. L., Damião, J. C. (2018). Producción de posturas de café con la aplicación de microorganismos eficientes en Angola. *Centro Agrícola* 45 (2): 29-33. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V45-Numero_2/cag04218.pdf
- Aremu, A. O., Stirk, W. A., Kulkarni, M. G., Tarkowská, D., Turečková, V., Gruz, J. et al. (2015) Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regul.* 75 (2): 483-492. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-0011-0>
- Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., Dhiba, D. (2018). Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Front. Microbiol.* 9: 1606. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01606>
- Cedeño, L., Héctor, E., Torres, A., Fosado, O. (2020). Respuestas del crecimiento y el rendimiento en pimiento (*Capsicum annum* L.) híbrido Nathalie a un lixiviado de vermicompost bovino. *Revista La Técnica* Edición Especial: 1-10. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.1992
- Chango, M., García, J. O. (2021). Análisis de la competitividad de las exportaciones de café de Ecuador versus Colombia y Brasil hacia el mercado de USA. *Revista X-Pedientes Económicos* 5 (12): 65-80. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/138/63
- Chávez, J. A., Torres, C. A., Espinoza, E. A., Zambrano, D. E., Villafuerte, A. G., Zambrano, F. E., Velázquez, J. A. (2020). Efectos de la cepa nativa de *Trichoderma* sp. y lixiviado de vermicompost bovino sobre el crecimiento foliar y contenido de clorofila en arroz (*Oryza sativa* L.) en fase de semillero. *Ecuador es Calidad* 7 (2). <https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestcalidad/index.php/revista/article/view/104/292>
- Contreras, H. A., Macías, L., del Val, E., Larsen, J. (2016). Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. *FEMS Microbiol. Ecol.* 92 (4): fiw036. <https://doi:10.1093/femsec/fiw036>
- Díaz, A., López, Y., Suárez, C., Díaz, L. (2021). Efecto del FitoMas-E y dos proporciones de materia orgánica sobre el crecimiento de plántulas de cafeto en vivero. *Centro Agrícola* 48 (1): 14-22. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v48n1/0253-5785-cag-48-01-14.pdf>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3-14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850?via%3Dihub>
- Fathima, M., Sekhar, M. (2014). Studies on growth promoting effects of vermishash on the germination of vegetable crops. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 3 (6): 564-570. <https://www.ijemas.com/vol-3-6/Mujeera%20Fathima%20and%20Malathy%20Sekar.pdf>

- Farfan, F. F., Baute, J. E. (2020). La fertilización mineral como complemento a la fertilización con abono orgánico en el cultivo del café. *Revista Cenicafé* 71 (1): 48-53. <https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/cenicafe/article/view/11>
- Héctor, E., Torres, A., Fosado, O., Cedeño, L., Zambrano, J. (2020). Effect of a bovine manure vermicompost leachate on yield of pepper (*Capsicum annum* L.) hybrid Nathalie. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 9 (3): 249-257. <http://10.30486/IJROWA.2020.1885386.1008>
- Matamoras, A., Mesén, F., Jiménez, L. D. (2020). Efecto de fitohormonas y fertilizantes sobre el enraizamiento y crecimiento de mini-estaquillas de híbridos F1 de café (*Coffea arabica*). *Revista de Ciencias Ambientales* 54 (1): 58-75. http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/9299/Efecto_de_fitohormonas_y_fertilizante_s.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Monteros, A. (2017). Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017. Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador. http://sipa.agricultura.gob.ec/biblioteca/rendimientos/rendimiento_cafe_grano_seco_compilado.pdf
- Montes, C., Anaya, M. S. (2019). Efecto de la fertilización con abono orgánico (A.L.O.F.A) en plantas de café (coffea arábica). *Scientia et Technica* 24 (2): 340-348. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/849/84961237021/84961237021.pdf>
- Nascimento, F. X., Rossi, M. J., Soares, C. R. F. S., McConkey, B. J., Glick, B. R. (2014). New insights into 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase phylogeny, evolution and ecological significance. *PLoS ONE* 9 (6): e99168. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099168>
- Nawrocka, J., Małolepsza, U., Szymczak, K., Szczech, M. (2018). Involvement of metabolic components, volatile compounds, PR proteins, and mechanical strengthening in multilayer protection of cucumber plants against *Rhizoctonia solani* activated by *Trichoderma atroviride* TRS25. *Protoplasma* 255 (1): 359-373. <https://10.1007/s00709-017-1157-1>
- Sadeghian, S., Ospina-Penagos, C. (2021). Manejo nutricional de café durante la etapa de almácigo. *Avances Técnicos Cenicafé* 532: 1-8. https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances_tecnicos/article/view/86
- SIPA (2021). Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cafe>
- Tabacchioni, S., Passato, S., Ambrosino, P., Huang, L., Caldara, M., Cantale, C., et al. (2021). Identification of beneficial microbial consortia and bioactive compounds with potential as plant biostimulants for a sustainable agriculture. *Microorganisms* 9 (2): 426. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020426>
- Uribe, R., Rodríguez, E. (2018). Evaluación del efecto de tres tratamientos de fertilización (más un testigo DAP) en el desarrollo aéreo y radicular de colinos de café variedad Castillo. *Revista Matices Tecnológicos* 10: 32-37. <http://ojs.unisangil.edu.co/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/20/13>
- Valverde, Y., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchán, W., Gabriel, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society* 11 (1): 18-28. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3613/361362585003/361362585003.pdf>

Contribución de los Autores

| Autor | Contribución |
|--|--|
| ¹ Joffre Daniel Pincay Menéndez | ¹ Diseño de la investigación; revisión bibliográfica; análisis e interpretación de los datos; preparación del manuscrito. |
| ² Eduardo Fidel Héctor Ardisana | ² Diseño de la investigación; análisis e interpretación de los datos; edición del manuscrito; corrección de estilo. |
| ³ Antonio Torres García | ³ Diseño de la investigación; análisis e interpretación de los datos. |
| ⁴ Osvaldo Fosado Téllez | ⁴ Análisis estadístico de los datos. |

Citación/como citar este artículo:

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: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.4097