

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efecto de la Lombricomposta Sobre Una Variedad Experimental de Chile  
Habanero en Macrotúnel en el Sureste de Coahuila

Por:

**JAVIER RAMIREZ SABINO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de la Lombricomposta Sobre Una Variedad Experimental de Chile Habanero en  
Macrotúnel en el Suroeste de Coahuila

Por:

**JAVIER RAMÍREZ SABINO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Neymar Camposeco Montejo  
Asesor Principal

Dr. Antonio Flores Naveda

Coasesor

Dr. Arturo Mancera Rico

Coasesor

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2022

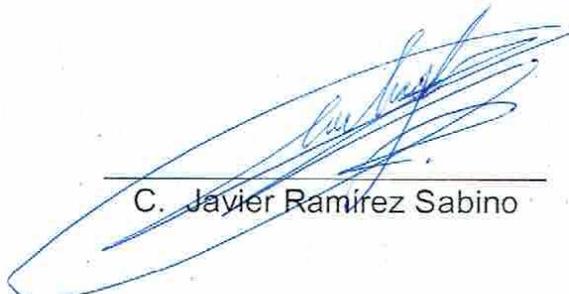
## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original

Pasante



C. Javier Ramírez Sabino

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por permitirme culminar mi carrera, por fortalecerme todos los días y por permitirme creer en él.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por abrirme las puertas de su seno científico de tan prestigiada institución y ser parte de ella. Por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona Ingeniero Agrónomo en Producción, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por bríndame la oportunidad de realizar mi experimento para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo en Producción, siendo una persona admirable y de mucho prestigio para la universidad, por sus grandes aportaciones como investigador y sus enseñanzas a estudiantes.

A mi asesor de tesis **M.C Brenda Lidia Santiago Morales** por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis

Gracias Alma Terra Mater por brindarme tu casa, por darme las herramientas necesarias durante mi formación y ser orgullosamente un **Buitre de la Narro**

Finalmente agradezco a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a mis experiencias, investigaciones e investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo En Producción, se lo dedico:

A mis padres Gregorio Ramírez Remigio y Verónica Sabino Contreras; sus esfuerzos y amor para mí son invaluable, me han proporcionado todo y cada cosa que necesito “sus canas son sinónimo de mi sabiduría”. Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos

A mis hermanos Omar Ramírez Sabino, Monserrath Ramírez Sabino y Gregorio Ramírez Sabino por haberme brindado su apoyo incondicional, por haber estado en situaciones buenas y malas, el haberme alentado para poder seguir mi camino, gracias por sus consejos

A mis amigos Víctor Adrián Martínez Gonzales, Francisco Jacob Díaz Wences y Pedro Santiago Rojo Chávez por su amistad en la trayectoria de mi formación, siendo personas honestas, comprensibles y sobre todo sobresalientes, gracias por sus consejos.

## INDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....   | <b>iv</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b> .....   | <b>v</b>    |
| <b>INDICE GENERAL</b> .....  | <b>vi</b>   |
| <b>INDICE DE CUADROS</b> .....   | <b>viii</b> |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b> .....   | <b>ix</b>   |
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>x</b>    |
| <b>I. INTRODUCCION</b> .....   | <b>1</b>    |
| 1.1 <i>Objetivo general</i> .....  | 3           |
| 1.2 <i>Hipótesis</i> .....   | 3           |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....  | <b>4</b>    |
| 2.1 <i>Origen del cultivo</i> .....  | 4           |
| 2.2 <i>Importancia nacional del chile habanero</i> .....                           | 4           |
| 2.2.1 <i>Importancia internacional del chile habanero</i> .....                    | 5           |
| 2.3 <i>Requerimientos edafoclimáticos</i> .....                                    | 5           |
| 2.4 <i>Problemáticas y retos de producción</i> .....                               | 5           |
| 2.5 <i>Mejoramiento genético de chile habanero</i> .....                           | 6           |
| 2.6 <i>Historia del mejoramiento genético de chile habanero</i> .....              | 7           |
| 2.7 <i>Principales logros en el mejoramiento genético</i> .....                    | 8           |
| 2.8 <i>Abonos orgánicos en la producción agrícola</i> .....                        | 8           |
| 2.9 <i>Lombricomposta</i> .....  | 9           |
| 2.9.1 <i>Trabajos relacionados con el uso de lombricompostas en cultivos</i> ..... | 9           |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | <b>10</b>   |
| 3.1 <i>Ubicación del experimento</i> .....   | 10          |
| 3.2 <i>Material vegetal</i> .....  | 10          |
| 3.3 <i>Siembra</i> .....   | 10          |
| 3.4 <i>Preparación de suelo</i> .....  | 11          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3.5 Trasplante .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>3.6 Manejo del cultivo .....</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>3.6.1 Crecimiento vegetativo .....</b>                            | <b>13</b> |
| <b>3.6.2 Etapa de floración .....</b>                                | <b>14</b> |
| <b>3.6.3 Fructificación.....</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>3.7 Variables evaluadas .....</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>3.7.1 Variables agronómicas.....</b>                              | <b>14</b> |
| <b>3.7.2 Variables de rendimiento. ....</b>                          | <b>15</b> |
| <b>3.7.3 Variables de calidad de fruto.....</b>                      | <b>15</b> |
| <b>3.8 Descripción de los tratamientos .....</b>                     | <b>15</b> |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>4.1. Variables agronómicas y componentes de rendimiento .....</b> | <b>16</b> |
| <b>4.2. Variables de calidad de fruto .....</b>                      | <b>19</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS.....</b>  | <b>23</b> |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Composición nutrimental de la lombricomposta utilizada en el experimento.....   | 11 |
| Cuadro 2. ANVA y prueba de medias de variables agronómicas y componentes de rendimiento de la variedad HCC-8, tratadas lombricomposta.<br>.....       | 16 |
| Cuadro 3. ANVA y prueba de medias de longitud de fruto, número de lóculos, y firmeza de fruto en la variedad HCC-8, tratadas lombricomposta.<br>..... | 21 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Variedades de chile habanero registradas en México por el CICY.  | 7  |
| Figura 2. Plántula de chile habanero variedad HCC-8 previo al trasplante.  | 11 |
| Figura 3. Preparación de suelo, camas de cultivo y aplicación de lombricomposta en banda   | 13 |
| Figura 4. Etapa vegetativa de variedad HCC-8 tratadas con lombricomposta   | 14 |
| Figura 5. Frutos maduros (izquierda) y inmaduros (derecha) de la variedad HCC-8  | 14 |
| Figura 6. Curva de crecimiento de altura de planta la variedad HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta.                        | 17 |
| Figura 7. Curva de crecimiento del diámetro de tallo de la variedad HCC-8  | 18 |
| Figura 8. Diámetro de fruto de los chiles habaneros de la variedad experimental HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta        | 19 |
| Figura 9. Solidos solubles totales de los chiles habaneros de la variedad experimental HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta | 20 |

## RESUMEN

El chile habanero, se proyecta como un cultivo en crecimiento y con 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 el efecto de la lombricomposta sobre la respuesta crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de una variedad experimental de chile habanero denominada como HCC-8 color chocolate, pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas. La dosis de lombricomposta utilizadas fueron 0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 kg planta<sup>-1</sup> respectivamente, bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, el análisis de los datos se realizó con un ANVA ( $p \leq 0.05$ ) y la prueba de medias que se utilizó fue de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados encontrados indican que, las diferentes dosis de lombricomposta probadas no ejercieron efecto sobre la respuesta de crecimiento y rendimiento de la variedad HCC-8, ya que no hubo diferencias estadísticas. Sin embargo, en diámetro de fruto, con 0 y 0.6 Kg de lombricomposta por planta se observó una superioridad en referencia a los demás tratamientos, además el contenido de sólidos solubles totales en frutos, fue superior en la dosis de 1.2 kilogramos de lombricomposta por planta, así mismo, se observó una tendencia de aumento de sólidos solubles totales conforme se aumenta la dosis de lombricomposta. en longitud de fruto, número de lóculos, y firmeza del fruto tampoco se detectaron diferencias estadísticas. Por lo tanto, el uso de lombricompostas sobre la variedad experimental HCC-8, solo mejoró la calidad de los frutos en cuanto a diámetro de fruto y contenido de sólidos solubles totales. Y los resultados de similitud observados en la mayoría de las variables evaluadas, se atribuyen a la baja relación carbono/nitrógeno presente en la lombricomposta utilizada.

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

## I. INTRODUCCION

Se dice que el chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. Es originario de América del Sur, en la parte alta de Bolivia y el sur de Brasil, fue domesticado y dispersado por inmigrantes hasta llegar al Caribe donde las semillas se dispersaron por el comercio y la migración de caribeños, la primera descripción fue realizada por Phillip Miller en 1768, esta descripción permite entender la presencia del chile habanero en la península de Yucatán (Flores y Sánchez, 2020).

La importancia de este cultivo de chile habanero para uso humano e industrial, radica en que, es una excelente fuente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E (López *et al.*, 2020). En México los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche poseen la denominación de origen desde el año 2010, de acuerdo con datos de la estadística de este cultivo, 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, los principales estados productores de chile habanero fueron Sinaloa con 305 hectáreas, seguido de Yucatán con 274, Tabasco con 264.72, Campeche con 173 y Veracruz con 116 hectáreas cultivadas, con un total de 1517.81 hectáreas a nivel nacional, cuyo rendimiento promedio fue de 18 t ha<sup>-1</sup>, dando un valor de producción de 441,205.73 millones de pesos, de ahí su importancia. Sin embargo, el 90% de la producción de chile habanero se produce principalmente a campo abierto (SIAP, 2020), no obstante, este tipo de producción se ve afectada por factores ambientales que reducen la calidad de los frutos, el rendimiento y en consecuencia la rentabilidad del cultivo (López *et al.*, 2020).

El chile habanero es uno de los productos con más demanda a nivel mundial, debido a sus altos niveles de capsaicina, su aporte nutricional y componentes nutraceuticos, además, tienen gran utilidad en la cosmética, farmacéutica e industria para la elaboración de pinturas, repelentes y otros compuestos bioactivos (Flores y Osorio, 2020). Debido a la demanda creciente del chile habanero a nivel mundial y nacional, la carrera por la obtención de nuevas variedades se ha dado entre empresas privadas e instituciones públicas

nacionales, instituciones como el INIFAP y el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), han impulsado programas de mejoramiento genético en chile habanero que ha permitido obtener variedades resistentes a plagas y enfermedades, más productivas que además conservan las características de materiales endémicos incorporando características de interés agronómico o económico (CICY, 2019). Por tanto, el desarrollo y prueba de nuevas variedades siempre estará latente en la búsqueda de hacer frente a las condiciones ambientales cambiantes.

Por otra parte, el uso de materia orgánica, compostas y lombricompostas, 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 suelo y el medio ambiente (Orsini *et al.*, 2016). Los abonos orgánicos, además, fomentan la agricultura sostenible a través del cuidado del ambiente, un ejemplo de estos es la lombricomposta, que es materia orgánica derivada de las acciones sinérgicas de las lombrices de tierra y las comunidades microbianas (Aguilar *et al.*, 2013), misma contiene nutrimentos que son de importancia en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas (Roychowdhury *et al.*, 2017). Por lo anterior, en este estudio se planteó evaluar el efecto de la lombricomposta sobre la respuesta de crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de una variedad experimental de chile habanero identificada como HCC-8.

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de una variedad experimental de chile habanero en respuesta a la aplicación de lombricomposta en banda.

#### Objetivos específicos

Cuantificar el crecimiento y rendimiento de una variedad experimental de chile habanero a la aplicación de lombricomposta.

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

### **1.2 Hipótesis**

Al menos una de las dosis de lombricomposta inducirá cambios en el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de una variedad experimental de chile habanero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen del cultivo

El chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. se originó en América del sur, en la parte alta de Bolivia y el sur de Brasil, fue domesticado y dispersado por inmigrantes hasta llegar al Caribe donde las semillas se dispersaron por el comercio y la migración de caribeños, la primera descripción fue realizada por Phillip Miller en 1768, esta descripción permite entender la presencia del chile habanero en la península de Yucatán (Flores y Sánchez, 2020).

### 2.2 Importancia nacional del chile habanero

La importancia de este cultivo para consumo humano se debe a que es una excelente fuente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E (López *et al.*, 2020)., el chile habanero es utilizado tanto en la gastronomía como en la medicina, gracias a la presencia de unos compuestos denominados capsaicinoides, que son útiles por sus propiedades médicas y farmacológicas, en la elaboración de medicamentos, pomadas y ungüentos, también del chile habanero se extraen oleorresinas, su aplicación, además de la industria alimentaria, en la industria química es la base de algunas pinturas y sirve para fabricar algunos gases lacrimógenos, en México los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche poseen la denominación de origen desde el año 2010, 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, los principales estados productores de chile habanero fueron Sinaloa (305 ha), Yucatán (274 ha), Tabasco (264.72 ha), Campeche (173 ha) y Veracruz (116 ha), se siembran alrededor de 1517.81 ha a nivel nacional, con rendimiento promedio de 18 t ha<sup>-1</sup> dando un valor de producción de 441,205.73 millones de pesos, 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 ambientales que reducen la calidad de los frutos, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo (López *et al.*, 2020).

### **2.2.1 Importancia internacional del chile habanero**

El 90% del chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano, el chile habanero es considerado el chile más picante del mundo (FRICO, 2017), nuestro país ocupa el segundo lugar como productor mundial de chile, los principales países a los que se exporta son Estados Unidos, Canadá y España (SIAP, 2021). El chile habanero es uno de los productos con más demanda a nivel mundial sus altos niveles de capsaicina, su aporte nutricional y componentes, tienen gran utilidad en la cosmética, farmacéutica e industria para la elaboración de pinturas, repelentes y otros compuestos bioactivos (Flores y Osorio, 2020).

### **2.3 Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo de chile habanero demanda una cantidad de agua entre 550 a 700 mm, durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto, una humedad relativa entre 65 a 80 %, temperaturas entre 26 a 33 °C y con poca variación. No tolera temperaturas menores a los 15 °C. El cultivo se adapta a diferentes condiciones de suelos, aunque prefiere los suelos profundos, de textura franca, con baja salinidad y un pH que oscile entre 6.5 a 7 (INTAGRI, 2022).

### **2.4 Problemáticas y retos de producción**

La producción de chile habanero no está consolidada, lo que queda en evidencia con las 1500 hectáreas cultivadas si lo comparamos con chile serrano o jalapeño, no obstante, los productores poseen pequeñas superficies de cultivo, 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. Entre las principales debilidades del sector están la dispersión de las parcelas productivas, bajo nivel tecnológico en los

diferentes eslabones, falta de organización e integración en la comercialización e industrialización de productos, nulo desarrollo de tecnología postcosecha y el incremento de intermediarios en la comercialización (Flores y Osorio *et al.*, 2020). El cultivo de chile habanero es afectado por los factores climáticos actuales, mismos que disminuyen la productividad, por ejemplo, la caída de flores se origina por un trastorno fisiológico por altas temperaturas, las cuales se registran los meses de abril a septiembre, además la alta humedad relativa también propicia mala polinización (Cruz *et al.*, 2012), otra principal limitante del cultivo de chile son los problemas fitosanitarios encabezados por el complejo mosca blanca, plagas de defoliadoras y mancha bacteriana, lo anterior propicia riesgos de producción y eleva los costos de prevención y control (Ramírez *et al.*, 2012).

## **2.5 Mejoramiento genético de chile habanero**

La obtención de variedades, generalmente se ha realizado por instituciones públicas como el INIFAP y el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), que han impulsado programas de mejoramiento genético en chile habanero con la finalidad de obtener variedades resistentes a plagas y enfermedades, además permite conservar características de materiales endémicos incorporando características de interés agronómico o económico (CICY, 2019).



**Figura 1.** Variedades de chile habanero registradas en México por el CICY.

El Centro de Investigación Científica de Yucatán cuenta con un banco de germoplasma integrado por 250 muestras, de las cuales solo se ha caracterizado el 25 %, este germoplasma podría ser útil para iniciar o fortalecer programas de mejoramiento (González *et al.*, 2018).

## **2.6 Historia del mejoramiento genético de chile habanero**

En 1981 los folletos Núm. 1 y 17 de SARH-INIA hablan sobre nuevas variedades de chile habanero, señalando su obtención de los cultivares Habanero “Uxmal” y Habanero “Inia” obtenido en colectas en el año 1975 en Cultivares nativos de Yucatán y Campeche, en el año 1984 en el documento Presente y pasado del chile en México, se hacen las primera citas sobre la superficie sembrada, rendimiento y producción de chile habanero, hasta que finalmente en el año 2000 se crea una base de datos de las características morfológicas de diferentes chiles identificados en la región con importancia económica (González *et al.*, 2018).

Actualmente la obtención de variedades es realizada por instituciones públicas como el INIFAP y el Centro de Investigación Científica de Yucatan (CICY), a través de colectas de materiales endémicos, se cuenta con un banco de

germoplasma de 250 muestras del cual ha sido el punto de partida para el desarrollo de programas de mejoramiento genético desde hace veinte años (González *et al.*, 2018).

## **2.7 Principales logros en el mejoramiento genético**

Existen 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), diez de ellas fueron obtenidas por el CICY y las otras tres pertenecen al INIFAP, seleccionadas por su sabor, aroma y picor característico de las especies endémicas de la península de Yucatán además de su productividad, calidad y su adaptación al medio ambiente (SNICS, 2022), aunque las empresas privadas comienzan a jugar un papel importante en la generación de nuevas variedades o híbridos, sobre todo para el norte del país.

## **2.8 Abonos orgánicos en la producción agrícola**

El excesivo uso de fertilizantes químicos contamina el medio ambiente, aumenta los costos de producción, la salinización y provoca la pérdida de fertilidad en los suelos. La producción y uso de abonos orgánicos representan una alternativa económica para pequeños y medianos productores (Gómez y Vásquez, 2011).

Las principales fuentes de materia orgánica se clasifican en solidas sin procesar como residuos vegetales y de animales y coberturas; solidas procesadas: compostas, lombricompostas y bocashi, también liquidos sin procesar como pulpa de café, desechos de origen animal; liquidos procesados: biofermentos y te de compost, ácidos húmicos, te de estiércol y extractos de algas (Ramos y Terry, 2014).

La aplicación de materia orgánica a un suelo o a un medio de cultivo, 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, puede llegar a controlar 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 sin contaminar el agua y medio ambiente (Herrán *et. al.*, 2008).

## **2.9 Lombricomposta**

El humus de lombriz o excreta de lombriz es un abono natural que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos composteados 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 (Prado, 2013).

### **2.9.1 Trabajos relacionados con el uso de lombricompostas en cultivos**

En estudios anteriores se ha encontrado que el humus de lombriz ha incrementado el rendimiento en maíz incorporados cerca de la raíz y cubiertos con tierra, (Méndez *et al.*, 2012), en cebollita cambray se aplicó en el trasplante dando 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 cultivo de pepino con lombricomposta se obtuvo mayor rendimiento, así mismo en el jitomate, al aumentar la dosis de lombricomposta hay menos frutos dañados (Hernández *et al.*, 2015), en chile jalapeño se observaron frutos con mayor longitud y el manejo orgánico fue más económico (Rios y Gamboa, 2014). También, se encontró que una fertilización 100% orgánica con lombricomposta, aplicando 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, número 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),

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 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' LN y 101° 02' LO en el periodo de mayo a diciembre del año 2021.

#### **3.2 Material vegetal**

Se utilizaron semillas de la variedad experimental de chile habanero denominada HCC-8 perteneciente al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### **3.3 Siembra**

Las semillas de la variedad experimental HCC-8, se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato de peat moss y perlita en proporción 70/30 (Figura 2), una vez emergidas, 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.** Plántula de chile habanero variedad HCC-8 previo al trasplante.

### **3.4 Preparación de suelo**

Se limpió y descompactó el suelo, después se formaron surcos, en los cuales se abrió un canal de 15 cm donde fue aplicada la lombricomposta en banda y se integró al surco, la composición de la lombricomposta utilizada fue la siguiente (Cuadro 1)

**Cuadro 1.** Composición nutricional de la lombricomposta utilizada en el experimento.

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

### **3.5 Trasplante**

A los surcos se le colocó riego por cintilla calibre 6000 con gasto de 0.75 litros por hora y distancia entre goteros de 20 cm, también se utilizó acolchado plástico para prevenir la proliferación de malezas (Figura 3), al regar a capacidad de campo se realizó el trasplante a doble hilera (tres bolillo), con 25 cm de distancia entre hileras y entre plantas.



**Figura 3.** Preparación de suelo, camas de cultivo y aplicación de lombricomposta en banda.

### 3.6 Manejo del cultivo

#### 3.6.1 Crecimiento vegetativo

El cultivo fue nutrido con una solución Steiner al 75% después del trasplante, en el cultivo 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.

**Figura 4.** Etapa vegetativa de variedad HCC-8 tratadas con lombricomposta

### 3.6.2 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>.

### 3.6.3 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 cupramicín ® a 0.02g L<sup>-1</sup> cada semana, la dosis fue incrementando gradualmente hasta los 0.06g L<sup>-1</sup>



**Figura 5.** Frutos maduros (izquierda) y inmaduros (derecha) de la variedad HCC-8.

## 3.7 Variables evaluadas

### 3.7.1 Variables agronómicas.

Altura de planta (cm): las medidas se registraron a partir de los 15 días del trasplante con ayuda de un flexómetro, diámetro de tallos (mm): se registraron mediciones a partir de los 15 días del trasplante con ayuda de un vernier.

### **3.7.2** Variables de rendimiento.

Numero de frutos por planta: se realizó el conteo de numero de fruto por planta, gramos cosechados por planta (g): los frutos por planta se pesaron con ayuda de una balanza digital, peso promedio de fruto (g): al obtener el peso de los frutos por planta se dividió entre el número de frutos por planta para obtener el peso medio de los frutos, el rendimiento calculado ( $t\ ha^{-1}$ ): se extrapolo a un rendimiento por hectárea basado en la densidad de plantación establecida en el experimento.

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

Longitud de fruto y diámetro de frutos (mm): se colectaron frutos al azar a los cuales, con ayuda de un vernier digital, se midió longitud y diámetro del fruto, el porcentaje de solidos solubles ( $^{\circ}$ Brix): Los frutos fueron, macerados y se obtuvo extracto celular el cual fue llevado a un refractómetro digital Soonda 0-32 y firmeza de fruto ( $Kg\ cm^{-2}$ ): se tomaron datos con ayuda de un penetrómetro digital Force Gauge GY-4.

## **3.8 Descripción de los tratamientos**

Se evaluó una variedad experimental de chile habanero denominada HCC-8 color chocolate, 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 y el modelo estadístico, fue por un diseño completamente al azar dando un total de cinco 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 con un ANVA ( $p \leq 0.05$ ) y una prueba de medias de Tukey al 0.05 de confiabilidad, estos análisis se realizaron en el software estadístico Infostat ® Ver. 2019.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables agronómicas y componentes de rendimiento

El análisis estadístico no mostro diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), para ninguna de las variables que se muestran (cuadro 2), por lo que las diferentes dosis de lombricomposta no tienen efecto sobre la respuesta de crecimiento y rendimiento de la variedad HCC-8, esto generalmente sucede por las diferentes formas de elaborar lombricompostas, mismas que de cierta manera, modifican sus propiedades físicas y químicas que se reflejan en el crecimiento y morfología de las plantas que se cultivan (Moradi *et al.*, 2014). Las medias más altas en gramos cosechados por planta (418.95 g), que correspondieron al control, son similares a los reportados por Tapia *et al.*, (2016) donde se utilizó un complejo hormonal para impulsar el rendimiento, en las variables de número de frutos y peso promedio de fruto, de igual forma similares a las obtenidos por Camposeco *et al.*, (2020), lo anterior muestra el gran potencial de esta variedad, no obstante, su respuesta, se puede ver afectada debido a las condiciones de medio ambiente y factores genéticos propios de la variedad o genotipo (Latournerie *et al.*, 2015). Aunque no existieron diferencias estadísticas, una tendencia de superioridad se observó en número de frutos por planta, altura de planta y diámetro de tallo favoreciendo al control.

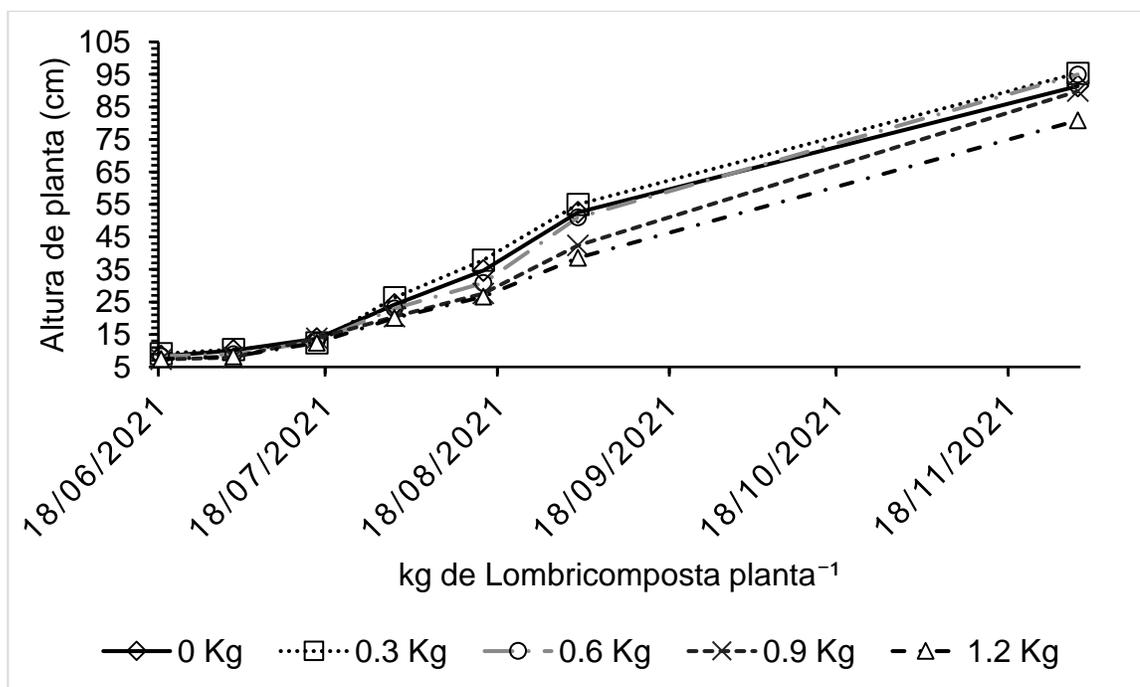
**Cuadro 2.** ANVA y prueba de medias de variables agronómicas y componentes de rendimiento de la variedad HCC-8, tratadas lombricomposta.

| Lombricomposta<br>kg planta <sup>-1</sup> | GPP (g) | NFP    | PPF<br>(g) | Rend<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | AP<br>(cm) | DT<br>(mm) |
|---|---------|--------|------------|-------------------------------|------------|------------|
| 0   | 418.9a* | 79.90a | 5.23a      | 18.40a                        | 102.1a     | 18.55a     |
| 0.3                                       | 355.18a | 69.28a | 5.20a      | 15.60a                        | 92.11a     | 14.55a     |
| 0.6                                       | 386.98a | 73.40a | 5.33a      | 17.03a                        | 92.13a     | 12.97a     |
| 0.9                                       | 342.60a | 62.85a | 5.48a      | 15.08a                        | 83.00a     | 12.61a     |
| 1.2                                       | 315.45a | 62.45a | 5.08a      | 13.88a                        | 82.98a     | 14.31a     |
| ANVA $P \leq$                             | 0.12    | 0.37   | 0.75       | 0.13                          | 0.37       | 0.43       |
| CV (%)                                    | 14.84   | 19.72  | 8.32       | 14.84                         | 16.24      | 32.06      |

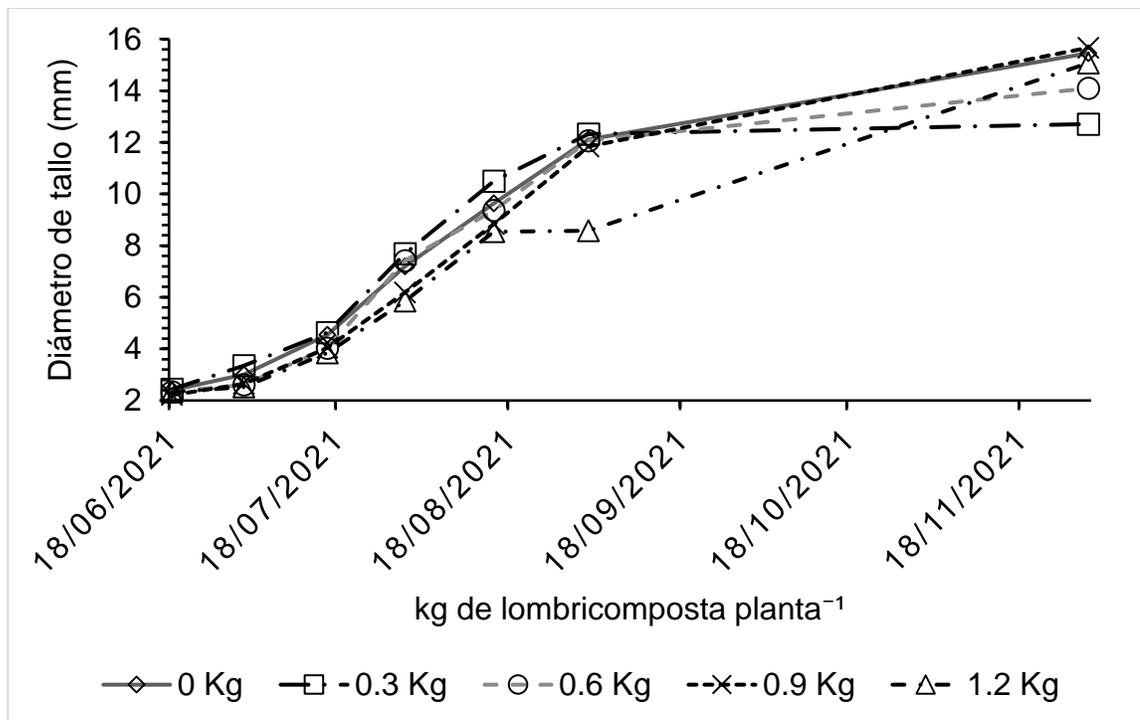
\*= medias con la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey  $\leq 0.05$ ), CV= Coeficiente de variación, GPP= Gramos cosechados por

planta, NFP= Número de frutos por planta, PPF= Peso promedio de fruto, Rend= Rendimiento calculado, AP= Altura de planta y DT= Diámetro de tallo.

En cuanto al crecimiento del cultivo, a través del tiempo, se observa una tendencia similar en la curva de crecimiento de la variedad HCC-8, no obstante, con la aplicación de las dosis de 0.3 y 0.6 kg de lombricomposta, se observaron plantas con mayor tamaño (Figura 6). En cuanto al crecimiento de tallos en la dosis de 0.9 kg de lombricomposta se obtienen tallos más grades y gruesos que los del testigo, esto al final del ciclo (Figura 7). Bajo ese contexto, se ha determinado que, la materia orgánica es rica en carbono orgánico que permite mejorar las propiedades del suelo, aumentado su fertilidad y la absorción de nutrientes favoreciendo el crecimiento de las plantas (Burbano, 2018; Marzi *et al.*, 2019).



**Figura 6.** Curva de crecimiento de altura de planta la variedad HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta.

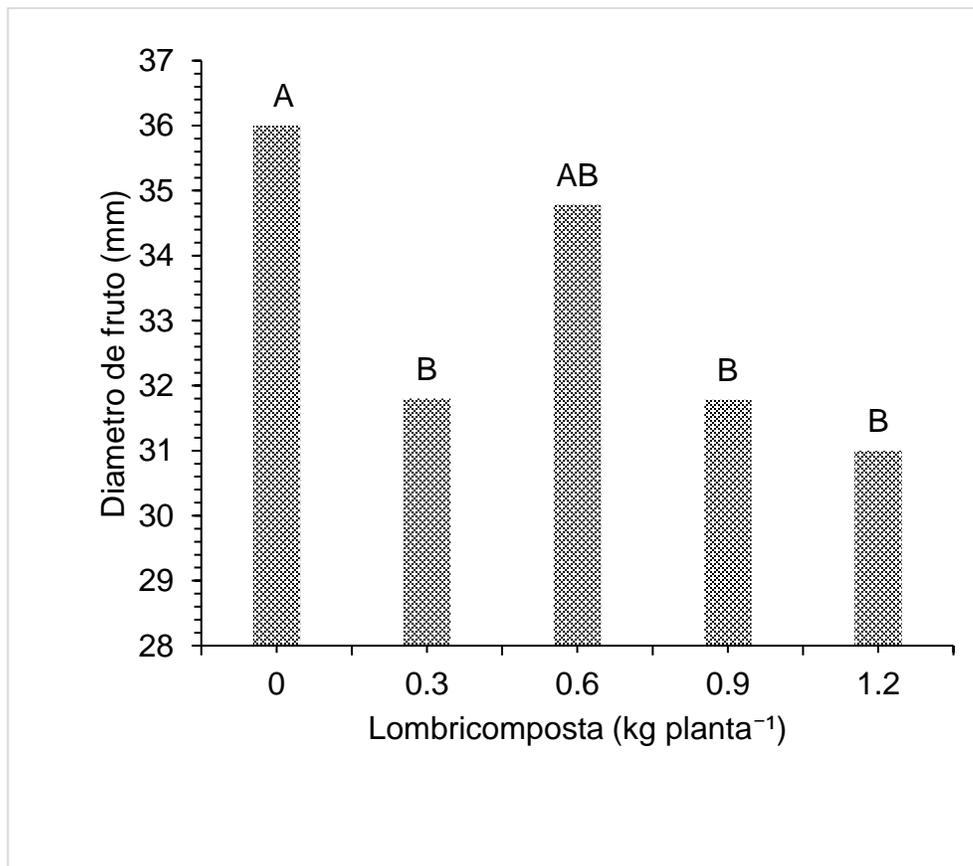


**Figura 7.** Curva de crecimiento del diámetro de tallo de la variedad HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta

En referencia a lo anterior, la relación C/N presente en la materia orgánica, determina el balance de nutrientes en el medio de cultivo, una relación C/N <20 indica un grado satisfactorio de madurez, no obstante se sugiere que sea superior a 20 (Lim *et al.*, 2015), la lombricomposta utilizada en este experimento, reporta una relación C/N de 12.25, esto pudo provocar la pérdida de nitrógeno, que influye a su vez en la actividad microbiana en general, la falta de nitrógeno, por consecuencia 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-Puc *et al.*, 2020). Por lo tanto, se infiere que, la falta de madurez de la lombricomposta, no permitió observar diferencias entre las dosis utilizadas como tratamientos sobre la variedad experimental.

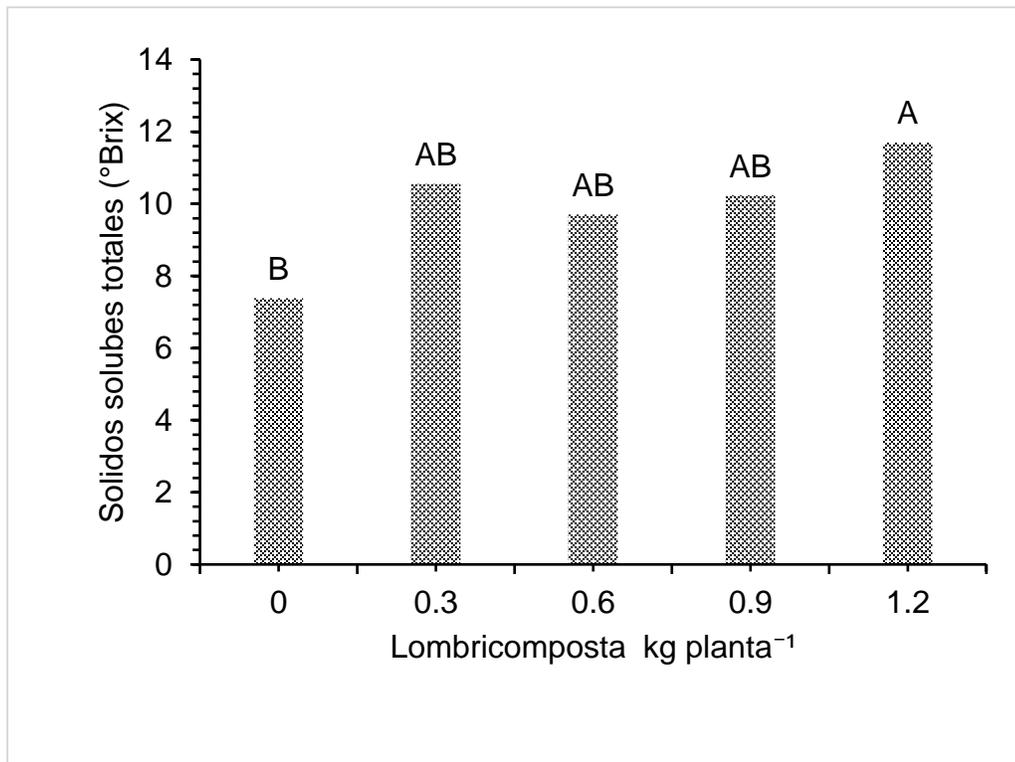
#### 4.2. Variables de calidad de fruto

Los tratamientos con lombricomposta ejercieron diferencias estadísticas significativas (ANVA  $p \leq 0.05$ ) en la variable diámetro de fruto, en las dosis de 0 y 0.6 Kg de lombricomposta por planta respectivamente se observó una superioridad en referencia a los demás tratamientos (Figura 8), en la cual, además, se observó una tendencia de decremento del diámetro del fruto en tanto aumentaba la dosis de lombricomposta.



**Figura 8.** Diámetro de fruto de los chiles habaneros de la variedad experimental HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta.

Para el caso de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), se encontró que el contenido en los frutos de la variedad HCC-8 fue superior en la dosis de 1.2 kilogramos de lombricomposta por planta, así mismo, se observó una tendencia de aumento de sólidos solubles totales conforme se aumenta la dosis de lombricomposta, en este sentido, se ha reportado que el contenido de sólidos solubles totales, está relacionado con el sabor de los frutos y la acumulación de azúcares 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). Dicha tendencia es muy similar a la observada cuando se utiliza materia orgánica en los cultivos.



**Figura 9.** Sólidos solubles totales de los chiles habaneros de la variedad experimental HCC-8, tratada con diferentes dosis de lombricomposta.

De acuerdo con el ANVA y prueba de medias de Tukey (0.05), no se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables de longitud de fruto, número de lóculos, y firmeza del fruto (Cuadro 3), es decir, el efecto de las dosis de lombricomposta sobre estas variables de respuesta fue similar, lo que se atribuye a la inmadurez de la lombricomposta que presentó una relación carbono/nitrógeno baja, o al menos no la relación carbono/nitrógeno recomendada para los cultivos.

**Cuadro 3.** ANVA y prueba de medias de longitud de fruto, número de lóculos, y firmeza de fruto en la variedad HCC-8, tratadas lombricomposta.

| Lombricomposta<br>kg planta <sup>-1</sup> | Longitud de<br>fruto<br>(mm) | Número de<br>lóculos | Firmeza de<br>fruto<br>kg cm <sup>-2</sup> |
|---|------------------------------|----------------------|--|
| 0   | 44.18a*                      | 3.13a                | 1.59a                                      |
| 0.3                                       | 43.03a                       | 3.07a                | 1.82a                                      |
| 0.6                                       | 42.60a                       | 3.25a                | 1.86a                                      |
| 0.9                                       | 39.35a                       | 2.97a                | 1.77a                                      |
| 1.2                                       | 40.10a                       | 2.88a                | 1.88a                                      |
| ANVA $P \leq$                             | 0.051                        | 0.24                 | 0.34                                       |
| CV (%)                                    | 5.43                         | 7.5                  | 12.02                                      |

CV= Coeficiente de variación, \*= medias con la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey  $\leq 0.05$ ),

En chiles habaneros chocolates como los que se utilizaron en esta investigación, se han reportado frutos de 2.92 cm de longitud y 2.44 cm de diámetro de fruto (Tapia *et al.*, 2016), los frutos observados miden 4.41 y 3.6 cm respectivamente superando los valores antes mencionados por el autor (Figura 8). De Ávila *et al.*, 2019 en *C. chinense* observó diferencias en cuanto amarre y tamaño de los frutos por falta de nitrógeno al disminuir la biomasa de la planta, al tiempo que, favorece la acumulación de almidón en las hojas, por tal motivo la variedad HCC-8 produjo frutos con diámetros de menor tamaño en los tratamientos con lombricomposta, pues al incrementarse los niveles de amonio en la solución del suelo disminuye el cuajado de frutos, y cuando eso ocurre generalmente los frutos son de mayor tamaño (López *et al.*, 2020).

## V. CONCLUSIONES

El uso de lombricompostas sobre la variedad HCC-8, mejoró la calidad de los frutos en cuanto a diámetro de fruto y contenido de sólidos solubles totales.

Los resultados de similitud observados en la mayoría de las variables evaluadas, se atribuyen a la baja relación carbono/nitrógeno presente en la lombricomposta utilizada, por lo tanto, es importante conocer los requisitos que un material orgánico como la lombricomposta necesita tener antes de ser aplicado a un cultivo, a fin de obtener resultados que no comprometan el rendimiento de nuestros cultivos.

Al ser una variedad experimental (HCC-8), esta, mostró gran potencial para producción comercial, así mismo, se recomienda continuar con los trabajos de mejoramiento por selección, cabe resaltar su vigor y resistencia a factores adversos, el cual puede ser transferido a variedades de mayor interés comercial como las variedades de color naranja.

## VI. REFERENCIAS

- 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. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35168134/Aguiar\\_2013-withcoverpagev2.pdf?Expires=1661066563&Signature=PxOmg3U9foyRJsDZQ8XK4MAMqmZW66uAdu0B2wmmDZyGxhVsz3XmGuKAWkflZimMSR0jAEo3I8tUK4NuAGEnjWNdfFkzM3LJOx~ScR2e1Oo9FmuU59goThn9J4TuagcmFA4qli8BEBkbC7SICWFfcjwuDI2ZWSZO293QCqWwvkjiTEF48ijeBFosOJt0hDVz2kPwtGxZKWHEK8t8QV0p4nrV6aGmDub4IJrgO5Y45yPbRggcmoowi~K6NZ70RCHMdtMsXIOtJuAAptTgILMUVAnv29xxaCJrjWKcvcdf6C2ztTYGVjhLXUcHPgatubble0FFUA4CNM8lbaq\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35168134/Aguiar_2013-withcoverpagev2.pdf?Expires=1661066563&Signature=PxOmg3U9foyRJsDZQ8XK4MAMqmZW66uAdu0B2wmmDZyGxhVsz3XmGuKAWkflZimMSR0jAEo3I8tUK4NuAGEnjWNdfFkzM3LJOx~ScR2e1Oo9FmuU59goThn9J4TuagcmFA4qli8BEBkbC7SICWFfcjwuDI2ZWSZO293QCqWwvkjiTEF48ijeBFosOJt0hDVz2kPwtGxZKWHEK8t8QV0p4nrV6aGmDub4IJrgO5Y45yPbRggcmoowi~K6NZ70RCHMdtMsXIOtJuAAptTgILMUVAnv29xxaCJrjWKcvcdf6C2ztTYGVjhLXUcHPgatubble0FFUA4CNM8lbaq_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Bautista, H, 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, O. 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, M. N., Flores, N. A., Ruiz, T. N., Álvarez, V. P., Niño, M. G., Ruelas, C. X., García, L. 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. 2015. Producción de planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agro Productividad*, 8(4). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/676>

- 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>
- Cruz, C. J. M., Medina, A. J. L., Larqué, S. F. A. 2012. Efecto de aspersiones del dimetilsulfóxido en la productividad del Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(SPE4), 785-788.  
[https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS2007-09342012000900022&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=9306720711292905797&ei=VaOLY-iJFJqM6rQP2YCugAc&scisig=AAGBfm33ybOwLhdht8r9VxObXALRgim-eA](https://scholar.google.com/scholar_url?url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS2007-09342012000900022&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=9306720711292905797&ei=VaOLY-iJFJqM6rQP2YCugAc&scisig=AAGBfm33ybOwLhdht8r9VxObXALRgim-eA)
- De Ávila, S. L., Condori, A. 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, L. M. L., Sánchez O. E. (2020). Entorno productivo del Chile habanero en la Península de Yucatán, México. En Metabolómica 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_Interes/2018/Mejoramiento_genetico_del_chile_habanero_de_la_peninsula_de_yucatan_2018_simple.pdf)
- Hernández, T. A., Ramírez, R. L. A., Corlay, C. L., Cruz, R. 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)
- INTAGRI, 2022. Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-habanero>
- Jiménez, S. E., Robledo, T. V., Benavides, M. A., Ramírez, G. F., Ramírez, R. H., Cruz, L. E. 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, C. L., Zulueta, R. R., Murillo, A. B., Romero, B. M., Rivas, G. T., Hernández, M. L. G. 2020. Respuesta agronómica del chile dulce (*Capsicum annum* 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, M. L., Lopez, V. J. S., Castañón, N. 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, G. J. D., Sotelo, N. H., Villegas, T. 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://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1777/3028>
- López-Puc, G., Rodríguez, R. J. D., Ramírez, S. M. O., Rodríguez, B. I. 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://ciatej.repositorioinstitucional.mx/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>
- 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, M. O., León, M. N. S., Gutiérrez, M. F. A., Rincón, R. R., Álvarez, S. 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, E. M., Zamudio, A. L. F., Cervantes, O. F., Chable, M. F., Frías, P. J., Gámez, V. A. J. 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>
- Noichinda, S., Bodhipadma, K., Mounjomprang, D., Thongnurung, N., Kasiolarn, H. 2016. Harvesting indices of Chifah Yai pepper (*Capsicum annum* 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. 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/9%20Rodriguez%20et%20al%20Agrofaz%202010.pdf>

Prado, G. J. 2013. Manual de lombricompostaje para los cafeticultores 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, M. M. R., Cavazos, G. A., Aguilar, R. M. 2018. Jaguar: cultivar de chile habanero para México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(2), 487-492.  
[https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=https://www.redalyc.org/journal/2631/263158482020/263158482020.pdf&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=15118311063590173872&ei=0KKLY\\_fCOor5yATy25j4Aw&scisig=AAGBfm1rwZO\\_cQ3ZA32ihZQ9wdqfdOmw](https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://www.redalyc.org/journal/2631/263158482020/263158482020.pdf&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=15118311063590173872&ei=0KKLY_fCOor5yATy25j4Aw&scisig=AAGBfm1rwZO_cQ3ZA32ihZQ9wdqfdOmw)

Ramos, A. D., Terry A. 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>

Ríos, A. M., Gamboa, J. A. A. 2014. Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* 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>.

- SIAP. 2020 y 2021. Servicio de Informacion Agrolimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Cierre de la produccion Agricola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SINICS. 2022. Catalogo Nacional de Variedades Vegetales. Servicio Nacional de Inspeccion y Certificacion de Semillas. Secretarias 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. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802016000300241&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802016000300241&script=sci_arttext)