






Rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con el uso de diferentes niveles de NPK en Campeche, México

Yield of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under different NPK levels in Campeche, Mexico

Castillo-Aguilar, C. De la C.¹ , Ramírez-Luna, E.², Wong-Cámara, C.G.², Matos-Pech, G.² , Chiquini-Medina, R.A.² , Bautista-Parra, S.G.³ , Palma-Cancino, D.J.^{1,4*} 

¹ Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, S/N, Sihochac, C.P. 24450, Champotón, Campeche, México.

² Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Calle 11, S/N, Chiná, C.P. 24520, Campeche, Campeche, México.

³ Instituto Tecnológico de Conkal, Tecnológico Nacional de México, Avenida Tecnológico S/N, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

⁴ Programa Estancias Posdoctorales Nacionales para los Investigadores por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT), Avenida Insurgentes Sur 1582, Crédito Constructor, C.P. 03940, Ciudad de México, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo:

V: Castillo-Aguilar, C. De la C., Ramírez-Luna, E., Wong-Cámara, C.G., Matos-Pech, G., Chiquini-Medina, R.A., Bautista-Parra, S.G., Palma-Cancino, D.J.(2024). Yield of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under different NPK levels in Campeche, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1581. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1581>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: October 05th 2023.

Accepted/Aceptado: February 20th 2024.

Available on line/Publicado: March 22th 2024.

RESUMEN

En la península de Yucatán, el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es uno de los productos agrícolas de mayor demanda y valor. Mejorar los rendimientos productivos en campo supone incrementar el desarrollo de los productores regionales. El objetivo de la presente investigación fue evaluar diferentes fórmulas de fertilización NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), en el cultivo de chile habanero en condiciones de cielo abierto. El experimento se llevó a cabo en el Campo experimental Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México. Se evaluaron cinco fórmulas de fertilización: 150-50-200, 200-100-240, 250-150-280, 300-200-320 y 350-250-360, en un sistema de fertirriego para plantas de chile habanero. Las variables de estudio evaluadas fueron: número de flores por planta (NFP), número de frutos por planta (NFRP), longitud de fruto (FL), diámetro de fruto (FD), y rendimiento de frutos en fresco por planta (FFY). Los resultados señalan como mejor tratamiento la fórmula 350-250-360 para las variables NFRP, FL, FD y FFY, obteniéndose un rendimiento promedio de 41259 kg ha⁻¹. Los resultados sugieren que usar dosis más elevadas a las recomendadas incrementan la producción de frutos por plantas.

PALABRAS CLAVE: Rendimiento de campo, *Capsicum* spp., nutrición vegetal, fertilización, sistema de fertirriego.

*Corresponding Author:

David Julián Palma-Cancino. Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, S/N, Sihochac, C.P. 24450, Champotón, Campeche, México. Telefono (+52) 9931328618. E-mail: plusedpc@gmail.com

ABSTRACT

In the Yucatan Peninsula, the habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) is one of the most in-demand and valuable agricultural products. Improving field productivity implies fostering the development of regional producers. This research aimed to evaluate different NPK (Nitrogen, Phosphorus, and Potassium) fertilization formulas in open-field cultivation of habanero peppers. The experiment was conducted at the Xamantún Experimental Field of the Chiná Institute of Technology, Campeche, Mexico. Five fertilization formulas were assessed: 150-50-200, 200-100-240, 250-150-280, 300-200-320, and 350-250-360, using a fertigation system for habanero pepper plants. The study variables evaluated were the number of flowers per plant (NFP), number of fruits per plant (NFRP), fruit length (FL), fruit diameter (ED), and fresh fruit yield per plant (FFY). The results indicate that the 350-250-360 formula was the best treatment for NFRP, FL, ED, and FFY, obtaining an average yield of 41,259 kg ha⁻¹. The findings suggest that using higher doses than recommended increases fruit production per plant.

KEY WORDS: Yield productivity, *Capsicum* spp., plant nutrition, fertilization, fertigation system

Introducción

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) caracterizado por su sabor, aroma y picor, tiene gran importancia económica por su demanda en el mercado nacional para su consumo en fresco y procesado, además de ser fuente de colorantes naturales y otros compuestos como los capsaicinoides (Avilés-Baeza *et al.*, 2021); estos últimos pueden ser ampliamente utilizados en la medicina, cosméticos, pinturas, gas lacrimógeno, entre otros (Chan *et al.*, 2011). De la producción total nacional, el 75 % es para consumo en fresco, 12 % para la elaboración de salsas y el 13 % restante para producción de semilla (SIAP, 2022). En 2022 fueron sembradas 645 ha, con una producción total de 14,128.81 t de fruto fresco en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, de las cuales 4,737.37 t se produjeron en Campeche (SIAP, 2022). Generalmente, se cultiva a cielo abierto donde es afectado los diversos factores ambientales, que reducen la cantidad y calidad del producto, y la rentabilidad del cultivo (Lugo-Jiménez *et al.*, 2010).

Este cultivo es importante y representativo de la Península de Yucatán, por lo cual se ha buscado obtener un mayor rendimiento para satisfacer su alta demanda, y en específico para el estado de Campeche, siendo preferible la actualización de los elementos que componen los paquetes tecnológicos en cada una de las modalidades de producción como es el caso de la fertilización. Existe una gran cantidad de factores, tanto culturales, ideológicos, geográficos y

económicos por los cuales el chile habanero es cultivado en cada región, utilizando una tecnología acorde a las posibilidades de cada productor entre ellas lo relacionado la nutrición; cada región ha empleado diferentes recetas de requerimientos nutrimentales en chile habanero, empleando una fórmula muy variable de fertilización en nitrógeno, fósforo y potasio (Ayala-Garay *et al.*, 2018). Existen diversas recomendaciones sobre las cantidades a aplicar de fertilizantes entre las que se pueden mencionar las propuestas por Soria-Fregoso *et al.* (2002), Noh-Medina *et al.* (2010), Avilés-Baeza *et al.* (2021), y Javier-López *et al.* (2022). No obstante, los resultados de la fertilización en campo no son del todo satisfactorios ya que esto depende del tipo de suelo y sus características (Borges-Gómez *et al.*, 2014; Ayala-Garay *et al.*, 2018; Meneses & Garruña, 2020).

El objetivo del presente trabajo de investigación consistió en conocer el comportamiento del chile habanero a la aplicación de diferentes niveles de fertilización de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), para el incremento del rendimiento de fruto fresco.

Material y Método

Descripción del área de estudio

El experimento se estableció en condiciones de cielo abierto dentro del campo experimental Xamantún, del Instituto Tecnológico de Chiná con ubicación geográfica 19° 14' de latitud norte y 90° 28' de longitud oeste, con una altitud promedio de 44 m.s.n.m. El cultivo de chile habanero fue sembrado en el mes de septiembre a suelo profundo de textura fina denominado tipo K'ankab lu'um (KV) de acuerdo con la nomenclatura de los mayas (Palma-López & Bautista, 2019), y Luvisol férrico de acuerdo con la WRB (IUSS-WRB, 2015). El tipo de clima es caracterizado como cálido subhúmedo con lluvias en verano y rango de precipitación pluvial 1,000 a 1,200 mm (Matos-Pech *et al.*, 2022).

Diseño experimental

La variedad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) empleada para este proyecto fue la "Mayapan", material que presenta buen comportamiento para las condiciones de la Península de Yucatán, además de generar un fruto demandado por los productores y consumidores de la región. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación de cinco fórmulas de fertilización (NPK) con diferentes niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La unidad experimental estuvo conformada por cuatro surcos con una distancia entre ellos de 1.5 m y longitud de surco de 14 m, cubriendo un área total de 84 m². Como parcela útil se tomó la parte central de cada surco, obteniendo una superficie de 28 m².

Los tratamientos consistieron en la aplicación de fertirriego con cinco dosis de fertilización con diferentes niveles de NPK, los cuales son el resultado de evaluar diversos requerimientos nutricionales que se han empleado en algunas regiones de Tabasco y la Península de Yucatán por diversos investigadores y productores de chile habanero (Soria-Fregoso *et al.*, 2002; Ramírez,

2003; Prado, 2006), además de utilizar dos propuestas de requerimientos con cantidades mayores de NPK a los ya utilizados (Borges-Gómez *et al.*, 2010; Meneses & Garruña, 2020), que se encuentran descritos en la Tabla 1. El manejo de la fertilización consistió en la aplicación de una fertilización base o de fondo y el fertirriego, mismos que fueron proporcionados en un porcentaje de 30 % Nitrógeno, 50 % de fósforo y 40 % de potasio para la fertilización base, y de 70 % Nitrógeno, 50 % de fósforo y 60 % de potasio en cada una de las fórmulas de fertilización evaluadas.

Tabla 1. Fórmulas de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) utilizadas como tratamiento en este estudio.

Tratamientos	Referencia bibliográfica
150-50-200 (T)	En base (Soria-Fregoso <i>et al.</i> , 2002).
200-100-240	Con referencia a dosis empleada por Ramírez (2003).
250-150-280	
300-200-320	Ajuste de requerimiento con respecto a Prado (2006).
350-250-360	

T=Tratamiento testigo

Las variables de estudio fueron el número de flores por planta (NFP), número de frutos por planta (NFRP), diámetro de frutos (FD), longitud de frutos (FL), rendimiento de fruto fresco (FFY). Los muestreos se realizaron con base a diez plantas tomadas por tratamiento y por repetición. Las plantas que fueron seleccionadas se encontraron ubicadas en los surcos centrales de la unidad experimental que conformaban a la vez, la parcela útil. Se efectuaron muestreos cada 8 días para las variables de floración y cada 15 días para variables de desarrollo vegetativo, iniciando a los 60 días posteriores al trasplante, continuando con el muestreo hasta el término del cultivo.

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron características comerciales de color y tamaño de fruto (verde brillante intenso). Se realizaron un total de seis cortes, uno cada 12 días.

Análisis estadísticos

Después de analizar los datos obtenidos de las variables evaluadas, se hizo la comprobación de los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks) y homocedasticidad (Levene), mismos que se cumplieron. Los datos fueron ordenados y sometidos a análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc.), mediante el procedimiento del modelo general lineal para el diseño experimental de bloques completamente al azar. Para la determinación de los mejores tratamientos desde el punto de vista

estadístico fue necesario someter las medias de los tratamientos a la prueba de comparación múltiple de medias propuestas por Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados y Discusión

Número de flores y número de frutos por planta

El efecto del incremento en la dosis de fertilización en chile habanero para el número de flores por planta, no fue posible establecerlo a través de los 13 muestreos realizados por ser un proceso dinámico el cambio de flor a fruto, además de la pérdida de flores sin amarre, por lo que el conteo preciso fue complicado. Lo anterior se vio reflejado en los resultados de pruebas de comparación de medias a lo largo de los 13 muestreos realizados. Sin embargo, pudo establecerse la fórmula 350-250-360, como el tratamiento que mayor número de flores indujo (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Comparación de medias de la variable número de flores por planta por muestreo hasta el día 111 después de la siembra, bajo diferentes tratamientos de NPK.

Formula	Muestra (día)						
	69	76	83	90	97	104	111
Fertilización							
150-50-200	114.00 ^{ab}	150.00 ^a	174.33 ^c	221.33 ^a	257.67 ^a	293.00 ^a	329.33 ^a
200-100-240	135.33 ^{ab}	171.33 ^a	207.00 ^{abc}	242.67 ^a	278.67 ^a	314.33 ^a	350.67 ^a
250-150-280	166.67 ^{ab}	147.67 ^a	183.33 ^{bc}	219.00 ^a	255.00 ^a	290.67 ^a	326.67 ^a
300-200-320	167.67 ^a	195.00 ^a	222.33 ^{ab}	248.67 ^a	277.67 ^a	303.33 ^a	317.00 ^a
350-250-360	166.67 ^{ab}	194.00 ^a	255.33 ^a	254.33 ^a	285.67 ^a	314.67 ^a	334.67 ^a
MSD	55.59	51.80	40.17	47.55	48.75	48.50	40.12

MSD= Diferencia mínima significativa; tratamientos con la misma letra fueron estadísticamente iguales (Tukey, $p > 0.05$).

Tabla 3. Comparación de medias de la variable número de flores por planta por muestreo del día 118 – 153 después de la siembra, bajo diferentes tratamientos de NPK.

Formula	Muestra (día)					
	118	125	132	139	142	153
Fertilización						
150-50-200	295.33 ^b	261.66 ^b	228.00 ^b	194.67 ^b	161.00 ^a	127.67 ^a
200-100-240	317.33 ^{ab}	284.33 ^b	251.00 ^{ab}	218.00 ^{ab}	185.33 ^a	152.00 ^a
250-150-280	297.00 ^b	267.00 ^b	237.33 ^b	207.67 ^{ab}	178.00 ^a	148.67 ^a
300-200-320	315.00 ^{ab}	287.66 ^b	247.33 ^b	211.33 ^{ab}	169.33 ^a	126.67 ^a
350-250-360	340.66 ^a	325.33 ^a	286.00 ^a	239.33 ^a	189.67 ^a	119.67 ^a
MSD	29.98	32.59	35.04	38.83	44.74	46.31

MSD= Diferencia mínima significativa; tratamientos con la misma letra fueron estadísticamente iguales (Tukey, $p > 0.05$).

Estos resultados señalan un efecto del régimen nutrimental sobre la floración en chile habanero, incrementando el número de flores por planta (López-Gómez *et al.*, 2017). En lo que respecta al número de frutos fue posible observar en forma más precisa un incremento por efecto del uso de la fórmula de fertilización (NPK) 350-250-360, efecto que se mantuvo a lo largo de todos los muestreos, lo cual indica bajo las condiciones de estudio un estado nutrimental adecuado de las plantas de chile. Estos resultados pueden ser explicados por hecho de tener plantas de chile habanero con nutrición suficiente dado que estas etapas del crecimiento y desarrollo son importantes para el rendimiento de fruto. En floración suelen abortarse un gran número de flores y frutos por deficiencia nutricionales lo que se traduce en pérdidas para los productores. Los resultados hallados son apoyados por lo establecido por López-Gómez *et al.* (2017, 2020), quienes señalan que la floración y fructificación se incrementa por efecto de la cantidad de nitrógeno y fósforo aplicados, sin dejar de considerar el tipo de suelo.

Longitud y diámetro de fruto

El incremento de la longitud y diámetro de fruto fue atribuido al efecto de la fertilización con NPK, resultando como la mejor fórmula de fertilización a través de los muestreos la 350-250-360, seguida por la 300-200-320 (Tabla 4 y Tabla 5). Al aumentar los niveles de nitrógeno, fósforo

y potasio, se pudo apreciar un aumento en el tamaño del fruto, lo cual se atribuyó a sus efectos en conjunto sobre crecimiento de las plantas, componente de las proteínas (N), producción de energía (P) (López-Gómez *et al.*, 2017) y promoción de la calidad del fruto (K) (Berrios *et al.*, 2007). Los resultados encontrados están de acuerdo con lo referido por (López-Gómez *et al.*, 2017) en el sentido de que el suministro de nutrientes repercute en el desarrollo de las plantas, rendimiento y calidad de frutos de chile habanero, sin dejar de considerar las condiciones de suelo y ambientales presentes durante el desarrollo del cultivo.

Table 4. Análisis de comparación de medias por muestreo de la variable longitud de fruto en mm.

Fertilization		Day of sampling				
N-P-K	93	105	117	129	142	153
150-50-200	50.33 ^{ab}	54.30 ^a	53.46 ^{abc}	55.40 ^a	55.30 ^a	54.86 ^{ab}
200-100-240	50.33 ^{ab}	53.06 ^a	54.50 ^{ab}	55.63 ^a	55.60 ^a	55.10 ^{ab}
250-150-280	46.53 ^{bc}	48.33 ^b	49.73 ^{bc}	50.87 ^a	50.83 ^a	50.33 ^b
300-200-320	45.66 ^c	47.86 ^b	49.30 ^c	50.47 ^a	50.36 ^a	49.90 ^b
350-250-360	51.63 ^a	53.73 ^a	55.13 ^a	39.33 ^a	55.23 ^a	55.76 ^a
MSD	3.67	4.15	4.79	35.69	5.90	5.24

= Diferencia mínima significativa; tratamientos con la misma letra fueron estadísticamente iguales (Tukey, $p > 0.05$).

Table 5. Análisis de comparación de medias por muestreo de la variable diámetro de fruto en mm.

Fórmula	Día de muestreo					
N-P-K	93	105	117	129	142	153
150-50-200	31.03 ^{ab}	32.36 ^{ab}	34.86 ^{ab}	35.73 ^{ab}	35.70 ^{ab}	35.13 ^{ab}
200-100-240	33.20 ^a	35.36 ^a	36.70 ^a	37.60 ^a	37.50 ^a	36.96 ^a
250-150-280	32.50 ^{ab}	33.86 ^{ab}	35.26 ^{ab}	36.10 ^{ab}	36.03 ^{ab}	35.46 ^{ab}
300-200-320	29.80 ^b	31.16 ^b	32.56 ^b	33.36 ^b	33.33 ^b	32.76 ^b
350-250-360	31.76 ^{ab}	32.50 ^{ab}	33.86 ^{ab}	34.76 ^{ab}	34.70 ^{ab}	34.13 ^{ab}
MSD	2.85	3.69	3.73	3.70	3.69	3.71

MSD= Diferencia mínima significativa; tratamientos con la misma letra fueron estadísticamente iguales (Tukey, $p > 0.05$).

Bajo las condiciones de estudio, el suelo Luvisol es un suelo arcilloso considerado adecuado para la siembra de hortalizas; sin embargo, el sitio de estudio es utilizado intensivamente con frecuencia para el cultivo de diversas especies, por lo que una dosis alta en NPK resultó adecuada para el cultivo del chile habanero. Se ha demostrado que el tipo de suelo tiene una relación directa con el crecimiento y desarrollo de los frutos de chile (Borges-Gómez *et al.*, 2010; Medina-Lara *et al.*, 2019) Sin embargo puede plantearse, que cuando las plantas se cultivan la variedad de factores que afectan al crecimiento, no puede simplemente reducirse a la presencia o ausencia de un nutriente o a la falta de agua la estructura del suelo es compleja y variante.

Estos resultados pueden ser explicados al considerar el papel de los macronutrientes evaluados, sin dejar de considerar las condiciones y características del suelo, así como los factores climáticos (Ayala-Garay *et al.*, 2018). Los resultados obtenidos resultan interesantes, ya que tradicionalmente las fórmulas de fertilización propuestas son bajas que oscilan en un orden promedio de 150-120-200 (Avilés-Baeza, 2021). Autores como Borges-Gómez (2014), sugieren que el potencial productivo del chile habanero en condiciones de riego está determinado principalmente por la clase de suelo y la temperatura media anual. Si buenas condiciones de producción son importantes para la obtención de buenos rendimientos de chile habanero, el potencial productivo del genotipo utilizado resulta igualmente importante (López-Espinoza *et al.*, 2018). En condiciones de agricultura protegida varios investigadores reportan rendimientos de hasta 80 t ha⁻¹ lo cual es atribuido principalmente a condiciones de manejo (Meneses & Garruña, 2020).

Rendimiento de fruto fresco

Es importante considerar que la producción de chile habanero a cielo abierto está en función del genotipo, tipo de suelo, condiciones ambientales y manejo del cultivo dentro de ello la fertilización, factores que condicionan el potencial de rendimiento del cultivo. Para las condiciones de estudio la aplicación de la fórmula 350-250-360, presentó un efecto considerable en el rendimiento de fruto en campo, estimado del orden de 41,250 kg ha⁻¹ (Fig. 1), tomando en cuenta la calidad del suelo utilizado como buena, rendimiento superior a lo habitualmente obtenido bajo condiciones de cultivo similares en el estado de Campeche de 20,000 kg·ha⁻¹, considerando adicionalmente que cinco cortes es el número de cosechas en cielo abierto, en la cual son producidos frutos de chile habanero con calidad comercial y es rentable la producción (Castillo-Aguilar *et al.*, 2015).

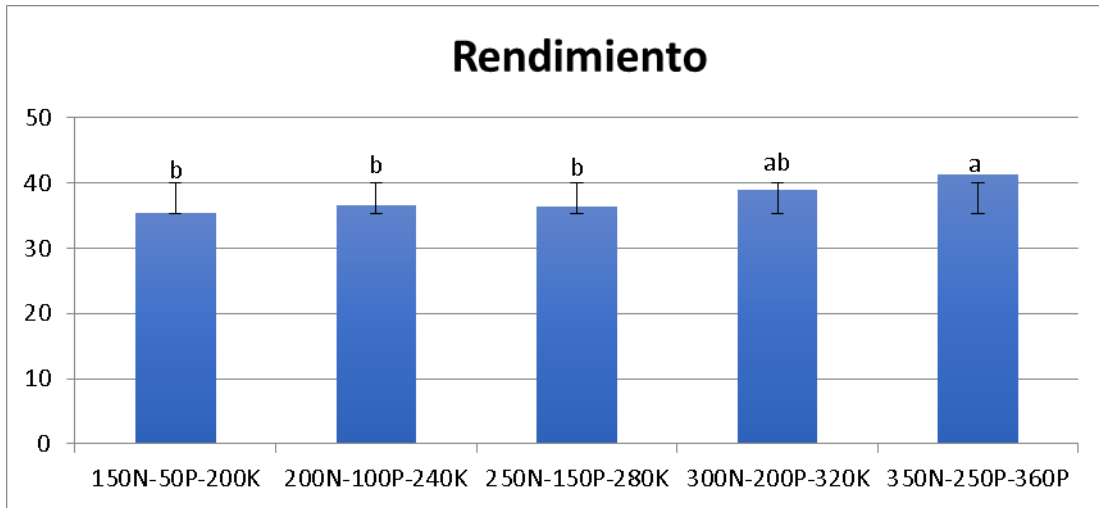


Figura 1. Rendimiento de fruto de chile habanero (t ha⁻¹) para cada fórmula de fertilización.

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. (Tukey, $p=0.05$). MSD= 3985.8.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos durante esta investigación.

El rendimiento promedio de fruto fresco obtenido es comparable con otros trabajos de investigación como el de Rangel-Campos (2016), quien obtuvo en sus evaluaciones un rendimiento de 42.56 t ha⁻¹, Los resultados hallados arrojan una diferencia de 21,250 kg de fruto fresco de chile habanero, más del doble de lo producido normalmente a cielo abierto, lo cual pudiera significar beneficios económicos mayores a los productores rurales e industriales de chile habanero en el estado de Campeche.

Conclusiones

Mayores niveles de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), produjeron un incremento en el rendimiento, superior al 100% obtenido en condiciones de producción a cielo abierto con la cantidad sugerida por la metodología convencional para el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). La fórmula de fertilización que indujo un mayor rendimiento de fruto de chile habanero fue la 350-250-360 (NPK), con un rendimiento promedio de 41,259 Kg ha⁻¹. La aplicación de la fórmula 350-250-360, es recomendable para las condiciones de suelo Luvisol; sin embargo, los resultados pueden variar al cambio de tipo de suelo, la fertilidad del suelo y la técnica de producción. Por último, es recomendable enfocar esfuerzos de investigación futuros para evaluar el costo-beneficio generado por el incremento de las dosis de fertilización en los sistemas productivos locales y regionales.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo: C.C.C.A., S.G.B.P.; desarrollo de la metodología, C.C.C.A., R.A.C.M.; supervisión y trabajo de campo: C.G.W.P., G.M.P., R.A.C.M.; manejo de software, E.R.L.; validación experimental: C.C.C.A., E.R.L.; análisis de resultados: C.C.C.A., R.A.C.M., D.J.P.C.; Manejo de datos: E.R.L., R.A.C.M.; escritura y preparación del manuscrito: C.C.C.A., D.J.P.C.; redacción, revisión y edición: C.C.C.A., D.J.P.C.; administrador de proyectos: C.C.C.A., R.A.C.M., D.J.P.C.; adquisición de fondos: E.R.L., R.A.C.M.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones: Instituto Tecnológico de Chiná y Colegio de Postgraduados Campus Campeche, por las facilidades de utilizar las instalaciones y sus recursos para trabajo de campo y gabinete respectivamente.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- 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, 1-10. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107515>
- Ayala-Garay, O.J., Pinzón-López, L.L., Latournerie-Moreno, L., Ayala-Garay, A.V., & Tovar-Carvajal, S. (2018). Adaptaciones metodológicas para evaluar la calidad fisiológica en semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *AgroProductividad*, 11(9), 9-14. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1208>
- Berrios, U.M.E., Arredondo, B.C., & Tjalling, H.H. (2007). Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. SQM SA.
- Borges-Gómez, L., Cervantes, C.L., Ruiz, N.J., Soria-Fregoso, M., Reyes, O.V., & Villanueva, C.E. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 35-41.

- Borges-Gómez, L., Moo-Kauil, C., Ruíz-Novelo, J., Osalde-Balam, M., González-Valencia, C., Yam-Chimal, C., & Can-Puc, F. (2014). Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: características físicas y químicas predominantes. *Agrociencia*, 48(4), 347-359.
- Castillo-Aguilar, C.C., Quej-Chi, V., Coh-Méndez, D., Carrillo-Ávila, E., & Monsalvo-Espinoza, A. (2015). Producción de planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *AgroProductividad*, 8(4), 73-78.
- Chan, C.N., Sauri, D.E., Olivera, C.L., & Rivas, B.J.I. (2011). Evaluación de la calidad en la industrialización del chile habanero (*Capsicum chinense*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(2), 222-226.
- IUSS-WRB [International Union for Soil Sciences Working Group World Base for Soil Resources]. (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Sistema Internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Javier-López, L., Palacios-Torres, R.E., Ramírez-Seañez, A.R., Hernández-Hernández, H., Antonio-Luis, M.C., Yam-Tzec, J.A., & Chaires-Grijalva, M.P. (2022). Producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en lombricomposta con fertilización orgánica. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3), e3348. <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3348>
- López-Espinoza, S.T., Latournerie-Moreno, L., Castañón-Nájera, G., Ruiz-Sánchez, E., Gómez-Leyva, J.F., Andueza-Noh, R.H., & Mijangos-Cortés, J.O. (2018). Genetic diversity of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) using ISSR. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(3), 227-236. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.227-236>
- López-Gómez, J.D., Villegas-Torres, O.G., Sotelo, N.H., Andrade R.M., Juárez, L.P., & Martínez, F.E. (2017). Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1747-1758. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v11i2.1777>
- López-Gómez, J.D., Sotelo, N.H., Villegas-Torres, O.G., & Andrade, R.M. (2020). Rendimiento y calidad del chile habanero en respuesta a la poda de conducción y régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), 315-325. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.1777>
- Lugo-Jiménez, N., Carballo, B.M., Sauri, D.E., Centurión, Y.A., & Tamayo, C.E. (2010). Efecto del sistema de cultivo sobre la calidad microbiológica del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) después de su cosecha. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(2), 171-179.
- Matos-Pech, G., Arcocha-Gómez, E., López-Hernández, M.B., Garma-Quen, P., González-Valdivia, N.A., & Echavarría-Góngora, E.J. (2022). Efectos de abonos verdes inoculados en las propiedades químicas de un luvisol férrio de Campeche, México. *Terra Latinoamericana*, 40, e993 1-9. <http://dx.doi.org/10.28940/terra.v40i0.933>
- Medina-Lara, F., Souza-Perera, R., Martínez-Estévez, M., Ramírez-Sucre, M.O., Rodríguez-Buenfil, I.M., & Echevarría-Machado, I. (2019). Red and brown soils increase the development and content of nutrients in habanero pepper subjected to irrigation water with high electrical conductivity. *HortScience*, 54(11), 2039-2049. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14157-19>
- Meneses, L.R., & Garruña, R. (2020). The habanero pepper (*Capsicum chinense* JACQ.) as a study plant model in Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23, 1-17.
- Noh-Medina, J., Borges-Gómez, L., & Soria-Fregozo, M. (2010). Composición nutrimental de

- biomasa y tejidos conductores de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2), 219-228.
- Palma-López, D.J., & Bautista, F. (2019). Technology and local wisdom: the Maya soil classification app. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 71(2), 249-260. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2019v71n2a2>
- Prado, U.G. (2006). Tecnología de producción comercial de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Gobierno del estado de Tabasco – ISPROATAB.
- Ramírez, L.E. (2003). Efecto de reguladores del crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile habanero en campo e invernadero. [Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Campeche].
- Rangel-Campos, L. (2016). Crecimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferente espaciamento entre hileras en la comarca lagunera. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Anuario estadístico de producción agrícola., <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Soria-Fregoso, M., Tun, S.J., Trejo, R.A., & Terán, S.R. (2002). Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). SEP-DGTA ITA-2.