



# Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

**Fertilización orgánico-mineral en cultivo de chile habanero  
(*Capsicum chinense* Jacq.) en suelo Aak´alche´ (Vertisol  
pélico) bajo condiciones de invernadero**

**Reporte Preliminar de Residencia Profesional  
que presenta la C.**

**MARIA TERESA MEDINA GÁMEZ**

**N° de Control 12870120**

**Carrera: Ingeniería en Agronomía**

**Asesor Interno: M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal**

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **MARÍA TERESA MEDINA GÁMEZ**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal, el asesor externo el Ing. Nahún Santos Cachón, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **Fertilización orgánico-mineral en cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en suelo Aak'alche' (Vertisol pélico) bajo condiciones de invernadero**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

**A T E N T A M E N T E**

**Asesor Interno**

  
\_\_\_\_\_  
**M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal**

**Asesor Externo**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Nahún Santos Cachón**

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2016.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b> .....	7
<b>2.1. Importancia económica del cultivo de chile habanero</b> .....	7
2.1.1 Vermicompost .....	8
2.1.2 Lixiviado de vermicompost .....	8
<b>2.2 Características del suelo Aak´alche´ (Vertisol Pélico)</b> .....	9
<b>III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO</b> .....	10
<b>3.1 Antecedentes</b> .....	10
<b>3.2 Misión</b> .....	11
<b>3.3 Visión</b> .....	11
<b>IV. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>4.1. Objetivo general</b> .....	13
<b>4.2. Objetivos específicos</b> .....	13
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>5.1.- Siembra</b> .....	14
<b>5.2. Trasplante</b> .....	14
<b>5.3. Riego</b> .....	15
<b>5.4. Podas y tutureo</b> .....	15
<b>5.5 Tratamientos</b> .....	15
<b>5.6. Diseño experimental</b> .....	17
<b>5.7. Variables evaluadas</b> .....	17
5.7.1. Altura .....	17
5.7.2. Diámetro del tallo .....	17
5.7.3 Análisis de datos.....	17
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	18
<b>VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES</b> .....	22
<b>7.1 Problemas</b> .....	22
<b>7.2 Limitantes en el trabajo</b> .....	22
<b>VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS</b> .....	23
<b>8.1 Competencias aplicadas</b> .....	23
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	24
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a implementar en la presente investigación.....	16
Cuadro 2. Comparación de medias utilizando los rangos de Duncan de la variable altura en 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero.....	18
Cuadro 3. Comparación de medias utilizando los rangos de Duncan de la variable diámetro en 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero.....	21

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Ubicación geográfica del ITZM.....	12
Fig. 2 Respuesta de la variable altura a la aplicación de 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq) en suelos vertisol pélico.....	19
Fig. 3 Respuesta de la variable diámetro a la aplicación de 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq) en suelos vertisol pélico.....	21

## I. INTRODUCCIÓN

El chile habanero se ha convertido en un símbolo y ejemplo en pungencia, debido a su alto contenido de capsaicina encontrado en el fruto (Laborde y Pozo, 1984). La producción de chile habanero ha sido limitada por una serie de factores entre los que se encuentran la incidencia de plagas y enfermedades, programación eficiente del riego y control de la nutrición. Bajo sistemas de producción en condiciones de invernadero se pueden controlar las condiciones ambientales y reducir las infestaciones por enfermedades y plagas. Además, en años recientes, el riego por goteo ha sido usado ampliamente en la producción del cultivo de chile ya que hace posible una distribución de agua eficiente y una completa flexibilidad en relación a la fertirrigación (Hartz et al., 1993). El manejo de la nutrición es esencial para mantener la producción de un cultivo y minimizar los efectos adversos sobre la calidad ambiental. Se ha observado que chile habanero responde altamente a la aplicación de nitrógeno, incrementando rendimiento (Borges-Gómez et al., 2010) y su calidad nutricional (Núñez-Ramírez et al., 2011). Ante el problema de que representa la aplicación continua y sistemática de los fertilizantes sintéticos, numerosos estudios sugieren que la vermicompost y los lixiviados que resultan de esta representan excelentes abonos orgánicos (Félix-Herrán et al. 2007). Dichos abonos incrementan una serie de parámetros de crecimiento, rendimiento y calidad de diversos cultivos, además de mejorar las propiedades del suelo (Joshi et al., 2015). El uso de la vermicompost como abono orgánico es útil para mejorar la calidad del medio ambiente y fomentar la agricultura sostenible (Aguar et al., 2012). Según Muñoz et, al. (2012) en la conservación de la calidad del suelo es esencial la aplicación de abonos orgánicos, ya que garantizan la presencia de microorganismos benéficos que facilitan la fijación de nutrientes y la absorción por las plantas. Sin embargo Joshi et al., (2015) menciona que este tipo de abonos orgánicos tienen bajos contenidos nutrimentales y son de liberación lenta por lo que tienen que ser complementados con la fertilización química para lograr mejores resultados.

Alrededor del mundo se han realizado diferentes investigaciones con respecto a estos abonos orgánicos (Joshi et al., 2015). Sin embargo en México existen escasas publicaciones con respecto a la fertilización órgano-mineral. En Quintana Roo no existe un estudio que evalúe el efecto que tiene la fertilización combinada de estos tipos de abonos como complemento de la fertilización mineral en el cultivo de chile habanero, dada la importancia que tiene este cultivo en la región, al poseer la península su denominación de origen (DOF, 2010). Más aún en el estado no existe alguna publicación que evalúe el efecto de la vermicompost y el lixiviado de vermicompost como complemento de la fertilización mineral en los diferentes tipos de suelo que se encuentran en la región, ya que los contenidos nutrimentales y características varían de un tipo de suelo a otro (Navarro y Navarro, 2013). Por lo anteriormente planteado el objetivo de esta investigación es evaluar la respuesta de la planta de chile habanero cultivada en suelo Aak'alche' (suelo gris) (gleisol) con fertilización órgano-mineral (fertilización química, vermicompost y lixiviado de vermicompost).

## II. JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Importancia económica del cultivo de chile habanero

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una solanácea que se encuentra ampliamente distribuida en la Península de Yucatán, donde se pueden observar diferentes formas colores y tamaños de frutos (Ruíz-Lau *et al.*, 2011). El chile habanero es de gran importancia en la península de Yucatán dada su gran demanda en el mercado local, nacional e internacional (Tun, 2001).

En México, el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se encuentra entre los principales productos agrícolas de la región sureste, por su altamente demanda en la industria farmacéutica, alimentaria y química, dado sus altos contenidos de capsaicina (Montes-Hernández *et al.*, 2009). El chile habanero es considerado uno de los chiles más picantes con un rango que va de los 100 mil a 445 mil unidades Scoville (SIAP, 2010).

Según datos del SIAP (2015) en el 2014 la producción de chile habanero en México fue de 10,216 ton, en una superficie sembrada de 789 ha y representó un valor de producción de \$176, 431,000.00. Los estados con la mayor producción de chile habanero fueron Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo (SIAP, 2015)

De igual forma según datos del SIAP (2015) en el 2014 la producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero en Quintana Roo se ubicaron en 774 ton, muy por debajo de las 2,829 ton que se obtuvieron en el 2010, lo que significa una reducción del 72.64% en la producción. Otro contraste es que de las 33.94 ha que se sembraban en 2010, para el 2014 solo se sembraron 16 ha, además que el rendimiento por hectárea cayó casi un 53% de pasar del 88 ton ha<sup>-1</sup> en 2010 al 47 ton ha<sup>-1</sup> en 2014 (SIAP, 2015). Tan solo en Quintana Roo el cultivo de chile habanero en 2014 representó una derrama económica de \$25,730,620.00 (SIAP, 2015).

### **2.1.1 Vermicompost**

La vermicompost es un material que tiene una alta porosidad, aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y contiene la mayoría de los nutrientes, así como gran diversidad y actividad microbiana (Pathma y Sakthivel, 2014).

Además de contener nutrientes, la vermicompost es un abono orgánico rico en microorganismos benéficos del suelo, bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fosfato, actinomicetos y hormonas de crecimiento, auxinas, citoquininas, giberelinas, entre otros compuestos (Cuervo, 2010; Adhikary, 2012).

### **2.1.2 Lixiviado de vermicompost**

Otro producto obtenido en el vermicompostaje son los lixiviados que son drenados durante dicho proceso (González, 2013). Arancon et al. (2005) mencionan que este producto contiene gran cantidad de ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales mejoran el desarrollo de la planta y estimulan la absorción de nutrientes.

Los lixiviados de vermicompost son una suspensión alcalina que contiene ácidos húmicos y fúlvicos, lo que puede facilitar la adición de carbono (C) al suelo a través del sistema de riego para así aumentar la materia orgánica y los niveles de fertilidad en el suelo (Ortega y Fernández 2007).

En este sentido, Singh et al., (2010) indican que la aplicación foliar de lixiviados vermicompost mejoró de área foliar (10,1-18,9 %), materia seca de la planta (13,9-27,2 %) y el rendimiento de fruto (9,8-13,9 %) en fresas significativamente comparado con un tratamiento control (sólo pulverización de agua).

La fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero incrementa los rendimientos máximos agronómicos así como la calidad de esta en condiciones de invernadero en suelo Aak´alche´ (Vertisol Pélico), comparado con fertilización únicamente orgánica y química.

## **2.2 Características del suelo Aak´alche´ (Vertisol Pélico)**

El término vertisol deriva del vocablo latino "vertere" que significa verter o revolver, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables.

El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen.

Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación climática suele ser de sabana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa.

El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales.

Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

Presenta en la matriz del suelo, de los 30 cm superiores, una intensidad de color en húmedo de 3.5 o menos y una pureza de 1.5 o menor.

### III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

#### 3.1 Antecedentes

La Educación Tecnológica Agropecuaria surge como producto de la política posrevolucionaria del siglo XX, teniendo sus antecedentes inmediatos en los Centros de Capacitación para el Trabajo Agropecuario y en las Escuelas Técnicas Rurales. Su evolución se inicia en 1925 con la creación de las Escuelas Centrales Agrícolas; en 1932, éstas cambiaron a Escuelas Regionales Campesinas, mismas que en 1941 se transformaron en Escuelas Normales Rurales y en escuelas prácticas de agricultura. En 1967, se crearon las Escuelas Tecnológicas Agropecuarias como una iniciativa de Gobierno Federal por organizar los servicios de educación agrícola ofrecidos por las Instituciones dependientes de la Secretaría de Educación Pública. En el Estado de Quintana Roo, la Educación Superior Tecnológica Agropecuaria inicia en el año de 1976 con la creación del Instituto Tecnológico No.16 de Juan Sarabia, actualmente Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM). Las primeras carreras que ofreció fueron las de Ingeniero Agrónomo con dos especialidades: Fitotecnia y Zootecnia y la de Desarrollo Rural. Actualmente ofrece las carreras de Ingeniería en Agronomía, Ingeniería Forestal e Ingeniería en Gestión empresarial.

El Instituto al vincularse con los sectores públicos, social y privado para garantizar la pertinencia de los servicios con las necesidades de desarrollo regional y nacional; busca en forma constante la concentración de acciones que permitan mejorar la formación de los educandos, además de atender las necesidades del entorno en materia de desarrollo tecnológico y vinculación; para lograrlo desde su creación, se ha caracterizado por ser una Institución de Educación Superior con un gran potencial de desarrollo, a lo que contribuye su excelente ubicación estratégica, en el Caribe mexicano, a 30 minutos de Chetumal, la capital del Estado y a cuatro horas de la ciudad de Cancún, uno de los puntos turísticos más importantes de México y del mundo (<http://www.itzonamaya.edu.mx/web/nhistoria.php>, s.f.).

### **3.2 Misión**

Contribuir a la formación integral de profesionales que coadyuven al desarrollo socioeconómico de las zonas rurales del país y en lo particular en el estado de Quintana Roo, mediante de prestación de servicios de educación superior, así como de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación para el trabajo, orientados al sector agropecuario y forestal para mejorar su producción y productividad.

### **3.3 Visión**

Ser una institución con excelencia académica en el desarrollo agro empresarial, con tecnologías acordes a las características agroecológicas y sociales del Caribe, que a través de la investigación y vinculación participe activamente en el desarrollo socioeconómico de la región y además cuente con una cultura organizacional de calidad.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya localizado en el ejido Juan Sarabia sobre el kilómetro 21.5 de la carretera federal 181 de Chetumal-Escárcega, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, en las coordenadas geográficas 18°-30-58.00 latitud norte y 88°-29-19.00 longitud oeste. El clima oscila entre el cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y el cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual se encuentra entre los 24.7 y los 26.7 °C. Se registra temperaturas de 24 y 27.8 °C. La precipitación promedio fluctúa entre 1,246.8 y 1,416 milímetros. El experimento se llevará a cabo en el invernadero tipo túnel que se encuentra dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.



Fig. 1.- Ubicación geográfica del ITZM

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la fertilización órgano-mineral sobre los parámetros productivos y de calidad del chile habanero en suelo Aak´alche´ (Vertisol pélico) en condiciones de invernadero.

### **4.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto que existe de la fertilización orgánico (vermicompost-lixiviado)-mineral en plantas de chile habanero cultivadas en suelo Aak´alche´ (Vertisol pélico) sobre la variable de altura de la planta.

Determinar el efecto que existe de la fertilización orgánico (vermicompost-lixiviado)-mineral en plantas de chile habanero cultivadas en suelo Aak´alche´ (Vertisol pélico) sobre la variable diámetro del tallo de la planta.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1.- Siembra.**

La siembra de las semillas se realizó en tres charolas de poliestireno de 200 alveolos, que fueron rellenas con sustrato de Peat Mos (Turba comercial) y humedecida con agua, para después proceder a la siembra de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), una vez terminado el proceso de la siembra se aplicó previcur en dosis de 2ml por litro de agua para la prevención de hongos. Posteriormente las charolas fueron envueltas con bolsas negras, para acelerar el proceso de germinación y llevadas al laboratorio de agua-suelo-plantas del instituto, donde permanecieron hasta cinco días iniciando la emergencia de las primeras plántulas.

Después de la emergencia de las semillas, las charolas se trasladaron al invernadero de cultivos hidropónicos del Instituto, donde permanecieron hasta que obtuvieron una altura de 15 y 18 cm antes del trasplante, Cada setenta y dos horas se realizó la fertilización a las plántulas, con fertilizante arrancador para plántulas y trasplantes a base de cristales solubles en una dosis de dos gramos por litro de agua.

### **5.2. Trasplante.**

El trasplante se realizó a los 40 días después de la emergencia de la semilla, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 15 a 18 centímetros. El trasplante se efectuó en bolsas polietileno negro calibre 600 de 45 x 50 cm colocadas a una distancia de 1.1 m entre filas y 0.5 m entre macetas con orificios en el fondo para permitir el drenaje.

### **5.3. Riego**

A partir del trasplante y hasta los 20 días después de este se aplicó 0.5L/planta al día. Posterior a este periodo los riegos se incrementan a medida que la planta se desarrolla y se elevan las temperaturas, los requerimientos de agua son mayores para la etapa del llenado de frutos, la exigencia de las plantas en la última etapa de madurez es de 2L/planta/día,.

### **5.4. Podas y tutureo**

Una vez que las plantas alcanzaron una altura de 80 cm se realizó la poda de chupones para evitar que estos rompan o quiebren las plantas y no pierdan nutrientes, ya que estaban más grandes que la planta principal. También se efectuó la poda de hojas que se encontraban por debajo de la primera bifurcación. Se colocó tutores de hilo de rafia desde el tallo principal de las plantas hasta el techo del invernadero, con el fin de mantener erguidas las plantas y evitar el quiebre de ramas.

### **5.5 Tratamientos**

Para el diseño de los tratamientos se utilizó la matriz del el Plan Puebla II con dos factores (vermicompost y lixiviado de vermicompost). Con el fin de conocer los espacios de exploración de los dos factores involucrados los cuales fueron suministrados por fertilizantes minerales conocidos y orgánicos (vermicompost y lixiviado de vermicompost). Los tratamientos consistieron en mezclas de abonos orgánicos y la dosis química para chile habanero propuesta por Soria et al., (2002) como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos a implementar en la presente investigación.

Bloque	Tratamientos		
Tipo de suelo	Vermicompost	L. Vermicompost	F. Química
Vertisol pélico	490	525	125-100-150 (Soria <i>et al.</i> , 2002)
	490	975	
	910	525	
	910	975	
	700	750	
	170	975	
	1430	975	
	490	575	
	910	1925	
	490	525	
	490	975	
	910	525	
	910	975	
	700	750	
	170	975	
	1430	975	
	490	575	
	910	1925	
	Testigo sin fertilizar		
	Testigo con solo fertilización química		

## **5.6. Diseño experimental.**

El diseño experimental que se realizó en serie de experimentos en el tiempo completamente al azar donde cada experimento fue de 20 tratamientos con sus 5 repeticiones para cada tratamiento, dando un total de 100 unidades experimentales, tomando en cuenta que T19 (solo agua) y T20 (solo químico) son testigos.

## **5.7. Variables evaluadas.**

### **5.7.1. Altura**

Se realizaron mediciones de altura de la planta cada semana a partir del trasplante hasta la cosecha. Esta variable se midió con ayuda de una cinta métrica, donde se tomó como referencia la base del tallo hasta la altura máxima alcanzada.

### **5.7.2. Diámetro del tallo**

La variable diámetro del tallo se midió a partir del trasplante y se realizaron mediciones semanales, se utilizó un vernier digital, donde se midió el grosor del tallo bajo, medio y superior, y posteriormente se promediaron estos resultados para así obtener el crecimiento.

### **5.7.3 Análisis de datos.**

Los datos obtenidos fueron analizados en el software estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1, donde se realizaron análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan con un  $\alpha \leq 0.05$  para cada variable.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron las siguientes variables, los resultados se muestran en el cuadro num 2.

Altura de planta (m)

Cuadro 2. Comparación de medias utilizando los rangos de Duncan de la variable altura en 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero.

Tratamientos	Medias de altura (m)	Prueba de Duncan
T1	1.49	A
T2	1.40	Abc
T3	1.45	A
T4	1.45	A
T5	1.37	abcd
T6	1.04	cd
T7	1.52	A
T8	1.42	ab
T9	1.41	abc
T10	1.17	abcd
T11	1.07	bcd
T12	1.37	abcd
T13	1.28	abcd
T14	1.15	abcd
T15	1.05	D
T16	1.46	A
T17	1.17	abcd
T18	1.42	ab
T19	1.27	abcd
T20	1.29	abcd

Se observó diferencias significativas entre los tratamientos para la variable altura de planta. Los tratamientos (T1, T3, T7 Y T16) con la solución nutritiva órgano-mineral alcanzaron los mejores rendimientos en altura. La de mayor altura resalto con 1.52 m, superando al resto de los demás tratamientos (Figura 2). El tratamiento que alcanzó la menor altura solo con aplicación orgánica (lixiviado de vermicompost, T15) alcanzando una altura experimental de 1.035 m. Sin embargo puede notarse que (T7) alcanzó la mayor altura por que fue el tratamiento con más vermicompost y abonado continuamente con lixiviado de vermicompost eso pudo haber favorecido el crecimiento. Con la incorporación de lombricomposta tiene un efecto positivo en la altura de la planta. Huerres y Caraballo, (1991) señalan que la aplicación de la infusión de estiércol y composta tienen un efecto positivo, los abonos orgánicos como la composta y la infusión de estiércol que con un mayor contenido de nitrógeno favorecen el crecimiento, dado el papel que juega el mismo en un gran número de compuestos orgánicos de importancia para las plantas. Investigaciones realizadas por Gómez et al. (2008) con aplicaciones de abonos orgánicos (composta) se incrementó en 48% en la altura de la planta. Nieto-Garibay et al., (2002) reporta que con el uso de 50 t·ha<sup>-1</sup> de composta, el cultivo de chile habanero alcanza una mayor altura (73.2 cm) de las plantas.

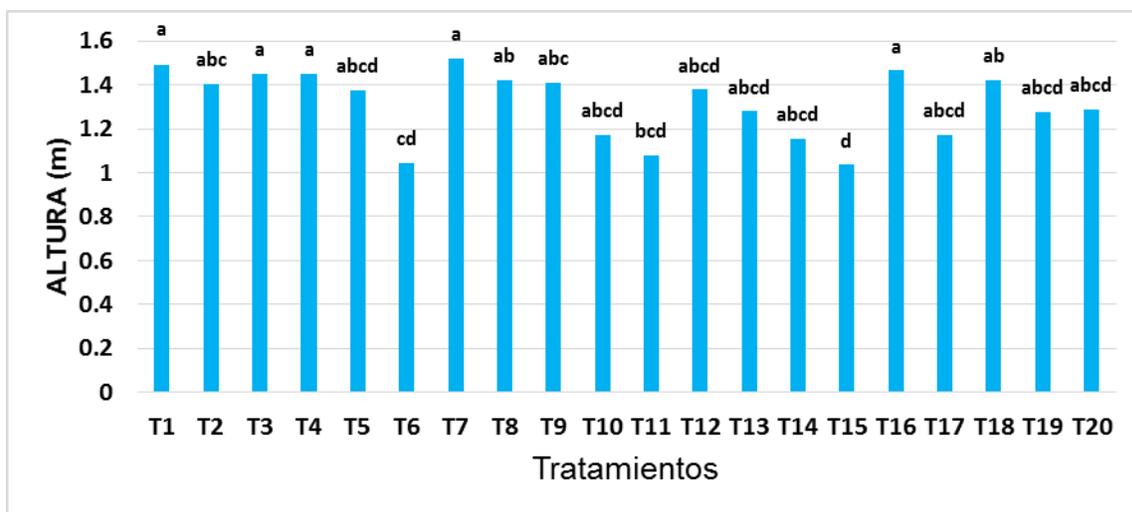


Fig. 2 Respuesta de la variable altura a la aplicación de 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en suelos vertisol pélico.

Se evaluaron las siguientes variables, los resultados se muestran en el cuadro num 3.

Diámetro del tallo (mm)

Cuadro 3. Comparación de medias utilizando los rangos de Duncan de la variable diámetro en 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero.

Tratamientos	Medias de diámetro (mm)	Prueba de Duncan
T1	15.84	ab
T2	14.62	abc
T3	14.05	abcd
T4	16.47	a
T5	14.29	abcd
T6	13.27	abcd
T7	14.33	abcd
T8	13.45	abcde
T9	15.08	abc
T10	11.98	abcde
T11	10.01	de
T12	12.08	abcde
T13	11.57	bcde
T14	9.17	e
T15	9.32	e
T16	9.32	e
T17	12.9	abcde
T18	11.13	cde
T19	11.7	bcde
T20	14.49	abc

El análisis de variancia mostró diferencias significativas para el diámetro del tallo. Los tallos con mayor diámetro se observaron en el tratamiento de lixiviado de vermicompost y químico T4 con 16.475 mm y los tratamientos T15 y T16 fueron los que obtuvieron el más bajo grosor de tallo de 9.325 mm al aplicarse solamente fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost). Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto positivo sobre la altura y diámetro del tallo de la planta de chile habanero ya que obtuvieron mejores resultados que las plantas testigo y las que solo fueron fertilizadas con lixiviado de vermicompost. Con la incorporación de lombricomposta tiene un efecto positivo en diámetro de la planta. Huerres y Caraballo, (1991). La aplicación de abonos orgánicos en la producción de chile habanero representa una alternativa ecológica, económica y sustentable para el pequeño productor, además de la nula utilización de insumos químicos para el manejo fitosanitario del cultivo.

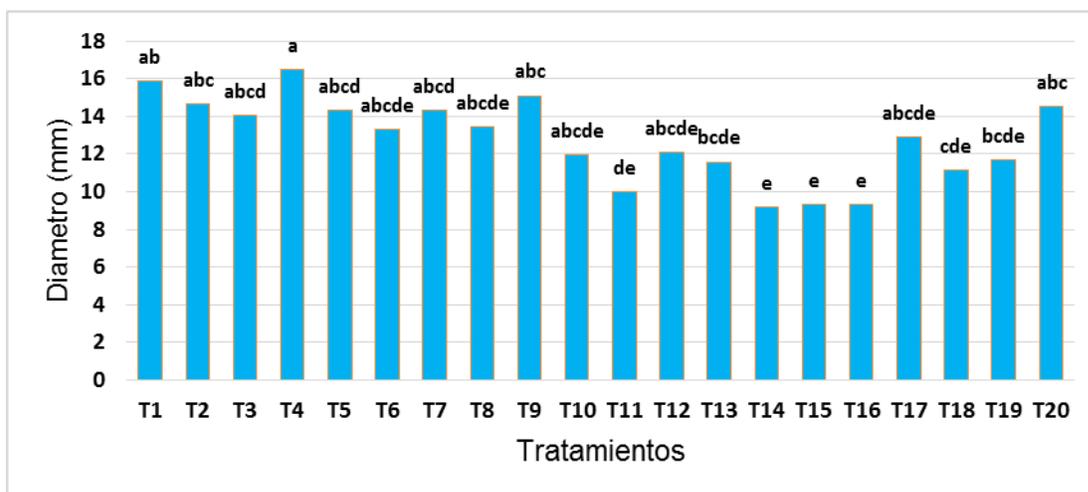


Fig. 3 Respuesta de la variable diámetro a la aplicación de 20 tratamientos de fertilización órgano-mineral en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en suelos vertisol pélico.

## **VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES**

### **7.1 Problemas**

Se tuvo incidencia de la mosquita blanca (*Bemisi tabaci*) ocultándose en la parte del envés de la hoja, para el control se le aplicó 50 ml de extracto de Neem (*Azadirachta indica*) diluido en un litro de agua con un aspersor de manera manual, así como también se aplicó una mezcla de Neem (*Azadirachta indica*) con jabón de barra, con el mismo procedimiento de la aplicación anterior.

### **7.2 Limitantes en el trabajo**

- ❖ No se tiene conocimiento del comportamiento morfológico del chile habanero variedad criollo utilizando composta, vermicomposta y lixiviado de lombriz en suelos vertisol pélico los cuales son predominantes en la parte sur del estado de Quintana Roo.
- ❖ No se tiene conocimiento del rendimiento del chile habanero utilizando lixiviado de lombriz como fertilizante foliar.
- ❖ Es un cultivo demandante, pero su producción es a base de insumos químicos sintéticos, por la falta de conocimiento y el exceso de uso, contaminan el agua, causando la muerte de la micro fauna edáfica (insectos, lombrices, bacterias y hongos benéficos), por lo que es necesario aplicar alternativas productivas amigables con el medio ambiente

## VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

### 8.1 Competencias aplicadas

En transcurso de la carrera se practicaron diversas asignaturas para el fortalecimiento de las competencias que se pudieron aplicar en el experimento realizado. Analizar la uniformidad y el manejo de la variabilidad en experimentos con seres vivos, así como la medición y control del efecto ambiental.

Planear y desarrollar un diseño experimental, recolectar, organizar, analizar e interpretar datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpretar los resultados del análisis. Examinar las pruebas de significancia utilizadas para estimar la probabilidad de diferencias entre tratamientos.

Aplicar las recomendaciones y los conocimientos disponibles de las buenas prácticas agrícolas para la sostenibilidad ambiental, económica y social de procesos de producción *in situ* y de posproducción, que terminan en productos agrícolas alimentarios y no alimentarios seguros y saludables.

La nutrición y fisiología de la planta, la diferencia de nutrientes que hay en los tipos de suelos en la zona sur de Quintana Roo, el comportamiento de la fertilización orgánica y mineral en las plantas de chile habanero.

## **IX. CONCLUSIONES**

Se puede concluir que la combinación de fertilizantes, orgánicos y minerales, incrementan la altura y diámetro del tallo de la planta de chile habanero, las mezclas de los tratamientos T1, T3, T4 y T7 fueron los que presentaron mejores resultados con medidas de altura de 1.52 m, 1.49 m y 1.45 respectivamente. Por lo tanto el tratamiento T15 fue el que tuvo menor altura 1.03 m. En el caso del diámetro del tallo utilizando fertilización orgánico-mineral podemos lograr un grosor de tallo de 16.47 mm T4 en la planta de chile de habanero.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguiar, 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.
- Borges-Gómez, L., L. Cervantes Cárdenas, J. Ruiz Novelo, M. Soria Fregoso, V. Reyes Oregel y E. Villanueva Couoh. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*. 28:35-41
- Borges-Gómez, L., Moo-Kauil, C., Ruíz-Novelo, J., Osalde-Balam, M., González-Valencia, C., Yam-Chimal, C., & Can-Puc, F. (2014). Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: características físicas y químicas. *Agrociencia*, 48(4): 347-359.
- Cuervo, O. V. (2010). *Abonos orgánicos como insumos de nutrición vegetal en un sistema hidropónico alternativo*. Tesis de maestría, Colegio de posgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.
- Diario Oficial de la Federación. (04 de Junio de 2010). *Declaratoria General de Protección de la Denominación de Origen Chile Habanero de la Península de Yucatán*. Obtenido de DOF.
- Félix-Herrán, J. A., Sañudo-Torres, R. R., Rojo-Martinez, G. E., Martinez-Ruiz, R., & Olalde-Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 4: 57-67
- González Medrano, F. (2004). *Las comunidades vegetales de México: Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. México, D.F: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Hartz, T.K., M. LeStrange y D.M. May. 1993. Nitrogen Requirements of Drip irrigated Peppers. *HortScience* 28:1097-1099.

- Huerres, C. y N. Caraballo. 1991: Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba, 193 p.
- Joshi, R., Singh, J., & Pal, V. A. (2015). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Environmental Science and Bio/Technology*, 14 (1): 137-159.
- Laborde, J. A. y O. Pozo. 1984. Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. INIA, SARH. México. D.F.
- Montes-Hernández, S., P. López- López, S. Hernández-Verduzco y M. Ramírez-Meraz. 2009. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México (primer informe). Campo Experimental Bajío, Campo Experimental Valles Centrales, Campo Experimental Sur de Tamaulipas INIFAP- Escuela de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS).
- Muñoz, V. J., Velásquez, V. M., Osuna, C. E., & Macías, R. H. (2012). El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 27-32.
- Navarro, G. G., & Navarro, G. S. (2013). *Química agrícola: química de suelos y de los nutrientes esenciales para las plantas* (Tercera ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Nieto Garibay, A.; A. B. Murillo, D. E. Troyo, M. J. A. Larrinaga y H. J. L. García. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27 (8): 417-421.
- Núñez-Ramírez F., D. González-Mendoza, O. Grimaldo-Juárez y L. Cervantes Díaz. 2011. Nitrogen fertilization effect on antioxidants compounds in fruits of habanero chili pepper (*Capsicum chinense*). *International Journal of Agriculture & Biology*. 13:827-830.

Ortega, R., & Fernández, M. (2007). Agronomic evaluation of liquid humus derived from earthworm humic substances. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 2091-2104.

Pathma, J., & Sakthivel, N. (2014). Microbial and Functional Diversity of Vermicompost Bacteria. In *Bacterial Diversity in Sustainable Agriculture* (pp. 205-225). Springer International Publishing.

Ruiz-Lau, N., F. Medina Lara, y M. Martínez Estévez. 2011. El chile habanero: su origen y usos. *Ciencia*. Julioseptiembre:70-77.

Sing, R., Guptaa, R. K., Patila, R. T., Sharmab, R. R., Asreyb, R., Kumarc, A., & K, J. K. (2010). Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 124: 34-39.

SIAP. (2010). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado el 09 de 12 de 2015, de <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>

SIAP. (2015). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción nacional de chile habanero 2014. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Visto: 11 de diciembre de 2015.

Tun, D. J. C. 2001. Chile habanero características y tecnología de producción de campo. Campo experimental Zona Henequenera, Mococho, Yucatán. 18-24 p.

(<http://www.itzonamaya.edu.mx/web/nhistoria.php>, s.f.).