

Evaluación de cuatro reguladores de crecimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en Acayucan, Veracruz. México

Assessment of four growth regulators in habanero chili (*Capsicum chinense* Jacq) in Acayucan, Veracruz. Mexico

Eduardo Manuel Graillet Juárez¹✉, José Alberto Hernández Hernández¹, Luis Carlos Alvarado Gómez¹, Alejandro Retureta Aponte¹

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria – Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km 220, Tramo Las Hojitas. C.P. 96100 Acayucan, Veracruz. México. Tel. y fax: (924) 2479122. E-mail: egraillet@uv.mx ✉ Autor para correspondencia.

Recibido: 21/06/2014

Aceptado: 23/11/2014

RESUMEN

La producción nacional de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), en el año 2012 situó a Tabasco como el mayor productor (4,545.7 t), seguido de Yucatán (2,615.2 t), Campeche (577.6 t), y en noveno lugar Veracruz (56 t). Uno de los problemas importantes en la producción del cultivo, es la pérdida de flor y fruto de la planta ocasionada por factores climáticos, nutricionales, fitosanitarios, etc. La nutrición vegetal en el crecimiento de las plantas está determinada por absorciones de sustancias minerales, hidratos de carbono y hormonas. El propósito del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de chile habanero en base a número de flores, número de frutos y peso de frutos por planta, aplicando cuatro productos hormonales comerciales diferentes. El supuesto fue que la aplicación de productos hormonales de diferentes marcas comerciales producen resultados desiguales en las variables a evaluar, las cuales impactan en los rendimientos esperados. El trabajo se realizó en chile habanero bajo riego y con acolchado en Acayucan, Veracruz., en el ciclo agrícola O.I. 2013/2014. El diseño experimental fue de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones: T1-Brassinal®; T2-Brassinal® con duplicación de la dosis recomendada; T3-Activador®; T4- Biozyme®; T5-Maxigrow®; T6- Testigo. Se realizaron dos aplicaciones de estos productos y se efectuaron dos conteos de flores, frutos y peso de frutos por planta. El mejor tratamiento fue Brassinal® (T1), destacando que casi cuadruplicó el peso de fruto por planta en comparación con el testigo, mostrando 1339.2 g y 370.3 g respectivamente. La hipótesis no se rechaza.

Palabras clave: Hormona, crecimiento y desarrollo, *Capsicum chinense* Jacq, producción.

ABSTRACT

Domestic production of habanero chili (*Capsicum chinense* Jacq) in 2012 had to Tabasco as the largest producer (4545.75 t), followed by Yucatán (2615.25 t), Campeche (577.62 t), and ninth place to Veracruz (56 t). One of the major problems in crop production is the loss of the flower and fruit due to factors of type climatic, nutritional, plant health, etc. Plant nutrition on plant growth is determined by absorption of minerals, carbohydrates and hormones. The purpose of the study was to evaluate the productive behavior of habanero chili based on number of flowers, number of fruits and weight of fruits per plant, using four different commercial hormone products. The assumption was that the application of hormonal products of different brands produced unequal results in the variables assessed which impact on expected crop yield. The work was done habanero chili with irrigation and mulching, in Acayucan, Veracruz, agricultural cycle fall - winter 2013/2014. The experimental design was a randomized block with six treatments and three replications: T1-Brassinal®; T2-Brassinal® with doubling the recommended dose; T3-Activador®; T4-Biozyme®; T5-Maxigrow®; T6-control. Two applications of these products were made and two counts of flowers, fruits and fruit weight per plant were performed. The best treatment was Brassinal® (T1), highlighting that almost quadrupled fruit weight per plant compared with the control of 1339.16 g and 370.29 g respectively. The hypothesis is not rejected.

Keywords: Hormone, growth and development, *Capsicum chinense* Jacq, production.

INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es de origen sudamericano, proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica. La distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salaya, 2010). Su distribución en América del Sur y en el Caribe, se dio después de la conquista y de ahí se llevó al continente africano en las primeras relaciones europeas con América (Long-Solís, 1998). *C. chinense* es la especie más cultivada en Sudamérica. En México se siembra principalmente en la península de Yucatán, donde fue introducido probablemente desde Cuba, lo que podría explicar su nombre popular de habanero. Éste chile es uno de los de mayor pungencia o picor

por su alto contenido de capsaicina (200,000 a 500,000 unidades Scoville), por lo que es muy apreciado en el mundo, y con una creciente demanda en Estados Unidos de América, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Sin embargo, los únicos países exportadores son Belice y México (Ramírez *et al.*, 2005).

Es a partir del año 2006 cuando en México se inicia el registro oficial estadístico del cultivo de chile habanero por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), siendo el estado de Yucatán donde más se ha estudiado, y donde ocupa el segundo lugar en importancia entre los cultivos hortícolas (Ruiz, 2009). Por la alta demanda de esta hortaliza, se ha iniciado su cultivo en otras regiones del país, principalmente en la franja costera del Golfo de México, toda vez que su área tradicional de

producción se ubica en la península de Yucatán, cuya superficie de siembra representa el 80 por ciento en México, con alrededor de 950 hectáreas (SAGARPA, 2013).

En México, en el año 2012, la producción de chile habanero se comportó como sigue: el estado de Tabasco como el mayor productor con 4,545.7 t, en segundo lugar se encontró Yucatán con 2,615.2 t, en tercer lugar Campeche con 577.6 t, seguidos de Nuevo León, Quintana Roo, y en noveno lugar Veracruz con 56 t (Hernández, 2014).

Los usos del chile habanero son múltiples, aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas; además, se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de oleoresinas para fines industriales, e incluso para fines medicinales; en la elaboración de cosméticos, pomadas "calientes", gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego o eléctricos para protección contra roedores, y por su alta capacidad anticorrosiva, como componente en pintura para barcos. En la cultura azteca se usó en algunos colores y/o tintes para sus artesanía (Ruiz, 2009; Cázares-Sánchez *et al.*, 2005).

En el caso del crecimiento y desarrollo de las plantas se sabe que no solo está determinado por la absorción de sustancia minerales a través de la raíces y por los hidratos de carbono sintetizados en la hojas, sino también por ciertas sustancias químicas que actúan como agentes específicos y correlacionan el crecimiento entre las diversas partes de la planta. Estos agentes son llamadas hormonas vegetales o fitohormonas. Una hormona es un compuesto orgánico sintetizado en una parte de la planta y translocado a otra parte, donde a muy bajas concentraciones produce una respuesta fisiológica (Naqvi,

2002). Se conocen cinco grandes clases de hormonas vegetales que son: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Etileno y Ácido Abscísico.

Asimismo, se ha observado que muchas sustancias sintetizadas en laboratorio, cuando son aplicadas a las plantas, tienen efectos similares a los causados por las hormonas naturales. Estas sustancias se conocen como reguladores de crecimiento, y en muchos casos han sido usados con éxito para regular el crecimiento de las plantas, la época de floración, y el cuaje de frutos.

La presencia de hormonas en diferentes niveles en las plantas, permite que éstas desarrollen cambios morfogénicos alternativos muy distintos, los cuales pueden presentarse según el grado de ontogenia. Lo más general es que las células en crecimiento por acción de varias hormonas expresen división y elongación celular; sin embargo, y especialmente bajo condiciones *in vitro*, se ha observado que tales células inician procesos de diferenciación bajo ciertos niveles hormonales, por ejemplo, generación de elementos del xilema (Miguel J. y José C. 2006). Así también, las hormonas pueden tener efectos pleiotrópicos, de redundancia o interacción y su respuesta fisiológica va a depender de la concentración en la que se encuentren en los tejidos, de factores genéticos y externos (Bunger-Kibler y Bangerth, 1983).

La aplicación de reguladores de crecimiento en *Capsicum* ha tenido efectos positivos en su desarrollo y rendimiento. Chaudhary *et al.* (2006) observaron que al aplicar 2,4-D a 2 ppm se mejoró el amarre del fruto, el número de frutos por planta, la longitud del fruto, el número de semillas por fruto, el peso de 1000 semillas y el rendimiento del fruto de *Capsicum annuum*.

En el estado de Campeche, México., uno de los principales problemas en la

producción de chile habanero es una pérdida importante de flor y fruto de la planta. La aplicación durante el periodo reproductivo de los fitoreguladores Maxigrow®, Biofol®, Bioforte®, Biocrop®, Biozyme® en condiciones de invernadero y campo, en especial el Maxigrow®, promovió un mayor desarrollo vegetativo y reproductivo, propiciando un mayor amarre de flor y fruto, así como de rendimiento. El cultivo en invernadero indujo a tener plantas con numerosos frutos, pero pequeños; contrario a lo observado en campo, en donde se observaron plantas más pequeñas, con frutos grandes y bien desarrollados, dando como consecuencia mayor rendimiento (Ramírez-Luna *et al.*, 2005).

El propósito de este trabajo es evaluar el comportamiento productivo de chile habanero en base a número de flores, número de frutos y peso de frutos por planta, mediante la aplicación de cuatro diferentes productos hormonales comerciales, así como de establecer que producto hormonal es el que presenta los mejores resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fecha de siembra fue 15 de julio de 2013 por trasplante de material vegetativo al terreno definitivo, efectuada 25 días después de la siembra de semilla en vivero, iniciando la primera cosecha 15 de octubre del mismo año. El experimento se desarrolló durante el periodo del 26 de septiembre hasta el 27 de octubre del año mencionado, fase previa al inicio de las etapas de floración y fructificación en las aplicaciones de los productos, en el Rancho "Los Navarro" ubicado en el municipio de Acayucan, Veracruz, México., en las coordenadas a los: 18° 02' 40.7" Latitud N y 94° 55' 56.1" Longitud O, a una altitud de 121 msnm. El clima es un Aw2 cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio de 26 °C, y una precipitación media anual de 1107 mm. Su suelo es regular y

principalmente de tipo Luvisol y Vertisol (SEGOB, 2014; INEGI, 2009).

Para la evaluación de los tratamientos se consideraron las variables: número de flores, número de frutos y el peso de frutos por planta; las cuales tienen relación con el rendimiento en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

Se aplicó un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones, en los que se utilizó la técnica del análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey 5%. Las unidades experimentales fueron 18 surcos de 70 m de largo, se analizaron 10 plantas al azar por cada surco. Para su análisis se utilizó el paquete de diseños experimentales V. 2.5 de la FAUANL (Olivares, 1994).

Los productos hormonales comerciales que se utilizaron y se identificaron como tratamientos y dosis por cada aplicación fueron: Brassinal® (T1) 0.5 l ha⁻¹, Brassinal® con dosis duplicada (T2) 1.0 l ha⁻¹ debido a que el producto incluye el ingrediente activo brassinolide que ayuda a la división y elongación celular, y se consideró para observar y saber su respuesta a esa cantidad; otros productos usados fueron: Activador® (T3) 1.0 l ha⁻¹, Biozyme® (T4) 1.0 l ha⁻¹, Maxigrow® (T5) 1.0 l ha⁻¹, y un Testigo (T6).

Se realizaron dos aplicaciones de los productos hormonales comerciales en cada tratamiento. La primera aplicación fue el 26 de septiembre y se contabilizaron los datos requeridos 10 y 11 de octubre de acuerdo a las variables a analizar; la segunda aplicación de los productos fue 12 de octubre registrándose los datos requeridos los días 26 y 27 del mismo mes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variable número de flores por planta:

En el primer conteo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos cuando se aplican hormonas reguladoras de crecimiento, ya que se genera la misma cantidad de flores desde el punto de vista estadístico para los seis tratamientos utilizados en este trabajo. T1 (100.8); T2 (87.0); T3 (79.3); T4 (73.1); T5 (65.6); T6 (88.6). (Tukey 0.5%).

En el segundo conteo los datos estadísticos obtenidos indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos,

es decir, el T1 representado con 109.0 de medias de acuerdo al número de flores fue mejor tratamiento. Los T2, T3, T4, T5, T6, se comportaron iguales en base a los datos estadísticos, no obstante, los tratamientos que son productos hormonales se comportan por arriba del testigo. Esto conlleva a afirmar que las hormonas reguladoras de crecimiento favorecen el número de flores en comparación al testigo, ya que éste es duplicado en esta variable, por lo tanto se espera que al tener mayor número de flores por planta se obtendrá un buen número de frutos con buenas expectativas de producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de flores-segundo conteo (no. flores planta⁻¹)

Tratamientos	Medias	
1	109.0	A
2	69.1	B
3	57.1	B
5	53.3	B
4	49.0	B
6	46.3	B

Significancia: 0.05; Tukey: 35.2.

Variable número de frutos por

planta: En el primer conteo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, genera la misma cantidad de frutos desde el punto de vista estadístico para los seis tratamientos manejados. Por lo tanto todos los tratamientos se comportan en similitud al testigo. T1 (115.1); T2 (90.5); T3 (86.7); T4 (102.7); T5 (91.5); T6 (107.7). (Tukey 0.5%).

En el segundo conteo el resultado de los datos estadísticos muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos

señalando que el T1 (A) se comportó de diferente manera a los otros, situándolo como el mejor con 109.8, es decir el T1 (A) produjo mayor número de frutos por planta. Además, T2, T3, T4, T5, fueron iguales estadísticamente y T6 obtuvo un menor número de frutos. Asimismo, se establece que los productos hormonales tales como Brassinal® (T1) en comparación con el testigo (T6) duplica los rendimientos, ya que por cada planta evaluada el número de frutos incrementó favorablemente y se estima una mejor producción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de frutos - segundo conteo (no. frutos planta⁻¹)

Tratamientos	Medias	
1	109.8	A
2	89.1	AB
4	85.2	AB
5	76.5	AB
3	72.5	AB
6	51.3	B

Tukey 0.5%

Variable peso de fruto por planta: En el primer conteo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo como resultado el T1 como el mejor (1339.2); seguidos por T2 (1069.3); T3 (1017.6); T5 (929.1); T4 (923.4) y T6 (370.3). (Tukey 0.5%). Por tal motivo al aplicar el T1 que corresponde al producto Brassinal® se obtendrá mayor producción en comparación a los demás tratamientos.

En el segundo conteo los datos obtenidos de acuerdo al peso de fruto arrojan diferencias significativas entre tratamientos, resultando como el mejor T1 con 1379.4 (A), en segundo

lugar los T5, T2, T4 (B) como iguales y los T3, T6 (C) en tercer lugar por ser estadísticamente iguales. La aplicación de productos hormonales como: Brassinal® (T1) elevan la producción de frutos por planta hasta un 100 % comparado al testigo (T6) con 20 %; en el caso del producto Maxigrow (T5) elevó hasta un 80 % el peso de frutos, es decir, las hormonas incrementan el peso de fruto por planta lo que se manifestará en la obtención de mejores rendimientos por planta y por superficie cultivada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de peso por frutos-segundo conteo (g planta⁻¹)

Tratamientos	Medias	
1	1379.4	A
5	827.9	B
2	806.6	B
4	783.3	B
3	529.8	C
6	286.8	C

Nivel de significancia: 0.05

Tukey: 249

CONCLUSIONES

1. La hipótesis planteada no se rechaza y se afirma que la aplicación de productos hormonales de diferentes marcas comerciales producen resultados diferentes en el número de flores, número de frutos y peso de fruto por planta, que impactan en los rendimientos esperados en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq).
2. Se determinó que el uso de hormonas ayudan a obtener un mayor número de flores, más número de frutos por planta y un mayor peso del fruto por planta.
3. El Tratamiento 1 (T1) que corresponde al nombre de Brassinal®, fue el que presentó el mejor comportamiento productivo al tener la mayor cantidad de flores, más número de frutos y el mayor peso de frutos por planta; que en su conjunto obtuvo los mejores resultados que impactaran en el rendimiento del cultivo de chile habanero.
4. Cabe mencionar que los resultados obtenidos con los productos hormonales evaluados, van ligados a una buen programa fitosanitario y a un adecuado paquete tecnológico y manejo agronómico, así como a otros factores de éxito como el clima, suelos, relieve, disponibilidad de agua, entre otros; es decir, sino se manejará el cultivo adecuadamente el hecho de aplicar sólo las hormonas vegetales no garantiza que se tengan grandes producciones. Por lo que las hormonas vegetales forman parte de un manejo agronómico del cultivo de chile habanero.

LITERATURA CITADA

Bunger-Kibler, S. y Bangerth, F. 1983. Relationship between cell number, cell-size and fruit size of seeded fruits

of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill), and those induced parthenocarpically by the application of plant-growth regulators. *Plant Growth Regul* 1:143–154.

Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, M. Teresa Rodríguez-González y J. Luis Chávez-Servia. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfo tipos de chile (*Capsicum annuum* L.) del Centro-Oriente de Yucatán. *México. Agro ciencia* 39: 627-638.

Chaudhary, B. R., M. D. Sharma, S. M. Shakya, and D. M. Gautam. 2006. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) at Rampur, Chitwan. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 27:65-68.

Hernández, A. 2014. Evaluación de cuatro reguladores de crecimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en el ciclo agrícola otoño - invierno 2013/2014 en Acayucan, Ver. Tesis de Licenciatura. FISPA - Universidad Veracruzana. Acayucan, Ver. México. 74 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Acayucan, Veracruz de Ignacio de la Llave. Clave geoestadística 30003. Extraído el 20 de mayo de 2014, desde:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30003.pdf>

Long-Solís, Janeth. 1998. Capsicum y cultura: La historia del chile. Fondo de Cultura Económica. México. 203 p.

- Miguel, J. y José, C. 2006. Capítulo XV Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, giberelinas y citocininas fisiología vjoegredtalá (nf. a&. scqauesoa &r le.t ctaord e mil, eds. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- Naqvi, S. S. M. 2002. Plant growth hormones: growth promoters and inhibitors. In: Handbook of plant and crop physiology. (M. Pessaraki, eds). Secon Edition. Marcel Dekker, Inc. USA. pp. 501-525.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL, Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- Ramírez-Luna, E., C. de la C. Castillo-Aguilar, E. Aceves-Navarro, y E. Carrillo-Ávila. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile 'habanero'. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1):93-98. México.
- Ruiz, R. 2009. Potencial productivo y limitantes para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Manlio F. Altamirano, Veracruz. México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Crean nueva variedad de chile habanero con mayor rendimiento, resistente a plagas y climas extremos. Extraído el 03 de enero de 2014, desde: www.sagarpa.gob.mx
- Salaya, D. J. 2010. Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántula de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Tesis Maestro en Ciencias. Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco. 44 p.
- Secretaría de Gobernación (SEGOB). 2014. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Veracruz-Llave. Acayucan. Extraído el 16 de mayo de 2014, desde: http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_veracruz