

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

**PATRONES DE CRECIMIENTO DE RAÍCES
DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)
EN SUELO AK´ALCHE (Gleysol verico)
CON ABONOS ORGÁNICOS**

**Informe Técnico de Residencia Profesional
que presenta las CC.**

KARLA MORALES VALENZUELA

Número de control: 11870065

MANUELA VICTORIA VALENZUELA VIZCARRA

Número de control: 11870078

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesora Interna: Esmeralda Cázares Sánchez

Juan Sarabia, Quintana Roo

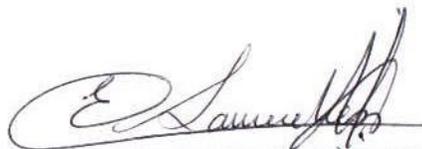
Diciembre 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional las estudiantes de la carrera de **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, KARLA MORALES VALENZUELA Y MANUELA VICTORIA VALENZUELA VIZCARRA**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por la asesora interna **Dra. ESMERALDA CÁZARES SÁNCHEZ**, el asesor externo **Dr. VÍCTOR MANUEL INTERIÁN KU**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **PATRONES DE CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN SUELO AK'ALCHE (Gleysol Verico) CON ABONOS ORGÁNICOS** 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

Asesora Interna



Dra. Esmeralda Cázares Sánchez

Asesor Externo



Dr. Víctor Manuel Interián Ku

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.....	4
3.1 Ubicación y descripción del área de estudio.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1 General.....	5
4.2 Objetivos Específicos.....	5
V. MATERIALES Y MÉTODOS	6
5.1 Actividades desarrolladas.....	6
5.2 Diseño experimental	7
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES.....	16
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS	16
IX. CONCLUSIONES.....	17
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de raíz, tallo y hoja en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> L.).....	11
Cuadro 2. Diferencias de valores promedios de las de raíz, tallo y hoja en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> L.).	11
Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de raíz, tallo y hoja en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> L.).....	13
Cuadro 4. Diferencias de valores promedios de las de raíz, tallo y hoja en chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> L.).....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Morfología externa de los patrones de crecimiento radical, de la plántula, etapa uno y etapa dos.....	9

I. INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* es de la familia de las *Solanaceae*s, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, también es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto es denominado ají (Long, 1998).

La popularidad de los chiles ha evolucionado enormemente en las últimas dos décadas, tanto para su consumo en fresco como procesadas sobre todo en salsas; se le han encontrado propiedades curativas que últimamente están siendo difundidas a nivel mundial en diferentes medios. Existen diferentes variedades, pero en cuanto a sabor y picor el habanero es el que rebasa a todos (Dewitt, 2000) por las unidades escobil de sus capsaicinoides.

En el territorio mexicano existen diversos tipos de chile, los cuales tienen características agronómicas diferentes, que van desde el color, tamaño, sabor, usos y hasta en el contenido de capsaicina que cada uno de ellos posee.

En la península de Yucatán, se cultivan alrededor de 600 has con diferentes variedades, con un rendimiento promedio de cinco t ha⁻¹. Este cultivo tiene una gran aceptación en el mercado local y nacional. El habanero junto con otras como Sukurre, Max ik y Picopaloma son considerados como los más picosos debido a su contenido de capsaicina y dihidrocapasaicina, ya que presentan más de 60,000 USP (Cázares-Sánchez et al., 2005); existen historias en las que se asegura que por el nombre puede ser originario de la Habana Cuba, pero lo único cierto es que es en la Península de Yucatán donde se cultiva con gran éxito (Ruíz-Lau, Medina y Martínez, 2011).

Los problemas principales a los que se enfrentan los productores de chile habanero es a las altas temperaturas, ya que, aunque este cultivo exige clima

cálido, en algunas regiones se rebasan las temperaturas óptimas (30 a 32 °C) que requiere, no tolera temperaturas por arriba de los 40°C; ya que causan el aborto de flores y frutos, lo cual trae como consecuencia un rendimiento bajo. Existen otro factores bióticos y abióticos; sin embargo, la combinación de varios de ellos es realmente importante para el éxito en su cultivo (Ruíz-Lau, Medina y Martínez, 2011).

La planta de chile habanero posee una raíz principal de tipo pivotante, la cual se profundiza de 0.20 a 0.60 m, con raíces secundarias extendidas que varían en longitud dependiendo del tipo de suelo. En condiciones de cultivo a cielo abierto, la planta tiene un hábito de crecimiento intermedio con una altura que puede variar de 0.40 a 1.0 m. No obstante, cuando se cultiva en condiciones protegidas (invernadero o casa sombra), su altura puede rebasar 1.5 m. Las hojas son de color verde oscuro brillante, de forma oval, y dependiendo del manejo del cultivo, en ocasiones pueden alcanzar hasta 15 cm de largo por 10 cm de ancho; el margen normalmente ondulado es una característica distintiva (Mendoza, 2004).

A pesar de la importancia de esta especie hortícola, se carece de información sobre los comportamientos de sus raíces en diferentes tipos de sustratos, por lo que este trabajo tiene como fin conocer los patrones de crecimiento de la raíz en diferentes mezclas de sustratos.

II. JUSTIFICACIÓN

La raíz es uno de los órganos de gran importancia, ya que es el medio para la captación de agua y nutrimentos del suelo, necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta. A pesar de lo anterior se le ha presta poca atención, quizá por la dificultad de su estudio, puesto que se encuentra mezclado con el matriz suelo. Para el caso del chile habanero, hasta el momento no se ha estudio el comportamiento de las raíces en diferentes sustratos. Por lo tanto, este trabajo se realizó para evaluar los patrones de crecimiento de raíz en diferentes mezclas de sustratos y conocer cuál de los tratamientos tendría mejores crecimientos.

III.DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

3.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en las Instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, el cual se encuentra ubicado en el km 21.5 de la carretera federal Chetumal-Escárcega, en el Ejido Juan Sarabia, municipio de Othón P. Blanco. Las coordenadas son: 18° 30' 57.5'' de latitud norte y 88° 29' 18.8'' de longitud oeste y la altitud es de 15 msnm (INEGI, 2015). Su clima es cálido con lluvias en verano (Aw), con temperatura media que oscila entre 18.8°C y 33° C y precipitación entre 1,100 y 1,300 mm anuales. La precipitación pluvial anual es de 1,327.4 mm, con estación de lluvia de mayo a noviembre. Esta zona es afectada por los ciclones, que aumentan la precipitación pluvial sobre todo en el verano.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar el patrón de crecimiento de raíces de chile habanero en siete mezclas de suelo ak'alché con abonos orgánicos.

4.2 Objetivos Específicos

Identificar los patrones de crecimiento de raíces de plantas de chile habanero cultivadas en suelo ak'alché con composta y vermicomposta en diferentes proporciones.

Evaluar la biomasa aérea y radical de las plantas de chile habanero cultivadas en suelo ak'alché con composta y vermicomposta en diferentes proporciones.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Actividades desarrolladas

Obtención de plántulas.

Las semillas se germinaron en charolas de unicel con 72 cavidades, mismas que se lavaron y desinfectaron con jabón y cloro para una mayor desinfección. Posteriormente las cavidades se llenaron con peat moss desinfectado con agua caliente por 20 minutos y posteriormente se lavó con Previcur® de acuerdo las recomendaciones del producto. En cada cavidad se colocó una semilla de la variedad ITZM1, población seleccionada en el Instituto.

Los riegos fue diario con una solución nutritiva a base de Kimfol®, de acuerdo a las recomendaciones del producto. Las plántulas crecieron aproximadamente 30 días y posteriormente se trasplantaron en bolsas negras de polietileno con capacidad de 2 kg.

Trasplante de las plántulas.

Las plántulas se trasplantaron a una altura de 15 cm en las bolsas de polietileno previamente llenas con el sustrato que corresponde a cada tratamiento.

Los riegos con agua de la lleve fue cada segundo o tercer día, dependiendo de la temperatura del invernadero y de las condiciones de humedad del sustrato.

Para prevenir el ataque de mosquita blanca se aplicó 1mL de combat-20 por L de agua.

Las bolsas se identificaron marcándolas en cuadritos de papel fomi, con el número de tratamiento y repetición de cada uno, estas son identificadas por color.

Las variables registradas son: peso fresco y seco de la raíz parte aérea; peso de raíz y parte aérea (se colocó las partes en papel de estraza en estufa para secado a 60 °C horas hasta alcanzar peso se constante); peso seco de la parte aérea; área foliar, perímetro, longitud y anchura de cuatro hojas tomadas de la parte media, longitud de raíces (primarias y secundarias); grosor y longitud del tallo; peso, diámetro polar y ecuatorial de los frutos. Estas variables se obtuvo cada veinte días hasta concluir con el total de las plantas, esto con el fin de conocer los patrones de crecimiento radial en el tiempo y el efecto del sustrato en el mismo.

5.2 Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar con 7 tratamientos y 20 repeticiones por tratamiento. Para esto se realizó las mezclas de sustratos en una cubeta de 20 kg. T1 = suelo Ak´alche (100 %), T2 = 75 % suelo + 25 % vermicomposta, T3 = 50 % suelo + 50 % vermicomposta, T4 = 50% suelo + 25% vermicomposta + 25% composta, T5 = 25 % suelo + 25 % vermicomposta + 50 % composta, T6 = 25 % + 75 % vermicomposta, y T7 = 25 % suelo + 75 % composta.

Con las variables obtenidas se realizó un análisis de varianza y una comparacion de medias en caso de encontrar diferencias entre tratamientos. El paquete estadístico utilizado fue SAS versión 9.4.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestran en las imágenes (Figura 1), se aprecia que las raíces tienden a ser de tipo pivotante en la primera etapa (30 días después de la germinación); sin embargo, después del trasplante en la etapa 2 y 3 se tornan tipo fasciculado. Al respecto, Mendoza (2004) describe la raíz de esta especie como de tipo pivotante. Es de suma importancia mencionar que el tipo pivotante está formado por una raíz principal más gruesa que sobre sale de principio a fin y de la cual salen las secundarias más delgadas; por otro lado, las fasciculadas no tienen una raíz principal más gruesa de principio a fin, todas presentan más o menos, el mismo grosor y con mayor volumen radical. Estas modificaciones se deben a ciertos factores tales como el tipo de suelo, profundidad del suelo o sustrato, la compactación del suelo y la cantidad de humedad y elementos minerales presentes. Se encontró que generalmente las raíces más gruesas de tipo pivotante, tienden a penetrar con mayor facilidad los suelos compactados que las raíces fasciculadas y finas (Materchera et al., 1992; Crush, Ouyang, Eerens y Stewart, 2002). Sin embargo, Basset, Simcock y Mitchell (2005) describen resultados contrarios, dado que encuentran que las raíces finas, son capaces de penetrar el suelo a través de los poros, apartando las partículas del suelo, por lo tanto, tienen una mayor capacidad para penetrar suelos compactados que las raíces más gruesas. La capacidad para detectar grietas es considerada como una posible estrategia de escape para el establecimiento de plántulas en suelos compactados e impenetrables.

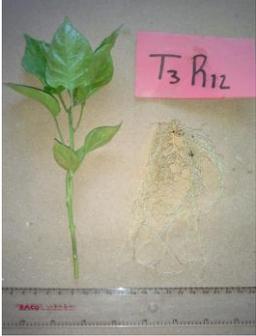
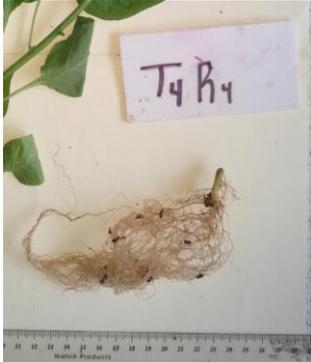
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
 <p>Seedling with a small root system, shown next to a ruler for scale.</p>	 <p>Root system labeled T₁ R₂₀, showing a dense network of roots.</p>	 <p>Root system labeled T₁ R₄, showing a dense network of roots.</p>
 <p>Seedling with a small root system, shown next to a ruler for scale.</p>	 <p>Root system labeled T₂ R₁₁, showing a dense network of roots.</p>	 <p>Root system labeled T₂ R₁₃, showing a dense network of roots.</p>
 <p>Seedling with a small root system, shown next to a ruler for scale.</p>	 <p>Root system labeled T₃ R₁₂, showing a dense network of roots.</p>	 <p>Root system labeled T₃ R₃, showing a dense network of roots.</p>
 <p>Seedling with a small root system, shown next to a ruler for scale.</p>	 <p>Root system labeled T₄ R₃, showing a dense network of roots.</p>	 <p>Root system labeled T₄ R₄, showing a dense network of roots.</p>



Figura 1. Morfología externa de los patrones de crecimiento radical de la plántula, etapa uno y etapa dos.

El análisis de varianza para el primer muestreo destructivo demostró la existencia de diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos para las variables: peso fresco de raíz y diámetro de raíz, y significativa ($P \leq 0.05$) para la variable diámetro de tallo (Cuadro 1). El tratamiento que presentó mayores valores (Tukey, $P \leq 0.05$) de peso seco de raíz, longitud de raíz, peso fresco de tallo, peso seco de tallo, longitud de hoja, área de hoja y anchura de hoja, fue el siete; mientras que para el peso fresco de raíz fue el tratamiento uno (Cuadro 2).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de raíz, tallo y hoja en chile habanero (*Capsicum chinense* L.).

Fuente de variación	gl	PFR	PSR	LR	DR
Trat	6	0.4524**	0.0066ns	268.46ns	0.0053**
Error	28	0.1038	0.0106	10.24	0.0037

Fuente de variación	gl	PFT	PST	LT	DT
Trat	6	4.5111ns	0.0715ns	10.82ns	0.0041
Error	28	0.9692	0.0179	6.33	0.0036

Fuente de variación	gl	LH	PH	AH	LPH	ANH
Trat	6	6.07ns	0.3412ns	2.15ns	0.3412ns	2.15ns
Error	28	0.8285	0.1779	0.2338	0.1779	0.2338

Trat= Tratamiento; gl= grados de libertad; PFR= Peso fresco de raíz; PSR= Peso seco de raíz; LR= Longitud de raíz; DR= Diámetro de raíz; PFT= Peso fresco de tallo; LT= Longitud de tallo; DT= Diámetro de tallo; LH= Longitud de hoja; PH= Perímetro de hoja; AH= Anchura de hoja; LPH= Longitud del pedúnculo de hoja; ANH= Anchura de la hoja; ***=P≤0.001 **=P≤0.01, *=P≤0.05, ns=No significativo

Cuadro 2 Diferencias de valores promedios de las de raíz, tallo y hoja en chile habanero (*Capsicum chinense* L.).

Trat	N	PFR	PSR	LR	DR
1	5	0.9764 a	0.1130 a	18.10 a	0.2700 a
2	5	0.7684 ab	0.1184 a	9.094 b	0.3020 a
3	5	0.4568 ab	0.0806 a	5.588 b	0.3120 a
4	5	0.3204 b	0.0860 a	3.854 b	0.3360 a
5	5	0.1762 b	0.1576 a	3.594 b	0.2480 a
6	5	0.1718 b	0.0462 a	3.108 b	0.2660 a
7	5	0.4866 ab	0.1274 a	20.72 a	0.3220 a
DMSH		0.6464	0.2066	6.42	0.1233

Trat	N	PFT	PST	LT	DT
1	5	2.14 b	0.3296 ab	13.63 a	0.2820 a
2	5	3.47 ab	0.5596 a	14.94 a	0.3120 a
3	5	2.43 b	0.4046 ab	13.63 a	0.3160 a
4	5	2.89 ab	0.4470 ab	14.75 a	0.3140 a
5	5	1.84 b	0.2718 b	11.35 a	0.2540 a
6	5	1.86 b	0.2780 b	12.38 a	0.2500 a
7	5	4.42 a	0.5486 a	15.45 a	0.3060 a
DMSH		1.97	0.2689	5.05	0.1219

Trat	N	LH	PH	H	LPH	NH
1	5	5.60 b	1.45 a	2.76 b	1.45 a	2.76 b
2	5	5.96 b	1.86 a	3.17 b	1.86 a	3.17 b
3	5	5.19 b	1.64 a	2.76 b	1.64 a	2.76 b
4	5	5.49 b	1.80 a	2.77 b	1.80 a	2.77 b
5	5	4.60 b	1.73 a	2.36 b	1.73 a	2.36 b
6	5	4.57 b	1.59 a	2.45 b	1.59 a	2.45 b
7	5	7.82 a	2.27 a	4.30 a	2.27 a	4.30 a
DMSH		1.82	0.8464	0.9702	0.8464	0.9702

Trat= Tratamiento; N= Numero de repetición; PFR= Peso fresco de raíz; PSR= Peso seco de raíz; LR= Longitud de raíz; DR= Diámetro de raíz; PFT= Peso fresco de tallo; LT= Longitud de tallo; DT= Diámetro de tallo; LH= Longitud de hoja; PH= Perímetro de hoja; AH= Anchura de hoja; LPH= Longitud del pedúnculo de hoja; ANH= Anchura de la hoja; DMSH= Diferencia significativa media, Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey $P > 0.05$).

El análisis de varianza para el segundo muestreo destructivo, demostró la existencia de diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos para todas las variables registradas (Cuadro 3). El tratamiento siete fue el que presentó mayores valores (Tukey, $P \leq 0.05$) para todas las variables registradas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de raíz, tallo y hoja en chile habanero (*Capsicum chinense* L.).

Fuente de variación	GI	PFR	PSR	LR	DR
Trat	6	3.1272***	0.2631***	232.86***	0.0805***
Error	28	0.4819	0.0363	12.71	0.0086

Fuente de variación	GI	PFT	PST	LT	DT
Trat	6	572.34***	9.65***	559.28***	0.0739***
Error	28	39.67	0.7660	25.20	0.0078

Fuente de variación	GI	LH	PH	AH	LPH	ANH
Trat	6	37.12***	4.49***	8.52***	4.49***	8.52***
Error	28	2.90	0.7912	0.7955	0.7912	0.7955

gl= grados de libertad; PFR= Peso fresco de raíz; PSR= Peso seco de raíz; LR= Longitud de raíz; DR= Diámetro de raíz; PFT= Peso fresco de tallo; LT= Longitud de tallo; DT= Diámetro de tallo; LH= Longitud de hoja; PH= Perímetro de hoja; AH= Anchura de hoja; LPH= Longitud del pedúnculo de hoja; ANH= Anchura de la hoja; ***= $P \leq 0.001$ **= $P \leq 0.01$, *= $P \leq 0.05$, ns=No significativo

Cuadro 4 Diferencias de valores promedios de las de raíz, tallo y hoja en chile habanero (*Capsicum chinense* L.).

Trat	N	PFR	PSR	LR	DR
1	5	0.8218 b	0.2442 bc	18.04 a	0.3760 b
2	5	1.37 ab	0.5296 ab	17.39 a	0.5880 a
3	5	0.3542 b	0.1452 c	6.45 b	0.3260 b
4	5	1.21 ab	0.3082 bc	17.09 a	0.4600 ab
5	5	0.3338 b	0.1292 c	7.17 b	0.3120 b
6	5	0.5152 b	0.2148 bc	7.39 b	0.3300 b
7	5	2.56 a	0.7548 a	23.74 a	0.6120 a
DMSH		1.39	0.377	7.16	0.1865

Trat	N	PFT	PST	LT	DT
1	5	8.85 bc	1.18 bc	28.33 c	0.3800 b
2	5	19.31 b	2.78 ab	38.65 ab	0.5860 a
3	5	4.26 c	0.6926 c	16.33 d	0.3460 b
4	5	12.56 bc	1.49 bc	30.97 bc	0.4540 ab
5	5	5.77 c	0.7252 c	16.95 d	0.3120 b
6	5	6.27 c	0.9088 c	21.97 cd	0.3200 b
7	5	34.35 a	4.44 a	43.96 a	0.5980 a
DMSH		12.64	1.76	10.07	0.1781

Trat	N	LH	PH	AH	LPH	ANH
1	5	9.68 bcd	3.44 ab	5.01 ab	3.44 ab	5.01 ab
2	5	11.36 ab	3.93 ab	5.84 a	3.93 ab	5.84 a
3	5	5.78 e	2.26 b	3.35 b	2.26 b	3.35 b
4	5	10.49 abc	3.98 ab	5.62 a	3.98 ab	5.62 a
5	5	6.49 de	2.54 b	3.46 b	2.54 b	3.46 b
6	5	7.54 cde	3.12 b	3.81 b	3.11 b	3.81 b
7	5	13.23 a	5.04 a	6.69 a	5.04 a	6.69 a
DMSH		3.42	1.78	1.79	1.78	1.79

Trat= Tratamiento; N= Numero de repetición; PFR= Peso fresco de raíz; PST= Peso seco de raíz; LR= Longitud de raíz; DR= Diámetro de raíz; PFT= Peso fresco de tallo; LT= Longitud de tallo; DT= Diámetro de tallo; LH= Longitud de hoja; PH= Perímetro de hoja; AH= Anchura de hoja; LPH= Longitud del pedúnculo de hoja; ANH= Anchura de la hoja; DMSH= Diferencia mínima significativa, Valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey $P > 0.05$).

De manera general se observa en los cuadros anteriores, que el tratamiento siete (75% composta Y 25% de Gleysol verico) presentó mayores valores en las mediciones de hoja, tallo y raíz. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Olivares-Campos, Hernández-Rodríguez, Vences-Contreras, Jáquez-Balderrama y Ojeda-Barrios (2012), en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), donde se encontró una mayor concentración de Zn y Mg, en las hojas cultivadas con composta en comparación con el cultivado con vermicoposta. Sin embargo, no fue así con lo encontrado por Cruz-Lázaro et al. (2009), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.); en este último caso los tratamientos con vermicomposta y composta fueron similares en cuanto a área foliar.

Estas diferencias encontradas entre los tratamientos, se puede deber a que la composta cuenta con un alto porcentaje de materia orgánica, N, P, Na, Fe, Mn y Cu, a diferencia de la vermicomposta (Olivares-Campos et al., 2012). Además, Moreno, Valdés y Zárate (2005) comentan que, a la densidad de microorganismos, la tasa de mineralización y a las características de cada uno de los sustratos tiene influencia, puesto que la composta aporta mayor porcentaje de materia orgánica, lo cual reactiva todos los procesos biológicos en el sustrato.

Al respecto, Nieto-Garibay, Murillo-Amador, Troyo-Diéguez, Larrinaga-Mayoral y García-Hernández (2002), comentan que la composta mejora las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana, además, Rodríguez et al. (2008) recomiendan este sustrato para cultivos en invernadero ya que no contamina el ambiente, es económico y fácil de obtener.

VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

El tipo de suelo Gleysol verico es muy arcilloso, por lo tanto, retiene mucha humedad en época lluviosa, una manera de mejorarlo en cuanto a su estructura física y química es mediante la adición de materia orgánica, ya sea con composta o vermicomposta, lo cual se logró con el desarrollo del presente trabajo. En cuanto al comportamiento de las raíces del cultivo del chile habanero, se pudo determinar cuál de los tratamientos influyen de manera positiva o negativa. Los principales problemas encontrados fueron con la germinación de las semillas, puesto que no eran viables, no obstante, se resolvió con una nueva adquisición.

VIII COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Con el desarrollo de este trabajo, se tuvo la oportunidad de aplicar habilidades de diferentes materias tales como: Fisiología Vegetal, Botánica General, Edafología y Nutrición Vegetal, ya que se identificó el tipo de raíz del cultivo de chile habanero, la influencia del medio ambiente, el funcionamiento de órganos y sistemas con bases morfológicas y anatómicas, sanidad vegetal. Asignaturas ya forman parte de la columna vertebral de la carrera en Ingeniería en Agronomía, ya que aporta herramientas valiosas para el desempeño de la profesión.

Con respecto a la materia de edafología, se aplicó conocimientos básicos para entender los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el suelo y su manejo para incrementar la productividad agrícola, sin deterioro del mismo y su relación con el hombre y el medio ambiente, así como realizar un aprovechamiento racional con criterios de sustentabilidad e inocuidad en los sistemas de producción agrícola.

Por último, la materia de Sistemas de Producción Agrícola, aporta al perfil del Ingeniero Agrónomo la capacidad para adaptar sistemas de producción agrícola sustentables en las explotaciones agrícolas con la finalidad de mejorar los recursos naturales, lo cual se puso en práctica al usar sustratos de origen natural para la nutrición del cultivo.

IX. CONCLUSIONES

Se observó cambios en el tipo de raíz de pivotante a fasciculada, puesto que a los 30 días después de la germinación las plántulas son del primer tipo y en los muestreos posteriores eran fasciculadas. Entre tratamientos no se observaron diferencias visuales de patrones de crecimiento.

En cuanto a la biomasa aérea y radical de las plantas de chile habanero cultivadas en suelo ak'alché con composta y vermicomposta en diferentes proporciones, se encontró que el tratamiento que registro mayor tamaño en todas las variables evaluadas fue el siete (25%gleysol verico, 75% composta).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basset, I.E., Simcock, R.C. & Mitchell, N.D. (2005). Consequences of soil compaction for seedling establishment: implications for natural regeneration and restoration. *Austral Ecology*, 30, 827-833.
- Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, M. T. Rodríguez- González y J.L. Chávez-Servia. (2005). Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) del centro-oriente de Yucatán. *Agrociencia*, 39: 627-638.
- Crush, J.R., Ouyang, L., Eerens J.P.J. & Stewart, A.V. (2002). The growth of roots of perennial, Italian, hybrid and annual ryegrasses through a high-strength root medium. *Grass and Forage Science*, 57, 322-328.
- Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello, MA., Robledo-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C., & Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y Vermicomposta como sustrato. *Revista Universidad y Ciencia*, 25(1):59-67.
- DeWitt, D. and Bosland, P.W. (2000). Peppers of the world an identification guide. P. 57 – 61.
- Dexter, A.R. (1986). Model experiments on the behaviour of roots at the interface between a tilled seed-bed and a compacted sub-soil. *Plant and Soil*, 95, 149-161.
- Long S. J. (1998). Capsicum y cultura: La historia del chilli. (2ª ed.) México. Fondo de cultura Económica. pp. 77-81.
- Materechera, S.A., Alston, A.M., Kirby, J.M. & Dexter, A.R. (1992). Influence of root diameter on the penetration of seminal roots into a compacted subsoil. *lant and Soil*, 144, 297-303.
- Mendoza, G. A. (2004). Evaluación de 6 sustratos diferentes en el cultivar de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) var. Uxmal, bajo condiciones de

- invernadero. Tesis, universidad autónoma agraria "Antonio narro" división de agronomía, Saltillo, Coahuila, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3): 265-272.
- Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., Larrinaga-Mayoral, JA., y García-Hernández, JL. (2002). El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*, 27(8): 417-421.
- Olivares-Campos, MA., Hernández-Rodríguez, A., Vences-Contreras, C., Jáquez-Balderrama, JL., & Ojeda-Barrios D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Rev. Universidad y Ciencia*, 28(1):27-37.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Figueroa, V. U., Palomo, G. A., Favela, Che., Álvarez, RVP., Márquez, H. C., y Moreno, R. A. (2008). Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3): 265-272.