

19

PROCEDIMIENTOS

**PARA EVALUAR EL EFECTO DE APLICACIÓN DE
BIOESTIMULANTES EN GERMINACIÓN Y DESARROLLO
VEGETATIVO DE HORTALIZAS**



PROCEDIMIENTOS

PARA EVALUAR EL EFECTO DE APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN GERMINACIÓN Y DESARROLLO VEGETATIVO DE HORTALIZAS

PROCEDURES TO EVALUATE THE EFFECT OF BIOSTIMULANT APPLICATION ON GERMINATION AND VEGETATIVE DEVELOPMENT OF VEGETABLES

Eliana Lizeth Villacis-González¹

E-mail: evillacis2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1291-3723>

Rigoberto Miguel García-Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Andy Marcelo Guazha-Saquipay¹

E-mail: aguazha@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1240-4722>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Villacis-González, E. L., García-Batista, R. M., & Guazha-Saquipay, A. M. (2026). Procedimientos para evaluar el efecto de aplicación de bioestimulantes en germinación y desarrollo vegetativo de hortalizas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 9(6), 186-193.

Fecha de presentación: 11/07/2026

Fecha de aceptación: 22/09/2026

Fecha de publicación: 01/11/2026

RESUMEN

En el estudio se presentan procedimientos metodológicos para evaluar el efecto de bioestimulantes en la germinación y desarrollo vegetativo de hortalizas, enfocándose en los cultivos de pepino y pimiento en Ecuador. Ante los desafíos del cambio climático y la necesidad de diversificar la producción agrícola frente al monocultivo tradicional, el estudio resalta el potencial de los bioestimulantes para favorecer la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y el vigor inicial. La metodología propuesta se puso en uso en dos fases fundamentales, Fase de germinación donde se evalúa variables clave como el porcentaje de germinación final, la longitud del hipocótilo y la radícula (mediante análisis digital con ImageJ), la acumulación de biomasa seca y los índices de vigor de plántulas SVI-I y SVI-II y la Fase de desarrollo vegetativo: contempla la aplicación foliar periódica de las soluciones (a los 15, 30 y 45 días) y registra la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas activas y el volumen radicular por desplazamiento de agua. En conjunto, el establecimiento de estos protocolos estandarizados permite obtener información técnica precisa para optimizar el uso eficiente de bioestimulantes en sistemas hortícolas específicos.

Palabras clave:

Procedimientos, bioestimulantes, germinación, crecimiento vegetal, agricultura, tratamiento de semillas, desarrollo vegetativo.

ABSTRACT

This study presents methodological procedures for evaluating the effect of biostimulants on the germination and vegetative development of vegetable crops, focusing on cucumber and pepper cultivation in Ecuador. Addressing the challenges of climate change and the need to diversify agricultural production beyond traditional monoculture, the study highlights the potential of biostimulants to enhance nutrient uptake, abiotic stress tolerance, and early vigor. The proposed methodology was implemented in two key phases: the germination phase, which evaluates variables such as final germination percentage, hypocotyl and radicle length (via digital analysis using ImageJ), dry biomass accumulation, and seedling vigor indices (SVI-I and SVI-II); and the vegetative development phase, which involves the periodic foliar application of solutions (at 15, 30, and 45 days) and the recording of plant height, stem diameter, number of active leaves, and root volume via water displacement. Overall, establishing these standardized protocols enables the collection of precise technical data to optimize the efficient use of biostimulants in specific horticultural systems.

Keywords:

Procedures, biostimulants, germination, plant growth, agriculture, seed treatment, vegetative development.

INTRODUCCIÓN

La germinación es la etapa que da inicio al suministro constante de alimentos. Según Paul et al (2021) la germinación de las semillas constituye el fenómeno fisiológico más crucial y complejo del ciclo de vida de una planta, que con frecuencia se ve afectada por el estrés ambiental, lo que provoca una germinación tardía e irregular. Esto último incide en el establecimiento inicial del cultivo y consecuentemente en su producción final (Sedghi, 2025). Un establecimiento inicial deficiente, asociado a una baja germinación, puede traducirse en pérdidas económicas significativas, debido a la necesidad de resiembra, la heterogeneidad del cultivo (manejo diferenciado) y en consecuencia la demora en la cosecha. Se ha evidenciado el papel determinante de la germinación en el buen desarrollo de los sistemas de producción, especialmente en cultivos hortícolas, donde la uniformidad en la emergencia de plantas es fundamental para garantizar la calidad y el rendimiento (Sushabrata et al., 2021).

En el contexto alimentario, las hortalizas representan una fuente fundamental de alimentos para la población, debido a su alto valor nutricional y su contribución a una dieta saludable y balanceada. Además, su producción impulsa las economías locales y contribuye a la seguridad alimentaria, respondiendo a la creciente demanda de alimentos frescos y de calidad (García, 2026).

En la actualidad, los productores hortícolas se enfrentan a un reto que exige que los sistemas agrícolas actuales se preparen a condiciones climáticas cada vez más críticas, derivadas de las consecuencias del cambio climático. Ante estas limitaciones, en los últimos años ha surgido un creciente interés en el uso de tratamientos de bioestimulación como una estrategia para mejorar la germinación y el vigor de las plántulas.

Los bioestimulantes, compuestos por sustancias naturales o microorganismos beneficiosos, actúan favoreciendo procesos fisiológicos clave como la activación enzimática, la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés abiótico. Diversos estudios han reportado que su aplicación puede acelerar la germinación de las semillas, mejorar la uniformidad en la emergencia de las plantas y promover un desarrollo inicial más vigoroso, especialmente en condiciones adversas.

Entre los bioestimulantes utilizados en la agricultura se destacan aquellos a base de compuestos orgánicos como ácidos húmicos y fúlvicos, así como formulaciones con compuestos bioactivos que favorecen procesos fisiológicos en las plantas, con los que se puede mejorar la germinación y el desarrollo inicial de los cultivos.

La respuesta a estos puede variar en función del tipo de cultivo, las condiciones ambientales y la formulación utilizada, lo que evidencia la necesidad de continuar investigando su aplicación en sistemas productivos específicos. Se evidencia falta de estudios que integren las

condiciones locales de producción con la aplicación de estos tratamientos con productos bioestimulantes, lo que dificulta establecer recomendaciones técnicas precisas para su uso eficiente.

En el ámbito ecuatoriano, la producción agrícola se ha caracterizado por una importante presencia de cultivos tradicionales, entre ellos el banano y el cacao, situación que plantea la necesidad de fortalecer la diversificación productiva y reducir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas frente a factores fitosanitarios, ambientales y económicos. En este contexto, los cultivos hortícolas constituyen una alternativa relevante para ampliar las opciones productivas y favorecer sistemas agrícolas más diversificados.

Particularmente, el cultivo de pepino presenta interés por su respuesta a diferentes prácticas de manejo y por las posibilidades de incorporar tecnologías orientadas a mejorar sus características morfoagronómicas. Tipán-Torres y Reyes-Pérez (2025) destacan la importancia de evaluar las respuestas del cultivo ante distintas estrategias de manejo y aplicaciones tecnológicas, lo que evidencia la necesidad de generar conocimientos que permitan optimizar su establecimiento y desarrollo. En este sentido, el estudio de cultivos como el pepino y el pimiento, junto con la evaluación de alternativas como los bioestimulantes, puede contribuir a establecer procedimientos y criterios técnicos que apoyen la diversificación y sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola.

El objetivo del estudio fue evaluar el uso de diferentes procedimientos tras el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre un grupo de variables, como la germinación (porcentaje de germinación, longitud de hipocótilo, longitud de radícula, área proyectada del sistema radical, peso seco de las plántulas, índice de vigor de las plántulas I (SVI-I) e índice de vigor de las plántulas II (SVI-II)) y desarrollo vegetativo (altura de plántula, diámetro del tallo, número de hojas y volumen del sistema radicular) en cultivos hortícolas, en específico del pepino y el pimiento, bajo condiciones de aplicación de productos bioestimulantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en dos fases experimentales. La primera correspondió a la evaluación de la germinación y se inició con la aplicación de las dosis establecidas en el diseño experimental. Para cada bioestimulante se consideró una dosis recomendada, de acuerdo con las especificaciones de su ficha técnica, y una dosis propuesta con fines experimentales. Esta fase se llevó a cabo en cajas Petri. La segunda fase estuvo orientada a la evaluación del desarrollo vegetativo de las plántulas y contempló igualmente la aplicación de los bioestimulantes establecidos en el estudio.

El proceso de germinación se desarrolló en cajas Petri previamente lavadas y desinfectadas con el propósito de minimizar el riesgo de contaminación. En cada caja se colocó papel filtro y se dispusieron seis semillas distribuidas uniformemente, evitando el contacto entre ellas. La separación entre las semillas se mantuvo entre tres y cinco veces su diámetro, de acuerdo con las recomendaciones de Kameswara Rao et al. (2006). Durante el ensayo, las unidades experimentales permanecieron a temperatura ambiente y bajo condiciones de iluminación natural indirecta.

El procedimiento se aplicó a los dos cultivos incluidos en el estudio. Sin embargo, en el caso del pimiento fue necesario realizar ajustes metodológicos debido a la contaminación microbiológica observada durante la etapa de estandarización del protocolo. Por esta razón, las unidades experimentales se prepararon en una cámara de flujo laminar, utilizando cajas Petri y papel filtro previamente esterilizados. Asimismo, se empleó una doble capa de papel filtro, debido a que las pruebas preliminares mostraron una mayor retención de humedad con esta disposición. Una vez preparadas, las cajas Petri se sellaron con película plástica y se trasladaron al sitio experimental, donde permanecieron bajo las mismas condiciones ambientales establecidas para el cultivo de pepino.

La aplicación de los tratamientos se efectuó directamente sobre las semillas mediante una jeringa. En cada unidad experimental se aplicaron 4 ml de la solución correspondiente al tratamiento asignado. El volumen utilizado se estableció considerando la capacidad de retención del papel filtro y las dimensiones de las cajas Petri, de acuerdo con las recomendaciones para ensayos de germinación en condiciones controladas descritas por Kameswara Rao et al. (2006). El tratamiento testigo recibió el mismo volumen, 4 ml, de agua destilada, con el propósito de mantener condiciones comparables entre las unidades experimentales (Figura 1).



Figura 1. Aplicación directa.

Las mediciones de las variables se realizaron cuando las plántulas alcanzaron un estado de desarrollo comparable que permitiera medir de manera uniforme. Debido a las diferencias en la velocidad de germinación entre especies,

las mediciones se efectuaron a los 5 días (120 h) en pepino y a los 14 días (336 h) en pimiento.

El porcentaje de germinación final se determinó considerando como germinada toda semilla que presentara emisión visible de la radícula, de acuerdo con los criterios establecidos para los ensayos de germinación (International Seed Testing Association, 2018). El valor se calculó como la proporción de semillas germinadas respecto al número total de semillas establecidas en cada unidad experimental y se expresó en porcentaje.

Las variables morfométricas evaluadas comprendieron la longitud del hipocótilo, la longitud de la radícula y el área proyectada del sistema radical. La longitud del hipocótilo, expresada en centímetros, se determinó considerando la porción del eje embrionario comprendida entre la raíz primaria y los cotiledones. La longitud de la radícula, también expresada en centímetros, se midió desde la unión entre el hipocótilo y la raíz hasta el ápice radical. La delimitación anatómica empleada para ambas mediciones se estableció a partir de los criterios descritos por Kumar et al. (2025).

El área proyectada del sistema radical, expresada en centímetros cuadrados, se determinó a partir de la superficie ocupada por la proyección bidimensional de las raíces en las imágenes digitales, siguiendo procedimientos empleados para la caracterización del sistema radical mediante análisis de imágenes (Kano-Nakata et al., 2011; Sabety et al., 2024). Esta variable se obtuvo mediante el procesamiento digital de las imágenes y su procedimiento de determinación se muestra en la Figura 3.

Las variables morfométricas se determinaron mediante análisis digital de imágenes con el software ImageJ, de acuerdo con los procedimientos de procesamiento y medición descritos por Schneider et al. (2012). Para garantizar la correspondencia entre las dimensiones registradas en las imágenes y las dimensiones reales de las estructuras vegetales, cada imagen incluyó una escala de referencia que permitió calibrar las mediciones.

Las longitudes del hipocótilo y de la radícula se determinaron mediante la herramienta Segmented Line de ImageJ, siguiendo el eje longitudinal de cada estructura para considerar adecuadamente las posibles curvaturas, como se muestra en la Figura 2. Para determinar el área proyectada del sistema radical, las imágenes se segmentaron mediante la herramienta Color Threshold, procedimiento empleado en el análisis digital de raíces (Kano-Nakata et al., 2011; Sabety et al., 2024). Una vez delimitado el sistema radical, el área seleccionada se cuantificó mediante la función Analyze > Measure de ImageJ, según se representa en la Figura 3.

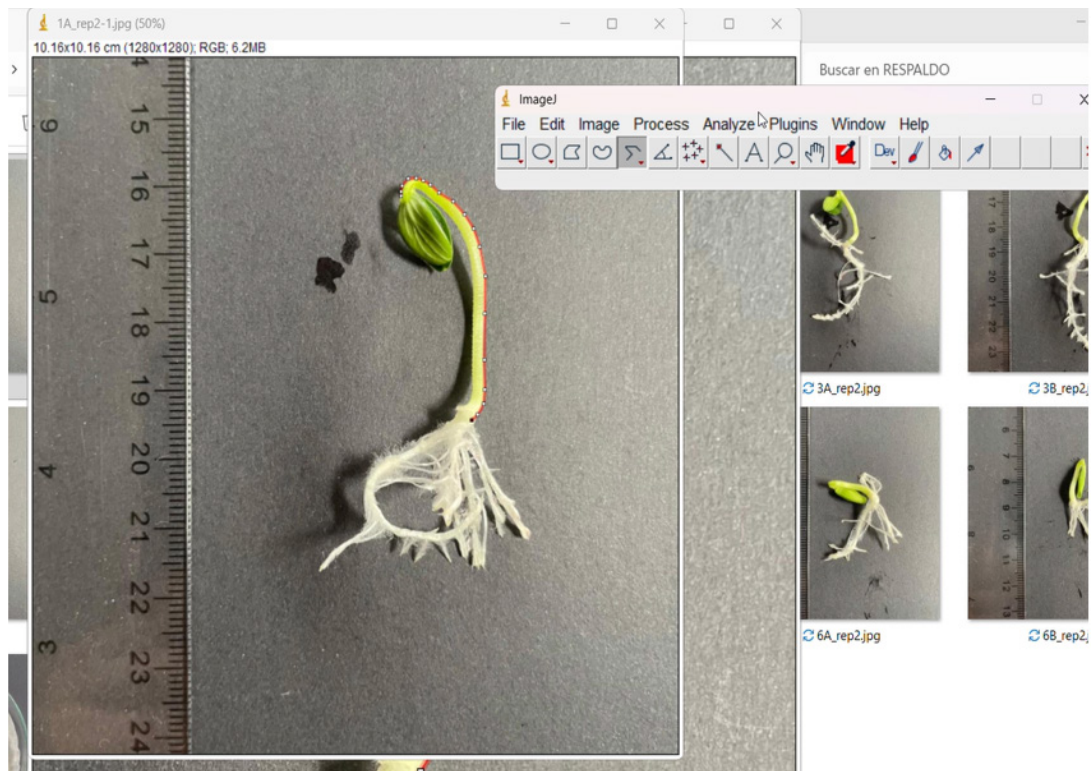


Figura 2. Uso de la herramienta Image J en la medición de la variable longitud del hipocótilo.

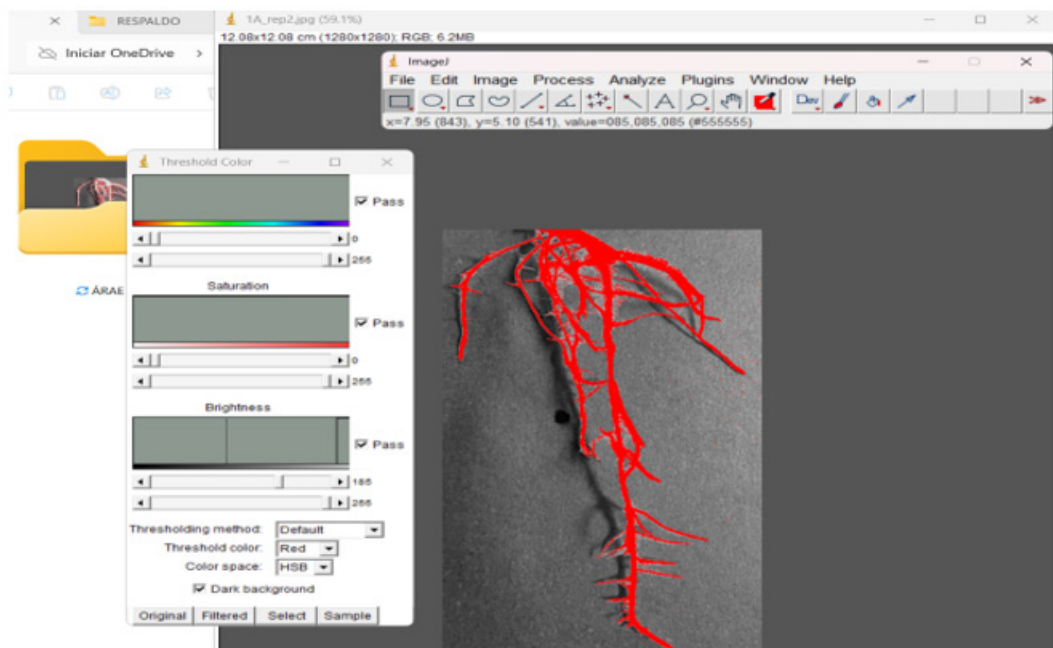


Figura 3. Uso de la herramienta Image J en la medición de la variable área proyectada del sistema radical.

Las mediciones se realizaron individualmente en cada plántula, de acuerdo con los procedimientos empleados para el análisis del crecimiento vegetal (Schneider et al., 2012). El peso seco se determinó a partir de la biomasa vegetal obtenida después de eliminar el contenido de agua de los tejidos mediante secado en horno hasta alcanzar una masa representativa de la materia seca producida. Debido a las características de cada especie, se establecieron condiciones específicas de temperatura y tiempo de secado.

Las plántulas de pepino se secaron a 65 °C durante 72 horas y posteriormente se pesaron, expresándose los resultados en gramos, de acuerdo con la metodología empleada por Abdelhameed y Shehata (2025). El procedimiento de pesaje se muestra en la Figura 4. En el caso del pimiento, las muestras se secaron a 80 °C durante 48 horas y el peso seco se determinó mediante una balanza analítica, expresándose los resultados en miligramos, según la metodología descrita por Singh et al. (2019).



Figura 4. Determinación del peso seco de las plántulas mediante pesaje de la biomasa vegetal.

El índice de vigor de plántulas I permitió estimar el vigor de las semillas mediante la integración del porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de las plántulas. Para su determinación se consideró el porcentaje de germinación final y la longitud total de la plántula, obtenida a partir de la suma de las longitudes del hipocótilo y la radícula. El índice (F 1) se calculó mediante la ecuación propuesta por Abdul-Baki & Anderson (1973):

$$SVI-I = GP \times LTP \text{ (F1)}$$

donde:

En la ecuación, GP corresponde al porcentaje de germinación y LTP a la longitud total de la plántula, expresada en centímetros y obtenida mediante la suma de las longitudes de la radícula y del hipocótilo. Los valores obtenidos se expresaron como índice de vigor basado en la longitud de las plántulas.

El índice de vigor de plántulas II permitió evaluar el vigor mediante la integración del porcentaje de germinación y la acumulación de materia seca durante las primeras etapas del desarrollo. Para su determinación se consideraron el porcentaje de germinación final y el peso seco de las plántulas. El índice se calculó mediante la siguiente ecuación (F2):

$$SVI-II = GP \times PSP \text{ (F2)}$$

En la ecuación, GP corresponde al porcentaje de germinación y PSP al peso seco de la plántula, expresado en gramos para el pepino y en miligramos para el pimiento. Los valores obtenidos se expresaron como índice de vigor basado en el peso seco de las plántulas.

La segunda fase experimental estuvo orientada a la evaluación del desarrollo vegetativo de las plántulas de pepino y pimiento. Para su establecimiento se utilizaron vasos plásticos de 10 onzas y cada unidad experimental estuvo conformada por 16 plantas. Antes de la siembra, las semillas se sometieron a un proceso de imbibición durante 24 horas en la solución correspondiente a cada tratamiento, con el propósito de favorecer la hidratación y la interacción inicial de los bioestimulantes con las semillas. El sustrato estuvo constituido por una mezcla de suelo procedente del área experimental y compost en proporción 1:1.

La siembra se realizó a una profundidad de 2 cm. Durante el desarrollo de las plántulas se efectuó un riego manual uniforme, procurando mantener una humedad adecuada del sustrato sin alcanzar condiciones de saturación. Las plantas de pepino y pimiento permanecieron bajo condiciones de iluminación natural y temperatura ambiente propias del sitio experimental.

La aplicación foliar de los tratamientos se inició a los 15 días después de la siembra y se repitió a intervalos de 15 días, para un total de tres aplicaciones realizadas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Las soluciones correspondientes a cada tratamiento se distribuyeron uniformemente sobre el follaje, procurando una cobertura homogénea de las plantas. El tratamiento testigo recibió agua mediante el mismo procedimiento y bajo las mismas condiciones de aplicación.

Las variables asociadas al crecimiento aéreo, correspondientes a la altura de la planta, el diámetro del tallo y el número de hojas, se evaluaron semanalmente. La primera medición se efectuó a los 14 días después de la siembra, antes de la primera aplicación foliar de los tratamientos, con el propósito de disponer de una medición inicial. Las evaluaciones posteriores se realizaron cada siete días y la medición final se efectuó una semana después de la tercera aplicación foliar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen del sistema radicular se determinó mediante una única medición al finalizar el periodo experimental, una vez extraídas las plantas, debido a que su cuantificación requirió la separación del sistema radical.

La altura de la planta, expresada en centímetros, se determinó midiendo la distancia desde la base o cuello de la planta, a nivel del sustrato, hasta el ápice del tallo principal o meristemo apical, mediante una regla milimetrada. El diámetro del tallo, también expresado en centímetros,

se midió con un calibrador Vernier a una altura fija de 5 cm desde la base del tallo, con el propósito de mantener un criterio uniforme de medición entre las plantas y los tratamientos.

El número de hojas activas se determinó mediante conteo directo, considerando únicamente las hojas verdaderas completamente expandidas y excluyendo los cotiledones. Para la medición de la altura de la planta, el diámetro del tallo y el número de hojas se tomaron como referencia los procedimientos descritos por Pico Alvarado et al. (2022).

El volumen del sistema radicular, expresado en mililitros, se determinó mediante el método de desplazamiento de agua. Una vez extraídas las plantas, las raíces se lavaron cuidadosamente para eliminar los residuos de sustrato y se secaron superficialmente antes de realizar la medición (Figura 5). Posteriormente, el sistema radical se sumergió en un cilindro graduado que contenía un volumen conocido de agua. El incremento registrado respecto al volumen inicial se consideró equivalente al volumen del sistema radicular de la planta. Este procedimiento permitió determinar directamente el volumen ocupado por las raíces y se realizó tomando como referencia metodologías empleadas en estudios de crecimiento vegetal (García et al., 2024).



Figura 5. Determinación del volumen radicular mediante el método de desplazamiento del volumen de agua.

CONCLUSIONES

Los procedimientos establecidos permiten evaluar de manera sistemática la respuesta del pepino y el pimiento

a la aplicación de bioestimulantes durante la germinación y el desarrollo vegetativo. La integración de variables como el porcentaje de germinación, las características morfológicas de las plántulas, el peso seco, los índices de vigor, la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y el volumen del sistema radicular proporciona una valoración integral de las principales respuestas asociadas al establecimiento y crecimiento inicial de ambos cultivos.

Asimismo, la combinación de mediciones directas y técnicas de análisis digital de imágenes favorece la obtención de información cuantificable y comparable entre tratamientos. La aplicación estandarizada de estos procedimientos constituye una base metodológica para determinar la respuesta de cada especie a diferentes productos y dosis de bioestimulantes y contribuir al establecimiento de criterios técnicos para su utilización en sistemas de producción hortícola.

REFERENCIAS

- Abdelhameed, R. E., & Shehata, R. S. (2025). From waste to resilience: Fish waste priming attenuates drought effects on cucumber seedlings via heightened osmoprotectants, antioxidant activity and metabolic stability. *BMC Plant Biology*, 25, Article 1652. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07568-6>
- Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13(6), 630–633. <https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x>
- García Batista, R. M. (2026). *Prácticas hortícolas eficientes y sostenibles que promuevan el desarrollo agroalimentario de la región* [Proyecto de investigación]. Universidad Técnica de Machala.
- García-Cano, C., Ferrández-Gómez, B., Jordá, J. D., Pablo, Ó., Cerdán, M., & Sánchez-Sánchez, A. (2024). Enhanced growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.) through amino acids and seaweed extracts for the use in organic agriculture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 44, 3205–3218. <https://d-nb.info/1359046712/34>
- International Seed Testing Association. (2018). *International rules for seed testing*. <https://objectstorage.ap-dcc-gazipur-1.oraclecloud15.com/n/axvjbnqprylg/b/V2Ministry/o/office-sca/2024/12/a3bfa087ca3145e29d-f91c95d0bbe0c.pdf>
- Kameswara Rao, N., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2006). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma* (Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8). Bioversity International. https://genebanks.cgiar.org/wp-content/uploads/2010/06/genebankmanual8_spa.pdf

- Kano-Nakata, M., Inukai, Y., Wade, L. J., Siopongco, J. D. L. C., & Yamauchi, A. (2011). Comparison of threshold algorithms for automatic image processing of rice roots using freeware ImageJ. *Field Crops Research*, 121(3), 460–463. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.01.015>
- Kumar, K. K. R., Blomberg, J., & Björklund, S. (2025). The role of mediator subunit MED7 in *Arabidopsis* development. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1542950. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1542950>
- Pico Alvarado, D. B., Ardisana, H. E., Torres García, C. A., & Fosado Téllez, O. A. (2022). Efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento en cuatro híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana*, 9(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v9i1.139>
- Sabety, J., Serrano, A., & Khan, A. (2024). A root system architecture measurement pipeline for apple rootstocks. *The Plant Phenome Journal*, 7(1), e70011. <https://doi.org/10.1002/ppj2.70011>
- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Sedghi, M. (2025). Integrated evaluation of seed germination performance using classical and complementary metrics under abiotic stress. *Scientific Reports*, 15, 41880. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-25806-7>
- Singh, S., Bharat, N. K., Singh, H., Kumar, S., Jakhar, S., & Vijay. (2019). Effect of hot water treatment of seeds on seed quality parameters and seedling growth parameters in bell pepper (*Capsicum annuum*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 89(1), 133–137. <https://doi.org/10.56093/ijas.v89i1.86194>
- Sushabrata, P., Dey, S., & Kundu, R. (2021). Seed priming: An emerging tool toward sustainable agriculture. *Plant Growth Regulation*, 97(2), 215–234. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00761-1>
- Tipán-Torres, H. C., & Reyes-Pérez, J. J. (2025). *Cultivo de pepino (Cucumis sativus L.): Respuestas morfoagronómicas y aplicaciones de nanopartículas de quitosano*. Sophia Editions.

Declaración ética:

El estudio se desarrolló de acuerdo con los principios de integridad y buenas prácticas de la investigación científica. No involucró la participación de seres humanos ni la experimentación con animales. Los procedimientos se realizaron garantizando el rigor metodológico, el manejo responsable de los materiales y la transparencia en el registro y tratamiento de la información.

Conflicto de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Eliana Lizeth Villacis-González, Rigoberto Miguel García-Batista, Andy Marcelo Guazha-Saquipay: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.