

Comunicación

Producción de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) con dos tipos de sustratos y extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*)

Delgado Jonathan¹, Pincay, Wellington¹, López Bósquez, Jonathan B.¹ y Posligua Solis, Josselyn²

1 Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Ecuador.

2 Tabacalera Bautista Llenas Tabacallsa S.A. Ecuador.

@ Jonathanjd0709@gmail.com

Recibido: 03/11/2024
Aceptado: 19/06/2025

Resumen. La producción de plántulas de tabaco es clave para garantizar rendimientos óptimos, ya que se requieren plantas sanas y vigorosas que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de las regiones tropicales, en este sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de extractos vegetales combinado sustratos sobre el crecimiento de las plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) para producir plántulas de calidad que permitan un aumento de los rendimientos en campo. Para ello, un experimento fue llevado en condiciones de invernadero, el diseño experimental fue bloques completamente aleatorizado, utilizando seis (6) tratamientos con cinco (5) repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron tipo de sustrato; turba y suelo mineral, así como extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*) y el Testigo. Las variables evaluadas fueron: altura de la plántula, clorofila, peso fresco de raíces, peso seco de raíces y volumen de raíces, temperatura y pH del sustrato. Los resultados encontrados demostraron que las plántulas con mayor desarrollo se obtuvieron cuando se combinaron los extractos vegetales a base de canela y sábila producto del aporte de nutrientes y sustancias promotoras de crecimiento, además que regularon el efecto adverso de factores abióticos como temperatura y pH, por lo que el uso de estas práctica a nivel de invernadero es una alternativa para la producción sostenible de plántulas de tabaco, sanas para garantizar un crecimiento óptimo posterior al trasplante.

Palabras clave: extractos; orgánico; sanidad; sostenibilidad; sustratos.

Abstract. Production of tobacco seedlings (*Nicotiana tabacum*) with two types of substrates and plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). The production of tobacco seedlings is key to guarantee optimum yields, since healthy and vigorous plants that are adapted to the soil and climatic conditions of tropical regions are required. In this sense, the objective of this work was to evaluate the use of plant extracts combined with substrates on the growth of tobacco (*Nicotiana tabacum*) seedlings to produce quality seedlings that allow an increase in yields in the field. For this purpose, an experiment was conducted under greenhouse conditions, the experimental design was completely randomized blocks, using six (6) treatments with five (5) replications. The treatments evaluated were type of substrate; peat and mineral soil, as well as vegetable extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*) and the control. The variables evaluated were: seedling height, chlorophyll, root fresh weight, root dry weight and root volume, substrate temperature and pH. The results found showed that the seedlings with greater development were obtained when plant extracts based on cinnamon and aloe vera were combined with the contribution of nutrients and growth promoting substances, in addition to regulating the adverse effect of abiotic factors such as temperature and pH, so the use of these practices at greenhouse level is an alternative for the sustainable production of healthy tobacco seedlings that ensure optimal post-harvest growth.

Key words: extracts; organic; sanitation; sustainability; substrates.

INTRODUCCIÓN

El tabaco (*Nicotiana tabacum*) es un cultivo clave para la economía global, especialmente en regiones tropicales. En Latinoamérica se cultiva en diferentes países entre los cuales se destacan Argentina, Brasil, Colombia, Guatemala y Ecuador, quienes representan el 96,9 % de la producción total en América Latina y el 16 % de la producción mundial (Lewis, 2020). Además de

Cómo citar este trabajo:

Delgado, J., Pincay, W., López Bósquez, J. B. y Posligua Solis, J. (2025). Producción de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) con dos tipos de sustratos y extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). *Semiárida*, 35(2), 89-96.

generar ingresos y ser una fuente de crecimiento social y económico, esta producción genera empleo de forma directa e indirecta (Mayo et al., 2006).

Este cultivo que prospera en altitudes entre 400 y 800 msnm (Brito-Paredes y Rodríguez-Chiles, 2024) tiene como uno de los principales productores a Ecuador con unas 3650 hectáreas sembradas, cuyo rendimiento es de 2,24 toneladas métricas por hectárea (Mancheno Salazar, 2016; Pilaguano Vega & Villavicencio Enríquez, 2024). La ventaja competitiva especialmente para las provincias que se encuentran en la costa, Guayas y los Ríos, radica en su posición geográfica, suelo y temperaturas cálidas. Todas estas características son óptimas para el correcto desarrollo del cultivo (Blanco Marquizo et al., 2023; Calvo Fuentes y Sánchez Soriano, 2021).

El tabaco es susceptible a la influencia de diferentes factores de producción tales como la calidad del material genético, condiciones climáticas, suelo, manejo agronómico y tecnología (Ganchozo-Mendoza et al., 2023). Por ello, el éxito de la producción depende del adecuado manejo agronómico y de la selección de plántulas que garanticen óptimos desarrollos en el campo, para lo cual se requiere la selección de los sustratos adecuados. En este contexto, la elección de sustratos y aditivos pueden influir significativamente en el desarrollo de las plantas. Estos son fundamentales en el cultivo ya que proporcionan nutrientes, soporte estructural y retención de agua, además de producir plantas vigorosas resistentes a plagas, enfermedades y a factores edafoclimáticos adversos a campo (Ribeiro et al., 2024).

En condiciones de invernadero el uso de sustrato combinada con extractos vegetales como canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*) logran el aporte de nutrientes y sustancias promotoras de crecimiento y además, regulan el efecto adverso de factores abióticos como temperatura y pH (Colque et al., 2021).

Los extractos son concentrados con el principio activo de la planta, que pueden encontrarse en consistencia líquida, sólida o viscosa. Según Malpica-Acosta et al. (2024) son compuestos que se encuentran presentes en los tejidos de plantas y son obtenidos mediante el uso de un solvente (alcohol, agua, mezcla de estos u otro solvente selectivo) y un proceso de extracción adecuado. Dependiendo del órgano utilizado de la planta, del solvente y de la técnica de extracción se pueden obtener diferentes sustancias, con múltiples principios activos y variadas concentraciones. La extracción puede realizarse a partir de plantas secas, semi secas, frescas o fermentadas (Pateiro et al., 2021). Estos extractos tienen múltiples funciones sobre las plantas: insecticidas, fúngicos, enraizadores y estimulantes del crecimiento (Santana-Baños et al., 2022).

La sábila es una planta que se usa para producir extractos vegetales dado que posee ácido salicílico, minerales, azúcares, vitaminas, saponinas, ligninas y aminoácidos, lo que ayuda a promover la preservación y proliferación celular (Jó-García et al., 2020). Otro de los extractos vegetales que ha sido empleado con éxito para mejorar la producción de plántulas es el proveniente de la canela. En ambos casos las ventajas se deben a la presencia de metabolitos secundarios que mejoran la sanidad vegetal y de sustancias promotoras del crecimiento que mejoran el desarrollo vegetativo, tanto de la parte aérea como las raíces de las plántulas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del uso de extractos vegetales a base de sábila y canela combinado con el uso de sustratos (turba y suelo mineral) sobre el crecimiento de las plántulas de tabaco. Al respecto, la producción de plantas sanas y vigorosas de tabaco que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de las regiones tropicales es uno de los factores clave para garantizar rendimientos óptimos.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la Empresa Agrícola Tabacalera Bautista Llenas Tabacallsa S.A, Provincia de Los Ríos, Ecuador (0°50'15.03''S - 79°24'26.20''W). Para establecer los tratamientos se utilizaron dos sustratos -turba y suelo mineral-, y dos extractos -sábila, canela- y un testigo. El total de tratamientos fue 6, con un diseño experimental en bloques completamente al azar, con 5 réplicas, por tratamientos, para un total de 30 unidades experimentales.

Una vez desarrolladas las plantas se midieron las variables: altura de la plántula, clorofila, peso fresco, peso seco y volumen de raíces. Para la variable clorofila se usó un medidor de clorofila SPAD-502 Plus.

Adicionalmente se midieron variables abióticas: temperatura del sustrato los primeros 5 cm, el pH del sustrato en relación agua: sustrato 5:1.

Los resultados fueron analizados mediante el análisis de la varianza (ANAVAR) y la para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A continuación, se presenta el efecto por la aplicación de extractos vegetales de sábila y canela y los sustratos en plantas de tabaco.

Altura de plántulas

Para la variable altura de plántulas los resultados para extractos vegetales a base de canela y sábila fueron similares ($p > 0,05$) al Testigo, con los valores de altura de plántula que variaron entre 8,40 y 8,80 cm 35 días después de la siembra (DDS) (Figura 1).

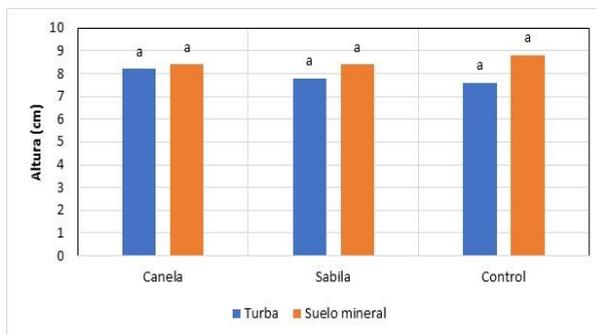


Figura 1. Altura de plántulas en cultivo de tabaco mediante el uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*) bajo diferentes sustratos. Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

Figure 1. Height of seedlings in tobacco cultivation using plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*) under different substrates. Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p > 0,05$).

La altura de planta tampoco varió desde el punto de vista estadístico en función del tipo de sustrato ($p > 0,05$), al comparar los valores obtenidos entre la turba, que es el sustrato comercial usado en viveros de tabaco, y el testigo que corresponde a plántulas que crecen bajo recipientes donde el sustrato empleado es el suelo mineral de la zona de producción evaluada.

Clorofila de la hoja

Se observó que el uso de extractos vegetales a base de sábila aumentó el contenido de clorofila significativamente ($p < 0,05$) con valores de 27,62 SPAD (Figura 2). Estos valores fueron más altos con turba en comparación a los valores obtenidos con suelo mineral que fue de 20 SPAD. En todos los casos los valores encontrados usando turba y extracto de sábila fueron superiores a los obtenidos cuando se usó extracto de canela o no se aplicó ningún tratamiento (Testigo).

Peso fresco de la raíz (gr)

Para la variable peso fresco de la raíz (Figura 3), se observó que la aplicación de extractos vegetales a base de canela y sábila, fue superior al testigo ($p < 0,05$) con valores de 2,04 gr. y de 1,42 gr, respectivamente. En todos los casos los valores de peso fresco de raíz fueron superiores cuando el sustrato usado fue la turba.

Peso seco de la raíz (gr)

Para la variable peso seco de la raíz (Figura 4), se observó que los resultados presentaron la misma tendencia que la mostrada para el peso fresco radical, donde la aplicación de extractos

vegetales a base de canela y sábila fueron superiores al testigo ($p<0,05$) con valores de 0,14 gr. y de 0,15 gr, respectivamente. En el caso de la canela, los valores de peso fresco de raíz fueron siempre superiores cuando el sustrato usado fue la turba.

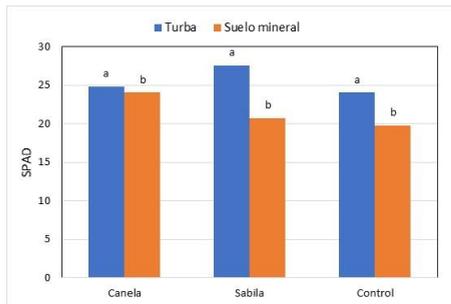


Figura 2. Clorofila en hojas en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p<0,05$).

Figure 2. Chlorophyll in leaves in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p<0.05$).

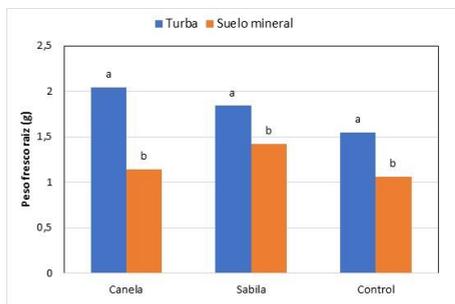


Figura 3. Peso fresco de raíz (g) en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p<0,05$).

Figure 3. Fresh root weight (g) in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p<0.05$).

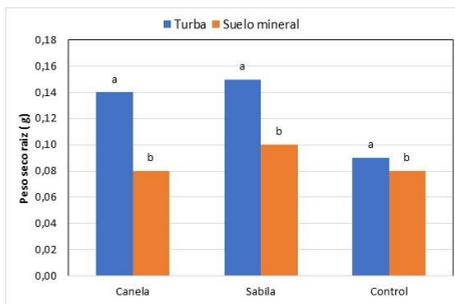


Figura 4. Peso seco de raíz (g) en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p<0,05$).

Figure 4. Dry root weight (g) in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p<0.05$).

Volumen de raíz (cm^3)

Con relación a la variable volumen de raíces (Figura 5) la aplicación de extractos vegetales a base de canela y sábila fueron superiores al testigo ($p<0,05$) con valores de 0,86 cm^3 en el caso de extracto de canela y de 0,82 cm^3 caso de la sábila. En todos los casos los valores de peso fresco de raíz fueron superiores cuando el sustrato usado fue la turba.

Producción de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) con dos tipos de sustratos y extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*)

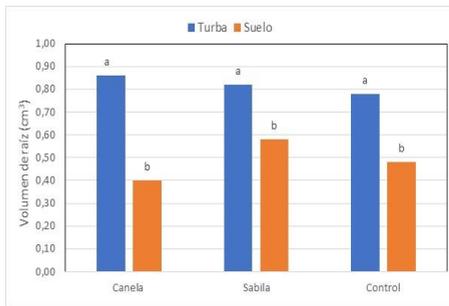


Figura 5. Volumen de raíces (cm³) en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Figure 5. Root volume (cm³) in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$).

Temperatura de sustrato de la planta (°C)

Para la variable temperatura los valores fueron similares al Testigo (Figura 6) y hubo diferencias significativas entre turba (que siempre fue menor) y suelo mineral.

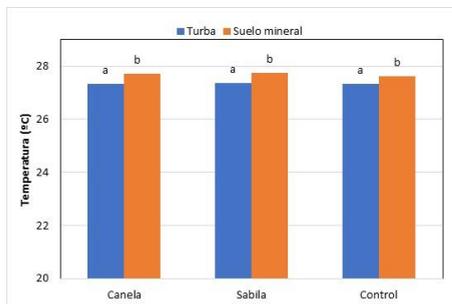


Figura 6. Temperatura de sustrato en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Figure 6. Substrate temperature in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$).

pH de sustrato

En el caso de la variable pH de sustrato posterior a aplicación del uso de extractos vegetales los valores fueron significativamente superiores ($p < 0.05$) cuando se usó turba (Figura 7).

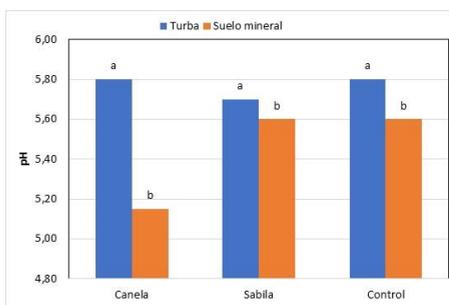


Figura 7. pH del sustrato en cultivo de tabaco después de la aplicación del uso de extractos vegetales a base de canela (*Cinnamomum verum*) y sábila (*Aloe vera*). Las medias seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Figure 7. Substrate pH in tobacco cultivation after the application of plant extracts based on cinnamon (*Cinnamomum verum*) and aloe vera (*Aloe vera*). Means followed by the same letter do not differ according to Tukey's test ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los hallazgos encontrados revelan que el uso de extractos vegetales a base de canela y sábila condujo a mejores resultados en plántulas de tabaco en condiciones de invernadero, para todas las variables evaluadas a excepción de altura de plántulas. Todo esto se vio potenciado cuando se

combinó con el uso de turba como sustrato, lo que permitiría una reducción de los costos de producción.

El crecimiento vegetativo observado con la aplicación de ambos extractos vegetales fue similar a los reportados por Valdés-Márquez et al. (2024). Estos autores al aplicar extracto de *Aloe Vera* en *Nicotaina tabacum* observaron un incremento en la altura de plantas, mayor largo y ancho de hojas. Esto se debería a que el extracto contiene sustancias promotoras de crecimiento, que estimulan la germinación y desarrollo radicular, favoreciendo así a una mejor asimilación de nutrientes.

No se observaron diferencias significativas en la altura de las plantas. Esto contrasta con los hallazgos de Pérez-Martín et al. (2022) y de Hernández y Jo (2022), quienes al usar extracto de *S. saman*, *A. vera* y *M. oleifera* en plántulas de tabaco lograron una mayor altura de planta.

Además de mejorar la calidad y vigor de las plántulas de tabaco una de las ventajas que se pueden lograr con el uso de extractos vegetales a base de canela y sábila es una mayor tolerancia de la planta al estrés abiótico. Esto representa una alternativa frente a los procesos de degradación que afectan a muchos suelos agrícolas, como la salinización, la acidificación del suelo y las condiciones climáticas extremas como consecuencia del cambio climático (Khan et al., 2021; Malhi et al., 2021). Sin embargo, este aspecto requiere estudios adicionales en condiciones de campo.

La aplicación de extractos vegetales a base de canela y sábila en plantas de tabaco promueve un mayor contenido de clorofila en las hojas, un pigmento directamente relacionado con la producción de biomasa vegetal. Resultados similares han sido observado en otros cultivos de interés agrícola. Zhu et al. (2024) por ejemplo, reportaron efectos positivos al aplicar extracto de canela en *Brassica rapa* y extracto de sábila en el cultivo de *Simmondsia chinensis* (Wanas y Shabka, 2025).

Por otro lado, los resultados coinciden con investigaciones anteriores donde se usaron extractos vegetales similares y se observó un mayor desarrollo radicular. Este efecto mejora la absorción de agua y nutrientes, procesos clave para la fotosíntesis (Faddetta et al., 2023; Hernández-Fernández et al., 2021).

El mayor desarrollo vegetativo observado podría explicarse por una mayor acumulación de K, Mn, Cu y Zn. La absorción de estos nutrientes estaría favorecida por un mayor crecimiento de las raíces. Este proceso puede estar mediado un aumento en la biosíntesis de fitohormonas y compuestos orgánicos (Li et al., 2022; Wang y Komatsu, 2022).

La acumulación de nutrientes que permiten un mayor desarrollo de las plántulas de tabaco, también puede ser explicado por los cambios en los procesos de intercambio catiónico a nivel rizosférico. Este proceso es estimulado por la exudación y secreción de compuestos orgánicos que promueven el desarrollo de raíces y permiten una mayor absorción de nutrientes. Estudios previos han reportado estos efectos tras la aplicación de extractos de canela y sábila (Chandel et al., 2025; Sing et al., 2024).

A pesar de que los resultados revelan que el uso de extractos vegetales a base de canela y sábila son promisorios para la producción de plántulas de tabaco a nivel de invernadero, es fundamental combinarlos con sustratos de buena calidad como la turba. Este sustrato aporta condiciones físicas, buena retención de humedad, y un suministro equilibrado de los nutrientes (Enríquez-del Valle et al., 2023).

Finalmente, un aspecto clave en la producción de plántulas de tabaco a nivel de invernadero es la regulación del pH y la temperatura. Esta puede lograrse mediante la combinación de extractos vegetales con sustratos adecuados. El uso de extractos de canela, en particular, puede contribuir a una producción sostenible del cultivo, ya que ayuda a mitigar dos de los problemas de estrés: las altas temperaturas y el pH elevado, asociado a condiciones de estrés hídrico y salino (Ren et al., 2024; Wu et al., 2024).

CONCLUSIONES

El mayor crecimiento vegetativo de las plántulas de tabaco bajo invernadero fue observado en los tratamientos donde se usó la turba como sustrato combinado con la aplicación de extractos vegetales a base de canela y sábila, debido al aporte de compuestos orgánicos y sustancia de crecimiento de los extractos vegetales

La producción de plántulas combinado turba con extractos vegetales es posible, porque esta práctica permite elevar el pH, y regular la temperatura del sustrato, ya que el estrés abiótico conlleva a una disminución del crecimiento vegetal de las plántulas de tabaco, así mismo al regular la temperatura se evitan la proliferación de patógenos, que afectan el desarrollo de las plántulas.

El uso de extractos vegetales a base de sábila y canela combinado con el uso de sustratos (turba y suelo mineral) sobre el crecimiento de las plántulas de tabaco, garantiza la producción de plantas sanas y vigorosas de tabaco que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de las regiones tropicales, la cual es uno de los factores clave para garantizar rendimientos óptimos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y al proyecto de investigación "Gestión Administrativa, Financiera y Técnica en el sector agrícola del cantón La Maná.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco Marquizo, A., Bianco, E., Paraje, G., Gouda, H. N., Birckmayer, J., Welding, K. y Bialous, S. A. (2023). Seguir avanzando en las Américas: el testigo del tabaco fomenta el desarrollo sostenible. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, e159. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.159>
- Brito-Paredes, M. P., & Rodríguez-Chiles, F. E. (2024). Síntesis histórica de la evolución de la economía del Cantón Santa Rosa, El Oro-Ecuador. *Multiverso journal*, 4(7), 88-107. <https://doi.org/10.46502/issn.2792-3681/2024.7.9>
- Calvo Fuentes, O. D. y Sánchez Soriano, J. K. (2021). Costos por Proceso y su incidencia en la Rentabilidad de la Empresa Tabacalera San Mateo C. Ltda. Tabacama de la Ciudad de Quevedo, Año 2020 [Bachelor's thesis], La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7266>
- Chandel, N. S., Singh, H. B., & Vaishnav, A. (2025). Mechanistic understanding of metabolic cross-talk between *Aloe vera* and native soil bacteria for growth promotion and secondary metabolites accumulation. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1577521. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1577521>
- Colque, R., Romaniuk, R., Arias, P., & Castiglioni, M. (2021). Rotación de cultivos en la producción de tabaco: efecto sobre algunas propiedades edáficas. *Ciencia del suelo*, 39(1), 127-143. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672021000100127&script=sci_arttext
- Enríquez-del Valle, J.R., Chávez-Cruz, I. L., Rodríguez-Ortiz, G. y Campos-Ángeles, G. V. (2023). Vitroplantas de *Agave angustifolia* Haw. obtenidas en ambientes de incubación con frutantes, aclimatadas en diferentes sustratos. *Revista Fitotecniam*, 46(3), 291-298. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.291>
- Faddetta, T., Polito, G., Abbate, L., Alibrandi, P., Zerbo, M., Caldiero, C., & Gallo, G. (2023). Bioactive metabolite survey of actinobacteria showing plant growth promoting traits to develop novel biofertilizers. *Metabolites*, 13(3), 374. <https://doi.org/10.3390/metabo13030374>
- Ganchozo-Mendoza, E., Flores, F. J., & Garcés-Fiallos, F. R. (2023). Virosis en el cultivo de tabaco. *Revista Bionatura*, 8(4), 30. https://www.revistabionatura.com/files/2023_pyku6xcz.08.04.30.pdf
- Hernández, R. y Jo, M. (2022). Producción de posturas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) var *Corojo* 2006 utilizando productos naturales. *Avances*, 24(1), 120-134. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/679>
- Hernández-Fernández, M., Cordero-Bueso, G., Ruiz-Muñoz, M., & Cantoral, J. M. (2021). Culturable yeasts as biofertilizers and biopesticides for a sustainable agriculture: a comprehensive review. *Plants*, 10(5), 822. <https://doi.org/10.3390/plants10050822>
- Jó-García, M., Hernández, R. y Estévez, M. (2020). Extracto de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances*, 22(1), 110-122. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598>
- Khan, S., Naushad, M., Lima, E. C., Zhang, S., Shaheen, S. M., & Rinklebe, J. (2021). Global soil pollution by toxic elements: Current status and future perspectives on the risk assessment and remediation strategies—A review. *Journal of Hazardous Materials*, 417, 126039. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126039>
- Lewis, R. S. (2020). *Nicotiana tabacum* L.: Tobacco. *Medicinal, aromatic & stimulant plants*, 345-375. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_9
- Li, M., Zhu, Y., Li, S., Zhang, W., Yin, C., & Lin, Y. (2022). Regulation of phytohormones on the growth and development of plant root hair. *Frontiers in plant science*, 13, 865302. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.865302>

- Malhi, G. S., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability*, 13(3), 1318. <https://doi.org/10.3390/su13031318>
- Malpica-Acosta, S. B., Acosta-Osorio, A. A., Benedito-Fort, J. J., & Castillo-Zamudio, R. I. (2024). Efecto de tres métodos de extracción en el rendimiento, actividad antioxidante, fenoles totales y estabilidad de extractos de hojas de *Plectranthus amboinicus*. *CienciaUAT*, 91-106. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v18i2.1797>
- Mancheno Salazar, R. P. (2016). Determinar las curvas de extracción de nutrientes en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), variedad Connecticut 207 en la Tabacalera La Meca SA (Tabamesa) en el año 2016 (Bachelor's thesis) <http://repositorio.uta.edu.ec/ispui/handle/123456789/24419>
- Mayo, K. J., Gonzales, B. J., & Mason, H. S. (2006). Genetic transformation of tobacco NT1 cells with *Agrobacterium tumefaciens*. *Nature protocols*, 1(3), 1105-1111.
- Pateiro, M., Gómez-Salazar, J. A., Jaime-Patlán, M., Sosa-Morales, M. E., & Lorenzo, J. M. (2021). Plant extracts obtained with green solvents as natural antioxidants in fresh meat products. *Antioxidants*, 10(2), 181. <https://doi.org/10.3390/antiox10020181>
- Pérez-Martín, G. M., Valdés-Márquez, H., Jo-García, M., Hernández-Gonzalo, R., & Milián Domínguez, J. C. (2022). Extractos naturales para incrementar la calidad y sostenibilidad de posturas de *Nicotiana tabacum* L. var. Corojo 2012 en Pinar del Río, Cuba. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v11n1.98998>
- Pilaguano Vega, J. D., & Villavicencio Enríquez, J. A. (2024). Producción del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en época lluviosa y seca con diferentes tipos de fertilización [Bachelor's thesis], La Maná, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11690>
- Ribeiro, A. M. P., da Silva, A. A. P., Alves, R. V. M., Lima, V. A. P., dos Santos, H. O., & Pinho, Édila V. de R. V. (2024). Fenotipagem de plântulas de tabaco pela análise de imagens. *Contribuciones a las ciencias sociales*, 17(2), e5437-e5437. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-356>
- Santana-Baños, Y., del Busto Concepción, A., Rodríguez-Espinosa, F. L., Carrodegua Díaz, S., Cándano Sánchez, A. y Dago Dueñas, Y. (2022). Efecto alelopático de extractos acuosos de *Azadirachta indica* en la germinación de *Solanum lycopersicum*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(3). https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2734
- Singh, P., Bakshi, M., & Anmol, A. (2024). Natural plant extracts as a sustainable alternative to synthetic plant growth regulators: A review. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(7), 281-287. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i7d.1471>
- Valdés-Márquez, H., Pérez Martín, G. M., García, M. J., Hernández Gonzalo, R., & Milián Domínguez, J. C. (2024). Effect of plant extracts on seedling production of *Nicotiana tabacum* L var. "Corojo 2012" in Pinar del Rio, Cuba. *Revista Biociencias*, 11, e1531. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1531>
- Wanas, A., & Shabka, E. (2025). The Effect of Aloe Leaf Extract on Growth and Physio-biochemical Characteristics of Jojoba Plants Cultivated under Normal and Salt Stress Conditions. *Damietta Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 1-16. <https://dx.doi.org/10.21608/djas.2025.409131>
- Wang, X., & Komatsu, S. (2022). The role of phytohormones in plant response to flooding. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(12), 6383. <https://doi.org/10.3390/ijms23126383>
- Zhu, C., Han, Y., Zou, Y., Li, L., Ma, X., Zhao, Z., & Bao, Y. (2024). Effect of cinnamon extract combined with ϵ -polylysine infusion treatment on the sensory, physicochemical and biological quality of *Brassica rapa* L. (Chinensis Group). *Scientia Horticulturae*, 323, 112470. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112470>