

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE  
CHILE HABANERO A LA APLICACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA EN BANDA.

Tesis

Que presenta BRENDA LIDIA SANTIAGO MORALES como requisito parcial  
para obtener el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA.

Saltillo, Coahuila

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE CHILE HABANERO A LA APLICACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA EN BANDA.

Tesis

Que presenta BRENDA LIDIA SANTIAGO MORALES como requisito parcial para obtener el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA.

Una firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Dr. Neymar Camposeco Montejo  
Asesor principal

Una firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Dr. Juan Samuel G. J. Alcalá Rico  
Asesor externo

Una firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Dr. Antonio Flores Naveda  
Subdirector de Postgrado

RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE  
CHILE HABANERO A LA APLICACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA EN BANDA.

Tesis

Elaborada por BRENDA LIDIA SANTIAGO MORALES como requisito parcial  
para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura con la supervisión  
y aprobación del Comité de Asesoría




Dr. Neymar Camposeco Montejo

Asesor principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Asesor



Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor



Dr. Juan Samuel G. J. Alcalá Rico

Asesor externo



Dr. Antonio Flores Naveda

Subdirector de Postgrado

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser un pilar importante en mi formación profesional.

A CONACYT por becarme y permitirme cumplir los objetivos.

Al Dr. Neymar Camposeco Montejo por sus asesorías, su paciencia y dedicación a este trabajo.

A mi comité de asesoría

A mi madre Silvia Santiago Morales por el apoyo y confianza que me ha brindado.

A mi querida abuelita Eustolia Morales Cerón.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi hijo Salvador Esaú mi principal motor para seguir preparándome, a mi madre Silvia y a mi abuelita Eustolia los adoro.

Dedicado también a quienes creyeron en mi pero ya no están conmigo a mi padre Cirilo y a mi abuelito Manuel donde quiera que estén los quiero.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>Origen del cultivo de chile habanero</b> .....	<b>3</b>
<b>Importancia a nivel mundial</b> .....	<b>3</b>
<b>Importancia nacional</b> .....	<b>3</b>
<b>Condiciones favorables para el desarrollo del cultivo</b> .....	<b>4</b>
<b>Problemáticas y retos de producción de chile habanero</b> .....	<b>4</b>
<b>Importancia del mejoramiento genético en Chile Habanero</b> .....	<b>5</b>
<b>Avances en mejoramiento de chile habanero</b> .....	<b>6</b>
<b>Importancia de las evaluaciones agronómicas en mejoramiento genético.</b> .....	<b>7</b>
<b>Importancia y beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura</b> .....	<b>7</b>
<b>Uso de lombricomposta en la nutrición de los cultivos</b> .....	<b>8</b>
<b>Trabajos relacionados</b> .....	<b>9</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
<b>Ubicación del experimento</b> .....	<b>11</b>
<b>Material vegetal</b> .....	<b>11</b>
<b>Siembra</b> .....	<b>11</b>
<b>Preparación de suelo</b> .....	<b>12</b>
<b>Trasplante</b> .....	<b>13</b>
<b>Manejo del cultivo</b> .....	<b>13</b>

<b>Crecimiento vegetativo .....</b>	<b>13</b>
<b>Etapa de floración.....</b>	<b>14</b>
<b>Fructificación .....</b>	<b>14</b>
<b>Descripción de los tratamientos .....</b>	<b>15</b>
<b>Variables evaluadas .....</b>	<b>15</b>
<b>Variables agronómicas.....</b>	<b>15</b>
<b>Variables de rendimiento. ....</b>	<b>15</b>
<b>Variables de calidad de fruto. ....</b>	<b>15</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>17</b>
<b>Variables agronómicas y de rendimiento.....</b>	<b>17</b>
<b>Variables de calidad de fruto.....</b>	<b>18</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación de los abonos orgánicos.....	8
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutrimental de la lombricomposta.....	12
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza y prueba de medias de variables de crecimiento, rendimiento y componentes, de dos variedades experimentales de chile habanero tratadas con cinco dosis de lombricomposta en banda. ....	18
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de varianza y prueba de medias de variables de calidad de fruto, de dos variedades experimentales de chile habanero tratadas con cinco dosis de lombricomposta en banda. ....	20
<b>Cuadro 5.</b> Macronutrientes presentes en frutos de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Micronutrientes presentes en los frutos de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.....	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Breve historia del mejoramiento genético del chile habanero en México. .....	6
<b>Figura 2.</b> Plántulas de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8. ....	11
<b>Figura 3.</b> Preparación de suelo y aplicación de lombricomposta en banda. ....	13
<b>Figura 4.</b> Plantas en desarrollo vegetativo. ....	14
<b>Figura 5.</b> Frutos de HCC-8 (izquierda) y HNC-6 (derecha). ....	14
<b>Figura 6.</b> Curva de crecimiento de altura de planta de las variedades HNC-6 y HCC-8 con la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda. ....	22
<b>Figura 7.</b> Curva de crecimiento de diámetro de tallo de las variedades HNC-6 (superior) y HCC-8 (inferior) con la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda. ....	23
<b>Figura 8.</b> Interacciones significativas observadas entre las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda. ...	25
<b>Figura 9.</b> Interacciones significativas de las variedades HNC-6 y HCC-8 con las dosis de lombricomposta en el contenido de minerales. ....	29

## Resumen

El chile habanero, tiene gran potencial productivo en México, con un crecimiento de 12.5 % anual en la superficie sembrada en los últimos cinco años. El objetivo fue evaluar la respuesta agronómica de dos variedades experimentales de chile habanero denominadas HNC-6 color naranja y HCC-8 color chocolate, pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, bajo cinco dosis de lombricomposta 0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 kg planta<sup>-1</sup>, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x5, el análisis de los datos se realizó con un ANOVA y la prueba de medias que se utilizó fue de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). La variedad HNC-6 tuvo mejor respuesta agronómica que HCC-8, su rendimiento fue superior en 95 %, número de frutos por planta 84 %, longitud de fruto 25 %, grosor de pericarpio 28 %, firmeza de fruto 11 %, peso promedio de fruto 4.7 %. La variedad HCC-8 superó en 38 % la altura de HNC-6 y en 14 % el diámetro del fruto. Por su parte, las dosis de lombricomposta ejercieron un efecto similar sobre ambas variedades. Las dosis de lombricomposta ejercieron un efecto de respuesta y de tendencia similar en las dos variedades experimentales de chile habanero probadas, y las interacciones significativas encontradas en LF, DF y sólidos solubles totales, indican que, la aplicación de lombricomposta influyó en algunos aspectos de la calidad de los frutos como es la tendencia habitual de respuesta de los cultivos a la aplicación de materia orgánica. Por lo anterior, se infiere que, los principales factores que determinaron la respuesta agronómica del cultivo, es su componente genético en respuesta al ambiente, y el grado de madurez de la lombricomposta utilizada. En conclusión, la variedad experimental HNC-6, mostró una mejor respuesta agronómica bajo las condiciones probadas.

**Palabras clave:** *Capsicum chinense* Jacq. genotipo, humus de lombriz, calidad, rendimiento.

## **Abstract**

The habanero chili has great productive potential in Mexico, with an annual growth of 12.5 % in the planted area in the last five years, the objective was to evaluate the agronomic response of two experimental varieties of habanero chili called HNC-6 orange color and HCC. -8 chocolate-colored, belonging to the Center for Training and Development in Seed Technology, under five doses of vermicompost 0, 0.3, 0.6, 0.9 and 1.2 kg plant<sup>-1</sup>, under a completely random design with a 2x5 factorial arrangement, the analysis of The data was performed with an ANOVA at  $p \leq 0.05$  and the mean test used was Tukey's (Tukey  $p \leq 0.05$ ), the HNC-6 variety had a better agronomic response than HCC-8, its yield was 95 % higher. , number of fruits per plant 84%, fruit length (LF) 25%, pericarp thickness 28%, fruit firmness 11%, average fruit weight 4.7%. The HCC-8 variety exceeded the height of HNC-6 by 38 % and the fruit diameter (DF) by 14 %. For their part, vermicompost doses had a similar effect on both varieties. In conclusion, the experimental variety HNC-6, showed a better agronomic response under the tested conditions. The doses of vermicompost exerted a response effect and a similar trend in the two experimental varieties of habanero pepper tested, and the significant interactions found in LF, DF and total soluble solids indicate that the application of vermicompost influenced some aspects of the quality of the fruits as is the usual tendency of crop response to the application of organic matter. From the above, it is inferred that the main factors that determined the agronomic response of the crop are its genetic component in response to the environment, and the degree of maturity of the vermicompost used.

**Keywords:** *Capsicum chinense* Jacq. genotype, earthworm humus, quality, yield.

## INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense*), es una hortaliza con mucho potencial comercial en México, es considerado uno de los chiles más picantes en el mundo, ya que presenta los mayores niveles de picor o pungencia, alrededor de 300 mil unidades Scoville (FIRCO, 2017). En el año 2021 México obtuvo un valor de producción de 441,205.73 millones de pesos, con una superficie de 1,517 ha sembradas, cuyo rendimiento promedio fue de 18 t ha<sup>-1</sup>, siendo los estados productores con mayor superficie sembrada Sinaloa (305 ha), Tabasco (274 ha), Yucatán (264.72 ha), Campeche (173 ha), y Veracruz (116 ha), donde la principal forma de producción es a cielo abierto y corresponde al 90.2% del total de producción (SIAP, 2021). La producción de habanero ha repuntado económicamente debido a sus propiedades, lo cual ha permitido su diversificación, además se ha estudiado su aporte nutricional y componentes que tienen gran utilidad en la cosmética y farmacéutica (Flores y Osorio, 2020).

La producción de chile habanero requiere un alto costo de inversión, tiene mucho valor por su preferencia en los mercados, sin embargo, existe un bajo nivel tecnológico a pesar de la rentabilidad del cultivo, lo cual se refleja en los bajos volúmenes de cosecha (Perea, 2007). El objetivo del mejoramiento genético es seleccionar los mejores genotipos dentro de la población y crear genotipos nuevos con características previamente definidas. En México el mejoramiento genético está encaminado a incrementar la productividad, la calidad y adaptabilidad de las especies cultivadas (Ramírez *et al.*, 2018).

El chile habanero es uno de los productos con más demanda a nivel mundial, sus altos niveles de capsaicina son los que le confiere un exclusivo valor agregado a sus frutos, por tal motivo los productores apuntan hacia mercados de exportación como su negocio objetivo, los cuales son particularmente estrictos con el manejo de los insumos (Ramírez *et al.*, 2018). La producción orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar las limitaciones en la producción convencional, se fundamenta no solo en la mejora del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también un mayor valor agregado a los productos finales, además de ser percibida y promovida como saludable y segura para el medio ambiente

(Orsini *et al.*, 2016). Los abonos orgánicos mejoran la calidad del medio ambiente y fomentan la agricultura sostenible (Aguilar *et al.*, 2013), un ejemplo de estos es la lombricomposta, que es el proceso por el cual los desechos orgánicos se descomponen a través de las acciones sinérgicas de las lombrices de tierra y las comunidades microbianas (Ali *et al.*, 2015), además contiene nutrimentos que son de importancia en el crecimiento y productividad de las plantas (Roychowdhury *et al.*, 2017) y mejora las propiedades químicas, biológicas y físicas del suelo (Aksakal *et al.*, 2016). La aplicación de lombricomposta puede representar una alternativa que ayude a modificar el manejo de insumos agrícolas, promoviendo el crecimiento y la productividad de los cultivos de manera sustentable (Lara-Capistran *et al.*, 2020).

Por lo anterior en este estudio se plantea conocer la respuesta de crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de dos variedades experimentales de chile habanero identificadas como HNC-6 y HCC-8 a la aplicación de lombricomposta en banda.

### **Objetivo general**

Evaluar el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de dos variedades experimentales de chile habanero en respuesta a la aplicación de lombricomposta en banda.

### **Objetivos específicos**

Cuantificar el crecimiento y rendimiento de dos variedades experimentales de chile habanero a la aplicación de lombricomposta en banda.

Determinar la dosis de lombricomposta más adecuada en cada caso.

Conocer los cambios que las diferentes dosis de lombricomposta ocasionan en el contenido mineral y la calidad de los frutos de chile habanero.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Origen del cultivo de chile habanero**

El cultivo de chile habanero se originó en América del Sur, historiadores y botánicos concuerdan que el habanero fue domesticado y dispersado por inmigrantes. Se ha demostrado, a través de hallazgos arqueológicos la presencia del chile habanero en casi todo el país a principios del siglo XVI, sin embargo, no se tiene evidencia de su consumo, actualmente la península de Yucatán tiene la denominación de origen del chile habanero (Flores y Sánchez, 2020).

### **Importancia a nivel mundial**

México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en la producción de chiles y pimientos picantes, después de China y China continental (FAOSTAT, 2020), alrededor del 90% del chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano el cual se exporta principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania (FIRCO, 2017).

La producción de chile habanero es para usos culinarios y para la obtención de capsaicina, siendo esta última uno de los focos de interés a nivel internacional, en el campo científico y tecnológico tiene importancia en el sector farmacéutico y en otras áreas donde es útil para la elaboración de pinturas, repelentes y otros compuestos bioactivos en laboratorios de importantes centros de investigación (Osorio y Sánchez, 2020).

### **Importancia nacional**

Su relevancia histórica y cultural está asociada a su uso en la comida, eventos mágico-religiosos, como medicamento, como tributo, hasta formar parte del léxico popular reflejado en canciones, poemas, cuentos y doble sentido, por otro lado, el sector industrial lo utiliza como materia prima para la elaboración de salsas y pastas, debido a sus propiedades nutricionales es utilizado en la industria cosmética y farmacéutica (Flores y Sánchez, 2020).

México cuenta con la denominación de origen desde el año 2010, nuestro país sobresale en generación de variedades de chile en el mundo, el 80% de la producción nacional se comercializa como fruto fresco y el 20% se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados (FIRCO, 2017). En el año 2021 el valor de la producción fue de 441,205.73 millones de pesos, los principales estados productores de chile habanero son Sinaloa (305 hectáreas), Yucatán (264.72 hectáreas), Tabasco (274 hectáreas), Campeche(173 hectáreas) y Veracruz (116 hectáreas), por lo que a nivel nacional se siembran alrededor de 1517.81 hectáreas, con un rendimiento promedio de 18 t ha<sup>-1</sup> y el 90% de la producción de chile habanero se produce principalmente a campo abierto (SIAP, 2020), este tipo de producción se ve afectada por factores abióticos y bióticos que reducen la calidad de los frutos, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo (López *et al.*, 2020).

### **Condiciones favorables para el desarrollo del cultivo**

El cultivo de chile habanero demanda una cantidad de agua relativamente alta entre 550 a 700 mm especialmente en etapas de floración, fructificación y llenado de frutos, las temperaturas optimas de desarrollo son de 26 a 33 °C, no tolera temperaturas menores a 15 °C, requiere una humedad relativa de 65 a 80%, este cultivo se adapta a diferentes suelos, pero prefiere suelos profundos, francos con baja salinidad 1.5 dS m<sup>-1</sup> de CE y un pH de 6.5 a 7 (Ramírez *et al.*, 2018 y López *et al.*, 2020).

### **Problemáticas y retos de producción de chile habanero**

La producción de chile habanero aún no está consolidada, los productores poseen pequeñas superficies dispersas de cultivo, que presentan limitaciones financieras y de comercialización además no existe un padrón oficial de productores por estado, los apoyos de programas gubernamentales son insuficientes y de cobertura limitada, existe poca colaboración entre los eslabones que impulsan el desarrollo de la cadena de producción, el habanero requiere un alto costo de inversión, así mismo, el cultivo cuenta con poca

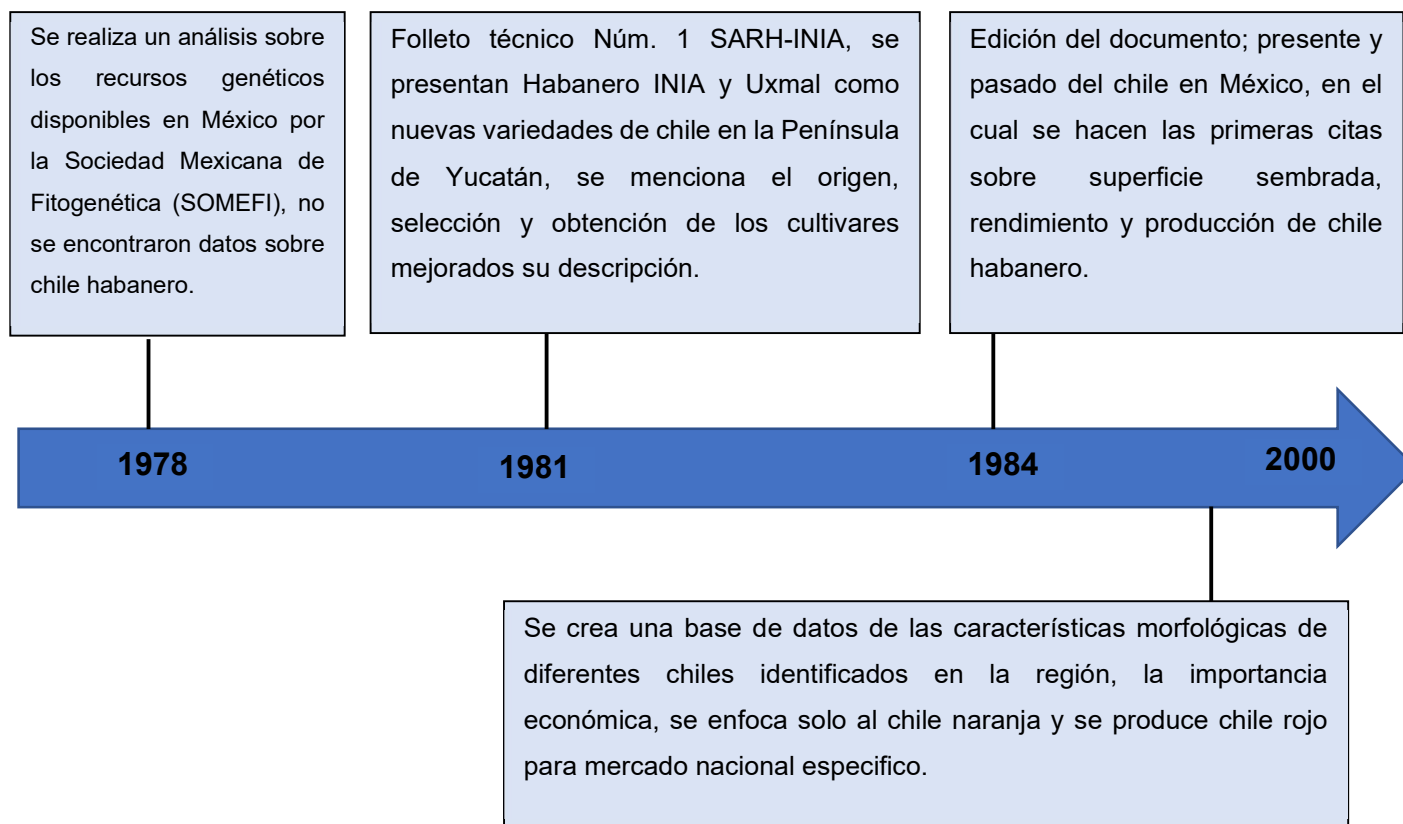
tecnificación, lo cual se refleja en los volúmenes de cosecha, los cuales se aproximan a las 10 t ha<sup>-1</sup>, cada eslabón de la cadena productiva aprovecha las oportunidades que encuentra para mejorar rendimientos y ganancias, lo que genera, la desvinculación de los productores con la materia prima, los intermediarios o coyotes y mercados específicos e industrias, además problemas en el caso de pequeños productores como el abandono del cultivo, alta heterogeneidad en los suelos dependiente de la fertilización, incipiente integración de la cadena productiva, falta de consolidación en la organización para la comercialización y la industrialización y la falta de desarrollo tecnológico siguen siendo limitantes en la consolidación del cultivo (Flores *et al.*, 2020).

### **Importancia del mejoramiento genético en Chile Habanero**

Un programa de mejoramiento genético tiene un propósito agronómico y económico, de acuerdo con el uso específico, ya sea como alimento o materia prima, el mejoramiento genético permite que se conserven características de los materiales criollos incorporando características de interés, lo cual permite la obtención de diversas variedades que intensifiquen el cultivo, sin disminuir la calidad y las características actuales requeridas por los mercados (CICY, 2019). La península de Yucatán es el centro de diversidad genética del chile habanero, existen variedades criollas con altos niveles de pungencia y sabores distintivos, por otro lado, la demanda externa exige aumentar la producción, pero la poca tecnificación y escasez de semillas criollas produjo la introducción de variedades extranjeras con frutos de menor calidad y sabor diferente, que pudieran afectar la variabilidad génica local (González *et al.*, 2018).

Los recursos fitogenéticos son la base del mejoramiento genético, por tal motivo, el Centro de Investigación Científica de Yucatán conserva germoplasma de chile habanero, representado por 250 colectas de las que se ha caracterizado el 25%, esto ha permitido generar una base de datos donde se seleccionan materiales genéticos promisorios para programas de mejora genética (González *et al.*, 2018).





**Figura 1.** Breve historia del mejoramiento genético del chile habanero en México.

### **Avances en mejoramiento de chile habanero**

Se estableció una colección de variedades criollas y autóctonas de la especie a través de colectas sistemáticas las cuales se han evaluado, caracterizado y son el material genético de partida que a través del tiempo se han estado seleccionando y evaluando los materiales genéticos sobresalientes (González *et al.*, 2018). Actualmente se cuenta con trece variedades de chile habanero registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS, las cuales son Clakmul, Jaguar, Kisin, Mayan Balché, Mayan Box iik, Mayan Chac, Mayan Chan, Mayan Ek, Mayan Ixchel, Mayan K'iin, Mayan Kauil, Mayan Kisin y Mayapan que son utilizados principalmente en los estados de Yucatán y Campeche (Castillo *et al.*, 2018) que fueron seleccionadas no solo por su sabor, aroma y picor que distinguen al chile habanero de la península de Yucatán, sino que, también por su productividad, calidad de los frutos y su adaptabilidad a las condiciones del medio ambiente (SNICS, 2022).

### **Importancia de las evaluaciones agronómicas en mejoramiento genético.**

La medición obliga a observar detalladamente el cultivo y el campo, conduce a una descripción numérica, ayudando a identificar problemas y su importancia (Rawson y Macpherson, 2001). En los programas de mejoramiento genético es necesario evaluar, a través de la medición, el comportamiento agronómico de los diferentes materiales genéticos, en diversos ambientes durante varios años en la región de potencial adaptación dando como resultado el registro de nuevas variedades (Ramírez *et al.*, 2016).

El registro de nuevas variedades fomenta la innovación y el desarrollo tecnológico, promueve el alcanzar autosuficiencia alimentaria, rescatar al campo e impulsar la reactivación económica, para obtener el registro de una variedad, esta debe ser diferente a otra variedad conocida, homogénea es decir las plantas deben tener cualidades idénticas y estable esta debe conservar sus características a través de diferentes ciclos de reproducción lo cual se puede lograr con la medición y evaluación agronómica (SADER, 2020).

### **Importancia y beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura**

El excesivo uso de fertilizantes químicos ha contribuido en la contaminación del medio ambiente, aumentando costos de producción, la salinización y pérdida de fertilidad en los suelos. La producción y uso de abonos orgánicos representan una alternativa económica para pequeños y medianos productores principalmente, aunque también los grandes productores están adoptando estas tecnologías (Gómez y Vásquez, 2011).

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes, favorece la formación de sustancias húmicas, mejora la estructura del suelo, aumentando la retención de humedad, regulan la velocidad de infiltración del agua disminuyendo la erosión, favorece la disponibilidad de micronutrientes y es una importante fuente de carbono. Otro beneficio de la materia orgánica, es su potencial para contrarrestar el efecto nocivo de las poblaciones de patógenos en el suelo. El manejo de abonos orgánicos debe ser combinado y gradual, el periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los 3 a 5 años,

dependiendo de factores del medio ambiente puede tardar hasta 8 años, los costos por manejo de suelo aumentan, pero esto se traduce a mejor calidad y menor costo de manejo del suelo en el mediano y largo plazo, sin contaminar el agua y medio ambiente (Herrán *et al.*, 2008).

**Cuadro 1.** Clasificación de los abonos orgánicos

<b>Fuente de nutrientes</b>	<b>Grado de procesamiento</b>	<b>Sólido</b>	<b>Líquido</b>
Materia orgánica	Sin procesar	Residuos vegetales	Efluentes:
		Residuos de animales	Pulpa de café
		Coberturas	Desechos de origen animal
	Procesada	Composta	Biofermentos
		Lombricomposta	Te de compost
		Bocashi	Ácidos húmicos
		Ácidos húmicos	Te de estiércol
			Extractos de algas

(Ramos y Terry, 2014)

### **Uso de lombricomposta en la nutrición de los cultivos**

El humus de lombriz o excreta de lombriz es un abono natural que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados por medio de la lombriz roja o de California, su composición y calidad de la lombricomposta depende de los desechos que consume la lombriz, altos en nutrientes y es utilizado como mejorador de suelo o sustituto de fertilizantes (García *et al.*, 2013).

El uso de lombricomposta permite utilizar residuos orgánicos, evitando la producción de gases tóxicos y líquidos que contaminan el suelo, es un fertilizante con minerales y micronutrientes que son absorbidos por las plantas, contiene hormonas, enzimas y una alta población de microorganismos benéficos reduciendo la erosión además de mejorar la retención de humedad y estructura del suelo, también permite la resistencia de las plantas al ataque de plagas y

enfermedades y heladas debido al aumento de la actividad microbiana (Prado-García, 2013) .

### **Trabajos relacionados**

En estudios anteriores se ha encontrado que el humus de lombriz ha incrementado el rendimiento en maíz utilizando 5 t ha<sup>-1</sup> con R C/N 13:1 los cuales se incorporaron cerca de la raíz y cubiertos con tierra, (Méndez *et al.*, 2012). En cebollita cambray se aplicó en el trasplante, sobre los surcos a una dosis de 3 t ha<sup>-1</sup> con R C/N 5% promoviendo un mayor crecimiento en peso seco, altura de planta, ancho de bulbo y una mejor eficiencia en el uso del nitrógeno (Ortiz *et al.*, 2010).

En el cultivo de cacahuete se utilizó lombricomposta con R C/N 1:11, aplicada solo en los puntos de siembra, en dosis de 225 g por punto, la emergencia de plantas y la floración se dieron en menor tiempo, con tendencias de incremento en el rendimiento, pero no significativas estadísticamente (Ramos *et al.*, 2019). En el cultivo de lechuga al utilizar 26.2 g de lombricomposta por maceta, con R C/N de 8.13, el contenido nutricional de N en las hojas fue similar a las tratadas con fertilizantes nitrogenados inorgánicos (Olivares *et al.* 2012). En cultivos de pepino con lombricomposta en dosis de 1.5 kg m<sup>-2</sup> se obtuvo mayor rendimiento, en jitomate se observó que cuando la dosis de lombricomposta aumenta los frutos dañados disminuyen (Hernández *et al.*, 2015). En cultivo de chile jalapeño se aplicaron junto al tallo, 12.90 g de lombricomposta por planta, se observaron frutos con mayor longitud y el manejo orgánico fue más económico (Rios y Gamboa, 2014).

### **Uso de lombricompostas en el cultivo de chile habanero**

Se encontró que una fertilización 100% orgánica con lombricomposta, esta se aplicaba 200 g planta<sup>-1</sup> cada 20 días, a partir de los 18 días del trasplante, supera la fertilización mineral y combinada en peso de fruto, numero de lóculos y germinación del chile habanero (Mendoza *et al.*, 2020), al combinar la fertilización órgano-mineral, se encontró que a mayores dosis de lombricomposta se

incrementa la altura, diámetro de las plantas, número de hojas, número de botones y número de flores (Bautista, 2017; Lara *et al.*, 2020). Con el uso de lombricomposta a dosis de 200 g planta<sup>-1</sup>, cerca del tallo cada 20 días, se observó un aumento de 115% en el tamaño del diámetro del tallo respecto al testigo y se obtuvo mejor rendimiento (Arcos *et al.*, 2012), la lombricomposta al 100% con manejo orgánico mostro mejores resultados en altura de planta, diámetro de tallo, número de flores y frutos (Avelizapa *et al.*, 2020; López *et al.*, 2022).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Ubicación del experimento

El experimento se realizó en un macrotúnel del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con las siguientes coordenadas 25° 21' N y 101° 02' O, el clima que le caracteriza es seco con poca lluvia las temperaturas oscilan entre 5°C y 24°C, en condiciones de macrotúnel las temperaturas máximas eran de 45°C, el trabajo de campo se realizó en el periodo de mayo a diciembre del año 2021.

#### Material vegetal

Se utilizaron semillas de dos variedades experimentales de chile habanero denominadas como HNC-6 y HCC-8 pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### Siembra

Las semillas de las variedades experimentales HNC-6 y HCC-8, se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se realizaron aplicaciones de riegos ligeros usando triple 17 soluble adicionado con microelementos para la nutrición de la plántula, en dosis de 0.5, 0.75 y 1 g L<sup>-1</sup> a la segunda, cuarta y sexta semanas después de la emergencia respectivamente hasta antes del trasplante.



**Figura 2.** Plántulas de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8.

### Preparación de suelo

Para la preparación del suelo, se retiraron malezas, se descompactó el suelo y se formaron surcos, en los cuales se abrió un canal de aproximadamente 15 cm donde se colocó la lombricomposta con la técnica de “en banda” la cual se integró al surco y se reformaron las camas, la composición nutrimental de la lombricomposta utilizada fue la siguiente (Cuadro 2):

**Cuadro 2.** Composición nutrimental de la lombricomposta.

<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Nitrógeno total	1.51	%
Fosforo(P)	0.54	%
Potasio(K)	1.28	%
Calcio (Ca)	10.4	%
Magnesio (Mg)	0.85	%
Sodio (Na)	0.21	%
Azufre(S)	0.37	%
Hierro (Fe)	5950	ppm
Cobre (Cu)	16.80	ppm
Maganeso (Mn)	249	ppm
Zinc (Zn)	237	ppm
Boro(B)	61.0	ppm
Humedad	14.4	%
Materia orgánica	31.8	%
Cenizas	68.2	%
Carbono orgánico	18.5	%
Relación C/N	12.2	

## Trasplante

Después de realizados los surcos se colocó la cintilla de riego y el acolchado plástico, se regó a capacidad de campo y se realizó el trasplante a doble hilera (en tres bolillo), con 25 cm de distancia entre hileras y 25 cm entre plantas.



**Figura 3.** Preparación de suelo y aplicación de lombricomposta con la técnica en banda.

## Manejo del cultivo

### Crecimiento vegetativo

El cultivo fue nutrido con una solución Steiner al 75% después del trasplante, se presentaron problemas con Damping-off el cual fue tratado con aplicaciones de Ridomil ® a dosis de  $0.5 \text{ mL L}^{-1}$  cada tercer día por una semana vía drench, se realizaron aplicación de lixiviados de lombriz a dosis de  $5 \text{ mL L}^{-1}$  cada tercer día y se aplicaron micronutrientes con micromix a  $0.05 \text{ g L}^{-1}$  por semana.



### Etapa de floración

Cuando se observaron botones florales la nutrición se cambió a Steiner al 100%, se continuaron aplicaciones de lixiviados de lombriz, se presentaron plagas como mosquita blanca, trips y pulgones su utilizaron aplicaciones rotadas con insecticidas como Muralla Max ®, Oberon ® y Sivanto ® a 0.5 mL L<sup>-1</sup>.



Figura 4. Plantas en desarrollo vegetativo.

### Fructificación

Después de la primera cosecha se presentaron signos de enfermedad por bacteria se continuo la aplicación de lixiviados de lombriz y se comenzaron aplicaciones de bactericida Cupramicin ® a 0.02 g L<sup>-1</sup> cada semana, la dosis fue incrementando gradualmente 0.02g en cada aplicación hasta los 0.06 g L<sup>-1</sup>.



Figura 5. Frutos de HCC-8 (izquierda) y HNC-6 (derecha).

## **Descripción de los tratamientos**

Se evaluaron dos variedades experimentales de chile habanero denominadas HNC-6 y HCC-8 bajo cinco dosis de lombricomposta 0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 kg planta<sup>-1</sup>. La distribución de los tratamientos fue por un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x5, con un total de diez tratamientos cada uno con cuatro repeticiones y cada repetición con seis plantas, se utilizaron solo cuatro plantas que se encontraban justo en medio de la unidad experimental, los datos obtenidos se analizaron en el software Infostat ® versión 2020.

## **Variables evaluadas**

### **Variables agronómicas.**

Altura de planta (cm): las medidas se registraron a partir de los 15 días posteriores al trasplante y para su cuantificación se utilizó un flexómetro graduado en centímetros. El diámetro de tallo (mm): también se cuantificó a partir de los 15 días del trasplante con ayuda de un vernier digital Steren®, HER-411, ambas variables de respuesta se evaluaron cada 15 días.

### **Variables de rendimiento.**

Numero de frutos por planta: se realizó el conteo del número total de frutos cosechados en cada planta. Rendimiento de fruto en gramos por planta (g), los cuales se determinaron con ayuda de una balanza digital Steren® MED-080, el peso promedio de fruto resultó de dividir el peso total de los frutos entre el número de frutos por planta (g). El rendimiento calculado (t ha<sup>-1</sup>) resultó de multiplicar el rendimiento de cada planta por el número total de plantas de acuerdo con la densidad de plantación establecida en el experimento (44,000 plantas).

### **Variables de calidad de fruto.**

Para la medición de longitud de fruto y diámetro de fruto (mm), se colectaron frutos al azar a los cuales con ayuda de un vernier digital Steren® HER-411 se midió longitud y diámetro del fruto, en cada cosecha. Para determinar el

porcentaje de sólidos solubles totales o °Brix, los frutos fueron macerados para obtener el extracto celular el cual fue llevado a un refractómetro digital Soonda® 0-85%. Y finalmente para determinar la firmeza del fruto ( $\text{Kg cm}^{-2}$ ): se tomaron datos con ayuda de un penetrómetro digital Force Gauge GY-4. Para el contenido de minerales en fruto: se pesaron 120 g de frutos los cuales se cortaron para su deshidratación, posteriormente se colocaron por tres días en estufa de secado posteriormente se molió hasta obtener 3 g de muestra por repetición que se mandaron a determinar en un laboratorio de análisis mineral del Colegio de Posgraduados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### **Variables agronómicas y de rendimiento.**

De acuerdo con el análisis de varianza ( $p \leq 0.05$ ), se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades, la variedad HCC-8 presento plantas de mayor tamaño en su altura final (90.47 cm) comparada con HNC-6 (65 cm), lo anterior, está por debajo de los resultados encontrados por Tapia *et al.* (2016) que reportan altura promedio de 137 cm, pero por encima de los reportados por Camposeco *et al.* (2021) en habaneros chocolate, ambas investigaciones con fertilización mineral, por lo que, las condiciones del ambiente de cultivo y el tipo de fertilización influyen en el comportamiento agronómico de las variedades. En las variables rendimiento en gramos cosechados por planta (GPP), numero de frutos por planta (NFP) y rendimiento calculado en toneladas por hectárea ( $t\ ha^{-1}$ ) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades, siendo la variedad HNC-6 la que resultó superior a HCC-8, en el peso promedio de frutos y diámetro de tallo no hubo significancia (Cuadro 3).

En cuanto a los tratamientos con lombricomposta no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguna de estas variables de respuesta y tampoco en las interacciones. En relación a lo anterior, se ha documentado que, las diferentes formas de producir lombricomposta, determinan las diferentes propiedades físicas y químicas, mismas que pueden influir en el crecimiento y morfología de las plantas de diversas maneras (Moradi *et al.*, 2014).

**Cuadro 3.** Análisis de varianza y prueba de medias de variables de crecimiento, rendimiento y componentes, de dos variedades experimentales de chile habanero tratadas con cinco dosis de lombricomposta en banda.

<b>Variedad</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>DT (mm)</b>	<b>GPP (g)</b>	<b>NFP</b>	<b>PPF (g)</b>	<b>RC (t ha<sup>-1</sup>)</b>
HNC-6	65.00 b	14.72 a	718.74 a	129.93 a	5.52 a	31.63 a
HCC-8	90.47 a	14.60 a	363.80 b	69.55 b	5.27 a	16.01 b
ANOVA $\leq$	<.0001	0.945	<.0001	<.0001	0.2980	<.0001
DMS	8.66	3.69	84.06	10.26	0.39	3.69
<b>Lombricomposta (Kg planta<sup>-1</sup>)</b>						
0	83.63 a	17.50 a	594.38 a	108.66 a	5.43 a	26.16 a
0.3	82.24 a	13.79 a	519.09 a	90.16 a	5.65 a	22.84 a
0.6	79.97 a	12.81 a	565.63 a	103.66 a	5.43 a	24.89 a
0.9	73.88 a	15.00 a	532.78 a	94.97 a	5.52 a	23.44 a
1.2	68.96 a	14.21 a	494.47 a	101.25 a	4.95 a	21.76 a
ANOVA $\leq$	0.1785	0.5516	0.5762	0.1808	0.2158	0.5657
DMS	19.50	8.32	189.19	23.10	0.88	8.32
CV(%)	17.18	38.89	23.94	15.86	11.22	23.93
<b>Interacción</b>						
ANOVA $\leq$	0.6431	0.7679	0.996	0.200	0.4041	0.9964
DMS	32.48	13.86	305.19	38.47	1.47	13.86

Letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente (Tukey  $p \leq 0.005$ ). DMS= diferencia mínima significativa, CV= coeficiente de variación. AP= altura de planta, DT= diámetro de tallo, GPP= gramos cosechados por planta, NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de fruto, RC= rendimiento calculado (t ha<sup>-1</sup>).

### **Variables de calidad de fruto.**

La respuesta estadística diferencial entre variedades (ANOVA  $p \leq 0.05$ ), indica que, la variedad HNC-6 presento frutos con mayor longitud, grosor de pericarpio,

numero de lóculos y firmeza de fruto, mientras que la variedad HCC-8 solo presento frutos con mayor diámetro, en tanto que, en solidos solubles totales no se observó significancia estadística (Cuadro 4). Lo anterior descrito, probablemente se debió a la genética propia de la variedad (López *et al.*, 2018), además, de la posible influencia del medio ambiente (Latournerie *et al.*, 2015), y su alta interacción con el genotipo (Latournerie, 2018).

Mientras tanto, en los tratamientos con lombricomposta no se presentaron diferencias estadísticas significativas, excepto para la variable diámetro de fruto (Cuadros 4 y 3), el cual fue mayor en el tratamiento control o sin lombricomposta, en relación a esto, un factor muy importante a considerar con el uso de lombricompostas o compostas, es la relación C/N, la cual influye en el balance de nutrientes en el medio, una relación C/N <20 indica un alto grado de estabilización de la materia orgánica y un grado satisfactorio de madurez (Lim *et al.*, 2015), esta condición es necesaria pero no suficiente, ya que, si la lombricomposta tiene una relación C/N baja, inferior a 18-19, la lombricomposta es más rápida pero el exceso de nitrógeno se desprende rápidamente como amoníaco, este proceso induce pérdidas de nitrógeno, mismo que induce amarillamiento generalizado en las plantas, además, es un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas, también para que el proceso de lombricompostaje se lleve a cabo correctamente, la relación C/P debe estar entre 70 y 150, mientras que la relación N/P entre 5 y 20 (Márquez *et al.*, 2008).

Los análisis realizados a la lombricomposta utilizada en esta investigación, reportan una relación C/N de 12.25, la relación C/P es de 34.25 y la relación N/P es de 2.79, valores muy por debajo de los valores óptimos sugeridos, lo que probablemente llevo a la pérdida de nitrógeno como se mencionó previamente, lo cual explicaría la respuesta observada en los genotipos y con las dosis de lombricomposta probadas, dicha condición, también modifica la actividad microbiana en la matriz del suelo, ya que la falta de nitrógeno, altera el metabolismo de carbono, disminuye los niveles de malato y ácidos orgánicos, incrementando los niveles de almidón, lo que afecta el crecimiento y rendimiento del cultivo, también la calidad de frutos y semillas, además de alterar el contenido

de vitaminas, azúcar y sólidos solubles (Maheswari *et al.*, 2017; López *et al.*, 2020), también provoca una inadecuada proliferación de la fauna microbiana por falta de fósforo. Por lo tanto, se infiere que, lo anterior descrito, en conjunto con la falta de madurez de la lombricomposta utilizada, no permitió observar diferencias entre las dosis utilizadas en este experimento.

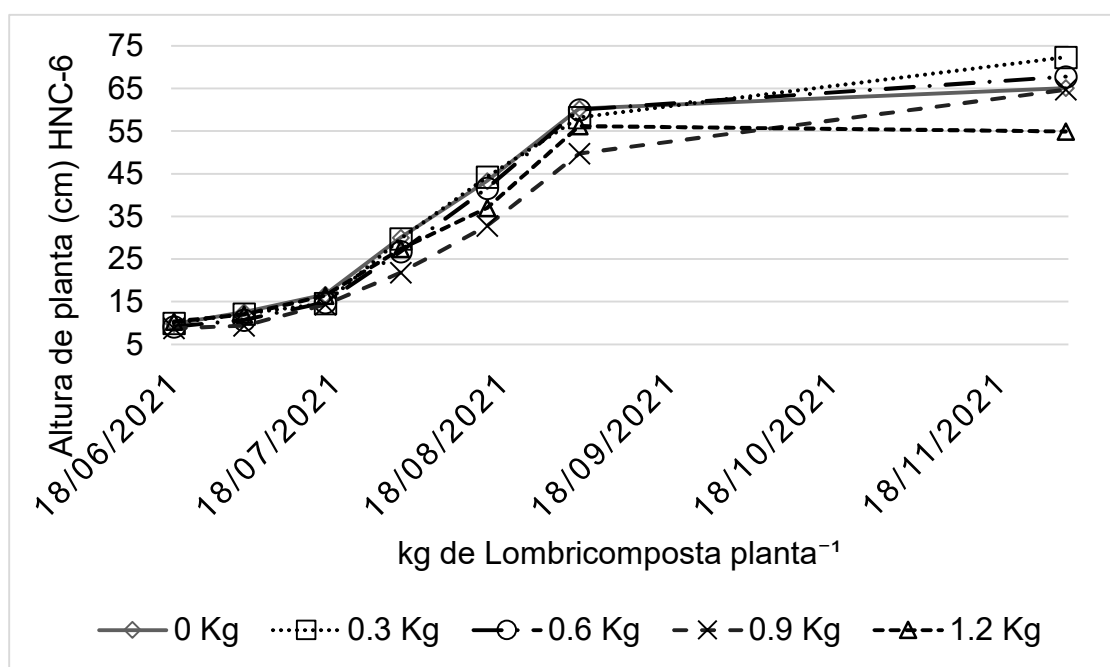
**Cuadro 4.** Análisis de varianza y prueba de medias de variables de calidad de fruto, de dos variedades experimentales de chile habanero tratadas con cinco dosis de lombricomposta en banda.

<b>Variedad</b>	<b>LF (mm)</b>	<b>DF (mm)</b>	<b>GP (mm)</b>	<b>NL</b>	<b>SST (°Brix)</b>	<b>FF (Kg cm<sup>-2</sup>)</b>
HCN-6	51.27 a	28.90 b	1.95 a	3.60 a	9.49 a	1.99 a
HCC-8	41.86 b	33.07 a	1.52 b	3.05 b	9.91 a	1.78 b
ANOVA $\leq$	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.3515	0.005
DMS	1.8977	1.8063	0.0813	0.2611	0.9040	0.1425
<b>Lombricomposta (Kg planta<sup>-1</sup>)</b>						
0	46.37 a	32.89 a	1.74 a	3.25 a	8.75 a	1.72 a
0.3	48.52 a	31.10 ab	1.73 a	3.25 a	9.73 a	1.88 a
0.6	46.39 a	31.44 ab	1.77 a	3.50 a	9.79 a	1.99 a
0.9	46.32 a	29.85 b	1.77 a	3.25 a	9.56 a	1.89 a
1.2	45.23 a	29.67 b	1.65 a	3.38 a	10.68 a	1.96 a
ANOVA $\leq$	0.2806	0.0040	0.3417	0.6541	0.1334	0.1479
DMS	4.27	2.43	0.18	0.58	2.03	0.32
CV (%)	6.28	5.37	7.24	12.11	14.36	11.63
<b>Interacción</b>						
ANOVA $\leq$	0.033	0.0177	0.2050	0.9594	0.0117	0.94
DMS	7.11	4.05	0.30	0.97	3.38	0.53

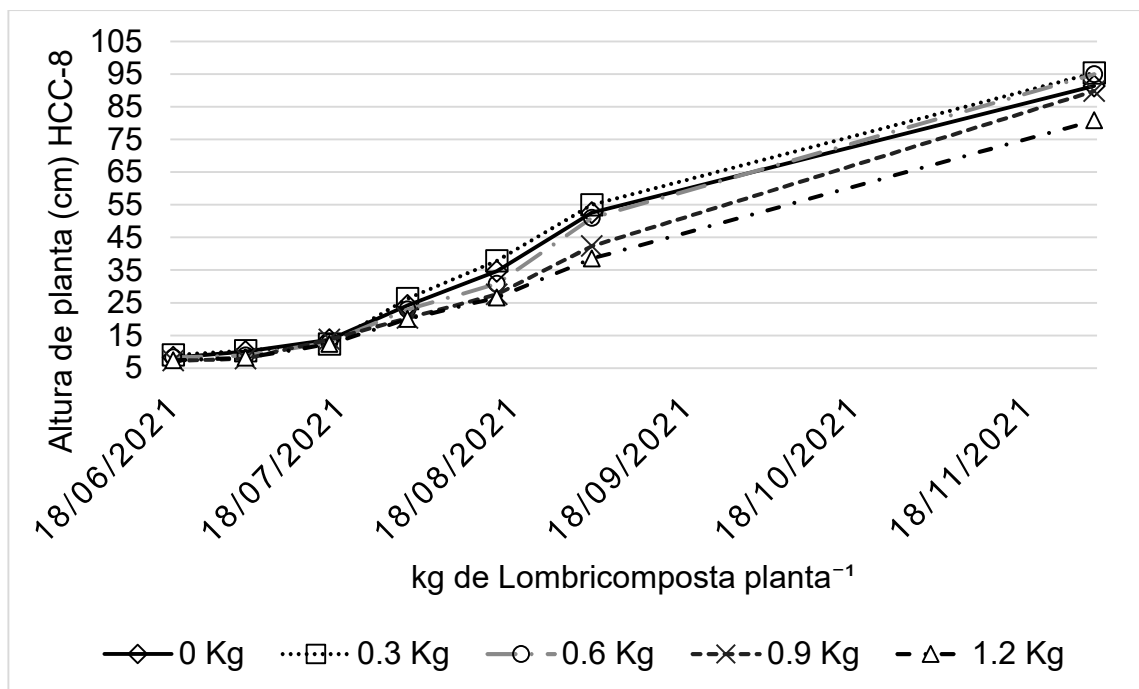
Letras diferentes en la misma columna, difieren estadísticamente (Tukey  $p \leq 0.005$ ). DMS= diferencia mínima significativa, CV= coeficiente de variación. LF= Longitud de fruto, DF= Diámetro de fruto, GP= Grosor de pericarpio, NL= Número de lóculos, SST= Sólidos solubles totales, FF= Firmeza de fruto.

Al estudiar el crecimiento de las plantas, en los tratamientos de lombricomposta no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la variable de altura de planta, sin embargo, se observa una tendencia en el crecimiento de ambas variedades a través del tiempo, en donde al final del ciclo, las aplicaciones de 0.3 y 0.6 kilogramos de lombricomposta por planta, tuvieron como resultado plantas ligeramente de mayor tamaño comparadas con el testigo (Figura 6).

En este sentido, se ha señalado que el principal elemento presente en la materia orgánica es el carbono, fundamental para el proceso fotosintético (Lim *et al.*, 2015), este tiene funciones nutricionales particulares en las plantas por su actuar en la generación de carbohidratos y en el catabolismo de los microorganismos que se realiza en los compuestos orgánicos (Burbano, 2018). Ya que, a mayores cantidades de carbono orgánico hay mejoras en el pH del suelo, disminuye la densidad aparente, mejora la porosidad y capacidad de aireación, aumenta la capacidad de retención de agua y existe una mayor población microbiana en el suelo, además incrementa la fertilidad del suelo, favoreciendo la absorción de nutrientes y en consecuencia el crecimiento y rendimiento de los cultivos (Moradi *et al.*, 2014; Marzi *et al.*, 2019).

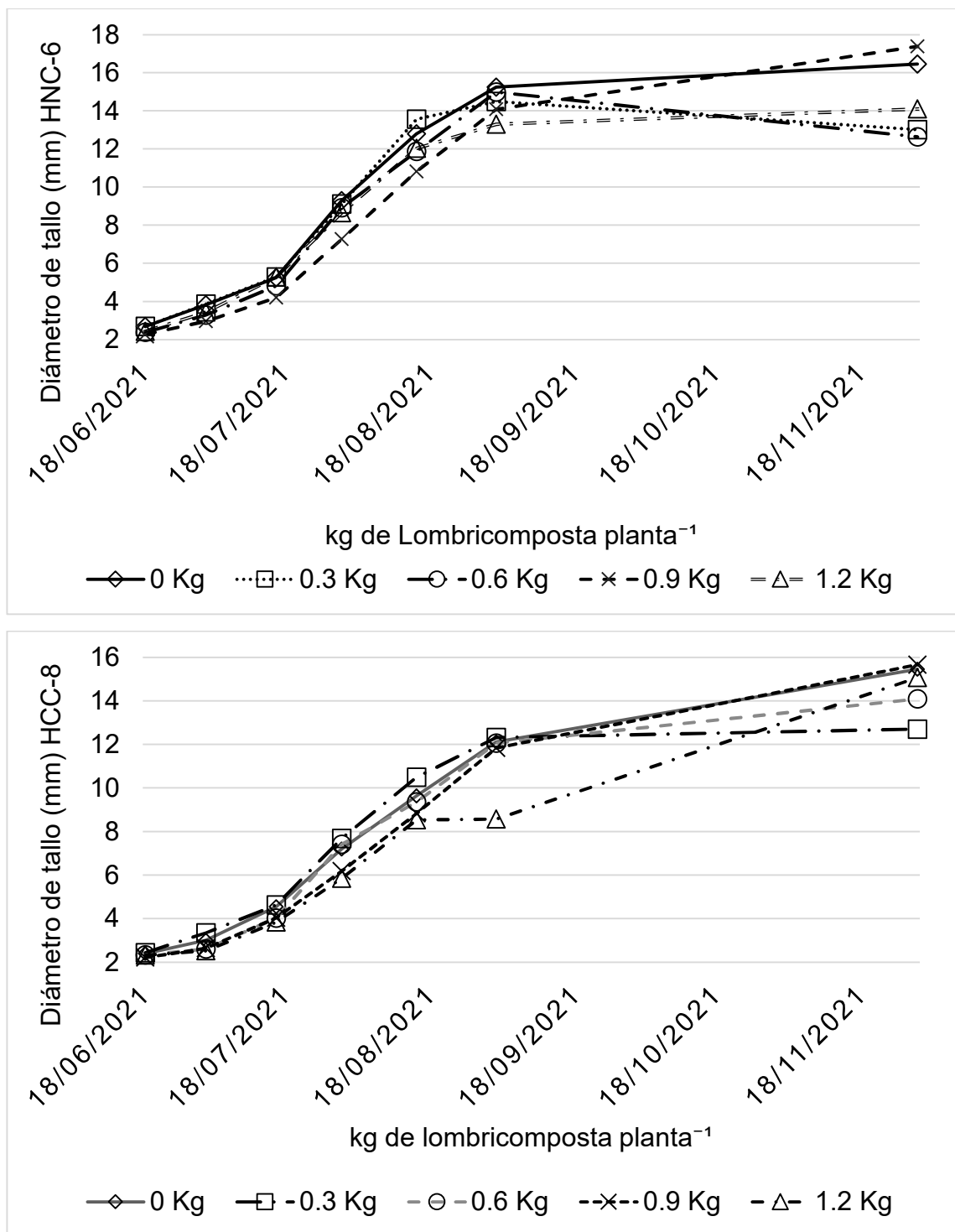






**Figura 6.** Curva de crecimiento de altura de planta de las variedades HNC-6 y HCC-8 con la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.

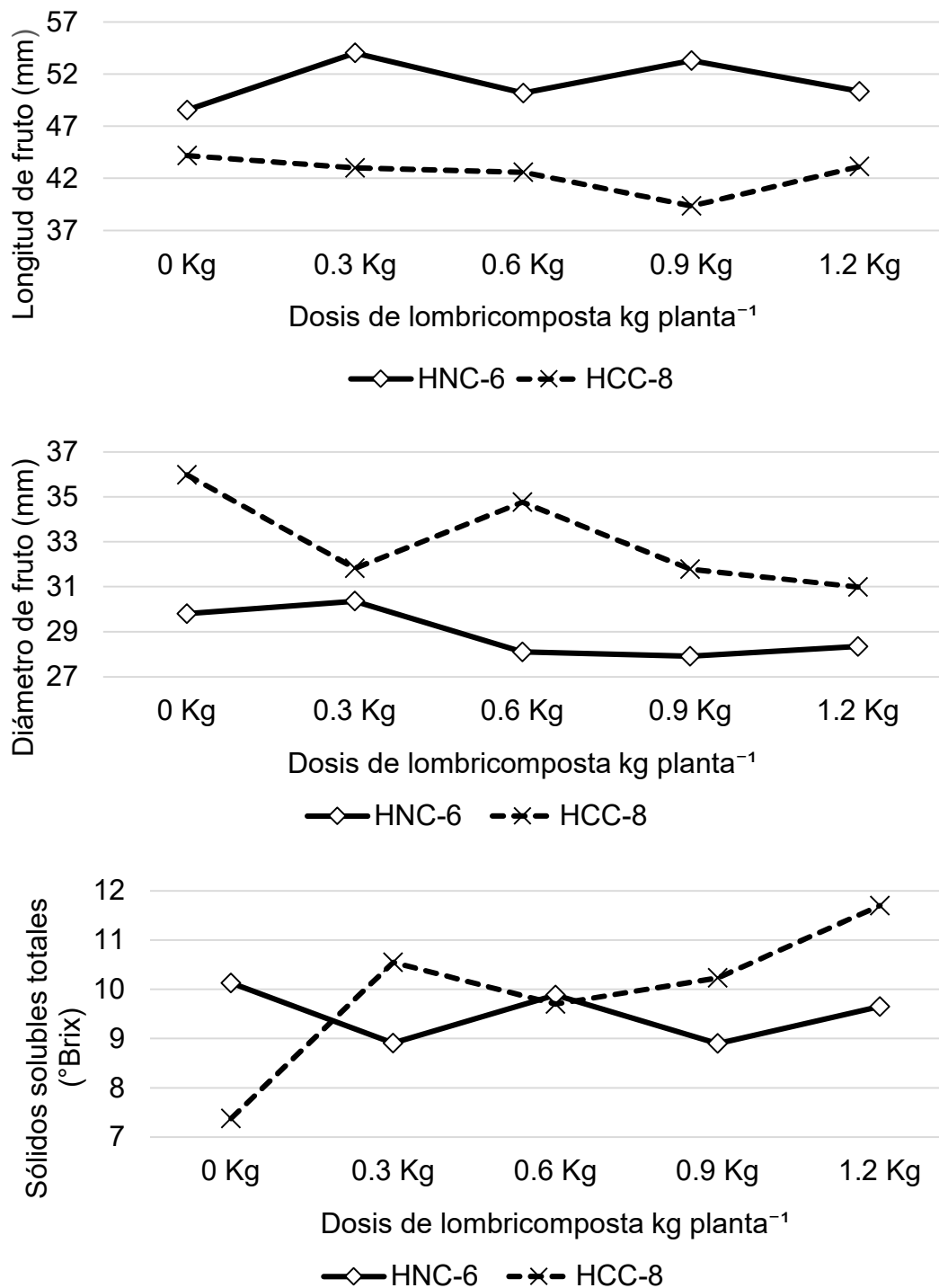
En caso de diámetro de tallos, no se encontraron diferencias significativas entre variedades, no obstante, al observar el crecimiento del diámetro de tallos en ambas variedades, no obstante, en la dosis de 0.9 Kg de lombricomposta dan como resultado tallos más grandes al final del ciclo, seguido por el testigo (Figura 7). En lombricompostas aplicadas como mejoradores de suelo en algunos cultivos como pimiento, tomate y fresa, se han descubierto que son fuente de macro y micronutrientes, metabolitos biológicamente activos como reguladores de crecimiento, humatos, vitaminas, enzimas, antibióticos y la presencia de microorganismos que mejoran la fijación biológica del nitrógeno y la solubilización de fósforo, características que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas (Lim *et al.*, 2015; Moradi *et al.*, 2014; Abduli *et al.*, 2013).



**Figura 7.** Curva de crecimiento de diámetro de tallo de las variedades HNC-6 (superior) y HCC-8 (inferior) con la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas en las interacciones de las variables de longitud de fruto, diámetro de fruto y SST, en las variables longitud

y diámetro de fruto (Figura 8), la variedad HNC-6 presento frutos más largos, mientras que, la variedad HCC-8 los frutos con mayor diámetro y se presentaron en el tratamiento control y con 0.3 Kg de lombricomposta por planta. Estudios indican que el tamaño de chile habanero naranja desarrollado en invernadero tiene en promedio 3.58 cm de longitud y 2.47 cm de diámetro (Tucuch *et al.*, 2012), los frutos de la variedad HNC-6 están por encima con 5.12 y 2.89 cm respectivamente. En caso de chiles habaneros chocolates se han reportado frutos de 2.92 cm de longitud y 2.44 cm de diámetro de fruto (Tapia *et al.*, 2016), los frutos de la variedad HCC-8 también de color chocolate, con 4.18 y 3.3 cm respectivamente están por encima de esos valores. De Avila *et al.*, 2019 en distintos cultivares de *C. chinense* observó comportamientos diferentes en cuanto amarre y tamaño de los frutos, y señaló que la falta de nitrógeno, disminuye la biomasa y favorece la acumulación de almidón en las hojas, esto podría ser la razón de que la variedad HCC-8 produjo frutos con diámetros de menor tamaño en los tratamientos con lombricomposta, ya que al incrementarse los niveles de amonio en la solución del suelo, como mecanismo de tolerancia, las plantas presentan menor cuajado de frutos pero de mayor tamaño (López *et al.*, 2020). Para el caso de solidos solubles o °Brix, se encontró mayor contenido en los frutos de la variedad HCC-8, también se observó una tendencia de aumento de solidos solubles totales conforme se aumenta la dosis de lombricomposta. En el caso de la variedad HNC-6, esta presento menor contenido de solidos solubles que HCC-8 y se mantuvo en rangos similares aun cuando aumenta la dosis de lombricomposta, en este sentido, se ha reportado que el contenido de solidos solubles totales, está relacionado con el sabor de los frutos y la acumulación de azucares por parte de la planta y que se acumulan en los frutos (Jiménez *et al.*, 2012), y estos compuestos aumentan cuando el fruto madura, debido a que es la principal fuente de energía de la respiración (Noichinda *et al.*, 2016).



**Figura 8.** Interacciones significativas observadas (sólidos solubles totales, diámetro de fruto y longitud de fruto) entre las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.

En el análisis estadístico para el contenido de minerales ( $p \leq 0.05$ ), se presentaron diferencias entre variedades, los frutos de la variedad HCC-8 tienen mayor contenido de fósforo, calcio, magnesio, hierro, zinc, molibdeno, boro y cobre, mientras que los frutos de la variedad HNC-6 presentaron mayor contenido de nitrógeno y potasio, (Cuadros 5 y 6).

**Cuadro 5.** Macronutrientes presentes en frutos de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.

Variedad	%N	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
HNC-6	1.52a	3526.95b	10726.07a	1775.22b	1834.63b
HCC-8	1.34b	3933.92a	997203b	1892.40a	2075.13a
ANOVA $\leq$	0.032	0.0007	0.0009	0.032	<0.0001
DMS	0.161	218.57	418.73	106.53	78.73
Lombricomposta (Kg planta <sup>-1</sup> )					
0	1.50ab	3730.76a	11439.31a	1804.15a	1955.28a
0.3	1.28bc	3832.90a	10739.09ab	1980.55a	1991.67a
0.6	1.70a	3577.28a	9298.64c	1755.84a	1880.86a
0.9	1.06c	3807.45a	9922.18bc	1833.12a	1956.44a
1.2	1.62ab	3703.78a	10346.04b	1795.38a	1990.15a
ANOVA $\leq$	0.0001	0.59	<0.0001	0.092	0.38
DMS	0.362	490.84	940.34	239.24	178.81
CV (%)	17.43	9.07	6.27	9.00	6.24
Interacción					
ANOVA $\leq$	0.0002	0.84	0.014	0.36	0.84
DMS	0.60	816.35	1563.93	397.90	294.06

Entre las diferentes dosis con lombricomposta se encontró diferencia estadística significativa en el contenido de nitrógeno, potasio, hierro y boro. En nitrógeno destacan las dosis de 0.6 y 1.2 kg planta<sup>-1</sup> aunque similares al control, en potasio hay una mayor acumulación en la dosis de 0 y 0.3 kg planta<sup>-1</sup> respectivamente. En los microelementos como el hierro ocurrió una mejor acumulación con las

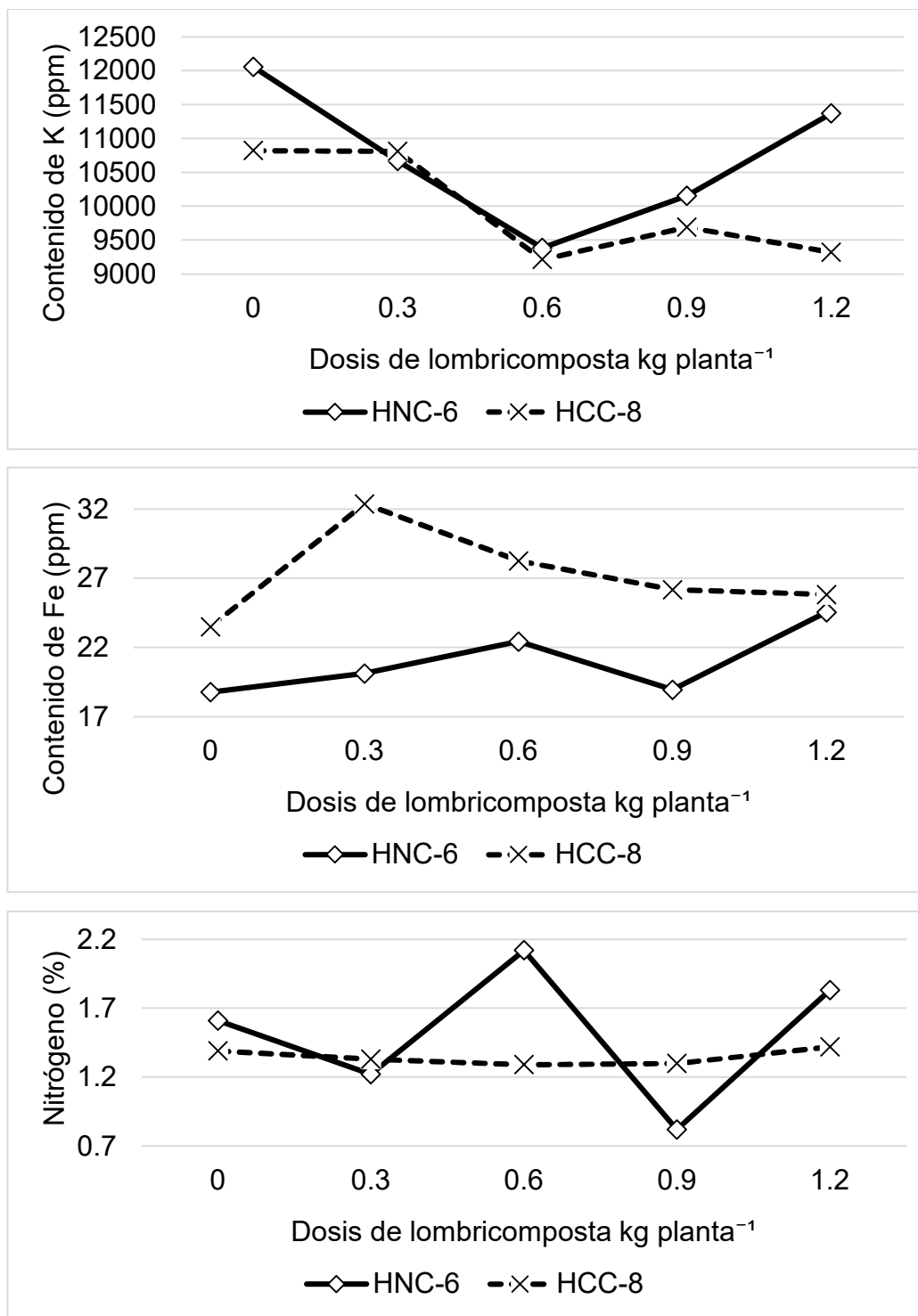
dosis de lombricomposta comparadas con el control, mientras que en boro las mejores dosis fueron con 0.3 y 0.9 kg planta<sup>-1</sup>, lo anterior explica la diferencia entre los rendimientos, ya que la carencia de nitrógeno, potasio y boro, reducen la floración y fructificación retardando la maduración de los frutos, además, el nitrógeno y el fosforo en cantidades altas impide una correcta asimilación del potasio, el aumento en la concentración de hierro se debe a que es constituyente de varias enzimas y algunos pigmentos presentes en los frutos (Polo, 2016).

**Cuadro 6.** Micronutrientes presentes en los frutos de chile habanero de las variedades HNC-6 y HCC-8, bajo la aplicación de diferentes dosis de lombricomposta en banda.

Variedad	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm	Cu ppm
HNC-6	20.97b	27.23b	8.48b	17.33a	4.97b
HCC-8	27.23a	34.78a	10.29a	18.51a	5.74a
ANOVA $\leq$	<0.0001	0.037	<0.0001	0.11	0.010
DMS	2.18	7.07	0.526	1.495	0.57
Lombricomposta (Kg planta <sup>-1</sup> )					
0	21.14b	28.16a	9.38 <sup>a</sup>	17.49b	5.43a
0.3	26.25a	27.72a	9.35 <sup>a</sup>	21.20a	5.47a
0.6	25.34ab	31.52a	9.25 <sup>a</sup>	15.63b	4.85a
0.9	22.56ab	31.70a	9.56 <sup>a</sup>	18.30ab	5.42a
1.2	25.19ab	35.93a	9.40 <sup>a</sup>	16.99b	5.63a
ANOVA $\leq$	0.025	0.57	0.95	0.0007	0.49
DMS	4.9	15.89	1.18	3.35	1.29
CV (%)	14.02	35.34	8.69	12.92	16.70
Interacción					
ANOVA $\leq$	0.04	0.19	0.17	0.49	0.34
DMS	8.15	26.43	1.96	5.58	2.15

Se encontraron diferencias estadísticas en las interacciones entre dosis y variedades en el contenido de nitrógeno, potasio y hierro de los frutos (Figura 9), la variedad HNC-6, presento frutos con mayor contenido de nitrógeno y hierro en

la dosis de 0.6 y 1.2 kg planta<sup>-1</sup> de lombricomposta respectivamente, el contenido de potasio fue mayor en el tratamiento sin lombricomposta, en cambio en los frutos de la variedad HCC-8 el contenido de nitrógeno es similar en las diferentes dosis de lombricomposta, sucede lo mismo en las dosis de lombricomposta que presentan los valores más altos de contenido de potasio, en tanto que, se obtiene el mayor contenido de hierro en la dosis de 0.3 kg planta<sup>-1</sup> de lombricomposta. El contenido de minerales se ve afectado por factores genéticos como la especie, variedad, condiciones de medio ambiente, el grado de madurez del fruto, manejo convencional u orgánico y los métodos utilizados en la cuantificación (Chávez *et al.*, 2016), el bajo contenido de N y K en los frutos de la variedad HCC-8 se dio por el vigor presentado en tallos, hojas y flores, donde se utilizó en mayor cantidad, lo que ocasiono menor traslocación a los frutos y menor rendimiento (Santiago *et al.*, 2015), la disminución de K se puede atribuir a la competencia con el Mg, el contenido de Fe pudo ser aumentado por el contenido de materia orgánica presente en la lombricomposta y a la síntesis de pigmentos característicos de los frutos de cada variedad, por otro lado, los valores bajos de Ca en los frutos de la variedad HNC-6 es un indicador de estrés en las plantas (Narváez *et al.*, 2013).



**Figura 9.** Interacciones significativas de las variedades HNC-6 y HCC-8 con las dosis de lombricomposta en el contenido de minerales (potasio, Fierro y Nitrogeno).



## CONCLUSIONES

La variedad experimental HNC-6, mostró una mejor respuesta agronómica bajo las condiciones probadas, en comparación con HCC-8. Las dosis de lombricomposta ejercieron un efecto de respuesta y de tendencia similar en las variedades experimentales de chile habanero probadas.

La existencia de interacción entre las variedades y las dosis de lombricomposta en las variables de longitud de fruto, diámetro de fruto y sólidos solubles totales, Indica que, la aplicación de lombricomposta solamente influye en algunos aspectos de la calidad de los frutos.

Los frutos la variedad HCC-8 acumulan mayor contenido de nutrientes, comparada con los frutos de la variedad HNC-6, por tanto, se infiere que, podría deberse a factores genéticos.

## REFERENCIAS

- Abduli, M. A., Amiri, L., Madadian, E., Gitipour, S., & Sedighian, S. 2013. Efficiency of vermicompost on quantitative and qualitative growth of tomato plants. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=368880>
- Aguilar, N. O., Olivares, F. L., Novotny, E. H., Dobbss, L. B., Balmori, D. M., Santos-Júnior, L. G., ... & Canellas, L. P. 2013. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. *Plant and soil*, 362(1-2), 161-174. Aguiar\_2013.pdf [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35168134/Aguiar\\_2013-withcoverpagev2.pdf?Expires=1661066563&Signature=PxOmg3U9foyRJsDZQ8XK4MAMqmZW66uAdu0B2wmmDZyGxhVsz3XmGuKAWkflZimMSR0jAEo3l8tUK4NuAGEnjWNdfFkzM3LJOx~ScR2e1Oo9FmuU59qoThn9J4TuagcmFA4qli8BEBkbC7SICWFIcjwuDI2ZWSZO293QCqWwvkjTEF48ijeBFosOJt0hDVz2kPwtGxZKWHEK8t8QV0p4nrV6aGmDub4IJrgqO5Y45yPbRggcmoowi~K6NZ70RCHMdtMsXIOtJuAAptTgILMUVAnv29xxaCJrjWKCvcdF6C2ztTYGVjhLXUcHPgatubble0FFUA4CNM8lbaq\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35168134/Aguiar_2013-withcoverpagev2.pdf?Expires=1661066563&Signature=PxOmg3U9foyRJsDZQ8XK4MAMqmZW66uAdu0B2wmmDZyGxhVsz3XmGuKAWkflZimMSR0jAEo3l8tUK4NuAGEnjWNdfFkzM3LJOx~ScR2e1Oo9FmuU59qoThn9J4TuagcmFA4qli8BEBkbC7SICWFIcjwuDI2ZWSZO293QCqWwvkjTEF48ijeBFosOJt0hDVz2kPwtGxZKWHEK8t8QV0p4nrV6aGmDub4IJrgqO5Y45yPbRggcmoowi~K6NZ70RCHMdtMsXIOtJuAAptTgILMUVAnv29xxaCJrjWKCvcdF6C2ztTYGVjhLXUcHPgatubble0FFUA4CNM8lbaq_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Aksakal, E. L., S. Sari, and I. Angin. 2016. Effects of vermicompost application on soil aggregation and certain physical properties. *Land Degrad. Dev.* 27: 983-995. doi: <https://doi.org/10.1002/ldr.2350>.
- Alejo-Santiago, Gelacio, Luna-Esquivel, Gregorio, Sánchez-Hernández, Rufo, Salcedo-Pérez, Eduardo, García-Paredes, Juan Diego, & Jiménez-Meza, Víctor Manuel. 2015. Determination of the nitrogen requirement for habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 21(3), 215-227. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.04.015>
- Arcos, M. L., Matu, J. E. P., & Cortez, M. A. M. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 307-312. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688425>
- Avelizapa, L. I. R., Lezama, M. D. R. D., Lara, M. A. A., Rodríguez, A. M. D. P. N., & Infante, P. E. R. 2020. Evaluación del comportamiento de un biofertilizante en el

- cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* JACQ.) Variedad Jaguar®. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 8(2), 90-99. <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/183>
- Bautista-Hernández, C. F. 2017. Efecto de diferentes fuentes de nutrición en el potencial productivo de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero. Biotecnia, 19(1), 17-21. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/365/219>
- Burbano Orjuela, H. 2018. El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. Revista de Ciencias Agrícolas, 35(1), 82-96. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012001352018000100082](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012001352018000100082)
- Camposeco-Montejo, N., Flores-Naveda, A., Ruiz-Torres, N., Álvarez-Vázquez, P., Niño-Medina, G., Ruelas-Chacón, X., ... & García-López, J. I. 2021. Agronomic Performance, Capsaicinoids, Polyphenols and Antioxidant Capacity in Genotypes of Habanero Pepper Grown in the Southeast of Coahuila, Mexico. Horticulturae, 7(10), 372. <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/10/372>
- Castillo A., C. D. L. C. (2015). Producción de planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Agro Productividad, 8(4). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/676>
- Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M., Carrillo-Rodríguez, J. C., & Heredia-García, E. 2016. Variación en contenido de minerales en frutos de variedades autóctonas de chile (*Capsicum annum* L.), cultivadas en invernadero. Vitae, 23(1), 48-57. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042016000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042016000100005)
- CICY. 2019. Banco de Germoplasma de chile habanero, único en México: CICY. Boletín de Prensa N°40. <https://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-40-banco-de-germoplasma-de-chile-habanero-unico-en-mexico-cicy>
- De Ávila Silva, L., Condori-Apfata, J. A., Marcelino, M. M., Tavares, A. C. A., Raimundi, S. C. J., Martino, P. B., ... & Nunes-Nesi, A. 2019. Nitrogen differentially modulates photosynthesis, carbon allocation and yield related traits in two

- contrasting *Capsicum chinense* cultivars. *Plant Science*, 283, 224-237.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945218310185>
- FIRCO. 2017. Fideicomiso de Riesgo Compartido. Con denominación de origen y producción orgánica, el valor agregado del chile habanero. [en línea]  
<https://www.gob.mx/firco/es/articulos/con-denominacion-de-origen-y-produccion-organica-el-valor-agregado-del-chile-habanero?idiom=es>.
- Flores López María L., Sánchez Osorio Ever. 2020. Entorno productivo del chile habanero en la Península de Yucatán, México. En *Metabólica y cultivo del chile habanero (Capsicum chinense Jacq) de la Península de Yucatán*(332). Mérida, Yucatán: CIATEJ.  
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/715/1/Cap%2017%20Entorno%20productivo%20del%20chile%20habanero.pdf>
- García, M., Espinosa, M. G. N., López, C. N. V., & López, J. V. 2013. Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. *Estudios agrarios*.  
<http://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/5286>
- Gómez, D., & Vásquez, M. 2011. Abonos orgánicos. PYMERURAL Y PRONAGRO.  
<http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/106/Manual%20de%20elaboracion%20de%20abono%20organico.pdf?sequence=1>
- González E. T., Zúñiga A. J.J., Vázquez F. F. 2018. Mejoramiento genético del chile habanero en la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida. Yucatán.  
[https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ligas Interes/2018/Mejoramiento genetico del chile habanero de la peninsula de yucatan 2018 simple.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ligas%20Interes/2018/Mejoramiento%20genetico%20del%20chile%20habanero%20de%20la%20peninsula%20de%20yucatan%202018%20simple.pdf)
- Hernández Tapia, A., Ramírez-Rivero, L. A., Corlay-Chee, L., & Cruz Rodríguez, J. A. 2015. Efecto de tres abonos orgánicos: lombricomposta, bocashi y tierra de corral en un cultivo intercalado de jitomate (*Solanum lycopersicon*) y pepino (*Cucumis sativus*) bajo invernadero en el ejido El Limón, Tepalcingo, Morelos, México. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53378>
- Herrán, J. A. F., Torres, R. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., & Portugal, V. O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de*

- sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 4(1), 57-68.  
[http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%204%20Abonos.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%204%20Abonos.pdf)
- Jiménez-Santana, E, Robledo-Torres, V, Benavides-Mendoza, A, Ramírez-Godina, F, Ramírez-Rodríguez, H, & Cruz-Lázaro, E de la. 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Universidad y ciencia*, 28(2), 153-161. Recuperado en 17 de junio de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018629792012000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018629792012000200005&lng=es&tlng=es).
- Lara-Capistrán, L., Zulueta-Rodríguez, R., Murillo-Amador, B., Romero-Bastidas, M., Rivas-García, T., & Hernández-Montiel, L. G. 2020. Respuesta agronómica del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de *Bacillus subtilis* y lombricomposta en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 693-704. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018757792020000400693&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018757792020000400693&script=sci_arttext)
- Latournerie-Moreno, L. 2018. SELECCIÓN MASAL EN CHILE DULCE CRIOLLO (*Capsicum annuum* L.). *Agro Productividad*, 10(6). Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1046>
- Latournerie-Moreno, L., Lopez-Vázquez, J. S., & Castañón-Nájera, G. 2015. Evaluación agronómica de germoplasma de chile habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.). *Agroproductividad*, 8(1). [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/498/1/2015\\_AI\\_id38249\\_Javier\\_Mijangos.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/498/1/2015_AI_id38249_Javier_Mijangos.pdf)
- Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. P. Y. 2015. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143-1156. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>
- López, L. J., Torres, R. E. P., Ramírez-Seañez, A. R., Hernández, H. H., Luis, M. D. C. A., Tzec, J. A. Y., & Chaires-Grijalva, M. P. 2022. Producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en lombricomposta con fertilización orgánica.

- Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 9(3), 6.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8650100>
- López-Espinosa, S. T., Latournerie-Moreno, L., Castañón-Nájera, G., Ruiz-Sánchez, E., Gómez-Leyva, J. F., Andueza-Noh, R. H., & Mijangos-Cortés, J. O. 2018. Diversidad genética de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) mediante ISSR. Revista fitotecnia mexicana, 41(3), 227-236.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802018000300227&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802018000300227&script=sci_arttext)
- López-Gómez, J. D., Sotelo Nava, H., Villegas-Torres, O. G., & Andrade Rodríguez, 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://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1777/3028>
- López-Puc, Guadalupe, Rodríguez Rodríguez, Juan D., Ramírez Sucre, Manuel O., Rodríguez Buenfil, Ingrid M. 2020. Manejo agronómico y los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo de chile habanero. En METABOLÓMICA Y CULTIVO DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq) DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN (4-23). México: CIATEJ. 978-607-8734-09-2  
<https://207.249.123.214/jspui/bitstream/1023/714/1/Cap%201%20Chile%20Habanero.pdf>
- Maheswari, M., Murthy, A. N. G., & Shanker, A. K. 2017. Nitrogen Nutrition in Crops and Its Importance in Crop Quality. The Indian Nitrogen Assessment, 175–186.  
<http://doi:10.1016/b978-0-12-811836-8.00012-4>
- Márquez, P. B., Blanco, M. J. D., & Capitán, F. C. 2008. 4. Factores que afectan al proceso de compostaje. Compostaje, 93.  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afetan%20a%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Marzi, M., Shahbazi, K., Kharazi, N., & Rezaei, M. 2019. The Influence of Organic Amendment Source on Carbon and Nitrogen Mineralization in Different Soils.

- Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 20(1), 177–191.  
<http://doi:10.1007/s42729-019-00116-w>
- Méndez-Moreno, O. R. L. A. N. D. O., León-Martínez, N. S., Gutiérrez-Miceli, F. A., Rincón-Rosales, R., & Álvarez-Solís, J. D. 2012. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. *Gayana Bot*, 69, 49-54. [https://www.researchgate.net/profile/Federico-Gutierrez-Miceli/publication/286377257\\_Effect\\_of\\_macronutrients\\_in\\_the\\_Menthol\\_accumulation\\_in\\_essential\\_oil\\_of\\_peppermint\\_Mentha\\_piperita\\_L\\_grown\\_in\\_vitro\\_and\\_greenhouse/links/58f8c11e458515bc74cecd21/Effect-of-macronutrients-in-the-Menthol-accumulation-in-essential-oil-of-peppermint-Mentha-piperita-L-grown-in-vitro-and-greenhouse.pdf#page=57](https://www.researchgate.net/profile/Federico-Gutierrez-Miceli/publication/286377257_Effect_of_macronutrients_in_the_Menthol_accumulation_in_essential_oil_of_peppermint_Mentha_piperita_L_grown_in_vitro_and_greenhouse/links/58f8c11e458515bc74cecd21/Effect-of-macronutrients-in-the-Menthol-accumulation-in-essential-oil-of-peppermint-Mentha-piperita-L-grown-in-vitro-and-greenhouse.pdf#page=57)
- Mendoza-Elos, Mariano, Zamudio Alvarez, Luis Felipe, Cervantes Ortiz, Francisco, Chable Moreno, Francisco, Frías Pizano, Jesús, & Gámez Vázquez, Alfredo Josué. 2020. Rendimiento de semilla y calidad de fruto de chile habanero con fertilización química y orgánica. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(8), 1749-1761. Epub 13 de diciembre de 2021.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.1960>
- Moradi, H., Fahramand, M., Sobkhizi, A., Adibian, M., Noori, M., Abdollahi, S., & Rigi, K. 2014. Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(3), 333-338.  
<http://www.ijfas.com/wp-content/uploads/2014/03/333-338.pdf>
- Narváez-Ortiz, Willian Alfredo, Benavides-Mendoza, Adalberto, Robledo-Torres, Valentín, & Mendoza-Villarreal, Rosalinda. 2013. Efectividad del lodo textil en la producción y composición química del fruto de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(1), 129-141. Recuperado en 06 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000100010&lng=es&tlng=es).
- Noichinda, S., Bodhipadma, K., Mounjomprang, D., Thongnurung, N., & Kasiolarn, H. 2016. Harvesting indices of Chifah Yai pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *The Journal of Applied Science*, 15(2), 1-19. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JASCI/article/view/146518>

- Orsini, F., Maggio, A., Roupael, Y. y De Pascale, S. 2016. "Calidad fisiológica" de hortalizas de cultivo ecológico. *Scientia Horticulturae*, 208, 131-139.  
<http://agri.ckcest.cn/ass/NK002-20170306004.pdf>
- Ortiz, J. C. R., Osti, C., Jáuregui, J. A. A., Sánchez, L. B., Goné, J. D. J. T., Morales, C. V., & Hernández, J. L. G. 2010. Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*). *Agrofaz*, 10(2), 99-106.  
<http://faz.ujed.mx/Posgrado/maos/AUTOEVALUACION/CATEGORIAS/5-RESULTADOS/17-CONTRIBUCION%20AL%20CONOCIMIENTO/17.5.1%20ARTICULOS/92%20Rodriguez%20et%20al%20Agrofaz%202010.pdf>
- Perea, E. 2007. Los diversos usos del chile habanero.  
[URL:http://imagenagropecuaria.com/2007/los-diversos-usos-del-chile-habano/](http://imagenagropecuaria.com/2007/los-diversos-usos-del-chile-habano/)
- Polo, L. A. T., Arroyo, E., & Vegetal, F. 2016. MACRONUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60250196/Micro-y-macro-nutrientes-en-las-plantas20190809-43930-brysdp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669962421&Signature=gHQd2uxWt6AOI~SyyX8Fe3NxH8XcO2-00CpkUn0-huBatjdbwCRI6NoN5pAfnZ~ovbCfu6kIBUmOZnehq6f-4zz2yGLUWqjbaM3GV1Nj0VDWT2QbJD1AZ29T7u9Ymc3wfuH9HbM3zx9LjOFbaX3PpskhsdohUlj9AvGxviEoouuVqluNfuNnzf4eVkVQDPileDk3Rimr-Mcx49W~ax3J0KeOFq8V~1aINj2ucah~xKnXyy~BC3yng58u7JyCKCQY-fOVyJnJ0FEJUtscocl6yGLZ6pXENKrwHwffmck8wgoK41VFTzlpVcMBbxxQrTPDwprqjBjdUq1aqGt39fndg\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60250196/Micro-y-macro-nutrientes-en-las-plantas20190809-43930-brysdp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669962421&Signature=gHQd2uxWt6AOI~SyyX8Fe3NxH8XcO2-00CpkUn0-huBatjdbwCRI6NoN5pAfnZ~ovbCfu6kIBUmOZnehq6f-4zz2yGLUWqjbaM3GV1Nj0VDWT2QbJD1AZ29T7u9Ymc3wfuH9HbM3zx9LjOFbaX3PpskhsdohUlj9AvGxviEoouuVqluNfuNnzf4eVkVQDPileDk3Rimr-Mcx49W~ax3J0KeOFq8V~1aINj2ucah~xKnXyy~BC3yng58u7JyCKCQY-fOVyJnJ0FEJUtscocl6yGLZ6pXENKrwHwffmck8wgoK41VFTzlpVcMBbxxQrTPDwprqjBjdUq1aqGt39fndg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Prado-García J. 2013. Manual de lombricompostaje para los cafecultores de la región Otomí-Tepehua de Hidalgo. Instituto Nacional de Desarrollo Social. Primera edición, 2013. Col. Coyoacán, Distrito Federal. CP 04000. Mexico.  
<http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Lombricultura%20y%20Abonos/Manual%20de%20lombricompostaje.pdf>



- Ramírez Meraz, Moisés, Arcos Cavazos, Gerardo, & Méndez Aguilar, Reinaldo. 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>
- Ramírez Vázquez, Jessica, Hortelano Santa Rosa, René, Villaseñor Mir, Héctor Eduardo, López Herrera, Edgar, Martínez Cruz, Eliel, & Espitia Rangel, Eduardo. 2016. Evaluación de variedades y líneas uniformes de trigo harinero de temporal en Valles Altos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3), 655-667. Recuperado en 01 de diciembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000300655&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000300655&lng=es&tlng=es).
- Ramírez-Jaramillo, G., & Lozano-Contreras, M. G. 2018. Áreas potenciales para el establecimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en condiciones de riego en la península de Yucatán. *Revista del centro de graduados e investigación*. 85. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61399029/V\\_33\\_N\\_75.0120191202-90462-11xh1ma-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1664317797&Signature=A3TTXPuYxXUEwJHbfdwdcQ3HJXYvDP8nR-8JNFYsqQMCKwZ8YrbEYaFyQ2pW1BIDwlecLwADSFHIZznihWRDfTL2qCWO0XY3Qa38pYxCP8YY1PCh100ALFec901xpXuHLkje5-jc0VtBUKBFnvlkR5hZkR2AAatRLwNyV-zghvUFV36pW~zm7YyHFsPAx8lfDEgFvN7QCQh6NdWzodo1iCdDjhBKBBBtYtf19hi4DiAPEvw8JiGE-yB3fWe1bopC0EmQQHqtsVW8vQz50sGBtt-X495PgnYPwjOlvbvuZ7jeKeCKP5wEWxuQ4VcrWFDMnLp1A3YnS3Etz0o0Ggew4A\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=91](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61399029/V_33_N_75.0120191202-90462-11xh1ma-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1664317797&Signature=A3TTXPuYxXUEwJHbfdwdcQ3HJXYvDP8nR-8JNFYsqQMCKwZ8YrbEYaFyQ2pW1BIDwlecLwADSFHIZznihWRDfTL2qCWO0XY3Qa38pYxCP8YY1PCh100ALFec901xpXuHLkje5-jc0VtBUKBFnvlkR5hZkR2AAatRLwNyV-zghvUFV36pW~zm7YyHFsPAx8lfDEgFvN7QCQh6NdWzodo1iCdDjhBKBBBtYtf19hi4DiAPEvw8JiGE-yB3fWe1bopC0EmQQHqtsVW8vQz50sGBtt-X495PgnYPwjOlvbvuZ7jeKeCKP5wEWxuQ4VcrWFDMnLp1A3YnS3Etz0o0Ggew4A_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=91)
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59. <http://scielo.sld.cu/scieloOrg/php/reference.php?pid=S0258-59362014000400007&caller=scielo.sld.cu&lang=es>

- Ramos Oseguera, Carla Anahí, Castro Ramírez, Adriana Elena, León Martínez, Noé Samuel, Álvarez Solís, José David, & Huerta Lwanga, Esperanza. 2019. Lombricomposta para recuperar la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). *Terra Latinoamericana*, 37(1), 45-55. <https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.331>
- Rawson, H. M., & Macpherson, H. G. (2001). Trigo regado: manejo del cultivo. FAO. <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s06.htm#bm06>
- Ríos, A. M., & Gamboa, J. A. A. 2014. Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Avances en investigación agropecuaria*, 18(3), 35-40. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83732353003.pdf>
- Roychowdhury, D., S. Mondal, and S. K. Banerjee. 2017. The effect of biofertilizers and the effect of vermicompost on the cultivation and productivity of maize-a review. *Adv. Crop Sci. Technol.* 5: 1-4. doi: <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000261>.
- SADER. 2020. Para asegurar la producción alimentaria, el registro de variedades sigue su marcha. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/para-asegurar-la-produccion-alimentaria-el-registro-de-variedades-sigue-su-marcha?idiom=es#:~:text=El%20registro%20de%20variedades%20es,mercado%20interno%20y%20el%20empleo>.
- SIAP. 2020. Servicio de Información Agrolimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Cierre de la producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SINICS. 2022. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Secretarías de Agricultura y Desarrollo Rural (SEDAR). <https://datastudio.google.com/u/0/reporting/5b7206ba-e190-48fe-9696-73523bfccf58/page/itBWB>
- Tapia-Vargas, M., Larios-Guzmán, A., Díaz-Sánchez, D. D., Ramírez-Ojeda, G., Hernández-Pérez, A., Vidales-Fernández, I., & Guillén-Andrade, H. 2016. Producción hidropónica de chile habanero negro (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista fitotecnia mexicana*, 39(3), 241-245. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802016000300241&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802016000300241&script=sci_arttext)

Tucuch-Haas, C. J., Alcántar-González, G., Ordaz-Chaparro, V. M., Santizo-Rincón, J. A., & Larqué-Saavedra, A. 2012. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  y tamaño de partícula de sustratos. *Terra Latinoamericana*, 30(1), 9-15. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018757792012000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018757792012000100009)