

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la Vermicomposta en la Producción de
Plántulas de Calabacita (*Cucurbita pepo*), Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

ANDRÉS HERNÁNDEZ RUÍZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.
Mayo de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Vermicomposta en la Producción de
Plántulas de Calabacita (*Cucurbita pepo.*), Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

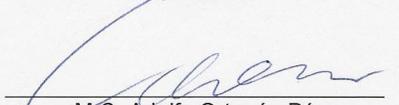
ANDRÉS HERNÁNDEZ RUÍZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

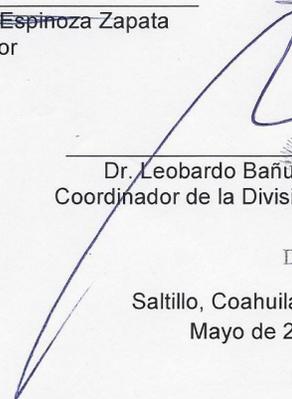
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada


M.C. Adolfo Ortegón Pérez
Asesor Principal


M.C. Roberto Espinoza Zapata
Coasesor


Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Mayo de 2015

DEDICATORIA

A mis padres:

Manuel Hernández Núñez

Juana Ruiz Pérez

Por darme la vida, amor y cariño durante todo este tiempo, y por los valores que me inculcaron para ser una persona de bien y por el apoyo que me dieron para lograr mi carrera profesional.

A mis hermanos:

Mario Hernández Ruiz

Andrea Hernández Ruiz

Marcos Hernández Ruiz

Juan Hernández Ruiz

María Hernández Ruiz

Carlos de Jesús Hernández Ruiz

Por formar parte fundamental de mi vida por el apoyo incondicional que me han brindado siempre, por su cariño y admiración; gracias por estar siempre conmigo los quiero mucho.

A mi novia:

Patrona Hernández Gómez

Por ser la mejor persona que dios puso en mi camino; por tu comprensión, paciencia y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Gracias padre dios por haberme permitido culminar mi carrera con éxito y así cumplir la meta más importante de mi vida.

A mi Alma Terra Mater:

Por darme la oportunidad de lograr este sueño anhelado y superarme para ser mejor profesionista.

A mis Asesores:

M.C. Adolfo Ortegón Pérez por su valiosa amistad que me brindo, mi admiración y respeto como persona y como profesionista por su gran apoyo incondicional y sus conocimientos brindados en este trabajo de investigación.

M. C. Roberto Espinoza Zapata por la disponibilidad en la revisión de este trabajo y por ser parte del jurado de examen profesional además de su valiosa amistad.

Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez por la disponibilidad en la revisión de este trabajo y por ser parte del jurado de examen profesional además de su valiosa amistad.

Ing. René de la Cruz Rodríguez por ser parte del jurado de examen profesional.

A mis amigos y compañeros de la carrera de producción:

Cadenas, Carrillo, Adolfo, Vela, Edi Udiel, Jesús Hernández, Miguel, Ponciano, Rodolfo, Constantino, Pancho, Riquelme, Eleuterio, Ismael, Jaime, Javier, Antonio Ramírez, Arreortua, Teodoro, Abigail, Mary, Lety, Dulce, Vero, Grisel e Icela. Por haberlos conocido y darme el gran regalo de contar con su amistad y haber compartido inolvidables momentos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Importancia Económica a Nivel Mundial	4
Importancia Económica a Nivel Nacional	4
Valor Nutricional de la Calabacita	5
Origen	5
Clasificación Taxonómica	6
Descripción Morfológica	6
Requerimientos Edafoclimáticos	8
Particularidades del Cultivo	9
Principales Plagas	12
Principales Enfermedades	13
Producción de Plántulas	13
Trasplante	14
Agricultura Orgánica	15
Los Sustratos	16

Pumita.....	17
Fibra de Coco.....	18
Corteza de Pino.....	18
Arena.....	18
Lana de Roca.....	19
Vermiculita.....	19
Peat moss.....	20
Vermicomposta.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Localización del Experimento.....	24
Descripción del Sitio Experimental.....	24
Materiales Utilizados.....	24
Diseño Experimental.....	25
Modelo Estadístico.....	25
Metodología y Establecimiento del Experimento.....	25
Desinfección de Charolas.....	26
Preparación de Sustratos.....	26
Siembra.....	26
Riegos.....	26
Descripción de las Variables Evaluadas.....	28
Porcentaje de Germinación.....	28
Altura Final de Plántulas.....	28
Peso Fresco Foliar.....	28
Peso Seco Foliar.....	28
Peso Fresco de la Raíz.....	29
Peso Seco de la Raíz.....	29
Diámetro del Tallo.....	29
Longitud de Raíz.....	29
Número de Hojas.....	29
Vigor.....	30
Velocidad de Crecimiento.....	30

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
LITERATURA CITADA	46
APÉNDICE.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Concentración de los principales compuestos de esta especie con base en 100 gr de parte comestible.....	5
Cuadro 2. Temperaturas críticas para calabacita en las distintas fases de desarrollo.....	8
Cuadro 3. Concentración de los tratamientos.....	25
Cuadro 4. Calendario de riego.....	27
Cuadro 5. Valores promedios y comparación de medias de variables de respuesta evaluadas en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>), var. Gray Zucchini, producidas en 6 sustratos en diferentes concentraciones bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	43
Cuadro 6. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza de las variables evaluadas (PG, AFP, PFF, PSF y PFF).....	51
Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza de las variables evaluadas (PSR, DT, LR y NH).	51

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1. Porcentaje de germinación de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	32
Gráfica No. 2. Altura final de plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.	33
Gráfica No. 3. Peso fresco foliar en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	34
Gráfica No. 4. Peso seco foliar en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	35
Gráfica No. 5. Peso fresco de la raíz en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.	36
Gráfica No. 6. Peso seco de la raíz en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	37
Gráfica No. 7. Diámetro del tallo en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	38
Gráfica No. 8. Longitud de raíz en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	39
Gráfica No. 9. Número de hojas en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.....	40
Gráfica No. 10. Velocidad de crecimiento en plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i>) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación de sustratos en el invernadero.....	49
Figura 2. Llenado de charolas en el invernadero.	49
Figura 3. Siembra de calabacita en el invernadero.	49
Figura 4. Toma de datos de altura de calabacita en el invernadero.....	50
Figura 5. Toma de datos de altura final de calabacita en el invernadero.	50
Figura 6. Medición de diámetro del tallo y longitud de la raíz de calabacita en el laboratorio.....	50
Figura 7. Toma de datos de peso fresco foliar peso, fresco de la raíz, peso seco foliar y peso seco de la raíz en el laboratorio.....	51

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar los efectos de la vermicomposta y el sustrato comercial (peat moss) en la producción de plántulas de calabacita. El experimento se llevó a cabo en el área de invernaderos, durante el periodo marzo – abril del 2014 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Se evaluaron 6 tratamientos bajo un diseño experimental Completamente al Azar con dos repeticiones; los tratamientos fueron: tratamiento dos con sustrato peat moss 80% y vermicomposta 20%; tratamiento tres con sustrato peat moss 60% y vermicomposta 40%; tratamiento cuatro con sustrato peat moss 40% y vermicomposta 60% y el tratamiento cinco con sustrato peat moss 20 % y vermicomposta 80%. Se utilizaron 2 testigos que son el tratamiento uno (testigo comercial) que contiene 100% de sustrato peat moss y el tratamiento seis (testigo experimental) con 60% de vermicomposta y 40% de vermiculita.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, altura final de la plántula, peso fresco foliar, peso seco foliar, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz, diámetro del tallo, longitud de raíz, número de hojas, vigor y velocidad de crecimiento.

El mejor resultado se obtuvo en el tratamiento tres (60% de peat moss y 40% de vermicomposta), ya que estadísticamente superó con un 44% a los demás tratamientos en la variable peso fresco de la raíz y numéricamente fue el mejor tratamiento en las variables: altura final de la plántula, peso fresco foliar, diámetro de tallo y longitud de raíz. Los resultados menores se obtuvieron en los tratamientos dos con el 80% de sustrato peat moss y 20% de vermicomposta y tratamiento cinco con el 20% de sustrato peat moss y 80% de vermicomposta.

Palabras clave: vermicomposta, peat moss, calabacita, vermiculita, sustrato.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las calabazas del género *Cucurbita*, que se consumen en el mundo tienen su origen en especies que fueron domesticadas en México. La calabaza es la primera planta cultivada en Mesoamérica, cuya fecha más antigua es de hace unos 10,000 años aproximadamente, y desde entonces es fundamental dentro de la dieta mexicana; se utiliza para aprovechar sus frutos inmaduros como vegetales de la mesa, cocidos y preparados en varias formas, también las flores y semillas tienen importancia en la alimentación humana. Existen 11 especies de calabaza, de las cuales cinco se cultivan en México: calabaza (*Cucurbita pepo*), su presentación más popular es cosechada tierna, producto que conocemos como calabacita. La calabacita es la que mayor presencia tiene en el mercado, debido a su menor tamaño, su sabor y facilidad de cocción, mayor movilidad comercial durante todo el año y menor precio al ser producida en grandes volúmenes (Financiera rural, 2011).

Es de gran interés realizar trabajos que permitan establecer nuevas técnicas para la producción de plántulas de calabacita bajo condiciones de invernadero, utilizando para ello, cajas germinadoras con diferentes sustratos que permitan un desarrollo adecuado de estas, teniendo un uso eficiente de agua y un mayor control de plagas y enfermedades y así, obtener plántulas de mayor vigor y calidad para alcanzar un alto rendimiento.

En los últimos años el uso de sustratos es cada vez mayor en la producción de plántulas, sin embargo ha incrementado la demanda de estos, dando como resultado el agotamiento y deterioro de los recursos naturales. Uno de los sustratos más utilizados en la producción de plántulas es el peat moss; se produce en turberas pantanosas donde son explotadas en grandes cantidades, provocando así un desequilibrio ecológico.

Se ha demostrado que la adición de vermicomposta a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas (Domínguez *et al*, 2010).

Los desechos orgánicos transformados en sustratos mediante técnicas tales como compostaje o vermicompostaje proveen propiedades adecuadas para el crecimiento de los cultivos. En tal sentido, la transformación de los desechos en sustratos y el uso adecuado de los mismos para fines hortícolas surge como una alternativa viable, técnica y económica (Cruz *et al*, 2012).

La vermicomposta utilizada como sustrato es una alternativa en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero, ya que posee propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para el crecimiento, y así determinar la posibilidad de reemplazar al peat moss. Cabe mencionar que la vermicomposta no debe usarse directamente como sustrato, sino en combinación con otros sustratos para obtener excelentes resultados.

El presente trabajo se justifica de esta manera: la ventaja de producir plántulas en charolas se tiene un ahorro en el riego, en semilla, en trabajo y un mejor control en plagas, enfermedades y malezas. Además se obtiene plántulas de calidad sin fallas en el campo por que se trasplantan y se logra adelantar la cosecha.

Es por ello que se plantea este trabajo de investigación, con la finalidad de generar información que sea de utilidad a los productores de calabacita, así como nuevas alternativas para obtener plántulas de calidad, para lo cual se tienen los siguientes objetivos e hipótesis:

OBJETIVO GENERAL

- Determinar los efectos de la vermicomposta y el sustrato comercial (peat moss) en la producción de plántulas de calabacita.

Objetivos específicos

- Comparar el efecto de la vermicomposta con Peat Moss en el desarrollo de plántulas de calabacita respecto a los testigos.
- Conocer cuales la mejor combinación de los tratamientos para este cultivo.
- Evaluar la respuesta del cultivo con la aplicación de vermicomposta en el peat moss.

Hipótesis

- La vermicomposta en mezcla con peat moss, es un excelente medio para el crecimiento y desarrollo de plántulas de calabacita.
- Dentro de los tratamientos a evaluar cuando menos uno se considera el mejor tratamiento en cuanto a producción y calidad de plántulas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia Económica a Nivel Mundial

A nivel mundial, de acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2011), en el año 2008 se cosecharon alrededor de 1.5 millones de hectáreas de calabaza y calabacita, obteniéndose cerca de 21 millones de toneladas de producción. La superficie cosechada promedio de calabaza y calabacita entre 2002 y 2008 fue de 1.5 millones de hectáreas, con una producción promedio de 20.5 millones de toneladas con rendimiento promedio de 13.3 toneladas por hectárea. Durante el periodo de 2003 a 2008, el exportador más sobresaliente de calabaza y calabacita fue España con 203 mil toneladas anuales promedio, que representa el 40% de las exportaciones mundiales en ese periodo. También sobresalen como países exportadores Nueva Zelanda, México, Marruecos y Francia, los cuales exportaron 20%, 8%, 6% y 5%. La cantidad exportada de calabaza y calabacita por parte de México para este periodo, según los datos de la FAO fue de 36 mil toneladas promedio.

Importancia Económica a Nivel Nacional

SIAP (2012), menciona que en México la calabacita tiene gran importancia económica y alimentaria. En las estadísticas nacionales figura principalmente la producción de calabacita para verdura; con 398,605.16 toneladas producidas en el año 2013, con un rendimiento promedio de 16.09 toneladas por hectárea aproximadamente, los principales estados productores fueron: Sonora, Puebla, Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Hidalgo, Morelos y Zacatecas. Se reportan en menor proporción la producción de otros tipos de calabaza y no se tienen datos claros que se puedan asociar a la producción de especies y cultivares nativos para la obtención de fruto maduro y semilla.

Valor Nutricional de la Calabacita

Cuadro 1. Concentración de los principales compuestos de esta especie con base en 100 gr de parte comestible.

Valor nutricional	
Agua	90.6 %
Proteínas	0.8 g
Carbohidratos	7.7 g
Ca	14 mg
P	16 mg
Fe	0.4 mg
Na	12 mg
Ácido ascórbico	23 mg
Tiamina (B1)	0.04 mg
Rivoflavina (B2)	0.03 mg
Vitamina "A"	23 U.I

Una unidad internacional de vitamina "A" es equivalente a 0.3 microgramos en vitamina "A" en alcohol.

Origen

La calabacita es considerada originaria de México y de América Central (Vavilov, 1951), de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur. Sus orígenes se remontan al año 700 a. de C. (Whitaker y Davis, 1962).

Clasificación Taxonómica

Según Valadez (1994), la clasificación taxonómica de calabacita se puede resumir de la siguiente manera:

Reino-----Plantae

División-----Magnoliophyta

Clase-----Magnoleopsida

Orden-----Violales

Familia-----Cucurbitaceae

Género-----*Cucurbita*

Especie -----*pepo*

Nombre común-----Calabacita

Descripción Morfológica

Andrés (2012), menciona que la calabacita es una planta anual, rastrera y de crecimiento indeterminado cuyas principales características morfológicas son:

Raíz: la planta de calabacita presenta una raíz axonomorfa, con una raíz principal que alcanza un gran desarrollo si se compara con las raíces secundarias que la acompañan, el desarrollo de estas últimas en el suelo está determinado por el tipo de cultivo y el aporte de agua y nutrientes que se realice.

Tallo: la planta de calabacita presenta dominancia apical, con un tallo principal con atrofia de brotaciones secundarias en la mayoría de las ocasiones. Tiene forma cilíndrica, es áspero al tacto debido a la superficie pelosa que tiene y es bastante consistente. Los entrenudos son, en general, cortos y desde ellos parten las hojas, las flores y los frutos.

Hojas: la calabacita presenta grandes hojas palmeadas de color verde que parten directamente del tallo a través del peciolo de manera helicoidal y alterna. El limbo presenta una cara superior suave al tacto y cara inferior muy áspera, con pelos cortos y fuertes. El borde de la hoja es dentado y presenta cinco lóbulos. El peciolo es largo, hueco y consistente, tiene pelos rígidos en la superficie por lo que es muy áspero al tacto.

Flores: la calabacita es una planta monoica al presentar flores masculinas y femeninas en la misma planta. Sus flores son grandes, de color amarillo intenso y con forma acampanada. Se disponen alrededor del tallo al que se unen a través de un largo pedúnculo, ya que nacen en las axilas de las hojas. En los primeros estadios de desarrollo de la planta la mayoría de las flores son masculinas, con el paso de los días van apareciendo las flores femeninas, hasta que estas últimas acaban siendo mayoritarias en la última fase del ciclo productivo. La apertura de la flor se produce en las primeras horas de la mañana y solo se mantiene viable varias horas, para realizar la fecundación es necesaria la intervención de colmenas, por lo que se produce una polinización cruzada.

Frutos: la calabacita es un fruto carnoso, cilíndrico, alargado y sin cavidad central. En general es de color verde; la recolección para su comercialización se lleva a cabo cuando el fruto aún está inmaduro, atendiendo a los requerimientos del mercado en lo que a calidad se refiere, ya que el fruto maduro no tienen las características organolépticas demandadas para su comercialización: dureza, sabor, aparición de semillas, etc.

Requerimientos Edafoclimáticos

De acuerdo con la página web Infoagro.com, menciona que el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura: la calabacita no es demasiado exigente en temperatura, menos que el melón, pepino y sandía, aunque soporta temperaturas más elevadas.

Cuadro 2. Temperaturas críticas para calabacita en las distintas fases de desarrollo.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25 (temperatura del suelo)	15 (temperatura del suelo)	40 (temperatura del suelo)
Crecimiento vegetativo	25-30	10	35
Floración	20-25	10	35

Humedad: la humedad relativa óptima del aire en el invernadero oscila entre el 65% y el 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de algunas enfermedades aéreas y puede que dificulten la fecundación.

Luminosidad: es una planta muy exigente en luminosidad, por lo que una mayor insolación repercutirá directamente en un aumento de la cosecha.

Suelo: es poco exigente en tipos de suelo, a los que se adaptan con facilidad a todo tipo de suelos; prefiere aquellos de textura franca, profundos y bien drenados. Sin embargo se trata de una planta muy exigente en materia orgánica.

pH: los valores de pH óptimos oscilan entre 5.6 y 6.8 (suelos ligeramente ácidos), aunque puede adaptarse a terrenos con valores de pH entre 5 y 7. En pH básico pueden aparecer síntomas carenciales, excepto si el suelo está enarenado.

Particularidades del Cultivo

Según la pagina web Infoagro.com, señala que las actividades que se realizan para la producción de calabacita son las siguientes:

Siembra directa: suele realizarse la siembra en forma directa en el suelo, a razón de 2-3 semillas por golpe, que se sembrarán juntas con el objeto de que al emerger rompan la costra del suelo con mayor facilidad, cubriéndolas con 3-4 cm de tierra o arena, según corresponda. La cantidad de semilla gastada suele ser de unos 10 kg/ha en siembra directa. La duración de la germinación en tierra es de 5 a 8 días y en terreno enarenado oscila entre 2 y 3 días.

Siembra en charolas: se realiza donde se utiliza una charola germinadora, la cual tendrá como sustrato peat moss o fibra de coco especial para germinación, colocando una o dos semillas por cada orificio de la charola.

Plantación: se puede llevar a cabo trasplantando el cepellón procedente del semillero cuando la planta tiene dos o tres hojas verdaderas. Los marcos de siembra se establecen en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada.

Suelen oscilar entre 1 y 2 metros entre líneas y 0.5-1 m entre plantas. Los más frecuentes son los siguientes: 1 m x 1 m, 1.33 m x 1 m, 1.5 m x 0.75 m y 2 m x 0.5 m. Cuando los pasillos son estrechos (1 m x 1 m ó 1.3 m x 1 m), la siembra o plantación se realiza a tresbolillo.

Aclareos: se llevan a cabo cuando nace más de una planta por golpe, en estado de 2-3 hojas verdaderas (8-10 días desde la germinación), dejando la más vigorosa y eliminando las restantes. En caso de realizarse un segundo aclareo, es conveniente eliminar las plantas cortando el tallo por su base, en vez de arrancarlas, dado que las raíces están más desarrolladas, pudiendo ocasionar daños a las de la planta que se deja en el terreno.

Aporcado: práctica que se realiza a los 15-20 días de la germinación y que consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. Es aconsejable no sobrepasar la altura de los cotiledones.

Tutorado: es una práctica que se realiza cuando el tallo comienza a inclinarse, con objeto de restablecer su verticalidad, mediante la colocación de un hilo, generalmente de polipropileno (rafia) que se sujeta por un extremo al tallo y por el otro al emparrillado del invernadero; de este modo se aprovecha mejor la iluminación, se mejora la ventilación, reduciendo el ataque de enfermedades y se facilitan las labores y prácticas culturales.

Pueden considerarse dos modalidades:

- Una de ellas consiste en hacer un nudo corredizo en el extremo del hilo que va atado al emparrillado de forma que se pueda ir soltando hilo para ir rodeando a la planta conforme ésta crezca.
- La segunda modalidad consiste en dejar el hilo fijo e ir atando el tallo de la planta con trozos de hilo más cortos al hilo principal.

Deshojado: sólo se justifica cuando las hojas de la parte baja de la planta están muy envejecidas o cuando su excesivo desarrollo dificulte la luminosidad o la aireación, ya que de lo contrario traería consigo una reducción de la producción. No deben eliminarse más de dos hojas.

Limpieza de flores: las flores de la calabacita se desprenden una vez completada su función, cayendo sobre el suelo o sobre otros órganos de la planta, pudriéndose con facilidad. Esto puede suponer una fuente de inóculo de enfermedades, por lo que deberán eliminarse cuanto antes.

Limpieza de frutos: consiste en suprimir los frutos que presenten daños de enfermedades, malformaciones o crecimiento excesivo, para eliminar posibles fuentes de inóculo y evitar el agotamiento de la planta.

Fertirrigación: en general la calabacita es una planta exigente en humedad, precisando riegos más frecuentes con la aparición de los primeros frutos. No obstante, los encharcamientos le son perjudiciales, y en las primeras fases del cultivo no son convenientes los excesos de agua en el suelo para un buen enraizamiento. Los sistemas de riego más utilizados en calabacita en invernadero son el riego localizado goteo y exudado.

Cosecha: para el corte se considera el número de días que se aproxima a la cosecha o al primer corte, que va de 45 a 55 días, llegando a realizarse hasta 20 cortes. Otro aspecto que se toma como referencia es el tamaño del fruto, que puede variar de 12 a 15 cm, otro indicador podría ser cuando la flor esté deshidratada o muestre un color café.

Principales Plagas

De acuerdo con la página web Horticultivos.com (2012), las principales plagas y enfermedades del cultivo de calabacita son las siguientes:

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*): es un insecto transmisor de virus, los daños se observan como amarillamiento en las hojas y debilitación de las plantas. Para su manejo se recomienda respetar las fechas de siembra, destrucción de residuos anteriores, trampas cromáticas amarillas y control preventivo con 2.5 ml por litro de Imidacloprid o Endosulfan.

Araña roja (*Tetranychus urticae*): se desarrolla en el envés de las hojas provocando defoliaciones. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen su desarrollo. Se controla con 1.5 a 2.0 ml de Abamectina Agrogen 1.8% CE por litro de agua.

Paratrioza o mosca psílida (*Bactericera cockerelli*): el daño causado por las ninfas se aprecia como clorosis y rizado de las hojas. Se recomienda adquirir plantas libres de plagas y colocar trampas amarillas, naranjas o verdes en la parte superior de la planta, para su control aplicar de 2.5 a 3.5 ml de Diazinon 25 E por litro de agua.

Principales Enfermedades

Cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca fuliginea*): se observa como manchas amarillas en las hojas de forma angulares que después se necrosan en el centro, mostrando pubescencia blanca. Para su prevención y control se recomienda aplicar fungicidas cúpricos como el Oxiclورو de cobre a dosis de 1.5 a 2.0 gramos disueltos en un litro de agua.

Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora subsp. Carotovora*): Bacteria polífaga que penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender olor nauseabundo. Externamente en el tallo aparecen manchas negruzcas y húmedas. En general la planta suele morir. En frutos también puede producir podredumbres acuosas. Tiene gran capacidad saprofítica, por lo que puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas.

Producción de Plántulas

Gómez *et al* (2011), señala que las demandas de hortalizas en los mercados formales, en especial los supermercados, exigen actualmente de una producción sostenida de productos frescos de calidad en forma semanal.

Para poder responder a esa demanda los productores orientan la producción en una forma escalonada y para contribuir al fortalecimiento de este modo de producir se recomienda la producción de plántulas sanas y vigorosas en invernadero, por las siguientes razones:

- Con el manejo de plántulas en invernadero se mejora el establecimiento del cultivo, reduciendo el estrés después del trasplante y bajando la mortalidad hasta en un 90%, en comparación con el uso de plántulas a raíz desnuda.

- El trasplante de plántulas uniformes produce un crecimiento similar de las plantas en el campo, resultando en una cosecha de productos con el mismo estándar de calidad.
- Se reducen los costos de mano de obra en el campo.
- Hay una menor exposición a plagas y enfermedades, debido a que se reduce el tiempo de crecimiento en el campo.
- Hay un mayor aprovechamiento de las semillas.
- El cultivo le lleva ventajas en el crecimiento a las malezas, reduciendo su incidencia luego del trasplante.
- Se tiene un potencial como negocio mediante la venta de plántulas a otros productores locales.

Trasplante

Juárez (2002), menciona que es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almácigos de estas áreas de crecimiento a los terrenos agrícolas donde completan su ciclo de desarrollo.

El trasplante implica una serie de factores que es necesario considerar para que este proceso tenga resultados satisfactorios:

- a) Factores fisiológicos: al extraer las plántulas de las charolas se destruye una gran parte de la región de absorción de la raíz y viene una gran pérdida de agua, esto trae como consecuencia una reducción de las células de la región de elongación y una baja en la actividad fotosintética.
- b) Tamaño y edad de las plántulas. Se tiene que a mayor edad de las plántulas, menor es la habilidad de la misma para recuperarse del estrés de crecimiento ocasionado por el trasplante. Como norma se prefiere la planta pequeña para trasplante y debe hacerse en el momento en que aparezca la tercera o cuarta hoja verdadera.

- c) Velocidad de regeneración de la raíz. Entre más rápido se desarrolle la raíz más rápido se recupera la planta, la velocidad de recuperación de la raíz depende en gran parte de la cantidad de carbohidratos que se encuentren de reserva en los tejidos de la planta.

Agricultura Orgánica

La Comisión del Codex Alimentarius (2005), cita que la agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente.

Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema.

La SAGARPA (2009), menciona que la agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recursos no renovables reduciendo o eliminando el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Los Sustratos

Abad (1993), define como sustrato a todo material sólido distinto al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Urrestarazu (2003), indica que las funciones más importantes de un sustrato de cultivo son proporcionar un medio ambiente ideal para el crecimiento de las raíces, y constituir una base adecuada para el anclaje o soporte mecánico de la planta. Por lo tanto para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

Propiedades físicas

- A. Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible o asimilable.
- B. Suficiente suministro de aire.
- C. Distribución del tamaño de las partículas que mantengan las condiciones antes mencionadas.
- D. Baja densidad aparente.
- E. Elevada porosidad total, y
- F. Estructura estable, que impida la contracción o hinchazón del sustrato.

Propiedades químicas

- A. Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- B. Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- C. Baja salinidad.

- D. pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón, y
- E. Mínima velocidad de descomposición.

Otras propiedades

- A. Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos, y sustancias fitotóxicas.
- B. Reproducibilidad y disponibilidad.
- C. Bajo costo.
- D. Fácil de mezclar.
- E. Fácil de desinfectar y estabilizar frente a la desinfección, y
- F. Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

H.M.RESH (1996), menciona tres tipos de sustratos.

Perlita

Es un material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava. En las aplicaciones hortícolas el tamaño de partículas más utilizado es el de 1.6 a 3.1 milímetros. La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6 a 8. Es más útil para incrementar la aireación de las mezclas ya que tiene una estructura muy rígida que, mientras dura, da lugar a que el tamaño de las partículas vaya disminuyendo conforme éstas se parten con el uso.

Pumita

Es un material silíceo de origen volcánico, pudiendo utilizarse después de molido y cernido sin necesidad de calentarse. Esencialmente, tiene las mismas propiedades de la perlita, aunque es más pesado y no absorbe tanta

agua, puesto que no ha sido deshidratado. Se utiliza en mezclas de turba y arena para el cultivo de plantas en maceta.

Fibra de Coco

Son cáscara de coco triturada con un molino de martillo hasta que tengan el tamaño de un grano de café. A los cocos no se le quitan las fibras. De forma que estas aumentan su porosidad y proporcionan mejor aireación que la turba. La fibra de coco se puede mezclar con perlita o vermiculita en proporciones similares a las discutidas antes para la turba en mezclas.

Urrestarazu (2003), menciona tres tipos de sustratos utilizados para cultivo sin suelo.

Corteza de Pino

La corteza más utilizada es la de pino que procede básicamente de la industria maderera; usada correctamente, la corteza proporciona excelentes resultados, si bien al ser de origen natural, puede presentar una extraordinaria variabilidad. Las cortezas se pueden utilizar en estado fresco o compostadas; presentándose mejores resultados cuando son compostadas.

Arena

Es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, dependiendo de los componentes de la roca silicatada original.

Para un óptimo aprovechamiento como sustrato de cultivo, las arenas deberían de estar exentas de limos y arcillas y también de carbonato cálcico.

Las arenas incluyen típicamente las fracciones granulométricas comprendidas entre 0.02 mm y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefieren aquellas con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6-2 mm).

Lana de Roca

Se trata de un producto mineral transformado industrialmente por temperaturas elevadas. Básicamente es un silicato aluminio, que también contiene algo de calcio y magnesio y, en menor proporción, hierro y manganeso. Desde el punto de vista químico es un material prácticamente inerte y sus componentes no están en condición de asimilables o disponibles para la planta.

Llurba (1997), menciona varios tipos de sustratos que se utilizan en la producción de plántulas:

Vermiculita

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometida a temperaturas superiores a 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse.

Posee una elevada capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) de 80 a 120 meq/100g. Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7.2).

Peat moss

Turba de procedencia báltica sin cal ni abono con una granulometría de 0-7milímetros; recomendado para germinación y desarrollo al realizar mezclas propias de sustrato y tierras universales para el llenado de bolsas de cultivo y bancales. También mejora el suelo y puedes tener la seguridad de que se mantendrá la humedad, incrementando la aireación, mejorando el drenaje para las hortalizas promoviendo el desarrollo de las raíces; dando ventajas en el crecimiento y desarrollo de plantas y frutos, y generando una humedad hasta el 70 % aproximadamente dentro de los invernaderos. Hernández (2005), menciona que el peat moss es musgo de pantano, siendo un medio de crecimiento orgánico.

Vermicomposta

También conocida como lombricomposta o humus, es un abono 100% natural de excelente calidad, tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación, por lo que es aplicable a cualquier tipo de cultivo. La vermicomposta, es el resultado de la transformación, por medio de la lombriz roja californiana de los desechos orgánicos y, convertido en humus para aplicación agropecuaria, en huertos y jardines. Su aplicación es en cultivos intensivos, extensivos y para recuperación de suelos.

Cualidades:

- Es un fertilizante orgánico
- Es granulado, homogéneo y un olor agradable.
- Protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo.
- Posee o tiene la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma balanceada (nitrógeno, fósforo,

potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc).

- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación.
- Mejora la retención de humedad.
- No afecta a las plantas como ocurre con los fertilizantes químicos.
- Eleva la solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporcionando una rápida asimilación por las plantas.
- Produce un aumento en el vigor de las plantas, árboles y arbustos.
- Cuenta con una alta concentración de sustancias húmicas (ácidos fúlvicos y húmicos).
- Por su elevada carga microbiana contribuye a la protección del sistema radicular de bacterias y nematodos.
- Sus fitohormonas favorecen el crecimiento, la floración y la fijación de flores y frutos.
- La actividad residual del humus de lombriz es de efecto prolongado.

Valenzuela *et al* (2013), establecen que el uso de sustratos orgánicos ha cobrado gran importancia por diversas razones. Desde el punto de vista económico, su uso se ha fomentado por la agricultura orgánica, ya que es una respuesta a la mejora en las prácticas agrícolas. Dentro de los sustratos orgánicos, sobresalen la composta y la vermicomposta, debido a que sus procesos de elaboración son métodos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable.

Domínguez *et al* (2010), mencionan que numerosos estudios han demostrado que la adición de vermicomposta a los sustratos de cultivo tiene efectos beneficiosos sobre el crecimiento y desarrollo de gran cantidad de especies vegetales. Los mecanismos a través de los que se produce esta estimulación incluyen el aporte de nutrientes, la mejora de las propiedades físicas del sustrato y el aporte de microorganismos beneficiosos para el desarrollo vegetal capaces de aumentar la disponibilidad de nutrientes y

producir sustancias con efectos fitohormonales. Algunos trabajos recientes muestran que los efectos de la vermicomposta pueden variar dependiendo de la especie vegetal considerada e incluso de la variedad, así como del material de partida, proceso de producción de vermicomposta, tiempo de almacenamiento, y tipo de sustrato al que se vaya a incorporar. En los últimos años se ha dedicado un importante esfuerzo a la investigación de estos efectos hormonales, y más concretamente al papel de las sustancias húmicas como portadoras de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal.

Según Carpio (2008), a través de un experimento sobre el uso de vermicomposta, vermiculita y pro-mix BX, con adición de humus líquido, superfosfato y triple 20. El sustrato que contenía vermicomposta desarrolló plántulas superiores en velocidad de crecimiento, altura final de planta, diámetro del tallo, número de hojas, peso fresco y seco foliar y peso seco de raíz que el sustrato comercial fertilizado.

Villagómez (2004), menciona que utilizando vermicomposta, peat moss, perlita, vermiculita y Paja en diferentes combinaciones en la producción de plántulas de melón variedad Top Mark, bajo condiciones de invernadero. El mejor comportamiento fue obtenido cuando la concentración de vermicomposta fue mayor, es decir, en el tratamiento con una proporción de 60 % de vermicomposta y 40% de peat moss; se observó menor respuesta en aquellos tratamientos cuya concentración de vermicomposta fue más baja, tal es el caso del testigo absoluto (con peat moss únicamente).

Guevara (2005), estudió la respuesta con la aplicación de sustratos: Peat moss, perlita, vermiculita, vermicomposta y paja en diferentes combinaciones, en la producción de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*); concluye que el mejor tratamiento lo obtuvo con la concentración de vermicomposta al 60% y con 40% de peat moss.

Rodríguez *et al* (2008), al trabajar en la producción de tomate en invernadero utilizando humus de lombriz como sustrato: vermicomposta más arena en proporción 1:1 mas micronutrientos quelatizados (S1); vermicomposta más arena sin micronutrientos (S2); y por otra parte como testigo arena mas solución nutritiva inorgánica (S3); además utilizando dos híbridos de tomate “Big Beef y “Miramar” detectaron diferencias en rendimiento y calidad como respuesta entre estos sustratos utilizados. La mejor respuesta en cantidad la dio el sustrato testigo y en cuanto a contenidos de sólidos solubles y espesor del pericarpio, la vermicomposta más arena y micronutrientos quelatizados (S1) obtuvo mejor respuesta.

Cruz (2004), determinó el efecto de la vermicomposta en la producción de plántulas de tomate; las mejores respuestas se obtuvieron en el tratamiento nueve (70% de vermicomposta y 30% de vermiculita) y en el tratamiento seis (60% de vermicomposta y 40% de vermiculita).

Mendoza (2004), realizo una investigación sobre el uso de la vermicomposta en la producción de plántulas de pimiento morrón; el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento cuatro (60% de vermicomposta y 40% de Promix PGX).

Pérez (2003), evaluó diferentes concentraciones de vermicomposta para la producción de plántulas de repollo, concluyo que éste no se puede utilizar directamente como sustrato debido a su alta conductividad eléctrica. Donde obtuvo buenos resultados como mejorador del sustrato que fue a la concentración de 40% del solido de vermicomposta y 60% de peat moss.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Experimento

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, durante el periodo de marzo-abril del 2014 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Las coordenadas geográficas del lugar son: 25°20' latitud Norte y 101°02' longitud Oeste a 1743 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Descripción del Sitio Experimental

El experimento se realizó en el invernadero número 2; es de tipo túnel con una cubierta de fibra de vidrio, cuenta con dos ventiladores, y un sistema de calefacción. El área que ocupa el invernadero es de 300 m²; 10 m de ancho y 30 m de largo, la temperatura interna con la que se desarrolló el experimento se mantuvo entre 27 a 30 °C.

Materiales Utilizados

- Semilla de calabacita *Cucurbita pepo*. var. Gray Zucchini
- Charolas de unicel de 200 cavidades.
- Vermicomposta
- Peat Moss marca PREMIER PRO MOSS TBK
- Vermiculita
- Regadera con capacidad de 5 L
- Regla graduada
- Vernier
- Balanza analítica marca Explorer Pro
- Horno de secado marca PRECISION

Diseño Experimental

Se evaluaron cuatro tratamientos con un testigo comercial y un testigo experimental en un diseño experimental Completamente al Azar con dos repeticiones.

Cuadro 3. Concentración de los tratamientos

Tratamientos	Peat Moss (%)	Vermicomposta (%)	Vermiculita (%)	Repeticiones
1 (Testigo Comercial)	100	0	0	2
2	80	20	0	2
3	60	40	0	2
4	40	60	0	2
5	20	80	0	2
6 (Testigo Experimental)	0	60	40	2

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada en la j repetición de cada i tratamiento

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i - ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto del error del i – ésimo tratamiento en la i – ésima repetición

Metodología y Establecimiento del Experimento

El experimento tuvo una duración de 21 días, iniciando con la siembra el 20 de marzo del 2014 y finalizando con la evaluación de las plántulas el 9 de abril del 2014.

Desinfección de Charolas

Se realizó con el propósito de eliminar patógenos que pudieran estar presentes en las charolas. Se sumergieron las charolas en un tonel con una solución de agua (50 L) y cloro al 65% (15 ml), por 10 minutos aproximadamente.

Preparación de Sustratos

Se prepararon las mezclas de la vermicomposta con los diferentes sustratos. Las mezclas se realizaron en base a volumen utilizando un envase con capacidad de un litro como medida. Después se procedió a remojarlos hasta alcanzar una humedad homogenizada, con el propósito de que los sustratos puedan conservar la humedad para facilitar la germinación de las semillas.

Siembra

Se realizó el 20 de marzo del 2014, una vez que todas las cavidades de las charolas fueron llenadas de forma completa, se colocó una semilla por cavidad a una profundidad de 1 a 2 cm aproximadamente, después las charolas se colocaron sobre una cama dentro del invernadero.

Riegos

Se realizó utilizando una regadera de 5 L, sin embargo a todos los se le dio un riego ligero por las mañanas manteniendo la humedad en forma constante y uniforme posible.

Cuadro 4. Calendario de riego

Calendario de riego		
No de riegos	Fecha de riego	Observaciones
1	20/03/14	Antes de la siembra.
2	21/03/14	Los demás riegos se realizaron en forma ligera todos los días en la mañana.
3	22/03/14	
4	23/03/14	
5	24/03/14	
6	25/03/14	
7	26/03/14	
8	27/03/14	
9	28/03/14	
10	29/03/14	
11	30/03/14	
12	31/03/14	
13	01/04/14	
14	02/04/14	
15	03/04/14	
16	04/04/14	
17	05/04/14	
18	06/04/14	
19	07/04/14	
20	08/04/14	
21	09/04/14	

Descripción de las Variables Evaluadas

Porcentaje de Germinación

Esta variable se evaluó contando las plántulas emergidas en cada repetición por tratamiento y posteriormente se reportaron los resultados en porcentajes.

Altura Final de Plántulas

Se evaluó tomando 5 plántulas por cada repetición y se les midió la altura con una regla graduada, considerando la base del tallo al ras del sustrato hasta el ápice de la hoja más alta y posteriormente el resultado se expresó en centímetros.

Peso Fresco Foliar

Este dato se tomó a los 21 días después de la siembra, cortando la parte aérea desde el ras donde empieza la raíz utilizando 5 plántulas de cada repetición, separando al mismo tiempo la raíz, para posteriormente de forma inmediata obtener el peso fresco foliar en una balanza analítica para evitar la deshidratación de la plántulas, registrando los resultados en gramos.

Peso Seco Foliar

Se utilizaron las mismas plántulas a las que se les tomó el peso fresco, se colocaron en bolsas de papel y se metieron al horno de secado durante 20 horas aproximadamente a 65 °C. Transcurrido ese tiempo, se sacaron del horno y se pesaron con una balanza analítica, y así se obtuvo el peso seco en gramos.

Peso Fresco de la Raíz

Se hizo el mismo procedimiento que la variable de peso fresco foliar, tomando el sistema radicular de cada una de las plántulas por repetición y se procedió a pesar de inmediato para evitar que la raíz sufriera deshidratación. El peso se reportó en gramos.

Peso Seco de la Raíz

Este dato se obtuvo de la misma manera como fue obtenido que el peso seco foliar.

Diámetro del Tallo

Se determinó midiendo con un vernier el diámetro del tallo en su parte media, considerando las mismas plántulas de las mediciones anteriores.

Longitud de Raíz

Se determinó midiendo el sistema radicular de la plántula, reportando los resultados en centímetros.

Número de Hojas

Para determinar esta variable se contaron todas las hojas de cada una de las 5 plántulas consideradas por cada repetición.

Vigor

Se determinó de manera visual, utilizando una escala de 1 al 4; considerando como numero 1 a las de vigor regular, 2 bien, 3 muy bien y 4 excelente vigor. Dependiendo de las características expresadas de cada una de las plántulas.

Velocidad de Crecimiento

Se evaluó tomando al azar 5 plántulas por cada repetición, la medición se llevó a cabo diariamente con una regla graduada en centímetros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados y comprobación de hipótesis planteadas en esta investigación, este apartado incluye los resultados y la discusión de la comparación de medias de las diferentes variables evaluadas.

El programa utilizado para los análisis estadísticos fue el SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de medias por el método de Tukey ($\alpha = 0.05$), para cada una de las variables.

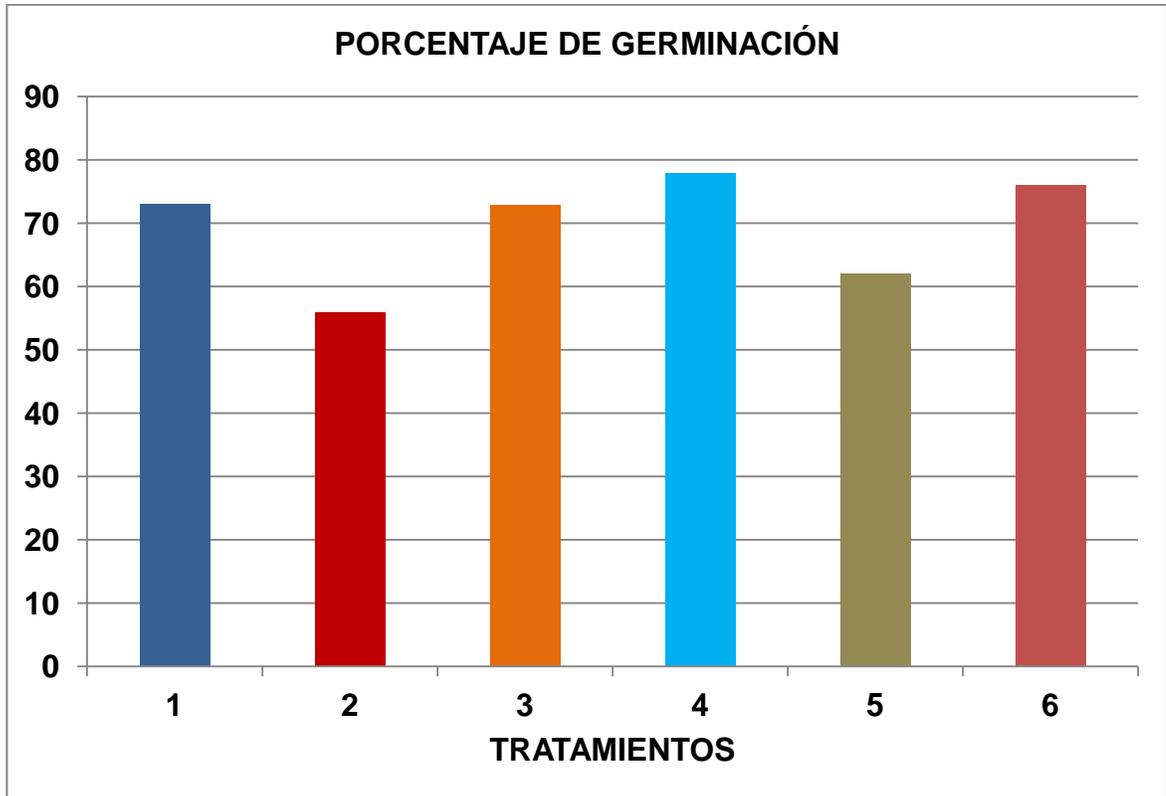
Porcentaje de Germinación

En el análisis de varianza para ésta variable no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto estadísticamente son iguales, sin embargo numéricamente se observan diferencias entre tratamientos. Respecto a coeficiente de variación fue de 11.18%, nos indica que el experimento se llevó a cabo adecuadamente, es decir, que la muestra fue representativa.

En cuanto a comparación de medias, se puede observar que los porcentajes de germinación más altos se obtuvieron en el tratamiento cuatro (40% de peat moss y 60 de vermicomposta), donde superó a los demás tratamientos con el 11.97% y le sigue el testigo experimental (60% de vermicomposta y 40% de vermiculita), superando a los demás tratamientos con el 9.1% y enseguida el testigo comercial que superó a los demás tratamientos con el 4.97%. Sin embargo los demás tratamientos estuvieron por debajo de la media.

Sin embargo al utilizar 60% de vermicomposta y 40% de peat moss proveen un medio ambiente adecuado para que la semilla de calabacita pueda emerger adecuadamente (ver gráfica No 1).

Gráfica No. 1. Porcentaje de germinación de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

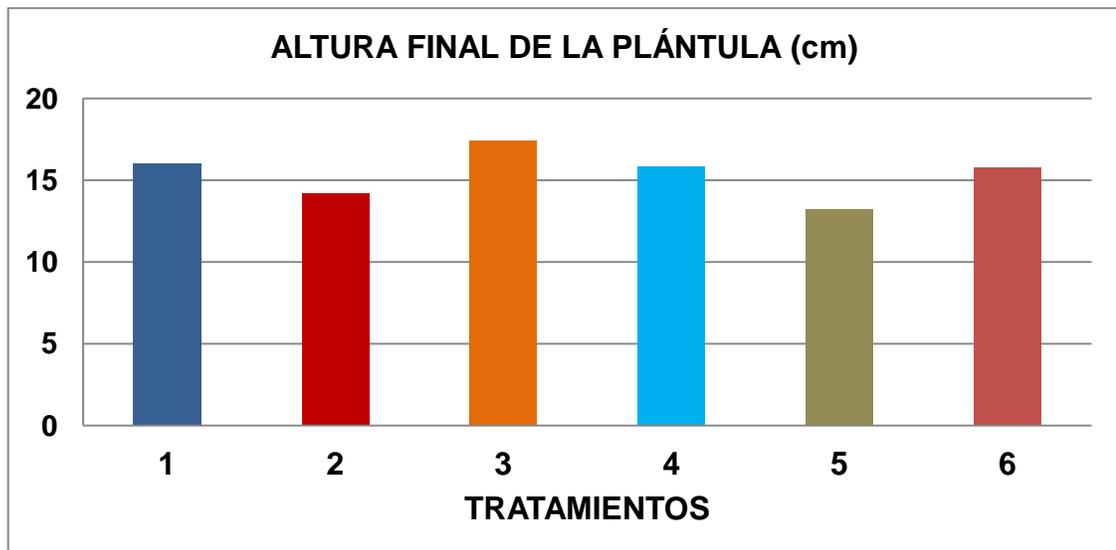


Altura Final de la Plántula

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable no mostró diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se consideran estadísticamente iguales; aunque numéricamente si existe diferencia entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 11.49%, nos indica que la muestra fue representativa para este experimento. Los resultados obtenidos en base a comparación de medias se observó que la mayor altura se presentó en el tratamiento tres con 17.4 cm, por lo tanto superó a los demás tratamientos con el 13%, seguido del tratamiento uno con 16.3 cm, que superó a los demás tratamientos con el 4.15%. Los tratamientos cinco y dos mostraron las alturas más bajas con 13.21 y 14.16 cm respectivamente (ver Gráfica No 2).

Basándose en los resultados obtenidos, utilizando menor de 50% de vermicomposta es mejor; como menciona Pérez (2003), la vermicomposta no se puede utilizar directamente como sustrato para la producción de plántulas, solamente funciona como mejorador de sustratos.

Gráfica No. 2. Altura final de plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

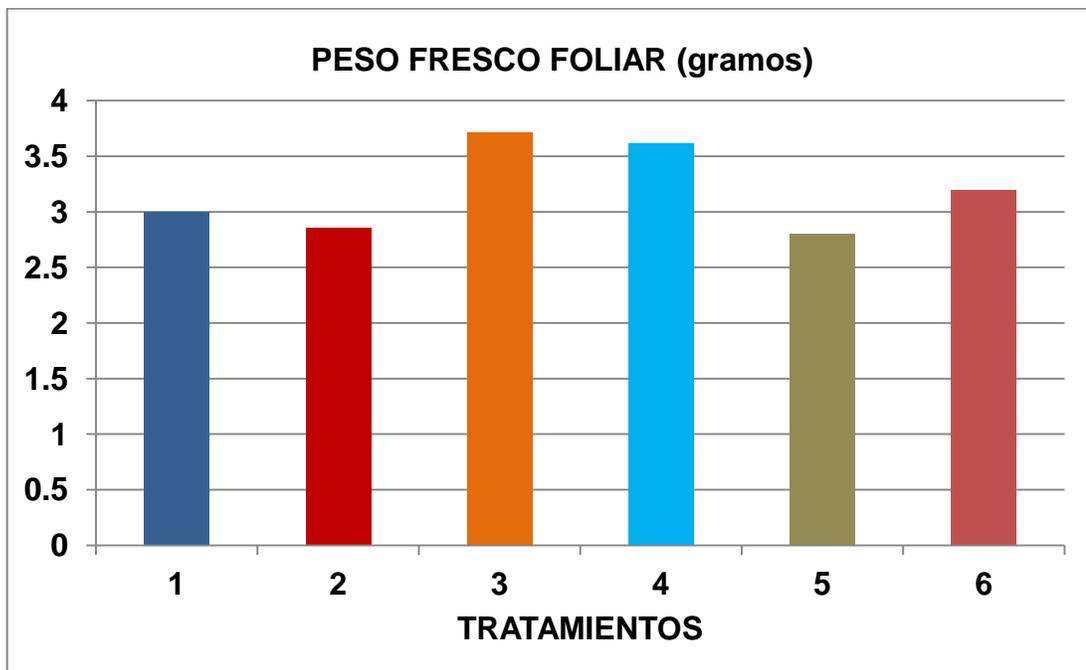


Peso Fresco Foliar

Mediante el análisis de varianza para esta variable no mostró diferencia significativa entre los tratamientos, considerándose estadísticamente iguales. El coeficiente de variación fue de 8.19%, nos muestra que existe confiabilidad en los datos obtenidos. De acuerdo a la comparación de medias, se observa que el mayor peso fresco foliar se presentó en el tratamiento tres con 3.71 gr, superando a los demás tratamientos con el 16.3% y le sigue el tratamiento cuatro con 3.61 gr, el cual superó a los demás tratamientos con el 13.16 y los pesos frescos más bajos se obtuvieron en los tratamientos cinco, dos, uno y seis (ver gráfica No 3).

Aunque solo numéricamente se observa diferencia, el tratamiento tres se considera el mejor para esta variable ya que influye considerablemente para el vigor y calidad de la plántula.

Gráfica No. 3. Peso fresco foliar en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

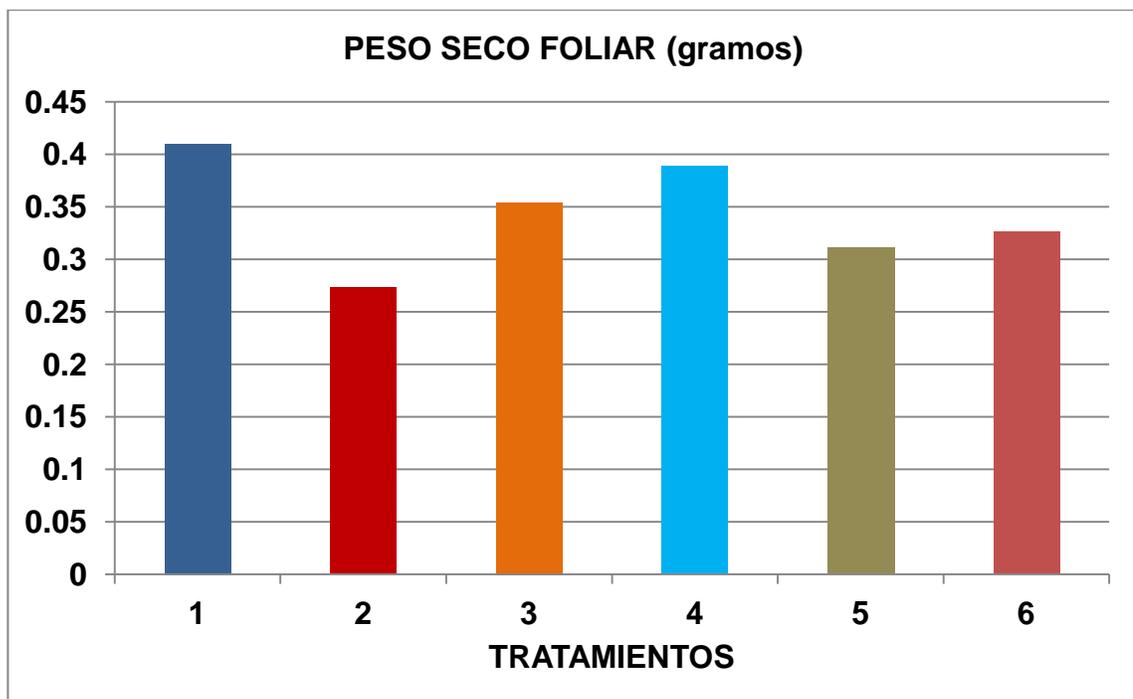


Peso Seco Foliar

Al realizar el análisis de varianza para esta variable no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, esto significa que estadísticamente son iguales. Sin embargo el coeficiente de variación fue de 12.42%, nos indica una buena confiabilidad de la muestra.

Basándose en la comparación de medias el testigo comercial mostró los resultados más altos con 0.41 gr, este tratamiento superó a los demás tratamientos con el 20.5%, seguido de los tratamiento cuatro y tres superando a los demás tratamientos con el 11.76% y 2.94% respectivamente. Los resultados más bajos se obtuvieron en los tratamiento seis, cinco y dos (ver gráfica No 4).

Gráfica No. 4. Peso seco foliar en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

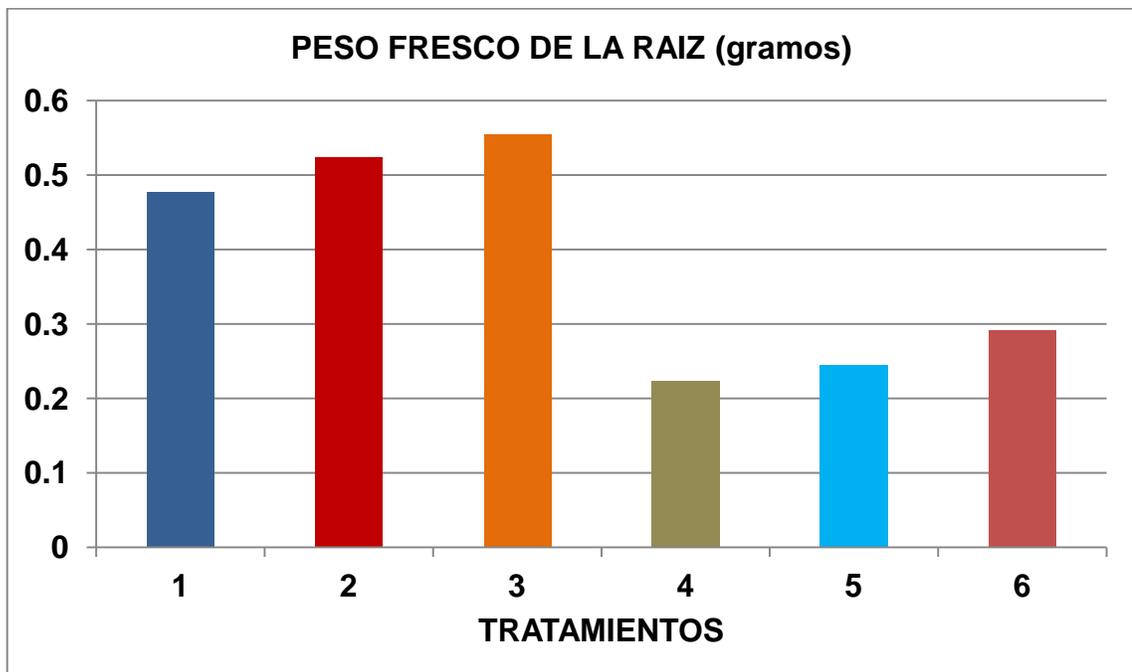


Peso Fresco de la Raíz

En el análisis de varianza para esta variable si se observó diferencia estadísticamente significativa al (0.05) entre los tratamientos. El coeficiente de variación nos indica buena confiabilidad del experimento, es decir, la muestra fue representativa. En los resultados obtenidos en base a comparación de medias se observa que para esta variable el tratamiento tres con 0.55 gr fue el que presentó mayor peso, seguido del tratamiento dos con 0.52 gr y del tratamiento uno con 0.47 gr. Los resultados más bajos se obtuvieron en los tratamientos seis, cinco y cuatro con 0.29 gr, 0.24 gr y 0.22 gr respectivamente (ver gráfica No 5).

Sin embargo entre mayor peso tenga la raíz es mejor, porque cumple funciones fundamentales para el sostén, absorción de agua y nutrientes; que influyen en el vigor y calidad de la plántula.

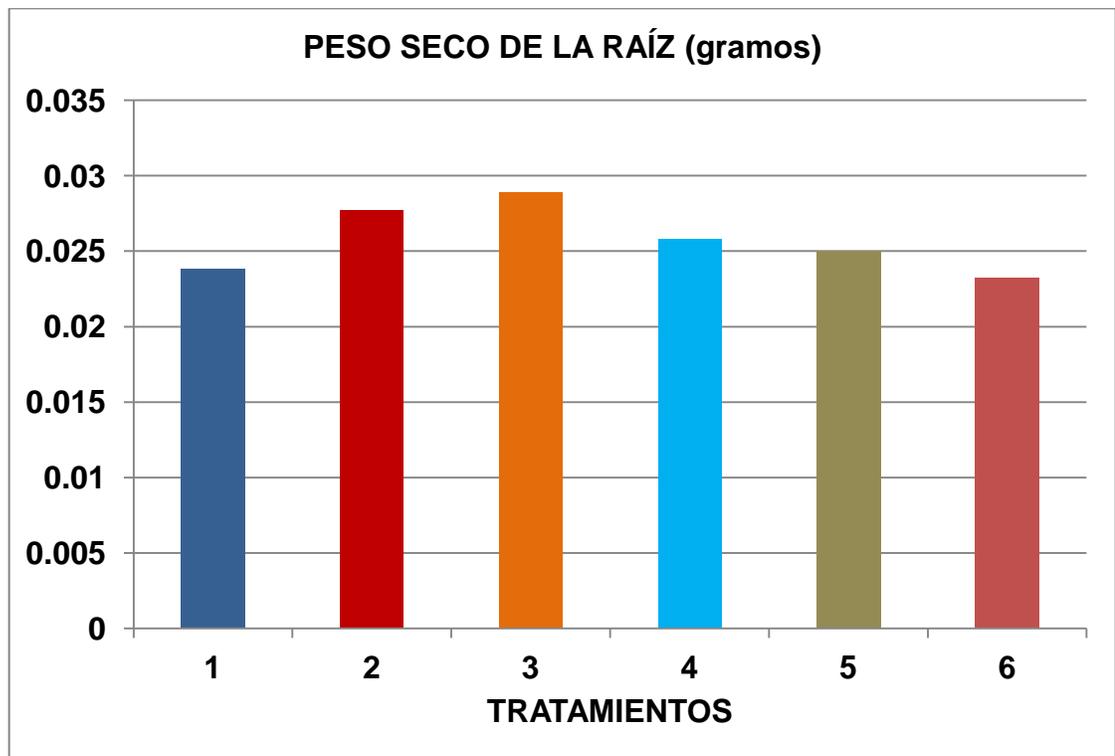
Gráfica No. 5. Peso fresco de la raíz en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.



Peso Seco de la Raíz

En base al análisis de varianza no se presentó diferencia significativa. El coeficiente de variación nos indica buena confiabilidad del experimento. Sin embargo con los resultados obtenidos para de esta variable el tratamiento tres fue el que presentó mayor peso seco con 0.028 gr superando así con el 12.45% a los demás tratamientos y el tratamiento seis fue el que presentó menor peso seco con 0.023 gr (ver gráfica No 6).

Gráfica No. 6. Peso seco de la raíz en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

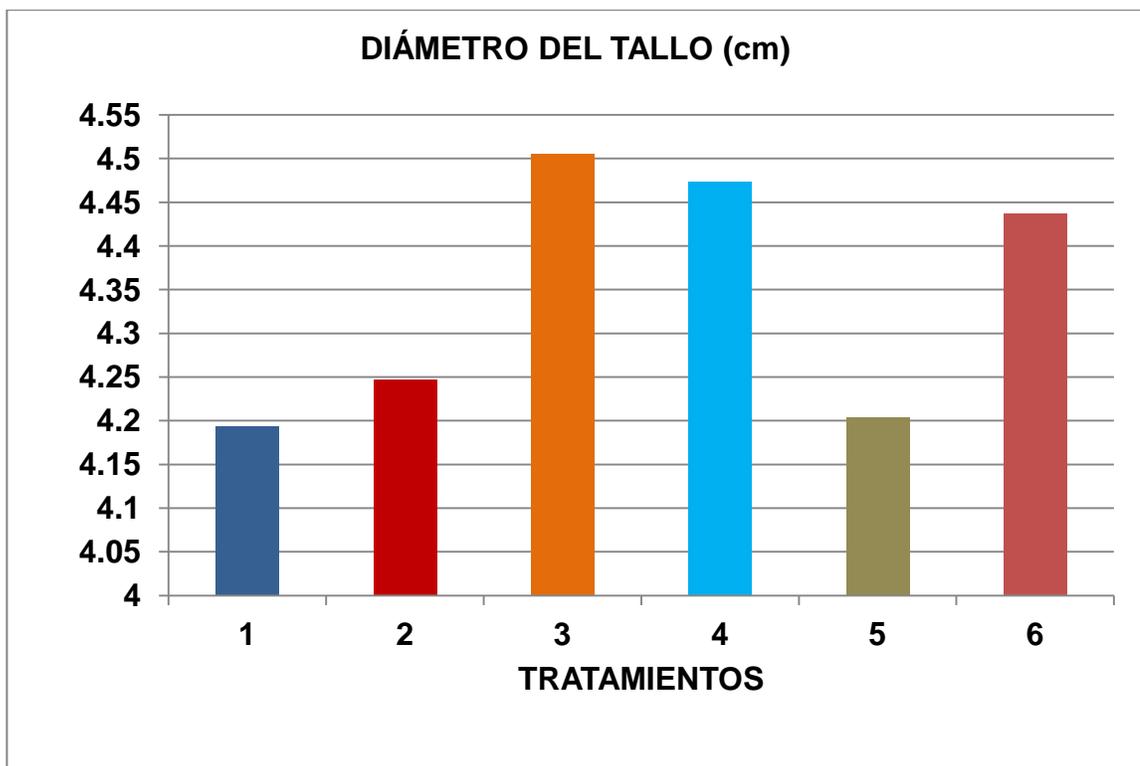


Diámetro del Tallo

En base al análisis de varianza en esta variable no hubo diferencias significativas, por lo tanto los tratamientos estadísticamente son iguales. En cuanto al coeficiente de variación el experimento es totalmente confiable. En base a comparación de medias, las plántulas con mayor diámetro de tallo se obtuvieron en el tratamiento tres con 4.5 mm, ya que superó a los demás tratamientos con el 3.92% y las plántulas con menor diámetro de tallo se obtuvieron en el tratamiento uno con 4.1 mm.

El diámetro del tallo se puede señalar como una muestra del vigor de la plántula, porque tallo grueso indica resistencia y rusticidad de la plántula (ver gráfica No 7).

Gráfica No. 7. Diámetro del tallo en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

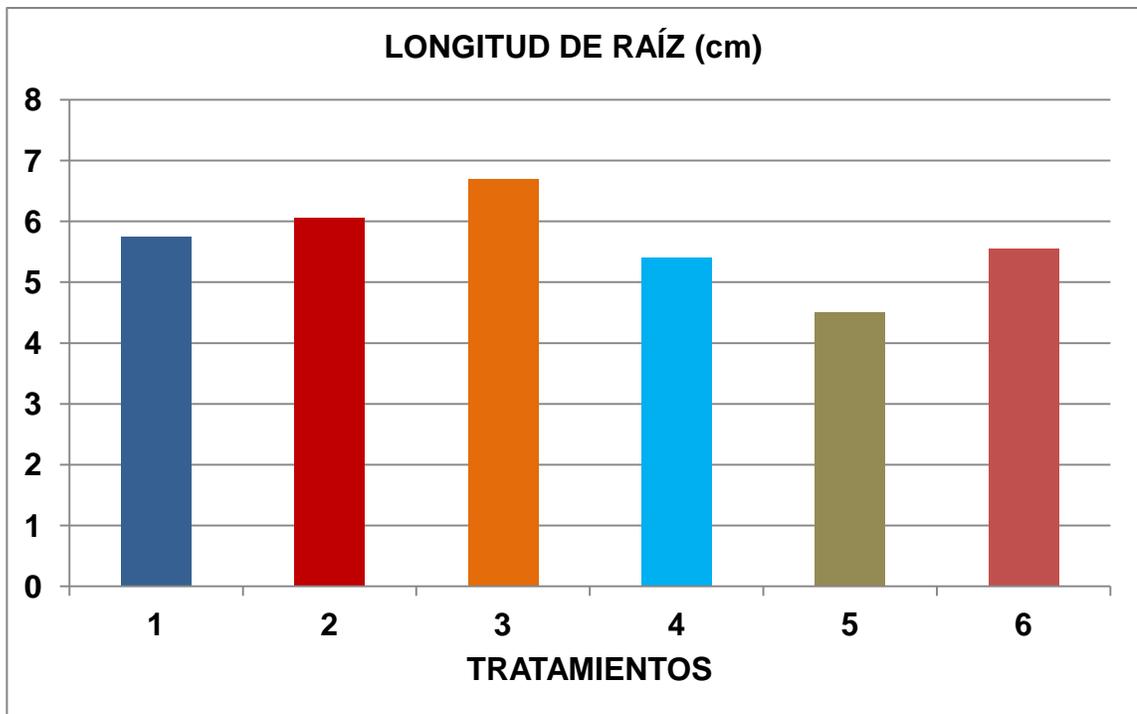


Longitud de Raíz

En el análisis de varianza no se presentó diferencia significativa para esta variable, es decir, estadísticamente son iguales. El coeficiente de variación nos indica buena confiabilidad del experimento. Por lo tanto el tratamiento tres fue el obtuvo mayor longitud de raíz con 6.7 cm, superando a los testigos y a los demás tratamientos con el 18.58% y el tratamiento cinco fue el que obtuvo menor longitud de raíz con 4.5 cm (ver gráfica No 8).

La adición de vermicomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia del sistema radicular de las plántulas facilitando la absorción de agua y nutrientes.

Grafica No. 8. Longitud de raíz en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

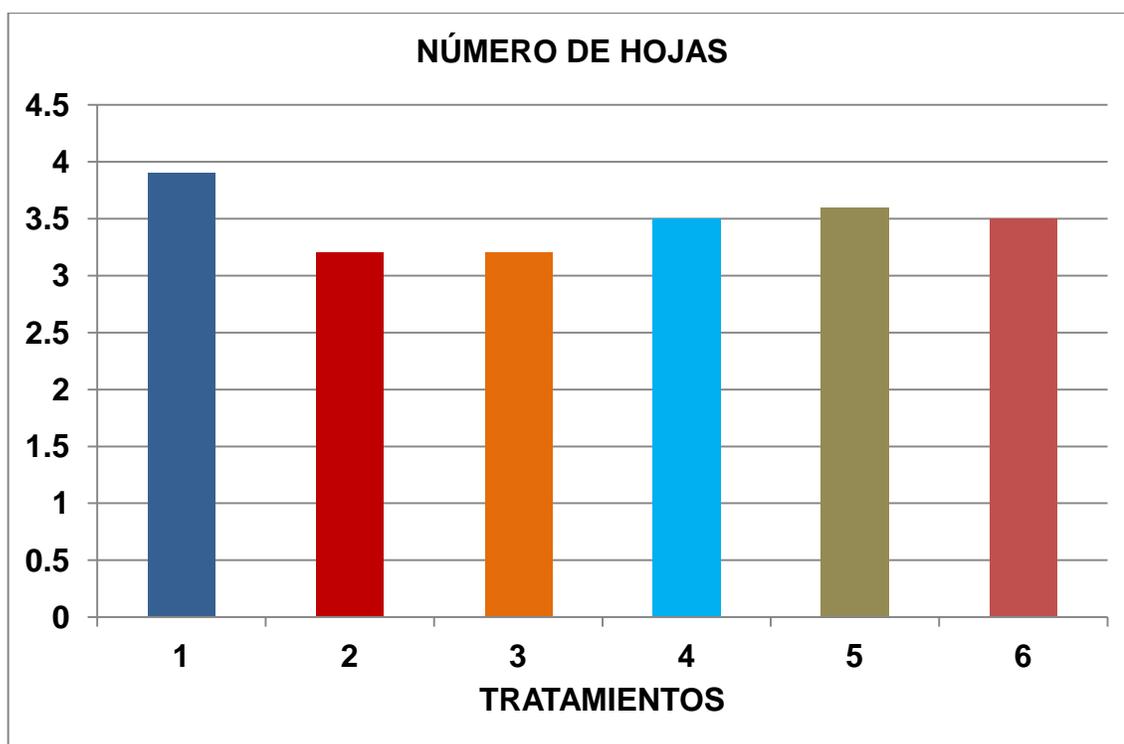


Número de Hojas

En el análisis de varianza para esta variable no hubo diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos estadísticamente son iguales. En base al coeficiente de variación el experimento se llevó a cabo adecuadamente y con muy buena confiabilidad de los datos obtenidos. Numéricamente hubo una pequeña diferencia, obteniendo mayor número de hojas en el tratamiento uno, en base a comparación de medias superó a los demás tratamientos con el 12%.

Cabe señalar que el número de hojas se correlaciona con el crecimiento y desarrollo de la plántula, logrando mayor capacidad fotosintética y as u vez, se obtiene plántula en menor con la altura óptima para su trasplante en campo (ver gráfica No 9).

Gráfica No. 9. Número de hojas en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.



Vigor

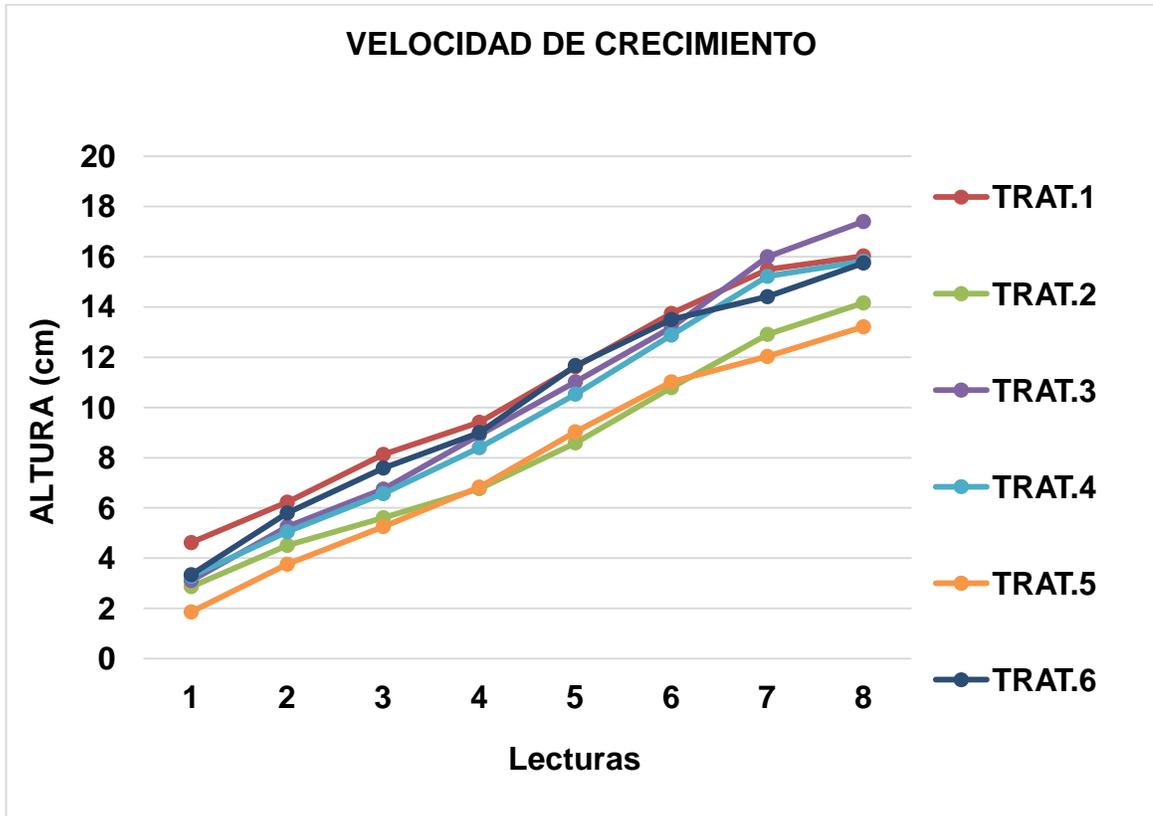
Se determinó de manera visual, utilizando una escala de 1 al 4; considerando como numero 1 a las de vigor regular, 2 bien, 3 muy bien y 4 excelente vigor. Para determinar esta variable se tomo en cuenta de manera visual la altura de la plántula, la cantidad de área foliar, la sanidad y el diámetro del tallo.

Vigor regular	1-----tratamiento	5
Bien	2-----tratamientos	1 y 2
Muy bien	3-----tratamientos	4 y 6
Excelente vigor	4-----tratamiento	3

Velocidad de Crecimiento

Se llevaron a cabo ocho lecturas durante el periodo comprendido del 20 de marzo al 9 de abril del 2014. En la gráfica No 10., se puede observar que el tratamiento 3 fue el que presentó mayor velocidad de crecimiento en todas las lecturas, aunque también los tratamientos uno, cuatro y seis presentaron buena velocidad de crecimiento, siendo los tratamientos dos y cinco los que presentaron velocidad lenta. La mezcla de vermicomposta con peat moss aumenta la velocidad de crecimiento presentándose efectos positivos sobre el desarrollo de las plántulas de calabacita.

Gráfica No. 10. Velocidad de crecimiento en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. Gray Zucchini, bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.



Cuadro 5. Valores promedios y comparación de medias de variables de respuesta evaluadas en plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo*), var. Gray Zucchini, producidas en 6 sustratos en diferentes concentraciones bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. Marzo – Abril del 2014.

Trat.	Descripción	% de germinación	Altura final de la plántula	Peso fresco foliar	Peso seco foliar	Peso fresco de la raíz	Peso seco de la raíz	Diámetro del tallo	Longitud de raíz	Número de hojas
1	100 Pm	73	16.03	2.9945	0.4101	0.4764 abc	0.0238	4.194	5.75	3.9
2	80 Pm + 20 V	56	14.16	2.8532	0.2733	0.5245 ab	0.0277	4.247	6.05	3.2
3	60 Pm + 40 V	73	17.40	3.7111	0.3544	0.5553 a	0.0289	4.505	6.70	3.2
4	40 Pm + 60 V	78	15.82	3.6185	0.3886	0.2232 c	0.0258	4.474	5.40	3.5
5	20 Pm + 80 V	62	13.21	2.8045	0.3110	0.2453 c	0.0250	4.204	4.50	3.6
6	60 V + 40 Vt	76	15.75	3.1941	0.3261	0.2918 abc	0.0232	4.437	5.55	3.5
Significancia		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
C.V		11.18%	11.49%	8.19%	12.42%	19.18%	10.43%	3.26%	14.45%	12.73%

Tratamientos (Trat.), Vermicomposta (V), Peat moss (P) y Vermiculita (Vt).

* = Significativo (0.05)

NS = No Significativo

C.V = Coeficiente de Variación

CONCLUSIONES

- Únicamente la variable peso fresco de la raíz presenta estadísticamente diferencia significativa.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la primera hipótesis, la cual menciona que la vermicomposta en mezcla con peat moss, es un excelente medio para el crecimiento y desarrollo de plántulas de calabacita.
- Se acepta la segunda hipótesis la cual dice que dentro de los tratamientos a evaluar cuando menos uno se considera el mejor tratamiento en cuanto a producción y calidad de plántulas.
- En la variable peso fresco de la raíz se observó que el mejor tratamiento fue el tres, ya que estadísticamente supero un 44% a los demás tratamientos.
- Le vermicomposta favorece el excelente crecimiento y desarrollo de las plántulas de calabacita.
- El tratamiento 3, resultado de la combinación de vermicomposta y peat moss con una concentración de 40 y 60 % respectivamente fue el mejor sustrato al presentar los resultados más altos en la mayoría de las variables (altura final de la plántula, peso fresco foliar, diámetro del tallo y longitud de raíz).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que con base a los resultados obtenidos, se realicen trabajos posteriores que incluyan un experimento más detallado de la vermicomposta como mejorador de sustrato y así se puedan lograr resultados con mejor precisión.
- Realizar combinaciones nuevas de sustratos para nuevas investigaciones, incluyendo fertilizaciones a los sustratos.
- Continuar con el experimento no únicamente con la producción de plántulas sino su efecto al trasplante incluso hasta la cosecha de frutos y así realizar las evaluaciones de manera completa.
- Al momento de sacar las plántulas de la charola se debe de hacer con mucho cuidado porque si no que realiza con cuidado las raíces de las plántulas se rompen.
- Finalmente yo recomiendo utilizar 40% de vermicomposta y 60% de peat moss para la producción de plántula de calabacita, ya que esta mezcla funciona muy bien para el excelente crecimiento y desarrollo de las plántulas, además se logra obtener mayor calidad de plántula.

LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. ALMERIA, España.
- Andres R, et al, 2012. Estudio preliminar para el desarrollo de una colección de mutantes de calabacín. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior. Pp. 21-22.
<http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/1203/1/PROYECTO%20ISABEL%20MARIA%20ANDRES%20RUIZ.pdf>
- Carpio N., J. L. 2008. "Uso de vermicomposta y humus liquido de lombriz en la producción de plántula de pepino (*Cucumis sativus L.*) Variedad Poinsett 76 Bajo Condiciones de Invernadero". Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. P 11.
- Comisión del Codex Alimentarius. 2005. Agricultura orgánica.
<http://www.fao.org/3/a-a0369s.pdf>
- Cruz C, et al, 2012. Sustratos en la horticultura.
Biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-2.pdf
- Cruz M., A. 2005. Evaluación de Tratamientos de Vermicomposta en Producción de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), var. Rio Grande; Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura. UAAANN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. P 52.
- Domínguez J, et al, 2010. Influencia de la vermicomposta en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500027
- FAO, 2011. Producción y Comercio Mundial de Calabaza y Calabacita.
www.fao.org/
- FINANCIERA RURAL, 2011.
<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaCalabaza%28ene2011%29vf.pdf>

- Guevara B., S. 2005. "Influencia de la vermicomposta en la producción de plántulas de melón (*Cucumis melo*) variedad híbrida Top Mark, bajo condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. P 9.
- Hernández D., J.2005. Olericultura. Manual de laboratorio y campo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P 27
- H.M.RESH. 1996. Hydroponic Food Production. Fifth Edition. Por Woodbridge Press Publishing Company Post Office Box 209, Santa Bárbara, California 93102.P 392.
- HORTICULTIVOS. 2012. Producción de calabacita. Plagas y enfermedades. <http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/762-produccion-de-calabacita>
- INFOAGRO. El cultivo del calabacín. Particularidades del cultivo de calabacín. <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>
- INFOAGRO. El cultivo del calabacín. Requerimientos edafoclimáticos del calabacín. <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>
- Juárez de la C., A. 2002. Influencia de la solución nutritiva en la producción de plántulas de melón. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 53.
- Llurba, M.1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista horticultura No 125-Diciembre 1997.
- Mendoza G., F. 2004. Estudio preliminar del uso de la vermicomposta en la producción de plántula de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) var California Wonder, bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAANN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. P 54.
- Pérez V., O. 2003. Evaluación de solido de vermicomposta como sustrato para la producción de plántula. Tesis de licenciatura. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO". Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- SAGARPA .2009. Agricultura orgánica.
http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf
- SIAP, 2013. Estadísticas de producción de calabacita.
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Urrestarazu, G. M. 2003. Tratado de cultivo sin suelo. 3.ª edición Grupo Mundi-Prensa. Consejería de agricultura y pesca. Pp. 134-138.
- Valadez, L. A. 1994. Producción de hortaliza. Valor Nutricional de la calabacita. Editorial LIMUSA, S.A. de C. V. Balderas 95, primer piso, 06040, México, D.F. P 233.
- Valadez, L. A. 1994. Producción de hortaliza. Clasificación taxonómica. Editorial LIMUSA, S.A. de C. V. Balderas 95, primer piso, 06040, México, D.F. P 225
- Valenzuela L, *et al*, 2013. Abonos orgánicos en hortalizas.
<http://www.culturaorganica.com/html>
- Vavilow, N.I.1951. Origin, variation, Immunity and Breeding of cultivad plants. Roland Press, New York. U.S.A.
- Villagómez E., R. 2004. “influencia de la vermicomposta en la producción de plántulas de melón (*Cucumis melo*) variedad hibrida Top Mark, bajo condiciones de invernadero”. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. P 9.
- Whitaker, T. W. and Davis, G. N. 1962. Cucurbits. Botany, Cultivation and utilization. Leonard Hill Books Ltd. Englan.

APÉNDICE



Figura 1. Preparación de sustratos en el invernadero.



Figura 2. Llenado de charolas en invernadero.



Figura 3. Siembra de calabacita en el invernadero.



Figura 4. Toma de datos de altura de calabacita en el invernadero.



Figura 5. Toma de datos de altura final de calabacita en el invernadero.



Figura 6. Medición de diámetro del tallo y longitud de la raíz de calabacita en el laboratorio.



Figura 7. Toma de datos de peso fresco foliar peso, fresco de la raíz, peso seco foliar y peso seco de la raíz en el laboratorio.

Cuadro 6. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza de las variables evaluadas (PG, AFP, PFF, PSF y PFR).

F.V.	G.L.	PG	AFP	PFF	PSF	PFR
TRAT.	5	150.93 NS	4.41 NS	0.30 NS	0.005 NS	0.044 *
ERROR	6	60.66	3.12	0.06	0.001	0.005
TOTAL	11					
C.V. (%)		11.18	11.49	8.19	12.42	19.18

Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza de las variables evaluadas (PSR, DT, LR y NH).

Fuentes de Variación	G.L.	PSR	DT	LR	NH
TRATAMIENTO	5	0.000009 NS	0.04 NS	1.06 NS	0.13 NS
ERROR EXPERIMENTAL	6	0.000007 NS	0.02	0.66	0.19
TOTAL	11				
C.V. (%)		10.43	3.26	14.45	12.73

G.L. = Grados de libertad. PG = Porcentaje de germinación. AFP = Altura final de la plántula. PFF = Peso fresco foliar. PSF = Peso seco foliar. PFR = Peso fresco de la raíz. PSR = Peso seco de la raíz. DT = Diámetro del tallo. LR = Longitud de raíz. NH = Número de hojas. TRAT. = Tratamientos. NS = No significativo. * = significativo (0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación expresado en porcentaje.