

## Efecto

de VIUSID® Agro en *Capsicum chinense* Jacq.: acortamiento del ciclo de producción de plántulas

*Effect of VIUSID® Agro on Capsicum chinense Jacq.: shortening of the seedling production cycle*

Recibido: 11/05/26  
Aceptado: 13/06/26  
Publicado: 16/06/26

Carlos José Bécquer Granados<sup>1\*</sup>

E-mail: [cibecquerg@gmail.com](mailto:cibecquerg@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5738-7838>

Yailin Leyés González<sup>2</sup>

E-mail: [yailinleye@gmail.com](mailto:yailinleye@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4234-5730>

Kolima Peña Calzada<sup>2</sup>

E-mail: [kolimapena@gmail.com](mailto:kolimapena@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4883-4293>

<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spiritus. Sancti Spiritus. Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Sancti Spiritus, "José Martí Pérez", Sancti Spiritus, Cuba.

\*Autor para correspondencia

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Bécquer Granados, C. J., Leyés González, Y. y Peña Calzada, K. (2026). Efecto de VIUSID® Agro en *Capsicum chinense* Jacq.: acortamiento del ciclo de producción de plántulas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 14, e838. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/838>

### RESUMEN

Se evaluó el efecto del bioestimulante VIUSID® Agro sobre la germinación y el desarrollo temprano de plántulas de ají cachucha (*Capsicum chinense* Jacq.), durante los primeros 30 días posteriores a la siembra en condiciones de semillero. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con siete tratamientos y 10 repeticiones. Se utilizaron cinco dosis de VIUSID® Agro (0.5, 1, 1.5, 2 y 3 ml L<sup>-1</sup>), un control absoluto (agua) y un testigo fertilizado. Se midieron variables de germinación, crecimiento de plántula, índice de vigor y contenido de clorofila (SPAD). Los resultados mostraron que VIUSID® Agro mejoró significativamente todos los indicadores evaluados en comparación con el control absoluto. La dosis de 3 ml L<sup>-1</sup> fue la más eficiente, con incrementos en la germinación acumulada (57.4 %), así como en longitud de raíz principal, índice de vigor y contenido de clorofila, con respecto al control. La dosis de 0.5 ml L<sup>-1</sup> destacó por reducir el tiempo promedio de germinación en aproximadamente un día y aumentar el índice de velocidad de germinación. Los resultados que se obtuvieron hasta los 30 días después de la siembra (DDS) permitieron inferir que VIUSID® Agro tuvo un potencial significativo para acortar el periodo de semillero del ají cachucha. Se concluyó que la aplicación de VIUSID® Agro, especialmente a dosis de 3 ml L<sup>-1</sup>, mejoró sustancialmente la germinación, el crecimiento y la calidad de las plántulas de *C. chinense* var. Cachucha, y constituyó una alternativa tecnológica viable y sostenible para la producción de semilleros en el contexto de la agricultura cubana.

### Palabras clave:

Ají Cachucha, Bioestimulante, Germinación, VIUSID® Agro.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the biostimulant VIUSID® Agro on germination and early seedling development of Cachucha pepper (*Capsicum chinense* Jacq.), during the first 30 days after sowing under nursery conditions. A full randomized design, with seven treatments and ten replications was used. Five doses of VIUSID® Agro (0.5, 1, 1.5, 2, and 3 ml L<sup>-1</sup>), an absolute control (water), and a fertilized control were used. Germination variables, seedling growth, vigor index, and chlorophyll content (SPAD) were measured. Results showed that VIUSID® Agro application significantly improved all evaluated indicators compared to the absolute control. The 3 ml L<sup>-1</sup> dose was the most efficient, with increases in accumulated germination (57.4 %), in main root length, in vigor index, and in chlorophyll content relative to the control. The 0.5 ml L<sup>-1</sup> dose stood out for reducing mean germination time by approximately one day and increasing germination speed index. The results obtained up to 30 days after sowing (DAS) allowed inferring that VIUSID® Agro had significant potential to shorten the nursery period of 'Cachucha' pepper. It is concluded that the application of VIUSID® Agro, especially at 3 ml L<sup>-1</sup> dose, substantially improved germination, growth, and quality of *C. chinense* var. Cachucha seedlings, and constituted a viable and sustainable technological alternative for nursery production in the context of Cuban agriculture.

### Keywords:

Biostimulant, Cachucha Pepper, Germination, VIUSID® Agro.

## INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* (familia Solanaceae) constituye uno de los grupos de hortalizas de mayor relevancia económica, social y cultural a nivel mundial, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales de América (Bosland & Votava 2012). En Cuba, *C. chinense* Jacq., adquiere una relevancia particular a través de la variedad local conocida como ají cachucha (Barrios *et al.* 2004).

Para *C. chinense*, el periodo en semillero suele extenderse de 15 a 25 días y una fase de crecimiento de plántula que alcanza de 45 a 60 días hasta alcanzar el estado óptimo para trasplante (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura-INTAGRI 2022). Esta lentitud en la germinación y desarrollo inicial representa un desafío importante para los productores, especialmente en sistemas de agricultura urbana y familiar, donde se busca optimizar el uso del tiempo y los recursos.

Dentro de este contexto, las primeras etapas del semillero (germinación y desarrollo inicial de la plántula), son determinantes para el éxito del cultivo. Investigaciones en diversas especies hortícolas demuestran que una emergencia rápida y uniforme, así como un adecuado desarrollo durante los primeros 30 días posteriores a la siembra, se correlacionan positivamente con la calidad final de las plántulas y con un mejor establecimiento en el campo después del trasplante (Montaño 2000). Por tanto, la evaluación en esta ventana temporal permite generar información valiosa sobre los efectos potenciales de bioestimulantes en el acortamiento del ciclo total en semillero.

Los bioestimulantes surgen como una herramienta prometedora dentro del marco de la agricultura sostenible, ofreciendo la posibilidad de estimular procesos fisiológicos clave en las etapas iniciales del desarrollo vegetal (Rouphael & Colla 2020, Du Jardin 2015). Entre estos bioestimulantes, VIUSID® Agro presenta una formulación que comprende aminoácidos, vitaminas y minerales y se basa en un proceso biocatalítico de activación molecular, el cual ayuda en la actividad biológica y la reactividad bioquímica de todas sus moléculas, lo cual estimula el metabolismo energético desde las primeras etapas del desarrollo (Peña-Calzada *et al.* 2025).

Diversos estudios documentan efectos positivos de VIUSID® Agro en cultivos hortícolas (Peña-Calzada *et al.* 2018, Peña-Calzada *et al.* 2023, Pérez-Fernández *et al.* 2022, Galvez *et al.* 2021). Sin embargo, hasta la fecha, la literatura científica indexada sobre la aplicación específica de VIUSID® Agro en *Capsicum* no arroja resultados.

Por todo lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto del bioestimulante VIUSID® Agro sobre la germinación y el desarrollo temprano de plántulas de *C. chinense* var. Cachucha durante los primeros 30 días posterior a la siembra en condiciones de semillero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área experimental: La investigación se desarrolló en Jatibonico, en un huerto familiar urbano de una vivienda, con coordenada 21.9428148 N-79.1701161

W. Las bandejas plásticas, se colocaron sobre una mesa de cemento, en la cual se fabricó un tapado rústico. La precipitación pluvial acumulada fue de 60.0 mm (pluviómetro 732 de la Oficina Municipal de la Agricultura de Jatibonico).

Temperatura ambiental: La temperatura promedio fue de  $\pm 27.5$  oC.

Humedad relativa: La humedad relativa promedio fue de 75/85 %.

Tipo y tamaño de bandeja: Se utilizaron 2 bandejas de poli-espuma de 60 pozuelos cada una, con 50 g de capacidad de sustrato/pozuelo.

Luz: Las bandejas se mantuvieron bajo luz natural, con fotoperiodo de 11 h luz/13 h oscuridad (Maplogs 2026).

Características del sustrato: Se utilizó un sustrato, que se elaboró con un 40% de materia orgánica, 40% de suelo pardo, sin diferenciación de carbonatos, y 20% de arena de río (Na: 0.12 cmol kg<sup>-1</sup>, K: 0.43 cmol kg<sup>-1</sup>, Ca: 12 cmol kg<sup>-1</sup>, Mg: 2.3 cmol kg<sup>-1</sup>, P: 261 mg kg<sup>-1</sup>, M.O.: 5.11 %, pH [H<sub>2</sub>O]: 7.1).

### Material biológico que se utilizó:

Ají Cachucha (*Capsicum chinense* Jacq.): Las semillas las suministró la Oficina de la Agricultura Urbana de Jatibonico, a las cuales se les realizó una prueba de germinación inicial, con un 80 % de germinación total de las semillas puras germinables.

Bioestimulante VIUSID® Agro: Bioestimulante de origen sintético, con una combinación de vitaminas del complejo B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>) y ácido ascórbico (vitamina C), suministrado por la Universidad José Martí Pérez, de Sancti Spiritus (UNISS). Se aplicó en diferentes concentraciones, con lo cual se embebieron las semillas.

### Procedimiento experimental:

El experimento se realizó en los meses de enero-febrero (28 de enero-28 de febrero) del 2026. Para la aplicación del bioestimulante, se utilizaron frascos de cristal para las diluciones, así como una pipeta de cristal, de 1 ml de capacidad volumétrica. Se regó diariamente con 15 ml H<sub>2</sub>O en cada pozuelo. El bioestimulante VIUSID® Agro se aplicó en las semillas por imbibición, por un tiempo de 3 h antes de la siembra.

Diseño experimental y análisis estadístico: El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con 7 tratamientos y 10 repeticiones, para un total de 10 pozuelos por tratamiento y 70 pozuelos en cada unidad experimental (2 unidades experimentales en total, con 140 pozuelos). Para los datos de conteo de dígitos se consideró que su distribución no fue normal, por lo que se llevó a cabo la transformación ( $\sqrt{[0,5+x]}$ ) para acercar dichos datos a una distribución normal, así como para los datos porcentuales ( $2\arccos(\sqrt{[x/200]})$ ). Una vez comprobados los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para la aplicación de pruebas paramétricas, se realizó un análisis de ANOVA unifactorial y las diferencias entre medias se determinaron por la prueba *post hoc* de Tukey (P<0.05). Se

utilizó el programa StatGraphics Centurion XVI (Stat Point Technologies 2010).

*Los tratamientos utilizados fueron:*

Control Absoluto (C.A.), testigo fertilizado (T.F.), 0.5 ml VIUSID® Agro por L H<sub>2</sub>O (0.5 ml L<sup>-1</sup>), 1.0 ml VIUSID® Agro por L H<sub>2</sub>O (1 ml L<sup>-1</sup>), 1.5 ml VIUSID® Agro por L H<sub>2</sub>O (1.5 mL L<sup>-1</sup>), 2 ml VIUSID® Agro por L H<sub>2</sub>O (2 ml L<sup>-1</sup>) y 3.0 ml VIUSID® Agro por L H<sub>2</sub>O (3 ml L<sup>-1</sup>).

Testigo fertilizado con el producto Ultrasol® Inicial (1.0 g 100 ml<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O), en dosis de 5 ml por pozuelo. Este producto está compuesto por N 15 %, P 30 %, K 15 %, con un 100 % de solubilidad en H<sub>2</sub>O (Fertimax 2026).

*Variables que se midieron:*

Germinación acumulada final (GAF, %. Datos transformados por  $\arcsen\sqrt{[x/200]}$ ), a los 13, 16, 19 y 22 días después de la siembra (DDS), según la fórmula (Ede *et al.* 2015): Donde: NSG: Número de semillas germinadas NSS: Número de semillas sembradas

Índice de velocidad de germinación (IVG, sin dimensiones), según Terry *et al.* (2014): Donde: *ni*: Número de semillas germinadas en *t<sub>i</sub>*. *t<sub>i</sub>*: Tiempo transcurrido desde la siembra.

Tiempo promedio de germinación (TPG, días), según la fórmula (Gordon 1971): Donde: *t<sub>i</sub>*: Tiempo transcurrido desde la siembra. *ni*: Número de semillas germinadas en *t<sub>i</sub>*.

Eficiencia de utilización del bioestimulante, sobre la base de la germinación acumulada final (EUBGAF, %), así como sobre la base de la longitud del tallo prominente (EUBLTP, %), según la fórmula adaptada de Santillana *et al.* (2012):

Donde: TBE: tratamiento bioestimulado, CA: control absoluto. Se calculó numéricamente el porcentaje de cambio de cada tratamiento con aplicación de VIUSID® Agro, respecto al control absoluto. A diferencia de las variables que sirvieron de base para dicho cálculo (GAF y LTP), a este índice porcentual no se le aplicó análisis de varianza, dado que su naturaleza es descriptiva y holística, no inferencial.

Longitud del tallo prominente (LTP, cm): Se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice del tallo, excluyendo los cotiledones. Se realizó desde los 22 DDS, hasta los 30 DDS.

Longitud de raíz principal (LRP, cm): Se determinó al medir desde el cuello de la raíz hasta el extremo de la raíz principal. Se realizó a los 30 DDS. Esta variable es un indicador de la capacidad de exploración y anclaje de la plántula.

Índice de vigor (IV, sin dimensiones): Se calculó la relación entre la longitud del tallo prominente, la longitud de la raíz principal y el porcentaje de germinación acumulada final. Donde: LTP: longitud del tallo prominente (cm), LRP: longitud de raíz principal (cm), PGAF: Porcentaje de germinación acumulada final (datos transformados por  $\arcsen\sqrt{[x/200]}$ ).

Contenido de clorofila en hojas (CCI, SPADS planta<sup>-1</sup>): Se midió a los 30 DDS, de manera no destructiva, mediante un medidor portátil de clorofila, que proporcionó valores relativos asociados al contenido de clorofila en las hojas.

**RESULTADOS-DISCUSIÓN**

Germinación acumulada final (%), datos transformados por  $\arcsen\sqrt{[x/200]}$ :

En la figura 1, los datos transformados por  $\arcsen\sqrt{[x/200]}$ , mostraron que la germinación acumulada final a los 13 días después de la siembra (DDS), no presentó diferencias entre tratamientos, mientras que a los 16 DDS, solo el testigo fertilizado (0.65) y el tratamiento de 0.5 ml L<sup>-1</sup> (0.553), presentaron valores superiores (P<0.01) con respecto al control absoluto (C.A.). Sin embargo, a los 19 DDS todos los tratamientos inoculados, así como el testigo fertilizado (T.F.) fueron superiores (P<0.001) a C.A. (0.40). A los 22 DDS, C.A. también presentó el valor más bajo, mientras que T.F. alcanzó 0.679. Todos los tratamientos con VIUSID® Agro superaron (P<0.001) a C.A., aunque el tratamiento de 3 ml L<sup>-1</sup> fue el que mostró el mejor comportamiento (0.669).

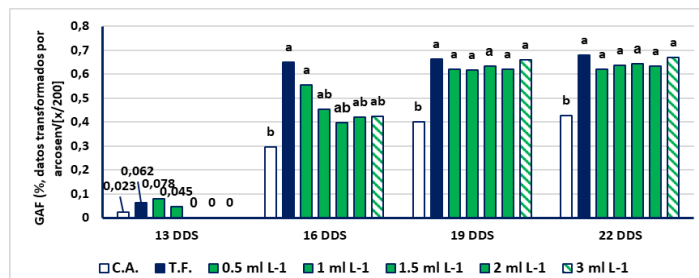


Fig. 1: Germinación acumulada final (%), datos transformados por  $\arcsen\sqrt{[x/200]}$ , a los 13 DDS (NS), 16 DDS (D.E.: 0.194208, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*), 19 DDS (D. E.: 0,148168; letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*) y 22 DDS (D. E.: 0,143030; letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (P<0,05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

Los resultados demostraron que la aplicación de VIUSID® Agro incrementa significativamente la germinación acumulada de *Capsicum chinense* en comparación con el control absoluto, a partir de los 19 DDS. Este efecto positivo de los bioestimulantes sobre la germinación coincide con Sariñana-Navarrete *et al.* (2024), quienes consideraron que el priming con selenio y bioestimulación en semillas de jalapeño (*Capsicum annuum* Jacq.), logra porcentajes de germinación superiores al 80 % en todas las concentraciones que se midieron.

Por otra parte, Garruña-Hernández *et al.* (2014), en un experimento con semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), reportaron que la aplicación de bioestimulantes tuvo impacto positivo en la germinación (81 %) y la emergencia (86 %), con respecto al control. También, Hernández *et al.* (2019), al aplicarle ácido indolacético a semillas de *C. annuum*, notaron que el porcentaje de germinación fue superior al control absoluto. Asimismo, Vera Rodríguez *et al.* (2024) documentaron que la inoculación con microorganismos bioestimulantes, especialmente *Azospirillum brasilense*, mejoró significativamente la germinación de semillas de pimiento híbrido.

*Utilización eficiente del bioestimulante, sobre la base de la germinación acumulada final (UEBGAF, %):*

La utilización eficiente del bioestimulante sobre la base de la germinación acumulada final (Fig. 2), fue máxima en el tratamiento de 3 ml L<sup>-1</sup> (57,4 %), seguido por 1.5 ml L<sup>-1</sup> y 1 ml L<sup>-1</sup>.

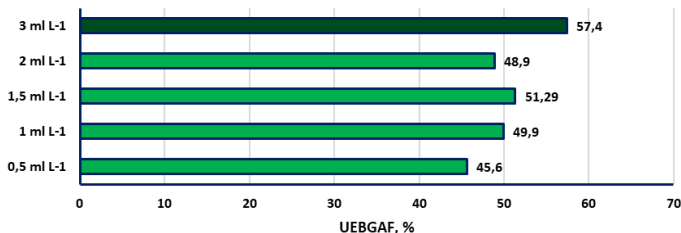


Fig. 2: Utilización eficiente del bioestimulante sobre la base de la germinación acumulada final, %.

Nota: Se calculó numéricamente el porcentaje de cambio de cada tratamiento con aplicación de VIUSID® Agro, respecto al control absoluto. No se le aplicó análisis de varianza (variable descriptiva y holística, no inferencial).

Es posible que el mecanismo subyacente al incremento de la germinación con respecto al control, se relacionó con la composición rica en aminoácidos de VIUSID® Agro, particularmente ácido aspártico, arginina, glicina y triptófano. Según Peña-Calzada *et al.* (2025), estos aminoácidos actuaron como precursores del ciclo del ácido tricarboxílico y participaron en la síntesis de nucleótidos de diversos cultivos, lo que movilizó las reservas energéticas durante la formación de la semilla y activó el metabolismo del embrión durante la germinación.

La mayor eficiencia que se observó con la dosis de 3 ml L<sup>-1</sup>, sugiere una respuesta dosis-dependiente.

*Índice de velocidad de germinación (IVG, sin dimensiones):*

El índice de velocidad de germinación (Fig. 3), mostró diferencias significativas (P<0.01) entre tratamientos. El control absoluto (C.A.) presentó el valor más bajo (0.21), mientras que el testigo fertilizado (T.F.) alcanzó 0.43. Entre los tratamientos con VIUSID® Agro, el de 0.5 ml L<sup>-1</sup> mostró el valor más alto (0,48), seguido por 3 ml L<sup>-1</sup> y 1 ml L<sup>-1</sup>, con los que compartió letras. Los tratamientos de 1.5 ml L<sup>-1</sup> y 2 ml L<sup>-1</sup> presentaron valores intermedios sin diferencias significativas con respecto a los mejores tratamientos.

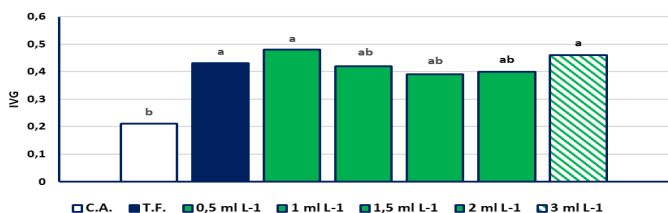


Fig. 3: Índice de velocidad de germinación (D. E.: 0,162676; letras diferentes indican diferencias significativas\*\*). Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (P<0,05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

El incremento que se observó con la aplicación de VIUSID® Agro, particularmente a la dosis de 0.5 ml L<sup>-1</sup>, indicó que este bioestimulante acelera el proceso germinativo de las semillas de *C. chinense*. Este efecto es de gran relevancia práctica, ya que la velocidad de germinación es un indicador clave de la calidad del lote de semillas y del potencial de establecimiento del cultivo.

Sariñana-Navarrete *et al.* (2024) reportaron que la bioestimulación con nanopartículas de selenio favorece una mayor germinación diaria en el quinto día, en comparación con el sexto día en el control, lo que evidencia el potencial de los bioestimulantes para acelerar la emergencia en especies de *Capsicum*.

Según Peña-Calzada *et al.* (2025), el ácido aspártico jugó un papel fundamental en la movilización de reservas energéticas durante la formación de la semilla, mientras que la arginina activa rutas metabólicas esenciales y regula la transcripción de genes relacionados con el crecimiento temprano.

Estos hallazgos coinciden con lo documentado por Vidak *et al.* (2024), quienes demostraron que la aplicación de bioestimulantes a base de calcita durante la temporada de crecimiento tiene un efecto estadísticamente significativo positivo en la tasa de germinación media y el índice de germinación en pimiento dulce.

*Tiempo promedio de germinación (TPG, días):*

El tiempo promedio de germinación (Fig. 4), varió significativamente (P<0.05) entre tratamientos. El control absoluto (C.A.) presentó el mayor valor (16.58), mientras que el tratamiento con VIUSID® Agro a 0.5 ml L<sup>-1</sup> mostró el menor tiempo (15.57). El tratamiento con fertilizante químico (T.F.) alcanzó 15.83, y las dosis a 1 ml L<sup>-1</sup>, 1.5 ml L<sup>-1</sup>, 2 ml L<sup>-1</sup> y 3 ml L<sup>-1</sup> presentaron valores intermedios, sin diferencias entre estos.

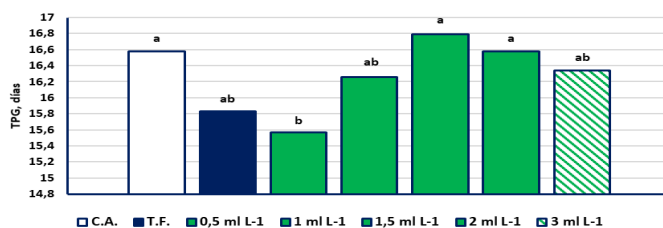


Fig. 4: Tiempo promedio de germinación (Días, D. E.: 1,00368; letras diferentes indican diferencias significativas\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (p<0.05). Los asteriscos indican: \*(p<0.05), \*\*(p<0.01), \*\*\*(p<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

La reducción en el tiempo promedio de germinación con la dosis de 0.5 ml L<sup>-1</sup> de VIUSID® Agro (aproximadamente 1 día menos que el control) representa una ventaja significativa en la producción de plántulas. Sosa-Pech *et al.* (2019) documentaron efectos similares en *Capsicum chinense* inoculado con *Bacillus* spp., una bacteria rizosférica benéfica, donde el tiempo promedio de germinación se reduce significativamente en comparación con el control.

Un menor tiempo de germinación se traduce en una mayor uniformidad del lote y una reducción en la exposición a patógenos del suelo durante la fase más susceptible.

Este efecto podría estar asociado a la capacidad de los aminoácidos presentes en VIUSID® Agro para actuar como agentes quelatantes de micronutrientes esenciales (Fe, Mn, Zn), lo cual facilita su absorción y activación enzimática durante las primeras etapas del desarrollo. Peña-Calzada *et al.* (2025) destacaron que dichos aminoácidos influyen favorablemente en la transcripción de genes relacionados con la arginina descarboxilasa, la sintasa de óxido nítrico y la ornitina aminotransferasa, todos ellos involucrados en la regulación del crecimiento temprano.

**Longitud del tallo prominente (LTP, cm):**

En la longitud del tallo prominente (Fig. 5), se observaron diferencias significativas superiores en los tratamientos inoculados, así como en el testigo fertilizado, con respecto al control absoluto (C.A.). A los 30 DDS, C.A. presentó la menor longitud (3.21), mientras que el tratamiento a 3 ml L<sup>-1</sup> alcanzó la mayor longitud (4.0) (P<0.001). El tratamiento con fertilizante químico (T.F.) y las dosis de 0.5 ml L<sup>-1</sup>, 1 ml L<sup>-1</sup> y 1.5 ml L<sup>-1</sup> mostraron valores intermedios sin diferencias significativas entre sí.

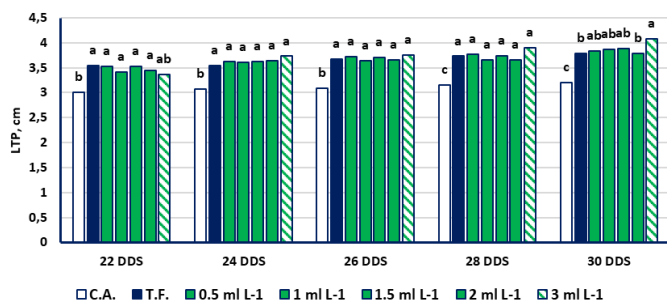


Fig. 5: Longitud del tallo prominente (cm), a los 22 DDS (D.E.: 0.353653, letras diferentes indican diferencias significativas\*), 24 DDS (D.E.: 0.314795, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*), 26 DDS (D.E.: 0.35068, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*) y 30 DDS (D.E.: 0.343442, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*) y 30 DDS (D.E.: 0.337202, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (p<0.05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

El incremento en la longitud del tallo que se observa con la aplicación de VIUSID® Agro, especialmente a la dosis de 3 ml L<sup>-1</sup>, evidenció el efecto promotor del crecimiento de este bioestimulante en la fase de semillero de *C. chinense*, lo cual puede influir en la edad de trasplante de las plántulas. Este resultado se debe tener en consideración para fases posteriores el cultivo, ya que Montaña (2000), al evaluar el efecto de la edad de trasplante de *C. chinense* (ají dulce), en el rendimiento posterior de frutos, comprobó que la edad de trasplante influyó en el rendimiento.

También, este resultado es consistente con lo que reportan Peña-Calzada *et al.* (2023), de que VIUSID® Agro mejora el crecimiento de los cultivos, aumenta la acumulación de

biomasa y modula la fotosíntesis en una amplia gama de especies vegetales.

**Eficiencia de la utilización del bioestimulante sobre la base de longitud del tallo prominente a los 30 DDS (UEBLTP, %):**

En la figura 6, la utilización eficiente del bioestimulante sobre la base de la longitud del tallo a los 30 DDS, fue máxima en el tratamiento de 3 ml L<sup>-1</sup> (29.11 %), seguido por 1.5 ml L<sup>-1</sup> y 1 ml L<sup>-1</sup>.

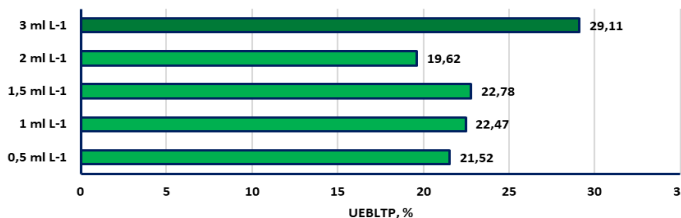


Fig. 6: Eficiencia de la utilización del bioestimulante sobre la base de longitud del tallo prominente (30 DDS), %.

Nota: Se calculó numéricamente el porcentaje de cambio de cada tratamiento con aplicación de VIUSID® Agro, respecto al control absoluto. No se le aplicó análisis de varianza (variable descriptiva y holística, no inferencial).

El mecanismo subyacente de este resultado, podría relacionarse con el papel de los aminoácidos de VIUSID® Agro en la regulación del crecimiento vegetal, al igual que en la germinación. Según Peña-Calzada *et al.* (2025), la arginina presente en VIUSID® Agro mejora la utilización del carbono, activa rutas metabólicas esenciales y regula al alza genes relacionados con carotenoides y lípidos, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la partición de fotosimilados hacia el crecimiento vegetativo.

**Longitud de la raíz principal a los 30 DDS (LRP, cm):**

La longitud de la raíz principal (Fig. 7), mostró diferencias altamente significativas (P<0.001) entre tratamientos. El control absoluto (C.A.) presentó el valor más bajo, mientras que el tratamiento con VIUSID® Agro a 3 ml L<sup>-1</sup>, alcanzó la mayor longitud (5.49 cm) y compartió letras con 0.5 ml L<sup>-1</sup>, 1 ml L<sup>-1</sup> y T.F. Los tratamientos a 1.5 ml L<sup>-1</sup> y 2 ml L<sup>-1</sup> fueron superiores al control absoluto, pero inferiores al de 3 ml L<sup>-1</sup>.

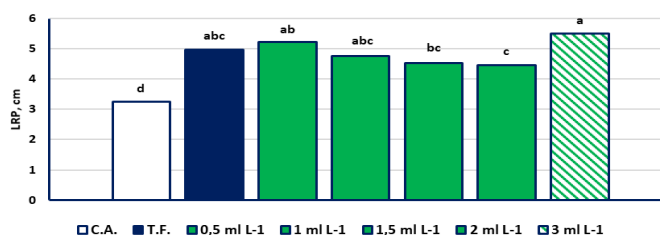


Fig. 7: Longitud de la raíz principal a los 30 DDS (cm, D.E.: 1.01392, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (p<0.05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

El notable incremento en la longitud de la raíz principal (hasta un 69 % superior al control) con la aplicación de VIUSID® Agro, particularmente a dosis de 3 ml L<sup>-1</sup> y 0.5 ml L<sup>-1</sup>, demostró el efecto superior de este bioestimulante sobre el desarrollo radicular. Este resultado es de gran importancia agronómica, ya que un sistema radicular más desarrollado en la fase de semillero, favorece una mejor absorción de agua y nutrientes, así como un establecimiento más rápido después del trasplante. Sariñana-Navarrete *et al.* (2024) reportaron que la bioestimulación con selenio mejoró significativamente la longitud de la radícula en ají jalapeño, con respuestas de estimulación a concentraciones bajas de selenio.

La respuesta positiva que se observó puede atribuirse a la presencia de aminoácidos específicos en VIUSID® Agro que actúan como precursores de fitohormonas y reguladores del crecimiento. Según Peña-Calzada *et al.* (2025), la arginina es precursora de poliaminas, compuestos que juegan un papel crucial en la división celular, la elongación radicular y la respuesta al estrés.

Torres-Jaramillo y Lazo (2025), en estudios previos en otras especies de *Capsicum*, documentaron respuestas similares con la aplicación de otros bioestimulantes elaborados a base del alga *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum* sp. y giberelinas, lo que valida los hallazgos del presente estudio.

#### Índice de Vigor (IV, sin dimensiones):

En la figura 8, el índice de vigor, que integra la calidad de la plántula, mostró valores significativamente diferentes (P<0.01) entre el control absoluto (C.A.), con el valor más bajo (2.16), y el tratamiento con VIUSID® Agro a 3 ml L<sup>-1</sup> (7.42). A su vez, este último tratamiento no presentó diferencias con el testigo fertilizado (T.F.), ni con el resto de los tratamientos inoculados.

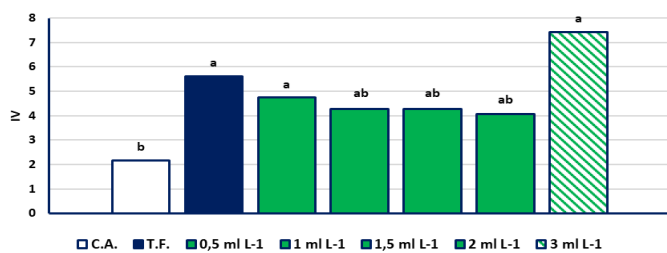


Fig. 8: Índice de vigor (D.E.: 2.00865, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (p<0.05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

El incremento sustancial en el índice de vigor de las plántulas tratadas con VIUSID® Agro (hasta un 243 % superior al control) evidenció el efecto integral de este bioestimulante sobre la calidad de las plántulas de *C. chinense*. Sariñana-Navarrete *et al.* (2024) documentaron que el priming con selenio mejora significativamente el índice de vigor de las plántulas de jalapeño, y atribuyen este efecto a la activación de mecanismos antioxidantes y al mejoramiento del estado nutricional de las plántulas.

Este resultado pudo explicarse por la acción sinérgica de los componentes de VIUSID® Agro. Según Peña-Calzada *et al.* (2025), los aminoácidos presentes en VIUSID® Agro (ácido aspártico, arginina, glicina y triptófano) influyen y modulan diversos procesos fisiológicos y bioquímicos dentro de las células vegetales, lo que incluye la mejora de las defensas antioxidantes enzimáticas y el mantenimiento de la homeostasis iónica.

La dosis de 3 ml L<sup>-1</sup> fue claramente superior, y sugirió una respuesta dosis-dependiente para esta variable, similar a lo que informaron Abbas *et al.* (2022), que la aplicación de 1.5 L ha<sup>-1</sup> de VIUSID® Agro incrementó significativamente el rendimiento de grano en trigo.

#### Contenido de clorofila en hojas a los 30 DDS (CCI, SPADS planta-1):

El contenido de clorofila en hojas (Fig. 9), mostró diferencias significativas (P<0.001) entre tratamientos. El control absoluto (C.A.) presentó el valor más bajo (27.05), mientras que el tratamiento con VIUSID® Agro a 3 ml L<sup>-1</sup> alcanzó el valor más alto (40.01) con respecto al resto de los tratamientos, excepto a 1.5 ml L<sup>-1</sup> y 2 ml L<sup>-1</sup>, con los cuales compartió letras. El tratamiento con fertilizante químico (T.F.) fue similar estadísticamente a los tratamientos a dosis de 1 ml L<sup>-1</sup>, 1,5 ml L<sup>-1</sup> y 2 ml L<sup>-1</sup>.

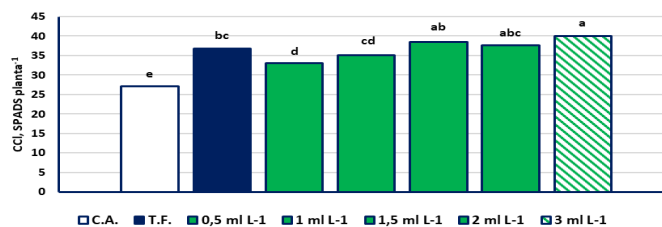


Fig. 9: Contenido de clorofila en hojas a los 30 DDS (SPADS planta-1, D.E.: 4.49976, letras diferentes indican diferencias significativas\*\*\*).

Nota: Se utilizó ANOVA y la prueba post hoc de Tukey (p<0.05). Los asteriscos indican: \*(P<0.05), \*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001), NS (no significativo). Los tratamientos se señalan debajo del gráfico en su orden consecutivo en las barras.

El incremento en el contenido de clorofila que se observa con la aplicación de VIUSID® Agro, especialmente a la dosis de 3 ml L<sup>-1</sup>, indicó una mejora en la capacidad fotosintética de las plántulas. En este sentido, Peña-Calzada *et al.* (2025) destacaron que los aminoácidos tienen una influencia quelatante sobre macronutrientes como el magnesio, lo que regula más fácilmente la absorción y transferencia de todos los tipos de nutrientes dentro de la planta. Según Henderson *et al.* (2025), los aminoácidos como glicina y glutamato, están directamente relacionados con la síntesis de clorofila.

La dosis de 3 ml L<sup>-1</sup> mostró el mayor contenido de clorofila, lo cual coincide con Abbas *et al.* (2022), quienes afirmaron que niveles crecientes de VIUSID® Agro (hasta 1.5 L ha<sup>-1</sup>) incrementan significativamente el contenido de proteína, carbohidratos y azúcares totales en granos de trigo, lo que sugiere una mejora en la eficiencia fotosintética global del cultivo.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación de VIUSID® Agro, especialmente a dosis de 3 ml L<sup>-1</sup>, mejora sustancialmente la germinación, el crecimiento y la calidad de las plántulas de *Capsicum chinense* var. Cachucha, y constituye una alternativa tecnológica viable y sostenible para la producción de semilleros en el contexto de la agricultura cubana. Por otra parte, los resultados que se obtienen hasta los 30 DDS, permiten inferir que VIUSID® Agro tiene un potencial significativo para acortar el periodo de semillero del ají cachucha, hipótesis que debe validarse en estudios con seguimiento hasta el trasplante.

### Conflicto de Intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### Contribuciones de los autores:

Carlos José Bécquer Granados: Conceptualización, Adquisición de fondos, Administración del proyecto, Investigación, Redacción del borrador original, Redacción y edición.

Yailin Leyes González: Curación de datos, Análisis formal, Investigación.

Kolima Peña Calzada: Análisis formal, Investigación, Redacción y edición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, M., Abdel-Lattif, H., Badawy, R., Abd El-Wahab, M., & Shahba, M. (2022). Compost and biostimulants versus mineral nitrogen on productivity and grain quality of two wheat cultivars. *Agriculture*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture12050699>
- Barrios, O.; Fuentes, V. & Abreu, S. (, 4-9 abril 2004). Especies cultivadas de ajíes y pimientos (*Capsicum* spp. div.) en Cuba. Memorias Convención TRÓPICO´2004. Palacio de las Convenciones. <https://www.convencion-tropicocuba.com>
- Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). Peppers: Vegetable and spice Capsicums (2nd ed.). *Crop Production Science in Agriculture*. CABI,22. <https://www.cabidigitallibrary.org>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/13602>
- Ede, A. E., Ndubuaku, U. M. & Baiyeri, K. P. (2015). Media Effects on Emergence and Growth of Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Seedlings in the Nursery. *American Journal of Experimental Agriculture*, 7(3), 182–189. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/13602>
- Fertimax. (2026). Ultrasol® Inicial con EM. <https://fertimax.com.mx>

- Galvez-Guerra, D., Juan, S., Morales, R., Vázquez, D., Medina, A. J., Kosky, R. G., Pérez, P., Calzada, K. P., & Kukurtcu, B. (2021). Somatic Embryogenesis And Regeneration Of Plants In ' Blanco Criollo ' Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivar. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 7(3), 14–23. <https://doi.org/10.9790/264X-0703011423>
- Garruña-Hernández, R.; Latournerie-Moreno, L.; Ayala-Garay, O.; Santamaría, J. M.; Pinzón-López, L. (2014). acondicionamiento pre-siembra: una opción para incrementar la germinación de semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) *Agrociencia*, 48(4), 413-423. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30232499006>
- Gordon, A. G. (1971). The germination resistance test - A new test for measuring germination quality of cereals. *Canadian Journal of Plant Science*, 51, 181–183. <https://doi.org/10.4141/cjps71-036>
- Henderson, B. C. R., Sanderson, J. M., & Fowles, A. A. (2025). Review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants. *Discover Agriculture*, 3. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00222-7>
- Hernández, A. D.; Pineda, Alexandra Jherina; Díaz, Hermila Belba. (2019). Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annum* L. cv. 'Papri King'. *Biotecnología Vegetal*, 19(3), 165–170. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2074-86472019000300165&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472019000300165&lng=es&tlng=es)
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). (2022). Cultivo de Chile Habanero. Serie Hortalizas, 2, Artículos Técnicos de INTAGRI, México, 5. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-habanero>
- Ludvik, B., Giardina, E. & Di Benedetto, A. (2017). Requerimientos fisiológicos y limitantes tecnológicos en el cultivo de pimiento dulce. *Horticultura Argentina* 36 (91), 122-152. <https://cabidigitallibrary.org>
- MapLogs. (2026). Horarios de amanecer y atardecer en Sancti Spíritus, Cuba. [http://sunrise.maplogs.com/es/sancti\\_spiritus\\_cuba.5861.html](http://sunrise.maplogs.com/es/sancti_spiritus_cuba.5861.html)
- Montaño, N. J. (2000). Efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce (*Capsicum chinense*, Jacq.). *Bioagro*. 12(2), 55-59. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85712204>
- Peña, K., Rodríguez, L., Olivera, D., Martínez, N. & Estrada, Y. (2023). *Aplicación foliar de solución de aminoácidos beneficia respuesta morfológica y productiva de la acelga. Soberanía Alimentaria y Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible: Aportes desde la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"*. Editorial Samuel Feijóo. <https://dspace.uclv.edu/cu/handle/123456789/14163>

- Peña-Calzada, K., Calero-Hurtado, A., Meléndrez-Rodríguez, J. F., Rodríguez-Fernández, J. C., Gutiérrez-Cádenas, O. G., García-González, M. T., Madrigal-Carmona, L., & Jiménez-Medina, A. (2025). Impacts of the biostimulant VIUSID® Agro on growth, productivity, and tolerance to salt stress in crops: A systematic review. *Horticulturae*, 11(4). <http://doi.org/10.3390/horticulturae11040407>
- Peña-Calzada, Kolima, Rodríguez, J. C.; Olivera, D., Calero, A.; Meléndrez, J. F. & García R. (2018). Efecto de dosis de VIUSID Agro® en el comportamiento morfo-fisiológico y productivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revista Facultad Agronomía*, 35, 293-317. <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27278>
- Pérez-Fernández, N., Gutiérrez-Guevara, O., y Fonseca-Pérez, M. (2022). Efecto de VIUSID® Agro en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) en condiciones de organoponía. *Cultivos Tropicales*, 43(4), 1–6. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1704>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40. doi: [10.3389/fpls.2020.00040](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040)
- Santillana, N.; Zúñiga, D. & Arellano, C. (2012). Capacidad promotora del crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare*) y potencial antagónico de *Rhizobium leguminosarum* y *Rhizobium etli*. *Agrociencia Uruguay*, 16, 11-17. <https://doi.org/10.31285/AGRO.17.534>
- Sariñana-Navarrete, M. A., Benavides-Mendoza, A., González-Morales, S., Juárez-Maldonado, A., Preciado-Rangel, P., Sánchez-Chávez, E., Cadenas-Pliego, G., Antonio-Bautista, A., & Morelos-Moreno, Á. (2024). Selenium seed priming and biostimulation influence the seed germination and seedling morphology of jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Horticulturae*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/horticulturae1020119>
- Sosa-Pech, M., Ruiz-Sánchez, E., Tun-Suárez, J. M., Pinzón-López, L. L., & Reyes-Ramírez, A. (2019). Germination, growth and glucanase production in *Capsicum chinense* Jacq. inoculated with *Bacillus* spp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16), 137-143. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1801>
- Stat Point Technologies. (2010). Statgraphics Centurion version XVI. <http://statgraphics-centurionsoftware.informser.com/download/>
- Terry, E., Ruiz, J., Tejada, T. & Reynaldo, I. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*. 35(2), 105-111. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000200014&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200014&lng=es&tlng=es)
- Torres Jaramillo, L. A., & Lazo, R. (2025). Innovación y educación agrícola sostenible: impacto de bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) . *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6(5), 2302–2316. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4739>
- Vera Rodríguez, J. H., Barzallo, D., Villamar Aveiga, M. R., & Barcia Anchundia, J. X. (2024). Biostimulant effect of microorganisms on *in vitro* germination of hybrid pepper seeds. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1), 1-12. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/39196>
- Vidak, M., Čeh, D., Šatović, Z., Budor, I., & Carović-Stanko, K. (2024). The impact of calcite-based biostimulants applied during the growing season on sweet pepper seed germination. *Journal of Central European Agriculture*, 25(3), 716-724. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.3.4341>