

# EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE NUTRICIÓN EN EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

EFFECT OF DIFFERENT NUTRITIONAL SOURCES IN THE PRODUCTIVE POTENTIAL OF TWO VARIETIES OF PEPPER (*Capsicum annuum* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

**Carlos Fernando Bautista-Hernández**

Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. C. P. 43000. Huejutla de Reyes, Hidalgo

## RESUMEN

La producción de hortalizas en invernadero tiene un gran auge por la facilidad en el manejo de las condiciones ambientales. Dos variedades regionales de chile fueron producidas durante los meses de abril a agosto del 2014 en un invernadero de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, en Huejutla de Reyes, Hidalgo, México. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes fuentes de nutrición en el potencial productivo de las variedades chalinguero y pico de pájaro bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron 125 plantas para las dos variedades en donde se registraron las variables altura de planta, grosor de tallo, número de hojas, número de frutos y peso de los frutos. Se utilizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron lombricomposta (200 g/planta), ácidos húmicos en la base (100 mL/planta), ácidos húmicos vía foliar (32.25 mL/planta), mezcla física de fertilizante (35.5 g/planta), fertilizante químico foliar (32.25 mL/planta) y un testigo absoluto sin aplicación. Los resultados mostraron diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para las variables número y peso de frutos en la variedad pico de pájaro, así como en altura de planta, número de hojas y número de frutos para la variedad chalinguero. Nuestros resultados permiten concluir que los abonos orgánicos satisfacen las necesidades nutritivas del cultivo bajo estas condiciones, por lo que podría ser una alternativa para estas variedades.

**Palabras clave:** Variedad, chalinguero, Pico de pájaro, nutrición, tratamiento.

## ABSTRACT

Vegetable production under greenhouse conditions is on the rise due to the ease in the environmental conditions management. Two regional varieties of pepper were produced during the months of april through august 2014 in a greenhouse of the Technological University of the Huasteca Hidalguense, at Huejutla de Reyes, Hidalgo, Mexico. The objective was to evaluate the effect of different sources of nutrition in the productive potential of the chalinguero and peak of bird varieties under greenhouse conditions. One hundred and twenty five seedling varieties were used to assess the

following variables: plant height, diameter of stem, number of leaves, number and weight of fruits. A completely random design was used, with five repetitions and five treatments. Treatments evaluated were: lombricomposta (200 g/plant), humic acids at the base (100 mL/plant), foliar-applied humic acids (32.25 mL/plant), physical mixture of fertilizers (35.5 g/plant), chemical leaf fertilizer (32.25 g/plant) and a control without treatment. The results showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) for the number and weight of fruits variables in the peak of bird variety, as well as in plant height, number of leaves and number of fruits for the variety chalinguero. Our results allows to conclude that organic fertilizers meet nutritional needs of crops under these conditions, so could be considered as an alternative for these varieties.

**Keywords:** Variety, chalinguero, peak of bird, nutrition, treatment.

## INTRODUCCIÓN

En México se cultivan una gran variedad de tipos de chiles, lo que lo posiciona como uno de los cultivo de mayor importancia a nivel nacional, por su gran consumo y superficie sembrada. En el estado de Hidalgo se tiene una superficie de 1,784.37 ha, en donde el 75% de la superficie agrícola cuenta con riego y el 25% es de temporal (SIAP, 2014), por lo que la producción que se obtiene depende de las condiciones climáticas que prevalecen durante el ciclo agrícola. En la Huasteca Hidalguense se siembran variedades de la región para contribuir con la preservación del material genético local.

Dos de las variedades más utilizadas son las de pico de "pájaro y chalinguero", de las cuales la información es escasa y los datos sobre productividad tanto en campo como bajo condiciones de agricultura protegida no se han reportado, pero en comparación con otras regiones, los rendimientos son menores en campo. Lo anterior debido a las condiciones climáticas adversas, falta de información y asistencia técnica, altos costos de producción, pérdidas postcosecha y falta de organización de productores (Galindo *et al.*, 2001; Galindo, 2007).

En este sentido, resulta indispensable generar conocimiento sobre el manejo agronómico haciendo énfasis en la

optimización del aporte de fertilizantes con el propósito de disminuir costos de producción y reducir el impacto negativo sobre el ambiente, pero que al mismo tiempo se propicie una óptima calidad y cantidad de los productos cosechados (Azofeifa y Moreira, 2008; Salazar-Jara y Juárez-López, 2013). Lo que permitirá hacer más eficiente el uso de los recursos suelo, planta, e insumos agrícolas.

La utilización de invernaderos y la nutrición de cultivos, representa una alternativa para aumentar la producción de estas variedades, ya que es una innovación que permitirá acelerar el cambio tecnológico, que es una de las principales causas de los bajos rendimientos de este cultivo. Además, bajo sistema de producción protegida se pueden controlar las condiciones ambientales y reducir las infestaciones por enfermedades y plagas. Con el propósito de buscar alternativas de fertilización se evaluó el efecto de diferentes fuentes de nutrición en el potencial productivo de las variedades de chile chalinguero y pico de pájaro, bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los meses Abril-Agosto del 2014 en el invernadero del departamento de Biotecnología de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense bajo las coordenadas 21° 08' latitud norte, 98°25' de longitud oeste, y una altitud de 140 msnm, ubicado en la ciudad de Huejutla de Reyes, Hidalgo, México.

Las variedades de chile (*Capsicum annuum* L.) pico de pájaro y chalinguero (Figura 1) se obtuvieron en el municipio de Huautla, Hidalgo. La preparación del sustrato se realizó mezclando abono y arena en la proporción v/v 3:1. La siembra en semillero se realizó en Abril de 2014, colocando dos semillas por cavidad, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, desinfectadas previamente con hipoclorito de sodio (5 mL/L). Una vez germinadas las plántulas se aplicó Bayfolan Forte para estimular el desarrollo y para prevenir daños causados por ahogamiento (Damping-off) se aplicó en el agua de riego Captan 50 PH (10 g/20 L de agua). Du-



Figura 1. Variedades evaluadas de chile (*Capsicum annuum* L.) con diferentes fuentes de nutrición bajo condiciones protegidas. (Izquierda) Crecimiento de frutos en la variedad pico de pájaro. (Derecha) Maduración de frutos en la variedad chalinguero.

**Figure 1.** Varieties evaluated of pepper (*Capsicum annuum* L.) with different sources of nutrition under greenhouse conditions. (Left) Growth of fruits in the peak of bird variety. (Right) Ripening fruits in the chalinguero variety.

rante el desarrollo de las plántulas en almacigo se aplicaron riegos ligeros cada tercer día.

La preparación del terreno se hizo en forma manual, iniciando con el deshierbe, posteriormente la remoción del suelo y finalmente la formación de las camas. El trasplante se realizó a los 45 días, cuando las plántulas tenían una altura promedio de 15 cm. Cada variedad se trasplantó en una sola hilera con una separación de 40 cm entre plantas, de las cuales 64 fueron de la variedad pico de pájaro y 61 de la variedad chalinguero con una densidad de plantación de 2.5 plantas por m<sup>2</sup>, y una distancia entre camas de 0.8 m. Los riegos se realizaron de manera localizada (riego por goteo) mediante cintillas con emisores a cada 30 cm, aplicando diariamente dos riegos al día por 20 minutos durante todo el experimento. En el invernadero la temperatura matutina osciló de 29 a 34°C y la temperatura vespertina entre 35 y 40°C.

Después de dos semanas de trasplante, se inició la aplicación de la fertilización, evaluando seis tratamientos: T1=Testigo absoluto, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos en la base de la planta, T5=lombricomposta y T6=Bayfolan Forte. Se aplicó 200 g/planta de lombricomposta dos veces durante el ciclo del cultivo, también 32.25 mL/planta de ácidos húmicos en la base y de manera foliar. Como fertilizante químico foliar se utilizó Bayfolan Forte (2 mL/L) usando 32.25 mL/planta. La fertilización química estuvo conformada por sulfato de amonio, nitrato de potasio y superfosfato de calcio triple usando la fórmula 180-80-80, aplicando 35.5 g/planta.

Respecto al cultivo se evaluaron las variables de altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de hojas (NH), número de frutos (NF) y peso de frutos (PF). En cada unidad experimental se tuvieron 10 y/o 11 plantas, constituida por 0.8 m de ancho y 4.0 m de largo, con una superficie total de 65 m<sup>2</sup>. El registro de datos se realizó semanalmente tomando cinco plantas por cada tratamiento elegidas de manera aleatoria.

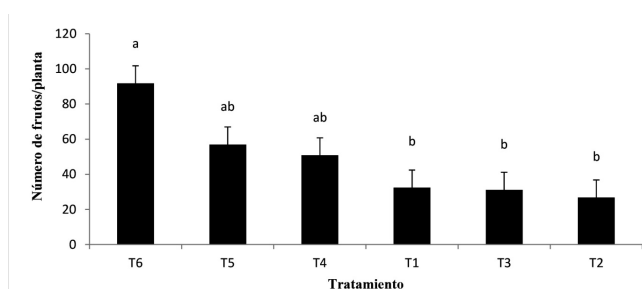
Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron araña roja (*Tetranychus urticae*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Para el control de *T. urticae* se utilizó jabón líquido mezclado con agua (200 mL) para limpiar las áreas dañadas de la planta. Mientras que para *B. tabaci* se aplicó un repelente de ajo con jabón para impedir el desarrollo de la plaga (500 g de ajo fermentado durante 24 h), aplicando con una bomba de aspersión en el cultivo. También se usaron trampas amarillas para disminuir la población de mosquita blanca dentro del invernadero.

Se realizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones para cada variedad. Los datos de cada variable de estudio fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), usando el programa estadístico SAS V. 9.0 (SAS Institute, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

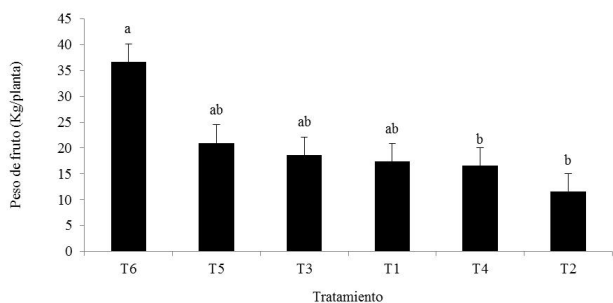
### Variedad pico de pájaro

Derivado del análisis estadístico se observó una respuesta significativa ( $P \leq 0.05$ ) a los diferentes tratamientos en las variables número y peso de frutos (Figura 2 y 3) por lo que se puede asegurar que el factor fertilización ha tenido un efecto en estos parámetros, de tal manera que el mejor resultado se obtuvo con la aplicación Bayfolan Forte (T6) con un promedio de 91 frutos y 36 Kg para este tratamiento. Esto se debe principalmente a que son fertilizantes foliares, por lo que la absorción a través de las hojas se lleva a cabo más rápido. Por lo tanto se suelen aplicar para resolver alguna deficiencia nutricional.



**Figura 2.** Comparación de medias en el número de frutos en la variedad pico de pájaro. T1=Testigo, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos de fondo, T5=Lombricomposta, T6=Bayfolan Forte. Letras diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

**Figure 2.** Mean comparison in the number of fruits in the peak of bird variety. T1= Control, T2= Humic acids foliar, T3= Physical mixture of fertilizer, T4= Humic acids background, T5= Lombricomposta, T6= Bayfolan Forte. Different letter indicate significant difference between treatments ( $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.** Comparación de medias en el peso de fruto en la variedad pico de pájaro. T1=Testigo, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos de fondo, T5=Lombricomposta, T6=Bayfolan Forte. Tratamientos con diferente letra presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

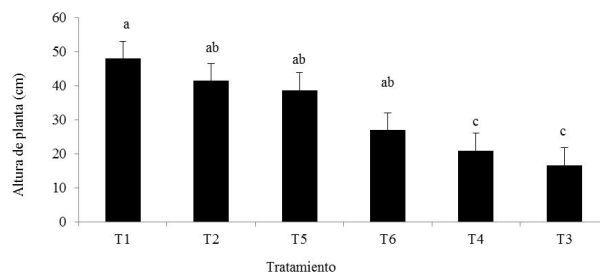
**Figure 3.** Mean comparison in the weight of fruit in the peak of bird variety. T1= Control, T2= Humic acids foliar, T3= Physical mixture of fertilizer, T4= Humic acids background, T5= Lombricomposta, T6= Bayfolan Forte. Treatment with different letter presented significant difference ( $P \leq 0.05$ ).

En contraste, en las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas no se encontró diferencia significativa, sin embargo la aplicación de lombricomposta (T5) presentó los mejores resultados, con un promedio de 47.3 cm en la altura, 0.48 cm en el diámetro de tallo y 268 hojas, no mostrando acción residual como lo reportan

otros autores. Estudios realizados por Muñoz-Villalobos *et al.* (2013) reportan que los abonos orgánicos influyen en el desarrollo fenológico del cultivo de chile a mediano y largos plazos debido a los nutrientes que aportan. Por lo tanto, el análisis de los contenidos totales es un indicativo importante que debe realizarse para conocer la riqueza real de los abonos orgánicos.

### Variedad chalinguero

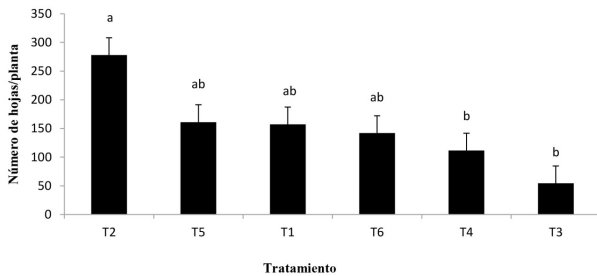
En base al análisis estadístico en las variables altura de planta, número de hojas y número de frutos se obtuvo diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). La mayor altura (Figura 4) se presentó en el testigo (T1) con 47.9 cm, este efecto pudo estar relacionado a los residuos de compuestos en el suelo de fertilizaciones anteriores, ya que es un área utilizada para la producción de otras hortalizas. Uno de los productos más aplicados es la lombricomposta, que es una fuente alta en N pudiendo influir en esta variable, el cual es utilizado como parámetro para estimar el consumo de este elemento en otros cultivos (Kuzyacov *et al.*, 1996; Narkhede *et al.*, 2011). Por su parte el tratamiento con el promedio más bajo se registró con la mezcla física de fertilizante (T3) con 19.6 cm, es posible con el uso de fertilizantes de síntesis química (NPK) pudo ocurrir una mayor pérdida de compuestos nitrogenados a través de su volatilización y lixiviación; como se ha observado en estudios de meta análisis (Chivenge *et al.*, 2011).



**Figura 4.** Comparación de medias en la altura de planta en la variedad chalinguero. T1=Testigo, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos de fondo, T5=Lombricomposta, T6=Bayfolan Forte. Literales iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figure 4.** Mean comparison in the plant height in the chalinguero variety. T1= Control, T2= Humic acids foliar, T3= Physical mixture of fertilizer, T4= Humic acids background, T5= Lombricomposta, T6= Bayfolan Forte. Equal literals not differ statistically ( $P \leq 0.05$ ).

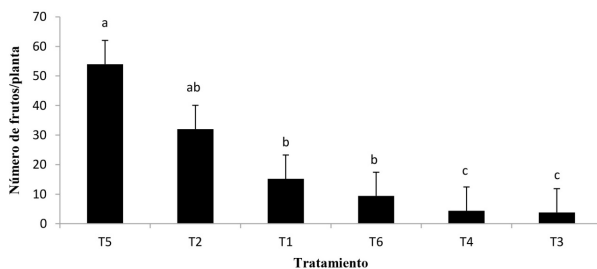
Respecto a la variable número de hojas (Figura 5) el mejor resultado se presentó con los ácidos húmicos vía foliar (T2) con un promedio de 278, seguido por la lombricomposta (T5) con 161 hojas. Estos materiales contienen altas concentraciones de nitrógeno, lo que produce un exceso de follaje. Por ello el manejo adecuado de su concentración en la fertilización cobra mayor importancia. Al respecto Gordon (1992), menciona que el rendimiento de un cultivo está directamente relacionado con la radiación interceptada por el follaje del mismo y a mayor altura y vigor de una planta, la radiación interceptada es mayor y en consecuencia el rendimiento se incrementa. Por lo tanto, todo aquello que favorezca la actividad de las hojas, estimulará la producción de frutos.



**Figura 5.** Comparación de medias en el número de hojas en la variedad chalinguero. T1=Testigo, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos de fondo, T5=Lombricomposta, T6=Bayfolan Forte. Literales iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figure 5.** Mean comparison in the number of leaves in the chalinguero variety. T1= Control, T2= Humic acids foliar, T3= Physical mixture of fertilizer, T4= Humic acids background, T5= Lombricomposta, T6= Bayfolan Forte. Equal literals do not differ statistically ( $P \leq 0.05$ ).

La mayor cantidad de frutos (Figura 6) se presentó con la aplicación de lombricomposta (T5), seguido por los ácidos húmicos vía foliar (T2) con promedios de 54 y 32 frutos por planta. Estos resultados coinciden con los reportados por Márquez *et al.* (2013) quienes determinaron que la fertilización orgánica en el chile piquín en condiciones protegidas, incrementa el número de frutos. Además, en estudios similares realizados por Muñoz-Villalobos *et al.* (2012) también encontraron diferencia significativa en esta variable con la aplicación de 25 ton/ha de composta en chile jalapeño. Estos resultados son evidencia de la necesidad de nuevos estudios que permitan determinar de manera específica el efecto de la lombricomposta en los niveles fenológicos de estas variedades.



**Figura 6.** Comparación de medias en el número de frutos en la variedad chalinguero. T1=Testigo, T2=Ácidos húmicos vía foliar, T3=Mezcla física de fertilizante, T4=Ácidos húmicos de fondo, T5=Lombricomposta, T6=Bayfolan Forte. Literales iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figure 6.** Mean comparison in the number of fruits in the chalinguero variety. T1= Control, T2= Humic acids foliar, T3= Physical mixture of fertilizer, T4= Humic acids background, T5= Lombricomposta, T6= Bayfolan Forte. Equal literals do not differ statistically ( $P \leq 0.05$ ).

Por su parte el análisis de varianza no reportó respuesta estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ) para las variables diámetro de tallo y peso de frutos. Por lo tanto, no se puede asegurar que las diferencias que existen en estas variables, se deban exclusivamente a la fertilización. El promedio más alto en el diámetro de tallo se registró con el tratamiento 1 (Testigo) con 0.44 cm, mientras que en el peso de frutos fue de 28

kg por planta con los ácidos húmicos en la base de la planta (T4). Sin embargo son necesarios estudios complementarios para complementar los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

Se encontró una respuesta diferencial en la variedad pico de pájaro para las variables morfométricas número y peso de frutos con la aplicación de Bayfolan Forte, mientras que en la variedad Chalinguero en la altura de planta, número de hojas y número de frutos chalinguero con los ácidos húmicos y lombricomposta.

La aplicación de 200 g/planta de lombricomposta generó una mejor respuesta fenológica en la variedad pico de pájaro, presentando un mayor crecimiento vegetativo, mientras que en la variedad chalinguero favoreció una mayor producción de frutos. Por lo que es posible producir sin la necesidad de usar fertilizantes químicos, representando una excelente alternativa en la producción de chile.

Estos resultados son evidencia de la necesidad de generar conocimiento sobre el manejo de la fertilización y los niveles óptimos de nutrimentos requeridos para lograr un buen desarrollo y la manifestación de altos rendimientos.

## REFERENCIAS

- Azofeifa, A., Moreira, M. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* CV. HOT) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 32 (1): 19-29.
- Chivenge, P., Vanlauwe, B. y Six, J. 2011. Does the combined application of organic and mineral nutrient sources influence maize productivity? A meta-analysis. *Plant Soil* 342: 1-30.
- Gordon, R. 1992. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad de plantas, bajo dos niveles constantes de nitrógeno en Panamá. *Síntesis de Resultados Experimentales 1993-1995. CIMMYT - PRM*. Guatemala. pp 45-46.
- Galindo G, G., Pérez, T. Héctor., López, M. C. y Robles, M. A. 2001. Estrategia de comunicación en el medio rural zacatecano para transferir innovaciones agrícolas. *Terra Latinoamericana*. 19(4):393-398.
- Galindo G., G. 2007. El servicio de asistencia técnica a los productores de chile seco en Zacatecas. *Convergencia, Revista de Ciencias Sociales*. 43: 137-165.
- Kuzycov, Y., Rühlmann, J., Gutezeit, B. and Séller. B. 1996. Modelling on the growth and N uptake of leek and broccoli. *Acta Horticulturae*. 428: 181-191.
- Muñoz Villalobos, J., Velásquez, M., Osuna, E. y Macías. H. 2013. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Revista chapingo serie zonas áridas*. 28-32.
- Muñoz Villalobos J. C., Velázquez Valle M. A. y Rodríguez Macías H. 2012. Uso de composta en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. *Agrofaz*. 12 (3): 9-15.
- Márquez, C.; S. López; P. Cano; A. Moreno. 2013. Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile Piquín bajo condiciones protegidas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19 (3): 279-286.

Narkhede, S.D., S.B. Attarde and S.T. Ingle. 2011. Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. 6 (3): 327-332.

Salazar-Jara, J.L. y Juárez- López, P. 2013. Requerimiento macronutritional en plantas de chile (*Capsicum annum* L.) Revista Bio ciencias. 2 (2): 27-34.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción agrícola por cultivo. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 26 de Noviembre de 2016.

SAS Institute Inc. The SAS System for Windows release 9.0., USA. 2004.