



Efecto de la aspersión de miel en el crecimiento de plántulas de chile habanero*

Effect of honey spraying on the growth of habanero pepper seedlings

Felipe de Jesús González-Rodríguez¹, Mario Ben-Hur Chuc-Armendáriz¹, Gonzalo Miguel Quetz-Aguirre¹,
Marlene Méndez-Moreno¹, Ángel Francisco Can-Cabrera¹

* Recepción: 19 de mayo, 2025. Aceptación: 26 de agosto, 2025. Esta investigación formó parte de proyectos internos del Tecnológico Nacional de México, Campus Calkiní.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Campeche, México. fjgonzalez@itescam.edu.mx (<https://orcid.org/0000-0002-2360-3977>); mbchuc@itescam.edu.mx (autor para correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-6629-1168>); gmquetz@itescam.edu.mx (<https://orcid.org/0000-0002-2848-1075>); mmendez@itescam.edu.mx (<https://orcid.org/0000-0002-7846-912X>); afcan@itescam.edu.mx (<https://orcid.org/0000-0002-6696-9899>).

Resumen

Introducción. La aspersión foliar de miel de abeja representa una alternativa sustentable para la producción de plántulas. **Objetivo.** Evaluar el efecto de la aspersión foliar de miel multifloral (*Apis mellifera*) en concentraciones del 5 %, 10 % y 15 % v/v sobre la altura, el diámetro del tallo, el número de hojas y la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq.) bajo condiciones protegidas. **Materiales y métodos.** El estudio se realizó en un invernadero tipo diente de sierra del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México, de agosto a diciembre de 2023. Se sembraron semillas de la variedad Jaguar en ocho bandejas con sustrato comercial. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y dos repeticiones, y se aplicó aspersión foliar de miel semanal. Se evaluó la altura de plántula, diámetro de tallo, número de hojas y concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Para cada variable de crecimiento se realizó un análisis de varianza y pruebas de rangos múltiples por el método LSD de Fisher ($p < 0,05$). **Resultados.** El tratamiento con 15 % de miel promovió mayor altura de plántulas; el control sin miel mostró menor crecimiento y mayor variabilidad durante las semanas evaluadas. En cuanto al diámetro del tallo, T4 y T3 mostraron mayor crecimiento y consistencia a lo largo de las tres semanas respecto al tratamiento control. T2 favoreció inicialmente el número de hojas; sin embargo, en semanas posteriores, T4 alcanzó las medias más altas. **Conclusiones.** La aplicación foliar de miel multifloral mejoró significativamente la altura, el diámetro del tallo y el número de hojas en plántulas de chile habanero, las cuales mostraron mayor crecimiento y homogeneidad en comparación con el control. El tratamiento al 15 % v/v destacó como el más efectivo.

Palabras clave: *Capsicum chinense*, bioestimulante, macronutrientes esenciales, desarrollo vegetal.

Abstract

Introduction. Foliar spraying with honey represents a sustainable alternative for seedling production. **Objective.** To evaluate the effect of foliar spraying with multifloral honey (*Apis mellifera*) at concentrations of 5 %, 10 %, and



15 % v/v on plant height, stem diameter, number of leaves, and nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations in habanero pepper seedlings (*Capsicum chinense* L. Jacq.) under protected conditions. **Materials and methods.** The study was conducted in a sawtooth-type greenhouse at the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico, from August to December 2023. Seeds of the ‘Jaguar’ variety were sown in eight trays containing commercial substrate. A randomized complete block design with four treatments and two replications was used, and weekly foliar spraying with honey was applied. Seedling height, stem diameter, number of leaves, and nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations were evaluated. Analysis of variance (ANOVA) and multiple range tests using Fisher’s least significant difference (LSD) method ($p < 0.05$) were performed for each growth variable. **Results.** The 15 % honey treatment promoted greater seedling height; the control without honey showed the lowest growth and the highest variability during the evaluation weeks. Regarding stem diameter, T4 and T3 showed greater growth and consistency across the three weeks compared to the control. T2 initially favored the number of leaves; however, in later weeks, T4 reached the highest mean values. **Conclusions.** Foliar application of multifloral honey significantly improved the height, stem diameter, and number of leaves in habanero pepper seedlings, which showed greater growth and uniformity compared to the control, with the 15 % v/v treatment being the most effective.

Keywords: *Capsicum chinense*, biostimulant, essential macronutrients, plant development.

Introducción

El chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq.) es una de las especies más valoradas dentro del género *Capsicum* por sus propiedades organolépticas, entre las que destacan su sabor picante, aroma intenso y textura crujiente. Estas características lo convierten en un ingrediente esencial en la gastronomía, especialmente en la mexicana (Rozete Navarro, 2019).

Se estima que el consumo per cápita anual de chile habanero en México oscila entre 8 y 9 kilogramos, lo que lo posiciona como uno de los pimientos más relevantes en términos de producción y demanda (Mejía Chávez & Solleiro Rebolledo, 2024). Además de sus propiedades sensoriales, el chile habanero es una fuente importante de compuestos bioactivos, en particular los capsaicinoides, que no solo contribuyen a su sabor característico, sino que también poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y analgésicas. Estas cualidades aumentan su valor en las industrias farmacéutica y cosmética (Avilés-Baeza et al., 2021; Tamayo-Manrique et al., 2014).

México es uno de los principales productores de chile habanero a nivel mundial, en especial en los estados de la Península de Yucatán. En 2022, la superficie cultivada alcanzó 645 hectáreas, con una producción total de 14 128 Mg de fruto fresco, de los cuales 4737 Mg se cosecharon en el estado de Campeche (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, s. f.).

La eficiencia en la producción de chile habanero no solo depende de factores climáticos y del suelo, sino también de la calidad de las plántulas, esenciales para establecer cultivos sanos y productivos. Plántulas vigorosas y de alta calidad garantizan una mejor adaptación al trasplante y una mayor resistencia a enfermedades y plagas (Cabanzo-Atilano et al., 2020; Castillo-Aguilar et al., 2015).

La nutrición es fundamental para determinar la calidad de las plántulas y, por tradición, se ha logrado mediante fertilización inorgánica (Espinosa-Palomeque et al., 2019; Reyes & Cortés, 2017). A pesar de su eficacia, la dependencia de fertilizantes inorgánicos conlleva desafíos, como la contaminación del suelo y del agua, la resistencia de las plantas a estos insumos y los altos costos económicos, lo que subraya la urgencia de buscar alternativas sostenibles.

La creciente preocupación por la sostenibilidad en la agricultura ha impulsado la investigación de soluciones más ecológicas para mejorar la nutrición de las plántulas. Una de las alternativas emergentes es el uso de productos naturales, entre los cuales destaca la miel de abeja (Amessis-Ouchemoukh et al., 2021). Este producto ha sido objeto de diversas investigaciones debido a sus propiedades nutritivas y bioactivas, que lo posicionan como una opción viable para la alimentación de las plántulas (Guzmán-Antonio et al., 2012).

La miel de abeja contiene azúcares, aminoácidos, vitaminas y minerales, lo que la convierte en un excelente suplemento nutricional para las plantas (Nader et al., 2021). Además, incluye compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes, que mejoran la resistencia de las plantas al estrés ambiental y potencian su respuesta fisiológica (Belal et al., 2023).

Se ha evidenciado que la aplicación foliar de miel de abeja en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genera incrementos significativos en la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el número de hojas (Villegas Torres et al., 2021). Estos resultados indican que beneficia el desarrollo vegetativo de las plántulas, lo que podría traducirse en una mayor calidad en el cultivo y, a su vez, en un mejor rendimiento en campo. Asimismo, la aplicación foliar de miel de abeja optimiza la absorción de nutrientes, ya que los compuestos bioactivos presentes en esta facilitan su penetración en las células vegetales, lo que mejora la nutrición de las plantas (Salvador Perez, 2022).

La aplicación de miel de abeja y otros productos apícolas, como el propóleo, ha sido investigada como una alternativa viable para la producción de plántulas de alta calidad en diversas especies hortícolas. Estudios realizados por Uch-Samos et al. (2019) demostraron que la aspersión foliar de miel de abeja y propóleo incrementa la biomasa fresca total de las plántulas de chile habanero, lo que se asocia con una mejora en su sanidad y vigor. Este aumento en la biomasa se relaciona con una mayor absorción de nutrientes esenciales, que promueve un crecimiento más robusto y una mayor resistencia a condiciones ambientales adversas.

La miel de abeja presenta propiedades antimicrobianas que ayudan a proteger las plántulas de infecciones fúngicas y bacterianas, y reducen la necesidad de insumos químicos para el control de plagas y enfermedades. No obstante, a pesar de los beneficios documentados, aún se requiere investigar su efecto sobre el crecimiento y la nutrición de las plántulas de chile habanero con el fin de identificar las concentraciones óptimas y las mejores condiciones de aplicación.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de desarrollar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes que mejoren el rendimiento y la calidad de los cultivos, al tiempo que disminuyan el impacto ambiental de la agricultura intensiva. Este estudio evalúa el impacto de la miel de abeja en la nutrición de las plántulas de chile habanero, al aportar conocimiento de opciones ecológicas para la fertilización foliar y proporcionar herramientas prácticas para los productores interesados en optimizar la calidad de sus cultivos de manera sostenible.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aspersión foliar de miel multifloral (*Apis mellifera*) en concentraciones del 5 %, 10 % y 15 % v/v sobre la altura, el diámetro del tallo, el número de hojas y la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq.) bajo condiciones protegidas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de octubre a diciembre de 2023 en un invernadero tipo diente de sierra del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México (20°20'40.9"N, 90°02'41.7"O). Las dimensiones del invernadero fueron de 5 m de ancho por 6 m de longitud y 4 m de altura. La humedad relativa promedio osciló entre 80 y 90 %, la temperatura entre 27 y 30 °C y la intensidad luminosa máxima diurna fue de 400 Lux. Esta región presenta una temperatura media anual de 26 a 28 °C y una precipitación anual de 1000 a 1200 mm (Rico-Gray & Palacios-Ríos, 1996).

Obtención de la plántula

La siembra se realizó en ocho bandejas de poliestireno, en las que se ocuparon 100 cavidades por unidad, con un volumen de 19 ml cada una, rellenas con sustrato comercial con un pH entre 4 y 5,5, conductividad eléctrica de 0,1 ms/cm y retención de humedad entre 40-50 % a capacidad de campo. En cada celda se colocó una semilla de chile habanero, variedad Jaguar (Ramírez Meraz et al., 2018). Las bandejas se apilaron y cubrieron con plástico negro para crear una cámara de sudor durante los primeros doce días, con el fin de promover la germinación y emergencia de las plántulas. Las ocho bandejas, con 800 plántulas, fueron colocadas sobre mesas metálicas a 1,10 m de altura.

Forma de aplicación de los tratamientos

A cada bandeja se le asignó al azar uno de cuatro tratamientos. Estos consistieron en el tratamiento control (T1) con solución Steiner (Cuadro 1) y los tratamientos T2, T3 y T4 con miel en concentraciones de 5 %, 10 % y 15 %, respectivamente (Cuadro 2). Los tratamientos se aplicaron a partir del brote de la primera hoja verdadera, con ayuda de una bomba de aspersión tipo mochila. La bomba se llenó con un litro de agua y se agregó el porcentaje de miel multifloral correspondiente a cada tratamiento. La aspersión se realizó de manera homogénea sobre todas las plántulas hasta agotar la mezcla.

Cuadro 1. Componentes de la solución Steiner aplicada a los tratamientos utilizados en la producción de plántulas de chile habanero. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 1. Components of the Steiner solution applied to the treatments used in the production of habanero pepper seedlings. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Elemento mineral	Cantidad (mEq/L)	Fuente
Nitrógeno	13,742	Nitrato de calcio
Fósforo	2,55	Ácido fosfórico
Potasio	22,793	Nitrato de potasio
Magnesio	4,032	Multimicro
Calcio	15,085	Multimicro
Azufre	5,513	Multimicro
Hierro	0,246	Multimicro
Manganeso	0,162	Multimicro
Boro	0,036	Multimicro
Cinc	0,0091	Multimicro
Cobre	0,0016	Multimicro
Molibdeno	0,0006	Multimicro

Este cuadro ha sido tomado de Uch-Samos et al. (2019) con su contenido original. / This table has been taken from Uch-Samos et al. (2019) without any modifications to its original content or wording.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados en la producción de plántulas de chile habanero. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 2. Treatments applied in the production of habanero pepper seedlings. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Tratamiento	Descripción
T1	Riego solución Steiner (control).
T2	Riego solución Steiner más aplicación foliar de miel de abeja a 5 % v/v.
T3	Riego solución Steiner más aplicación foliar de miel de abeja a 10 % v/v.
T4	Riego solución Steiner más aplicación foliar de miel de abeja a 15 % v/v.

Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar de cuatro tratamientos con dos repeticiones (bandejas). Cada siete días, durante 21 días, se seleccionaron diez muestras aleatorias por tratamiento con el fin de registrar la altura, el diámetro del tallo y el número de hojas de cada plántula, para un total de 120 lecturas por variable.

A los treinta días de emergencia, se determinaron las concentraciones de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) mediante un método destructivo aplicado a plántulas de cada tratamiento. De cada una se analizó un mililitro de savia con un medidor de electrodo selectivo de iones de N y K, con rango de 4 a 9900 partes por millón (ppm) de alta precisión. La concentración de P se midió con un colorímetro digital de alta sensibilidad, modelo HI706.

Variables de crecimiento de plántula

Se evaluaron variables morfológicas en una muestra aleatoria de plántulas. La altura de plántula (AP) se midió desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más joven, y el diámetro de tallo (DT) a un centímetro de la base del suelo. Estas variables se determinaron con una regla graduada y un vernier digital, respectivamente. El número de hojas (NH) se contabilizó de manera directa por plántula. Se realizaron tres mediciones de estas variables: a los 7, 14 y 21 días después de la emergencia (DDE) del brote de las primeras hojas verdaderas.

Análisis de datos

Para evaluar el efecto de los tratamientos en cada semana, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable de crecimiento (diámetro del tallo, altura y número de hojas). Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk), confirmando que los residuos de cada semana siguieron una distribución normal para cada variable, y de homocedasticidad (Levene), asegurando la igualdad de varianzas entre los grupos y la independencia de los residuos. Posteriormente las variables fueron analizadas con la prueba F. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó una prueba de rangos múltiples (LSD de Fisher, 95 % de confianza) para identificar entre qué tratamientos existían dichas diferencias. Todos los análisis se ejecutaron en el software STATGRAPHICS Centurion XVII.

Resultados

La prueba de rangos múltiples a través del método de LSD de Fisher (95 % de confianza) reveló diferencias significativas entre el control y los tratamientos con miel. A los treinta días, las plántulas de chile habanero asperjadas con miel multifloral presentaron mayor altura, diámetro del tallo y número de hojas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada variable evaluada por semana.

Altura de la plántula

En la primera semana (7 DDE), el tratamiento con 15 % v/v de miel (T4) registró la mayor altura promedio de plántulas, seguido del tratamiento con 10 % v/v de miel (T3). El tratamiento control (T1), con solución Steiner, presentó la menor altura (Cuadro 3). El coeficiente de variación (CV) más bajo se observó en T1, seguido de T3, lo que indica mayor consistencia en los datos. T4 mostró el CV más alto, lo que reflejó mayor variabilidad entre todos los tratamientos. La prueba de rangos múltiples mediante el método de LSD de Fisher (95 % de confianza) reveló diferencias significativas entre el tratamiento control y los tratamientos con miel.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable altura del crecimiento en plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) asperjadas con miel de abeja multiflora al 5 %, 10 % y 15 % v/v. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 3. Comparison of means of the variable plant height in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings sprayed with 5 %, 10 %, and 15 % v/v multifloral honey. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Tratamiento	Semana 1 (7 DDE)		Semana 2 (14 DDE)		Semana 3 (21 DDE)	
	Altura (cm)	CV	Altura (cm)	CV	Altura (cm)	CV
T1	8,91 a	7,26 %	13,62 a	11,72 %	19,22 a	14,05 %
T2	9,86 b	11,13 %	16,14 b	11,07 %	21,53 b	7,47 %
T3	10,16 b	8,13 %	16,76 b	6,92 %	22,09 b	8,86 %
T4	10,66 b	13,02 %	19,16 c	9,14 %	24,22 c	9,50 %
DMS	0,93		1,44		1,97	

Medias con misma letra dentro de la misma columna son significativamente iguales ($p < 0,05$) según la prueba de Fisher. **DDE:** Días después de la emergencia. **DMS:** Diferencia mínima significativa. / Means with the same letter within the same column are not significantly different ($p < 0.05$) according to Fisher's test. **DDE:** Days after the emergency. **DMS:** Least significant difference.

En la segunda semana (14 DDE), la prueba de rangos múltiples (LSD de Fisher con 95 % de confianza) mostró diferencias significativas entre T1 y los tratamientos con miel (T2, T3, T4), así como entre T4 y el resto de los tratamientos. El tratamiento con 15 % v/v de miel (T4) presentó la mayor altura promedio de plántulas, seguido de T3 (10 %). El tratamiento control registró la menor altura. T3 obtuvo el CV más bajo, seguido de T4, lo que indica mayor homogeneidad; mientras que T1 registró el CV más alto y reflejó mayor variabilidad relativa en sus datos, lo que resalta el efecto positivo de T4 sobre el crecimiento en altura (Cuadro 3).

En la tercera semana (21 DDE), T4 mantuvo el mayor promedio en altura de plántulas y la prueba mostró diferencias significativas con respecto a los otros tres tratamientos. T3 y T2 fueron estadísticamente iguales, pero diferentes a T1. El tratamiento T1 registró la menor media por tercera semana consecutiva. Asimismo, hubo una

diferencia relevante en el CV del tratamiento control (T1) con respecto al CV de T2 y T4. De acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$), los tratamientos T2 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que T4 mostró los valores medios más altos en el crecimiento de plántulas (Cuadro 3).

Diámetro del tallo

En la primera semana (7 DDE), se observaron diferencias en el diámetro del tallo entre los tratamientos. T3 presentó la mayor media, seguido de T4, mientras que el tratamiento control mostró la menor media. En cuanto a la consistencia de datos, T1 obtuvo el CV más bajo, seguido de T3, lo que indicó menor dispersión y mayor homogeneidad en estos tratamientos (Cuadro 4). La prueba de rangos múltiples a través del método LSD de Fisher (95 % de confianza) mostró que no existen diferencias significativas entre T1 y T2, ni entre los tratamientos con miel (T2, T3 y T4).

Cuadro 4. Comparación de medias de la variable diámetro del tallo en plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) asperjadas con miel de abeja multiflora al 5 %, 10 % y 15 % v/v. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 4. Comparison of means of the variable stem diameter in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings sprayed with 5 %, 10 %, and 15 % v/v multiflora honey. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Tratamiento	Semana 1 (7 DDE)		Semana 2 (14 DDE)		Semana 3 (21 DDE)	
	Diámetro del tallo (mm)	CV	Diámetro del tallo (mm)	CV	Diámetro del tallo (mm)	CV
T1	1,57 a	10,01 %	1,92 a	17,48 %	2,01 a	17,56 %
T2	1,81 ab	19,76 %	2,27 b	14,26 %	2,35 b	13,76 %
T3	1,93 b	13,56 %	2,29 b	7,96 %	2,35 b	7,36 %
T4	1,92 b	13,85 %	2,33 b	8,79 %	2,50 b	9,71 %
DMS	0,24		0,24		0,25	

Medias con misma letra dentro de la misma columna son significativamente iguales ($p < 0,05$) según la prueba de Fisher. **DDE:** Días después de la emergencia. **DMS:** Diferencia mínima significativa. / Means with the same letter within the same column are not significantly different ($p < 0.05$) according to Fisher's test. **DDE:** Days after the emergency. **DMS:** Least significant difference.

En la segunda semana (14 DDE), el tratamiento T4 presentó la media con mayor diámetro del tallo, pero no se encontró evidencia estadística de diferencias entre los tratamientos con miel. El T1 mostró el menor valor y diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos. El coeficiente de variación más alto se registró en T1, seguido de T2, mientras que T3 y T4 mostraron menor variabilidad, lo que indicó mayor consistencia. La prueba LSD de Fisher (95 % de confianza) reveló diferencias significativas entre T1 y los tratamientos con miel, siendo T3 el tratamiento más consistente (Cuadro 4).

En la tercera semana (21 DDE), T4 volvió a presentar la media con mayor diámetro del tallo, seguido de T3 y T2, mientras que T1 registró el menor diámetro. T3 mostró el CV más bajo, seguido de T4, lo que indicó mayor homogeneidad. La menor dispersión en T3 y T4 sugirió efectos más consistentes. La prueba LSD de Fisher (95 % de confianza) evidenció diferencias significativas entre T1 y los tratamientos con miel, lo cual indicó un efecto positivo de la miel sobre el crecimiento en diámetro del tallo. Aunque T4 tuvo la media más alta, no se encontraron diferencias estadísticas entre T2, T3 y T4, por lo que se consideran equivalentes en esta etapa del desarrollo (Cuadro 4).

Número de hojas

Durante la primera semana (7 DDE), se presentaron diferencias leves en el número de hojas entre los tratamientos. El tratamiento T2 presentó la mayor media, seguido por T4 y T3, mientras que T1 registró la menor. En términos de consistencia, T2 mostró el coeficiente de variación más alto, lo cual indica alta variabilidad intragrupo en contraste con T4, T1 y T3. Estos resultados destacaron la heterogeneidad en la respuesta de las plantas al tratamiento T2. El análisis estadístico mediante la prueba LSD de Fisher ($p < 0,05$) reveló diferencias significativas entre T1 y T2 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de medias de la variable número de hojas del crecimiento en plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) asperjadas con miel de abeja multiflora al 5 %, 10 % y 15 % v/v. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 5. Comparison of means of the variable number of leaves in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings sprayed with 5 %, 10 %, and 15 % v/v multiflora honey. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Tratamiento	Semana 1 (7 DDE)		Semana 2 (14 DDE)		Semana 3 (21 DDE)	
	Número de hojas	CV	Número de hojas	CV	Número de hojas	CV
T1	4,4 a	11,74 %	5,7 a	14,44 %	7,0 a	9,52 %
T2	5,1 b	17,17 %	6,9 b	12,69 %	7,6 b	6,79 %
T3	4,8 ab	13,18 %	5,9 a	9,62 %	7,5 b	7,03 %
T4	5,0 b	9,43 %	6,3 ab	7,67 %	7,8 b	5,41 %
DMS	0,58		0,64		0,48	

Medias con misma letra dentro de la misma columna son significativamente iguales ($p < 0,05$) según la prueba de Fisher. **DDE:** Días después de la emergencia. **DMS:** Diferencia mínima significativa. / Means with the same letter within the same column are not significantly different ($p < 0,05$) according to Fisher's test. **DDE:** Days after the emergency. **DMS:** Least significant difference.

Durante la segunda semana de evaluación (14 DDE), se acentuaron las diferencias en el número de hojas entre tratamientos. T2 registró la media más alta, seguido de T4 y T3, mientras que T1 mantuvo el menor valor promedio. En cuanto a la homogeneidad, T4 presentó el CV más bajo, seguido por T2 y T1, lo que indica mayor consistencia en T4. El análisis estadístico mediante la prueba de rangos múltiples por el método LSD de Fisher ($p < 0,05$) reveló diferencias significativas entre T1 y T2, así como entre T2 y T3, lo que destaca el efecto positivo de T2 en la promoción del desarrollo foliar (Cuadro 5).

En la tercera semana (21 DDE), se mantuvo la tendencia observada previamente. Los tratamientos T4, T3 y T2 presentaron medias superiores al control, con diferencias estadísticamente significativas respecto a T1. T4 alcanzó el valor más alto, seguido de T3 y T2, sin diferencias estadísticas entre ellos, lo que muestra que los tratamientos con miel promovieron un incremento similar en la emisión de hojas. El menor CV se obtuvo en el T4, seguido por el T2 y T3, en comparación de T1. La prueba de rangos múltiples por el método LSD de Fisher (95 % de confianza) indicó diferencias significativas entre el tratamiento control y el resto de ellos (Cuadro 5).

Concentración de nitrógeno, fósforo y potasio

El análisis de nutrientes en la savia de las plántulas de chile habanero mostró los siguientes resultados: para el nitrógeno, las medias de los tres tratamientos con miel superaron en más del 37 % a la del tratamiento control; en fósforo, la media de T4 superó en un 34,81 % a T1 y, en potasio, la media de T4 tuvo 20,81 % más que T1 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Concentración en partes por millón (ppm) de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en las plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) asperjadas con miel de abeja multiflora al 5 %, 10 % y 15 % v/v. Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, México. Octubre, noviembre y diciembre de 2023.

Table 6. Concentration in parts per million (ppm) of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings sprayed with 5 %, 10 %, and 15 % v/v multiflora honey. Greenhouse of the Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, Mexico. October, November, and December 2023.

Tratamientos	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
T1 (0,0 %)	2650,00	196,66	3550
T2 (5,0 %)	4216,67	201,66	3933
T3 (10 %)	4266,67	258,33	4200
T4 (15 %)	4783,33	301,66	4483

Discusión

La aplicación foliar de miel de abeja multiflora puede mejorar significativamente el crecimiento de las plántulas de chile habanero. En relación con la variable altura, los resultados coinciden con los estudios de Salvador Perez (2022), quien observó incrementos significativos en la altura de las plántulas de tomate con la aplicación foliar de miel de abeja, similar a los parámetros reportados por Uch-Samos et al. (2019). En el presente estudio se registró un mayor crecimiento en los tratamientos con miel (T2, T3 y T4), destacando T4 a partir de la segunda semana, al mostrar diferencia significativa respecto a T2 y T3. Este comportamiento puede explicarse por los compuestos bioactivos presentes en la miel, como carbohidratos y minerales, que podrían estimular la actividad metabólica en las plántulas (Cruz Romero et al., 2017).

El CV en el tratamiento control fue significativamente más alto en comparación con los tratamientos con miel, lo que refleja una mayor variabilidad en el crecimiento de las plántulas sin el bioestimulante. Los tratamientos con miel mostraron un CV más bajo, lo que indica una mayor consistencia en el crecimiento, especialmente en los tratamientos T3 y T4, que presentaron menor dispersión de los datos, lo que resalta la efectividad de la miel para mejorar la homogeneidad del crecimiento de las plántulas. Estos resultados concuerdan con otros trabajos que reportan el efecto positivo de la miel como bioestimulante para mejorar el desarrollo vegetal (Guzmán-Antonio et al., 2012; Murillo-Cuevas et al., 2021).

El diámetro del tallo está estrechamente vinculado con la capacidad de las plántulas para transportar agua y nutrientes, por lo que estos resultados sugieren que la miel contribuye al desarrollo estructural de las plantas. Esta mejora podría relacionarse con una mayor eficiencia en la nutrición mineral, ya que, tras el agotamiento de las reservas, las plántulas dependen de los nutrientes presentes en la solución nutritiva. En este contexto, los carbohidratos y otros compuestos presentes en la miel podrían actuar como fuente de energía adicional, promoviendo la división celular y el desarrollo del tejido vegetal (Villegas Torres et al., 2001).

En cuanto a esta variable, se observó que la aplicación de miel de abeja multifloral influye de forma positiva. En la primera semana de desarrollo, T1 mostró el menor crecimiento del diámetro del tallo junto con T2; sin embargo, a partir de la segunda semana, los tratamientos con miel presentaron las medias más altas y diferencias estadísticas con T1. Estudios previos han demostrado efectos positivos del uso de miel sobre esta variable. En plántulas de tomate, se ha registrado un incremento en el grosor del tallo (Salvador Pérez, 2022), con diámetros de hasta 3,1 mm en plántulas tratadas con miel de abeja (Cruz Romero et al., 2017), mientras que en plántulas de chile habanero se observaron los valores máximos de esta variable a los 45 días de tratamiento (Uch-Samos et al., 2019).

En cuanto a la media de número de hojas, no se observó una tendencia a lo largo de las tres semanas de evaluación. Este comportamiento fue similar al reportado en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) según Sadou et al. (2025). En cambio, es posible remarcar la tendencia a la disminución de los CV de todos los tratamientos. Esta variabilidad podría estar relacionada con la concentración utilizada o con factores biológicos intrínsecos de las plantas, como lo sugieren estudios anteriores sobre el uso de estimulantes en plántulas de tomate verde y chile habanero (González-Rodríguez et al., 2019; Guzmán-Antonio et al., 2012).

En la segunda semana el control mostró respuesta estadísticamente igual a T3 y T4. Por su parte, T2 mostró la mayor expresión en número de hojas. Esto indica que la miel de abeja multifloral favoreció el desarrollo foliar, como lo reportan los resultados de Sánchez-Azcorra et al. (2019), Uch-Samos et al. (2019) y Villegas Torres et al. (2001), quienes demostraron que la miel de abeja puede incrementar el número de hojas en las plántulas de diferentes especies.

En la tercera semana, los tratamientos con miel continuaron con un efecto positivo en la emisión de hojas, y T4 alcanzó la mayor media. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre T2, T3 y T4, sí mostraron un incremento similar en la emisión de hojas. Esto sugiere que, a partir de la segunda semana, la miel de abeja en concentraciones de 5 % (v/v) puede promover de manera efectiva el desarrollo foliar en condiciones de invernadero. Los resultados respaldan las investigaciones realizadas por Cruz Romero et al. (2017), quienes, al aplicar miel de abeja de manera directa a las hojas, obtuvieron un incremento significativo del área foliar en plántulas de tomate.

En relación con el análisis de savia, la miel de abeja multifloral, al contener una variedad de compuestos bioactivos, podría mejorar la disponibilidad de nitrógeno en las plántulas. Este elemento es esencial para el desarrollo de proteínas y otras moléculas cruciales en las plantas, por lo que su incremento contribuye al aumento en la altura y el número de hojas (Cabanzo-Atilano et al., 2020). La miel puede influir en la absorción de nutrientes esenciales y la eficiencia del uso de nitrógeno.

Este análisis también refleja la disponibilidad adecuada de fósforo, lo que explica el incremento en la calidad de las plántulas observada en este estudio (Uch-Samos et al., 2019). Los bioestimulantes, como la miel, pueden mejorar la absorción de nutrientes clave como el fósforo, que contribuye a un mejor desarrollo inicial de las plántulas (Cruz Romero et al., 2017).

En cuanto al potasio, la miel de abeja puede aumentar su concentración en las plantas, similar a lo observado en este estudio. Sin embargo, la variabilidad relativa de los datos sugiere que el impacto de la miel sobre el potasio no es consistente entre todas las concentraciones. Esto concuerda con los hallazgos de Sánchez-Azcorra et al. (2019), quienes señalaron que concentraciones más bajas de miel no siempre generan efectos significativos en los niveles de potasio.

Conclusiones

La miel de abeja multifloral demostró ser un bioestimulante natural eficaz para el crecimiento inicial del chile habanero. El tratamiento al 15 % v/v destacó por mejorar significativamente el vigor de las plántulas. Además, la aplicación de miel de abeja multifloral evidenció un aumento en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Esto sugiere su potencial como alternativa sostenible en la agricultura.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

- Amessis-Ouchemoukh, N., Maouche, N., Otmani, A., Terrab, A., Madani, K., & Ouchemoukh, S. (2021). Evaluation of Algerian's honey in terms of quality and authenticity based on the melissopalynology and physicochemical analysis and their antioxidant powers. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 14(3), 305–324. <https://doi.org/10.3233/MNM-210561>
- Avilés-Baeza, W.I., Lozano-Contreras, M. G., & Ramírez-Silva, J. H. (2021). Evaluation of habanero pepper (*Capsicum chinense Jacq.*) varieties under shade house conditions in Yucatan, Mexico. *Open Access Library Journal*, 8, Article e7515. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107515>
- Belal, H. E. E., Abdelpary, M. A. M., Desoky, E.-S. M., Ali, E. F., Al Kashgry, N. A. T., Rady, M. M., Semida, W. M., Mahmoud, A. E. M., & Sayed, A. A. S. (2023). Effect of eco-friendly application of bee honey solution on yield, physio-chemical, antioxidants, and enzyme gene expressions in excessive nitrogen-stressed common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Plants*, 12(19), Article 3435. <https://doi.org/10.3390/plants12193435>
- Cabanzo-Atilano, I., Rodríguez-Mendoza, M. de las N., García-Cué, J. L., Almaraz-Suárez, J. J., & Gutiérrez-Castorena, M. del C. (2020). La biofertilización y nutrición en el desarrollo de plántulas de chile serrano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 699–712. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2121>
- Castillo-Aguilar, C. de la C., Quej-Chi, V., Coh-Mendez, D., Carrillo-Ávila, E., & Monsalvo-Espinosa, A. (2015). Producción de planta de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*). *Agroproductividad*, 8(4), 73–78. <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/676/544>
- Cruz Romero, W., Barrios Díaz, J. M., Rodríguez Mendoza, M. de las N., & Espinoza Victoria, D. (2017). Producción de plántulas de hortalizas con *Azospirillum sp.* y aspersión foliar de miel de abeja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 59–70. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i1.370>
- Espinosa-Palomeque, B., Cano-Ríos, P., Salas-Pérez, L., García-Hernández, J. L., Preciado-Rangel, P., Sáenz-Mata, J., & Reyes-Carrillo, J. L. (2019). Bioinoculantes y concentración de la solución nutritiva sobre la producción y calidad de tomate. *Biotecnia*, 21(3), 100–107. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i3.1038>
- González-Rodríguez, F. de J., Chuc-Armendari, M. B. H., Almeyda-Saenz, S. C., Quetz-Aguirre, G. M., & Chi-Villanueva, J. de C. (2019). Respuesta Tomate verde a la aspersión foliar de miel de abeja más inoculantes en Campeche. En F. R. Gourcy, L. R. Muro, J. S. P. Ramírez, C. P. Segovia, M. Á. M. Gamiño, V. M. R. Moreno, E. S. O. Ceja, & M. B. Bravo (Eds.), *El suelo, donde todo comienza* (pp. 929–935). Universidad Autónoma de Aguas Calientes.
- Guzmán-Antonio, A., Borges-Gómez, L., Pinzón-López, L., Ruiz-Sánchez, E., & Zúñiga-Aguilar, J. (2012). Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 247–257. <https://doi.org/10.15517/am.v23i2.6485>
- Mejía Chávez, A. O., & Solleiro Rebolledo, J. L. (2024). Innovación social en la organización productiva para agregar valor al chile habanero en la Península de Yucatán. En A. Rosales, R. y R. Luter, & R. Edward (Coord.), *Aproximaciones*

- teóricas al desarrollo regional y procesos de innovación (pp. 358-372). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.iiec.unam.mx/6573/>
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Vásquez-Hernández, A., Martínez-García, A. de J., & Moctezuma, R. L. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1473–1481. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2900>
- Nader, R. A., Mackieh, R., Wehbe, R., Obeid, D. E., Sabatier, J. M., & Fajloun, Z. (2021). Bee hive products as antibacterial agents: A review. *Antibiotics*, 10(6), Article 717. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10060717>
- Ramírez Meraz, M., Arcos Cavazos, G., & Mendez Aguilar, R. (2018). Jaguar: cultivar de chile habanero para México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 487–492. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1089>
- Reyes, G. E., & Cortés, J. D. (2017). Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012). *Bioagro*, 29(1), 45–52. <http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Cont29-1.htm>
- Rico-Gray, V., & Palacios-Ríos, M. (1996). Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana*, (34), 53–61. <https://doi.org/10.21829/abm34.1996.950>
- Rozete Navarro, M. J. (2019). *Caracterización fitoquímica y evaluación sensorial de variedades de chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) de Yucatán* [Tesis de maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY]. CICY Repositorio. <http://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/1506>
- Sadou, D., Fedeli, R., Celletti, S., Amessis-Ouchemoukh, N., Ayad, R., Loppi, S., & Ouchemoukh, S. (2025). Impact of honey soil supplementation on growth and antioxidant activity in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *International Journal of Plant Biology*, 16(1), Article 14. <https://doi.org/10.3390/ijpb16010014>
- Salvador Perez, D. (2022). *Respuesta de algunas variables morfológicas al fertirriego y fertilización complementaria con fuentes orgánicas en chile xcat'ik (Capsicum Anuum L.) producido con tecnología sustentable* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de la Zona Maya]. Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/6876>
- Sánchez-Azcorra, P. S., Interian-Ku, V. M., Cázares-Sánchez, E., Casanova-Villarreal, V. E., Santos-Chacón, N., González-Rodríguez, F de J., & Valladarez, C. J. (2019). Efecto aspersión foliar miel de abeja sobre crecimiento en plántulas de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). En A. Huerta de la Peña, F. García González, L. A. Villareal Manzo, & J. A. Salazar Magallón (Eds), *La agricultura sostenible. "Por la tierra, por la vida"* (Capítulo 7, pp. 68–74). Colegio de Postgraduados.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (s. f.). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Recuperado el 7 de noviembre de 2024, de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Tamayo-Manrique, J. M., Martínez y Ojeda, E., & Monforte-Méndez, G. (2014). *Análisis comparativo de la sustentabilidad de dos unidades productivas de chile habanero convencionales y dos unidades productivas orgánicas en Yucatán, México*. Observatorio de la Economía Latinoamericana. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2014/chile-habanero.html>

- Uch-Samos, E. M., Interián-Ku, V. M., Cázares-Sánchez, E., Sánchez-Azcorra, P. S., Casanova-Villarreal, V. E., & González-Rodríguez, F. de J. (2019). Propóleo y miel de *Apis mellifera*, complemento nutricional para la producción de plántulas de chile habanero. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 27(78), 34–42. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2019782230>
- Villegas Torres, O. G., Rodríguez Mendoza, M. de las N., Trejo Téllez, L. I., & Alcántar González, G. (2001). Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. *Terra Latinoamericana*, 19(1), 97–102. <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/issue/view/87/32>