

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

USO DE CERDAZA COMO COMPONENTE DEL SUSTRATO PARA LA ELABORACIÓN DE
CEPELLONES DE TOMATE ORGÁNICO
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

HÉCTOR VINICIO MUÑOZ CRUZ
CARNET 11210-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

USO DE CERDAZA COMO COMPONENTE DEL SUSTRATO PARA LA ELABORACIÓN DE
CEPELLONES DE TOMATE ORGÁNICO
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
HÉCTOR VINICIO MUÑOZ CRUZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

ING. SILVIA VERONICA ESCOBAR REYES DE CALDERON

Guatemala 13 de julio de 2017

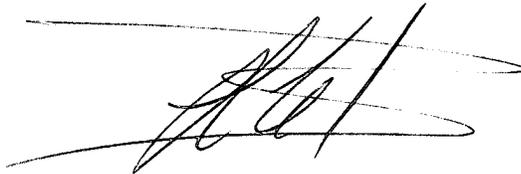
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo

Por este medio hago constar que en la modalidad de Práctica Profesional supervisada, he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Héctor Vinicio Muñoz Cruz, carné 11210-12; el trabajo se titula: **“Uso de cerdaza como componente del sustrato para la elaboración de cepellones de tomate orgánico”**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'LFC', written over a horizontal line.

Ing. Agr. Luis Felipe Calderón
Código URL 4625
Colegiado no. 1400

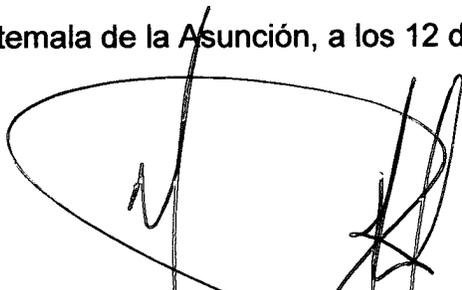
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante HÉCTOR VINICIO MUÑOZ CRUZ, Carnet 11210-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06104-2017 de fecha 6 de julio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**USO DE CERDAZA COMO COMPONENTE DEL SUSTRATO PARA LA ELABORACIÓN DE
CEPELLONES DE TOMATE ORGÁNICO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 12 días del mes de julio del año 2017.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera.

Mi familia en especial a mis padres y hermanas por el apoyo incondicional y motivación a lo largo de mi carrera.

Recursos Selectivos S.A. Finca Las Margaritas, por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, donde amplié mi conocimiento y obtuve grandes experiencias y amigos.

Ing. Luis Felipe Calderón, por su tiempo al asesorarme en mi práctica profesional.

DEDICATORIA

Dios: Por todas las bendiciones que me ha dado en mi vida. "Todo lo puedo en cristo que me fortalece "

Mis padres: Por darme la vida y amor incondicional en todo momento, guiarme y aconsejarme a lo largo de mi carrera, motivarme en los momentos difíciles, este logro es gracias a ustedes ya que de lo contrario no hubiese triunfado.

Mis hermanas: Por darme su amor y apoyo lo que me motiva a ser ejemplo para ellas.

Mi familia: A todos mis primos, tíos y novia, por todos sus consejos, enseñanzas y cariño que me han brindado y me han hecho una persona responsable y con principios.

Mis ángeles: Siempre recordaré sus consejos y son una motivación para superarme cada día, un abrazo hasta el cielo, Abuelito "pito", primo Ing. Mario Roberto y Tío Juan.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.1 Importancia del tomate en Guatemala.....	5
2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	6
2.2.1 Origen y distribución	6
2.2.2 Clasificación taxonómica	6
2.2.3 Morfología.....	7
2.2.4 Requerimientos Edafo-climáticos	7
2.3 SUSTRATO	9
2.3.1 Propiedades físicas de un sustrato.....	9
2.3.2 Propiedades químicas de un sustrato	10
2.4 GENERALIDADES DE LA CERDAZA.....	12
2.4.1 Composición química de la cerdaza	13
2.4.2 Aminoácidos	14
2.4.3 Minerales	14
2.4.4 Procesamiento de la cerdaza	14
2.4.5 Usos de la cerdaza.....	15
2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA.....	16
2.5.1 Localización de la empresa	16
2.5.2 Organización	16
2.5.3 Descripción del área específica de acción en la institución	17
3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA	18
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA.....	18
3.2 NECESIDAD EMPRESARIAL Y EJE DE SISTEMATIZACIÓN	18
4. OBJETIVOS	20
4.1 GENERAL	20
4.2 ESPECÍFICOS	20
5. PLAN DE TRABAJO.....	20
5.1 PROGRAMA DESARROLLADO	20
5.2 METODOLOGÍA	22
5.2.1 Material experimental	22
5.2.2 Diseño experimental.....	22
5.2.3 Modelo estadístico.....	22

5.2.4 Unidad experimental.....	22
5.2.5 Descripción de los tratamientos.....	22
5.2.6 Croquis de campo	23
5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	24
5.3.1 Selección del área de campo	24
5.3.2 Selección de Semilla	24
5.3.3 Proceso de obtención de sustratos	24
5.3.4 Selección y Desinfección de las bandejas.....	24
5.3.5 Mezcla de sustratos.....	25
5.3.6 Siembra de semilla	25
5.3.7 Riego	26
5.3.8 Mediciones en campo.....	26
5.3.9 Mediciones en laboratorio.....	26
5.4 INDICADORES DE RESULTADO	26
5.4.1 Porcentaje de germinación	27
5.4.2 Diámetro del tallo (mm)	27
5.4.3 Altura de la planta (cm).....	27
5.4.4 Materia seca parte aérea (gr)	27
5.4.5 Materia seca de raíces (gr).....	28
5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	28
5.5.1 Análisis Estadístico.....	28
5.5.2 Análisis Económico	28
5.6 CRONOGRAMA	29
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1 Análisis de las propiedades nutricionales de la cerdaza.....	30
6.2 Altura de planta	31
6.3 Diámetro de tallo	33
6.4 Porcentaje de germinación	35
6.5 Materia seca parte aérea.....	37
6.6 Materia seca de raíces	40
6.7 Análisis económico de los tratamientos.....	42
7. CONCLUSIONES.....	44
8. RECOMENDACIONES.....	45
9. BIBLIOGRAFÍA.....	46
10. ANEXOS.....	48
Anexo1. Resultados obtenidos de las variables evaluadas en Finca Las Margaritas....	48
Anexo 2. Costo de producción por cepellón del tratamiento 1 (80% peat moss, 20% cerdaza).....	49

Anexo 3. Costo de producción por cepellón del tratamiento 2 (60% peat moss, 40% cerdaza).....	50
Anexo 4. Costo de producción por cepellón del tratamiento 3 (40% peat moss, 60% cerdaza).....	51
Anexo 5. Costo de producción por cepellón del tratamiento 4 (20% peat moss, 80% cerdaza).....	52
Anexo 6. Costo de producción por cepellón del tratamiento 5 (0% peat moss, 100% cerdaza).....	53
Anexo 7. Costo de producción por cepellón del testigo (100% peat moss, 0% cerdaza).	54
Anexo 8. Análisis de Laboratorio de la Cerdaza	55
Anexo 9. Secuencia fotográfica del experimento.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comercio exterior, periodo 2005-2013.....	5
Cuadro 2. Clasificación taxonómica	6
Cuadro 3. Interpretación de los niveles de la salinidad de un sustrato de cultivo, expresada como la conductividad eléctrica del extracto de saturación.	11
Cuadro 4: Niveles óptimos de los nutrientes asimilables en un sustrato orgánico. Nutrientes determinados en el extracto de saturación del sustrato	12
Cuadro 5: Composición Porcentual de la Cerdaza (Base seca).....	13
Cuadro 6: Composición de Aminoácidos de la Cerdaza	14
Cuadro 7. Tratamientos de sustratos de cerdaza y peat moss para la elaboración de cepellones de tomate	23
Cuadro 8. Cantidad en litros de materia prima para elaborar mezcla de sustratos para la elaboración de cepellones de tomate	25
Cuadro 9. Cronograma de actividades de desarrollo en Finca Las Margaritas.	29
Cuadro 10. Propiedades nutricionales de la cerdaza evaluada para la elaboración de cepellones de tomate.	30
Cuadro 11. Altura promedio de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	31
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	32
Cuadro 13. Diámetro de tallo promedio de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra.....	33

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	34
Cuadro 15. Porcentaje de germinación de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra.....	36
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	36
Cuadro 17. Materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	38
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	38
Cuadro 19. Materia seca de raíces de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra.....	40
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable materia seca de raíces de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra	41
Cuadro 21. Resumen de los costos de producción de cada tratamiento en sustrato de cerdaza y peat moss para la elaboración de cepellones de tomate	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de Áreas Productoras de Agroindustria Recursos Selectivos S.A.	16
Figura 2: Organigrama del área de trabajo de Finca Las Margaritas	17
Figura 3. Distribución de los tratamientos en pilonera	23
Figura 4. Prueba de medias de Tukey para la variable altura de plántulas de tomate ..	32
Figura 5. Prueba de medias de Tukey para la variable diámetro de tallo de plántulas de tomate	34
Figura 6. Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de germinación de plántulas de tomate	37
Figura 7. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate	39
Figura 8. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de raíces de plántulas de tomate	41

USO DE CERDAZA COMO COMPONENTE DEL SUSTRATO PARA LA ELABORACIÓN DE CEPELLONES DE TOMATE ORGÁNICO

RESUMEN

El objetivo del estudio fue participar en las actividades de producción de tomate manzano y evaluar el uso de cerdaza como componente del sustrato peat moss en la elaboración de cepellones de tomate. Para ello se elaboraron tratamientos con las siguientes proporciones de cerdaza y peat moss: (100% peat moss, 0% cerdaza), (80% peat moss, 20% cerdaza), (60% peat moss, 40% cerdaza), (40% peat moss, 60% cerdaza), (20% peat moss, 80% cerdaza) y (0% peat moss, 100% cerdaza). La investigación se realizó en Finca Las Margaritas, Amatlán propiedad de la empresa Recursos Selectivos S.A. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con cinco tratamientos, un testigo y tres repeticiones, la unidad experimental se constituyó de 60 plántulas. Las variables de respuesta fueron: altura de planta, grosor de tallo, porcentaje de germinación, materia seca de parte aérea, materia seca de raíces, así mismo se realizó un análisis de laboratorio de la cerdaza para conocer sus propiedades nutritivas y un análisis económico de los tratamientos. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento conformado por la proporción (60% peat moss, 40% cerdaza), presentó mejor respuesta a las variables: altura de planta, grosor de tallo, materia seca parte aérea y materia seca de raíces. El tratamiento con mejor porcentaje de germinación y mayor costo de producción fue el testigo conformado por la proporción (100% peat moss, 0% cerdaza). El análisis de las propiedades nutritivas de la cerdaza presentó elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate. Se recomienda utilizar la proporción (60% peat moss y 40% cerdaza) para la elaboración de cepellones de tomate.

USE OF PIG MANURE AS SUBSTRATUM COMPONENT TO CREATE ROOT BALLS OF ORGANIC TOMATO

SUMMARY

The objective of this study was to participate in salad tomato production and evaluate the use of pig manure as a component of peat moss substratum in the preparation of root balls. For that reason, treatments were prepared with the following pig manure and peat moss proportions: (100% peat moss, 0% pig manure), (80% peat moss, 20% pig manure), (60% peat moss, 40% pig manure), (40% peat moss, 60% pig manure), (20% peat moss, 80% pig manure) and (0% peat moss, 100% pig manure). The research was carried out in Las Margaritas farm, Amatitlán, owned by Recursos Selectivos S.A. company. A completely randomized experimental design was used with five treatments and three replicates; the experimental unit was made up of 60 seedlings. The response variables were: plant height, stem thickness, germinating percentage, dry matter of the aerial part, and dry matter of roots; a lab analysis of pig manure was carried out to identify the nutritional properties and economic analysis of the treatments. The results obtained showed that the treatment with a proportion of 60% peat moss and 40% pig manure showed better response to the variables: plant height, stem thickness, dry matter of the aerial part and root dry matter. The treatment with the best germination percentage and higher production cost was the check, which consisted of a proportion of 100% peat moss and 0% pig manure. The analysis of pig manure nutritional properties showed essential elements for the growth and development of tomato seedlings. It is recommended to use the proportion that consisted of 60% peat moss and 40% of pig manure for the preparation of tomato root balls.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las principales hortalizas producidas en Guatemala, en los últimos años se registran aumentos en las exportaciones, según datos de BANGUAT (2013), del año 2006 al 2012 aumentó de 17,594.70 a 64,127.46 toneladas métricas respectivamente. Así mismo disminuyó más de 1,000 hectáreas el área cultivada, debido a los altos costos de insumos para su producción, donde se incluyen los cepellones.

En la elaboración cepellones de tomate en viveros, se utiliza como sustrato principal, turba canadiense (peat moss), debido a sus propiedades físicas y químicas que permiten una correcta germinación y crecimiento, pero este es un recurso natural no renovable. Su producción a nivel mundial asciende a 35-40 millones m³ anuales, motivo por el cual está siendo restringida su extracción y exportación en Canadá. Debido a ello se ha motivado la búsqueda de nuevos materiales locales como alternativas de la turba para reducir costos.

Dentro de estos materiales se encuentra la cerdaza, una mezcla de heces, orina, alimento descompuesto, desperdicios de alimento, agua, secreciones, microbios intestinales, la cual debe ser previamente tratada para su uso, para ello hay diferentes métodos como la conservación en silos, deshidratado al sol u otras formas más tecnificadas donde se agregan aditivos o uso de maquinaria especial que separa líquidos de sólido para luego utilizarla como alimento animal, producción de gas o uso en la agricultura como abono orgánico. Los cerdos no utilizan el 100% de los nutrimentos consumidos, en proporción se excreta 45 a 60% de Nitrógeno, 50 a 80% de Calcio y Fosforo y 70 a 95% de Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro. (Domínguez et al, 2014)

En Guatemala la cerdaza se utiliza de manera empírica debido a la falta de estudios de la misma, por la falta de preocupación del medio ambiente y el costo de su

procesamiento. Las granjas porcinas presentan debilidades en el tratamiento de las excretas, por lo que se convierten en un alto potencial contaminante.

Por lo anterior se llevó a cabo una investigación donde se evaluó diferentes proporciones de cerdaza y peat moss para la elaboración de cepellones de tomate, mediante un experimento en vivero con finalidad de obtener información que permita utilizar la cerdaza en sustratos para la elaboración de cepellones en tomate.

2. ANTECEDENTES

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Importancia del tomate en Guatemala

El reporte de Agro en Cifras (2013) con datos de INE, reporta que el 72.1% de la producción de Guatemala se concentra principalmente en 7 departamentos: Jutiapa (20.2%), Baja Verapaz (17.3%), Chiquimula (8.9%), Guatemala (7.1%), Alta Verapaz (6.5%), El Progreso (6.1%) y Jalapa (6%).

El área producida para el año 2011 fue de 12,600 manzanas, con una producción de 6,829,900.00 quintales. Para el año 2011 se reportaron importaciones de 276.62 toneladas métricas con un valor de \$52,213.00, principalmente de Honduras y exportaciones de 60,684.95 toneladas métricas con un valor de \$ 28,648,625.00 principalmente a El Salvador y Estados Unidos (DIPLAN- MAGA, 2013).

Cuadro 1. Comercio exterior, periodo 2005-2013

Año	Importación		Exportación	
	TM	US\$	TM	US\$
2005	331.26	56,170.00	20,555.26	3,442,029.00
2006	301.50	42,367.00	17,594.70	2,773,448.00
2007	86.11	19,390.00	20,116.06	2,463,045.00
2008	320.52	36,242.00	26,894.02	4,039,917.00
2009	2,908.15	321,603.00	24,149.41	8,180,894.00
2010	1,467.30	229,804.00	31,722.72	12,716,176.00
2011	276.62	52,213.00	60,684.95	28,648,625.00
2012	84.01	7,076.00	64,127.46	10,528,581.00
2013*	475.50	52,099.00	32,742.10	14,640,103.00
TOTALES	6,252.97	816,964.00	298,586.68	96,432,818.00

Fuente: DIPLAN MAGA con datos de BANGUAT, 2013

*Cifras al mes de abril

2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.2.1 Origen y distribución

Es originario de América del Sur, entre Chile, Ecuador y Colombia, su domesticación se llevó a cabo en México y norte de Guatemala. Su introducción a Europa fue por España en 1523 y fue cultivado como ornamental por la belleza y color de los frutos en los jardines de Europa. Luego fue llevado a Estados Unidos aproximadamente en 1711 y fue cultivado como ornamental y años más tarde se empezó a consumir como alimento, pero de poco interés hasta finales del siglo XIX que adquirió importancia económica mundial, hasta llegar a ser la hortaliza más importante en el mundo junto a la papa (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata y Rengifo, 2007).

2.2.2 Clasificación taxonómica

Cuadro 2. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum lycopersicum</i>

Fuente: Alvarado, 2015

2.2.3 Morfología

Sistema radicular: su raíz principal es corta y débil, presenta numerosas y potentes raíces secundarias que pueden llegar hasta 1.80 m de profundidad. Además presenta raíces adventicias (Jaramillo et al, 2007).

Tallo principal: es delgado (2-4 cm de grosor), con tallos secundarios. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (EDIFARM, 2003).

Hojas: Hojas compuestas, folios peciolados, lobulados y un borde dentado, de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares (Alvarado, 2015).

Flores: el racimo floral está formado de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo. El cáliz y la corola están compuestos por cinco sépalos y cinco pétalos. En las variedades determinadas, la inflorescencia se forma a partir del 6 o 7º nudo y cada 1 o 2 hojas; las indeterminadas se formar a partir del 7º o 10º nudo y cada 4 hojas (EDIFARM, 2003).

Fruto: Es una baya que está constituida por epidermis, pulpa, tejido placentario y semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, los cuales pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. La maduración es uniforme aunque existen variedades que tienen hombros verdes por cuestiones genéticas (Jaramillo et al, 2007).

2.2.4 Requerimientos Edafo-climáticos

Temperatura: El tomate es un cultivo de clima cálido y templado. La temperatura media mensual óptima para una óptima producción, oscila entre 16 y 27º C. la temperatura ideal para el desarrollo vegetativo es de 18 a 24ºC. La temperatura óptima de germinación está comprendida entre los 25 y 30ºC, debajo de 10º la semilla no germina, así mismo cuando la temperatura asciende a 40º. La floración y fecundación es óptima

cuando la temperatura mínima no desciende de los 12°C y la máxima no asciende los 25°C (Serrano, 1982).

Humedad: La humedad relativa para un óptimo desarrollo debe ser de 65 y 75% (Jaramillo et al, 2007).

La excesiva humedad en el ambiente del invernadero produce corrimiento de fruto por mala fecundación de las flores, sino se utilizan hormonas. Debido a que los granos de polen se aglutinan y al caer en el estigma de la flor no fecundan el ovulo (Serrano, 1982).

Luminosidad: Según el informe de Francescangeli (2002) hay estudios que han demostrado que la falta de luz en las primeras etapas fenológicas, afecta el desarrollo del cultivo de tomate. La planta presenta problemas en crecimiento y disminución de número de flores por racimo y paralelamente se hacen presente las plagas y enfermedades.

pH: Debido a que el sistema radical del tomate es muy superficial se necesita un suelo bien drenado y un pH entre 5-6.8 (Rojas y Castillo, 2007).

Textura: Se desarrolla en suelos desde arenosos hasta arcillosos, los mejores son los francos, ya sea franco-arenoso, franco-arcilloso y limo-arenoso, con un buen drenaje y profundos (EDIFARM, 2003).

Materia orgánica: Según Rojas y Castillo (2007) la materia orgánica debe ser superior al 3.5% y recomienda el uso de subsoladora una vez cada 3 a 5 años en época seca.

2.3 SUSTRATO

Un sustrato se define como todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Picón, 2013).

Un sustrato es un sistema de tres fracciones cada una con una función propia: la fracción sólida asegura el mantenimiento mecánico del sistema radicular y la estabilidad de la planta, la fracción líquida aporta a la planta el agua y por interacción con la fracción sólida los nutrientes necesarios, y la fracción gaseosa asegura las transferencias de oxígeno y CO₂ del entorno radicular. Esto hace necesario conocer las propiedades, físicas, químicas y biológicas, de los sustratos, condicionando en mayor medida los cultivos en contenedor (Masaguer, López y Ruiz, 2006).

2.3.1 Propiedades físicas de un sustrato

a. Porosidad: Es el volumen total del sustrato de cultivo no ocupado por partículas orgánicas ni minerales. Su nivel óptimo se sitúa por encima del 85% del volumen de sustrato (Abad, 1991). El total de poros existentes en un sustrato se divide entre: Poros capilares, de pequeño tamaño (30 μm), que son los que se vacían después que el sustrato ha drenado, permitiendo así la aireación (Martínez, 2008).

b. Agua fácilmente disponible: Es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar, valor óptimo 20-30%, por lo general los poros que se mantienen con agua después de dejar drenar son los de menor tamaño y esta agua es la considerada disponible, ya que la retenida por el sustrato es muy difícil de ser absorbida por las raíces de la planta, por lo que se le considera como agua retenida no disponible (Guzmán, 2013).

c. Capacidad de aireación: Se define como la proporción del volumen del sustrato de cultivo que contiene aire después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y

dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión. El nivel óptimo de la capacidad de aireación oscila entre el 20% y el 30% en volumen (Martínez, 2008).

d. Densidad aparente: Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato húmedo, es decir incluyendo el espacio poroso entre las partículas (Picón, 2013).

e. Mojabilidad: Algunos materiales presentan problemas para ser humedecidos inicialmente y para ser rehmedecidos una vez se han secado en el contenedor, lo que puede provocar un retraso y una reducción en el crecimiento de la planta (Guzmán, 2013).

f. Estructura: Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras (Picón, 2013).

2.3.2 Propiedades químicas de un sustrato

Estas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato, reacciones de solución e hidrólisis de contribuyentes minerales, reacciones de intercambio de iones y reacciones de biodegradación de materiales orgánicos. Estas son:

a. Capacidad de intercambio catiónico: Se define como la suma de los cationes que puede ser adsorbidos por unidad de peso del sustrato. Dichos cationes quedan retenidos frente al efecto lixivante del agua y están disponibles para la planta (Guzmán, 2013).

b. Salinidad: Se refiere a la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Las fases de germinación y crecimiento inicial son más sensibles a las sales que las fases de crecimiento posterior y desarrollo. El tomate es tolerante a la salinidad (Martínez, 2008).

Cuadro 3. Interpretación de los niveles de la salinidad de un sustrato de cultivo, expresada como la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

Salinidad (extracto de saturación; ds/m)	Interpretación
< 0.74	Muy baja
0.75-1.99	Adecuada para plántulas y sustratos ricos en materia orgánica pero bajo para sustratos con poca materia orgánica
2.00-3.49	Satisfactoria para las plantas. Algunas variedades son sensibles
3.5-5	Ligeramente elevada para muchas plantas. Adecuada para especies vigorosas
>5	Reducción del crecimiento, plantas enanas, marchitamiento y quemaduras en los bordes de las hojas.

Fuente: Martínez, 2008

c. pH: El nivel óptimo en el cultivo sin suelo de hortalizas está en el rango de 5.5-6.8. La planta del tomate puede sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable. No obstante el crecimiento y el desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas (Picón, 2013).

d. Disponibilidad de nutrientes: La mayoría de los sustratos minerales no se descomponen química ni biológicamente y desde un punto de vista práctico, se pueden considerar desprovistos de nutrientes. Los sustratos orgánicos difieren de los contenidos de nutrientes asimilables, la turba canadiense tiene niveles bajos, mientras un compost presenta altos niveles (Martínez, 2008).

Cuadro 4: Niveles óptimos de los nutrientes asimilables en un sustrato orgánico. Nutrientes determinados en el extracto de saturación del sustrato

Nutriente	Nivel óptimo (ppm en el extracto de saturación)
N-NO ₃ ⁻	100-199
N-NH ₄ ⁺	0-20
P	6-10
K ⁺	150-240
Ca ²⁺	>200
Mg ²⁺	>70
Fe	0.3-3.0
Mn	0.02-3.0
Mo	0.01-1.0
Zn	0.3-3.0
Cu	0.001-0.5
B	0.05-0.5

Fuente: Martínez, 2008

2.4 GENERALIDADES DE LA CERDAZA

La cerdaza generada por los sistemas intensivos de producción, lo constituyen una mezcla de heces, orina, alimento parcialmente descompuesto, desperdicios de alimento, agua, secreciones, microbios intestinales y metabolitos finales de la digestión, ricos en proteína cruda (15 al 30%), especialmente en nitrógeno no proteico en forma de urea (Avalos, 2014).

Un cerdo hembra en lactación produce 6.4 kg de estiércol al día y de estiércol más orina produce 18 kg. Los cerdos no utilizan el 100% de los nutrimentos consumidos, en proporción se excreta 45 a 60% de Nitrógeno, 50 a 80% de Calcio y Fosforo y 70 a 95% de Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro. Los cuales sin ningún

tipo de tratamiento son un problema ambiental por su alto potencial de contaminación (Domínguez, Galindo, Salazar, Barrera y Sánchez, 2014).

En cuanto al contenido de aminoácidos hay estudios que indican que la cerdaza es rica en lisina y otros aminoácidos esenciales (treonina y metionina) con un perfil similar al del pasto de soya (Avalos, 2014).

2.4.1 Composición química de la cerdaza

Según Monge (2005) el contenido nutricional de la cerdaza es determinado principalmente por dos factores, que son: las raciones de los cerdos y el sistema de almacenamiento, así mismo todas las prácticas de manejo de limpieza, como la cantidad de agua o desperdicio de la misma. La composición de la cerdaza en materia seca, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 5: Composición Porcentual de la Cerdaza (Base seca)

NUTRIENTE	MEDIA%
Humedad	22,93
Materia seca	77,05
Cenizas	10,40
Extracto etéreo	3,47
Fibra cruda	11,70
Extracto libre de Nitrógeno	31,48

Fuente: Monge, 2005

La proteína es el nutriente que más fluctúa en la composición de la cerdaza, algunos factores son: las pérdidas de la volatilización del nitrógeno, la etapa de vida del cerdo. También afecta la manera de almacenar el producto, desde el momento de la excreción, el secado y hasta el momento de utilizarse se pierde entre 15 y 35% por volatilización del nitrógeno (Campabadal, 1995).

2.4.2 Aminoácidos

Son ricas en lisina, leucina, treonina y otros aminoácidos esenciales, que están determinados por el tipo de dieta de los cerdos y el tratamiento al que se somete (Avalos, 2014).

Cuadro 6: Composición de Aminoácidos de la Cerdaza

Aminoácidos	Excreta Seca %
Fenilalanina	0.87
Lisina	1.11
Arginina	0.67
Treonina	0.8
Metionina	0.58
Isoleucina	1.03
Leucina	1.57

Fuente: Campabadal, 1995

2.4.3 Minerales

Se ha encontrado que la cerdaza contiene más del 90% de los minerales del alimento, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu), entre otros elementos, útiles como fuente de alimento (Avalos, 2014).

2.4.4 Procesamiento de la cerdaza

Deshidratado: Se obtiene producto seco, hay poca posibilidad de contaminación por aire y el manejo es mínimo. Las desventajas son: pérdida de nutrientes en el subproducto, se necesita pulverizarlo para deshacer los terrones, contaminación por patógenos y se debe realizar en zonas áridas o semiáridas (Ramírez, 2012).

Ensilaje: Se pierden pocos nutrientes y hay un mejor control de agentes patógenos. Se controlan olores y se utilizan los líquidos y sólidos. Las desventajas que presenta es que se requiere más mano de obra e infraestructura (Campabadal, 1995).

Tratamiento químico: Según Ramírez (2012) en este tratamiento se utilizan bacterias, solventes o enzimas. La idea de utilizar solventes es extraer la proteína presente en los residuos procesados.

Separación Solido: Liquido: Es un proceso donde se separa la parte sólida de la líquida mecánicamente. Pueden ser prensas hidráulicas, extrusores y separadores de cascada. Algunas desventajas son: No controla agentes patógenos y el alto costo de la maquinaria (Campabadal, 1995).

2.4.5 Usos de la cerdaza

Producción de biogás: Se da por fermentación anaeróbica a partir de materiales orgánicos y el producto final es una mezcla de metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrogeno y vapor de agua. También se produce un residuo llamado bioabono, el cual es rico en nitrógeno (Campabadal, 1995).

Abono orgánico: Las excretas de los cerdos contienen la mayoría de los nutrientes que necesita la planta para su crecimiento y desarrollo, puede emplearse como un insumo que sustituye a fertilizantes convencionales de alto costo. Se estima que las excretas diarias son de 65 kg por cada 100 kg de peso vivo. Los cerdos en crecimiento solo usan el 30 y 35% de nitrógeno y fosforo ingerido (Guzmán, 2013).

Alimento Animal: Según Guzmán (2013) la composición química y valor nutricional de la cerdaza demuestra que es un material con proporciones similares a subproductos de cereales con alto contenido de nitrógeno. Al integrarlo en el alimento animal se reduce la contaminación producida por la acumulación de desechos en las granjas porcinas.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA

2.5.1 Localización de la empresa

La práctica se llevó a cabo en finca las Margaritas, propiedad de la empresa Recursos Selectivos S.A., dicha finca está ubicada en el km 32.5 carretera circunvalación al lago de Amatitlán, en el Departamento de Guatemala. Se encuentra a 14° 25'25'' de latitud y 90° 33' 12'' de longitud, a una altura de 1,218 msnm.

2.5.2 Organización

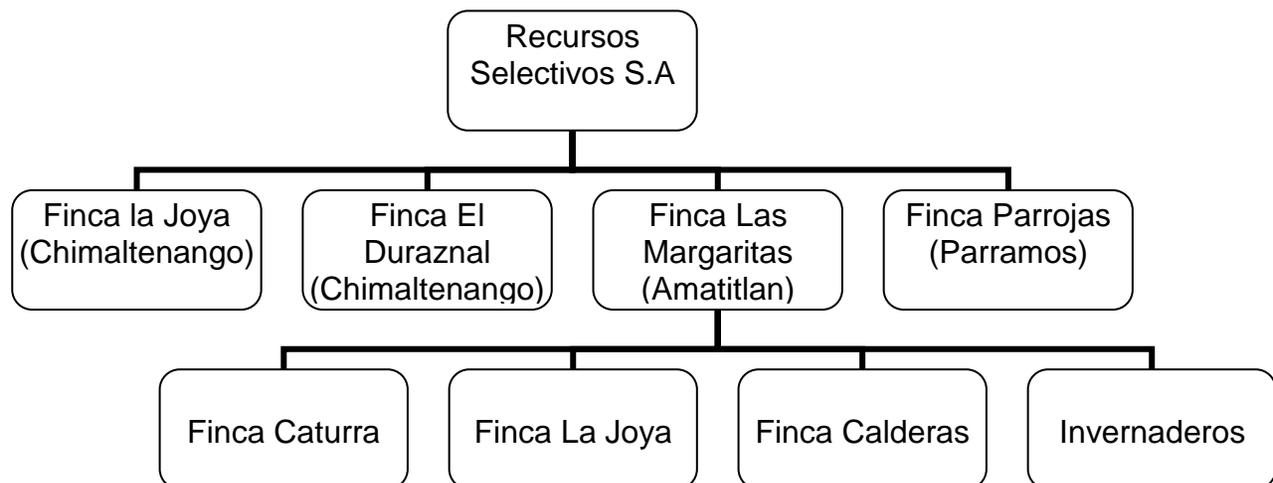


Figura 1: Organigrama de Áreas Productoras de Agroindustria Recursos Selectivos S.A.

Recursos Selectivos es una empresa productora y procesadora de frutas y verduras frescas. Cuenta con diferentes fincas productoras de hortalizas y verduras, las cuales se denominan: Finca la Joya, Finca El Duraznal, Finca Parrojas, la cuales están ubicadas en Chimaltenango y Finca Las Margaritas, la cual cuenta con cuatro fincas anexas, que se denominan: Finca Caturra, Finca La Joya, Finca Calderas, ubicadas en el municipio de Amatitlán.

2.5.3 Descripción del área específica de acción en la institución

La práctica profesional se llevó a cabo en el área de investigación del departamento de producción en la Finca Las Margaritas, propiedad de la Empresa Recursos Selectivos S.A. el área de investigación se encarga de realizar estudios para mejorar los procesos de producción de la empresa en base a sus necesidades. Dentro de la práctica se realizaron diferentes estudios que ayudaron a mejorar los procesos de producción.

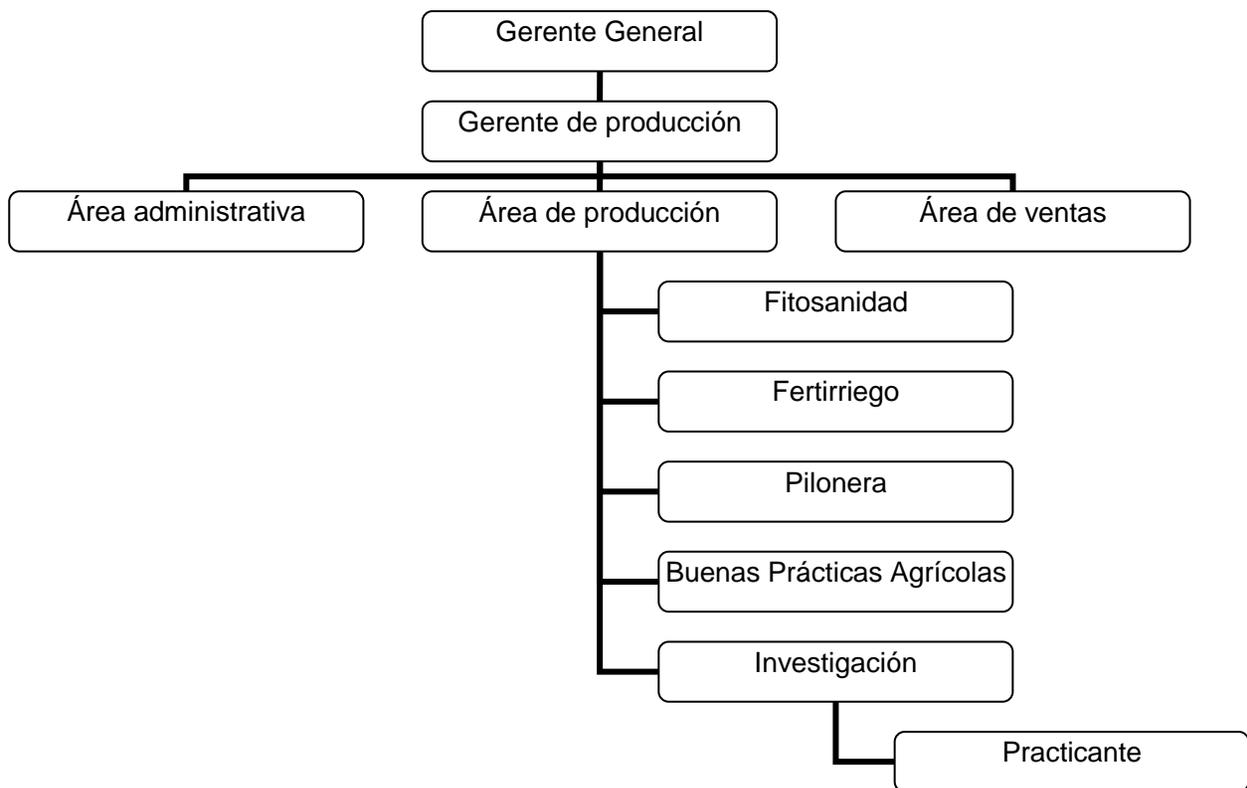


Figura 2: Organigrama del área de trabajo de Finca Las Margaritas

En el proceso de ejecución de la investigación se realizaron informes detallados de todas las actividades. La finalidad fue mejorar los procesos de producción de la finca y cumplir con los objetivos de la empresa, implementando nuevas tecnologías para el desarrollo de una agricultura sustentable.

3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Recursos Selectivos S.A es una empresa dedicada a la producción y procesamiento de frutas y verduras. Cuenta con varias fincas ubicadas en Chimaltenango y Amatitlán. Finca las Margaritas es una de las cinco fincas productoras de la empresa y está ubicada en el km 32.5 carretera circunvalación al lago de Amatitlán, en el Departamento de Guatemala. Se encuentra a 14° 25'25" de latitud y 90° 33' 12" de longitud, a una altura de 1,218 msnm. Cuenta con 18 invernaderos de 1,300m² donde produce tomate, chile, pepino. Además cuenta con tres fincas anexas productoras de aguacate, café y durazno.

Finca las Margaritas está dividida en varias áreas:

Área administrativa y financiera: Se encarga de administrar los recursos de la empresa, llevar registros financieros de las actividades realizadas durante el ciclo de producción de cada cultivo.

Área de Ventas: Se encarga de llevar los registros de todas las producciones.

Área de producción: Se encarga de planificar y ejecutar las actividades agrícolas. Llevar control desde la siembra hasta la cosecha de cada cultivo.

Área de investigación: Se encarga de realizar, analizar e implementar nuevas tecnologías de producción para beneficio de la empresa.

3.2 NECESIDAD EMPRESARIAL Y EJE DE SISTEMATIZACIÓN

Finca Las Margaritas cuenta con el área de investigación para implementar nuevas tecnologías que ayuden a mejorar los procesos de producción. La Finca manifestó la necesidad de un practicante con conocimientos de agricultura, que participara en las actividades de producción de tomate manzano y en la elaboración de cepellones de tomate utilizando cerdaza como componente del sustrato peat moss, con el fin de obtener una alternativa de sustrato.

La finca elabora sus propios pilones y el sustrato que utiliza es peat moss, la dependencia de este sustrato es una debilidad de la empresa, por el incremento de precio del insumo y su inestabilidad en el mercado, ya que es un insumo importado de Canadá y su extracción está siendo restringida por los millones de metros cúbicos que se extraen anualmente, en efecto, se ve afectada la sostenibilidad de la producción. Por ello que la empresa busca reducir costos y encontrar una alternativa de sustrato orgánico. La cerdaza es un material orgánico obtenido de la excreta de los cerdos, los cuales no logran asimilar todos los nutrientes y excretan altos porcentajes de elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero previo a su uso se debe llevar a cabo un procedimiento para su correcta descomposición. Es por ello que la empresa desea obtener información científica acerca del uso de la cerdaza para la producción de hortalizas, mediante un experimento utilizándola como complemento del sustrato peat moss para la elaboración de cepellones de tomate.

Al encontrar una alternativa de sustrato la empresa se verá beneficiada y además esta tiene el propósito de formar personal joven en actividades de investigación en los campos de actividades agrícolas.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Participar en actividades de producción de plántulas de tomate y uso de cerdaza como componente del sustrato en la elaboración de cepellones

4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las características nutricionales de la cerdaza.
- Establecer la eficiencia de los diferentes sustratos en las características morfológicas de los cepellones en tomate.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos, sobre la biomasa aérea y radicular.
- Evaluar el efecto de la cerdaza en los sustratos, sobre el porcentaje de germinación de semillas de tomate.
- Realizar un análisis financiero de la producción de plántulas de tomate en los sustratos evaluados.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1 PROGRAMA DESARROLLADO

Las actividades de la Práctica Profesional se llevaron a cabo en el área de investigación de la Finca Las Margaritas, se dio inicio el 16 de septiembre del año 2016 y finalizó el 16 de marzo de 2017, con un periodo de 6 meses. Las actividades a realizar se dividen en las siguientes fases:

a. Elaboración del Anteproyecto: Se realizó un documento escrito, donde aborda todos los temas y subtemas acorde al tema de investigación.

b. Revisión del Anteproyecto: Se evaluó el documento y la facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar y asesor de sistematización de práctica profesional dieron su aprobación.

c. Participación en la producción de tomate: Se participó en todas las actividades para la producción de tomates, desde la siembra de la semilla en pilonera hasta la cosecha.

d. Recolección de insumos y materiales: Se recolectaron los diferentes sustratos, semillas, bandejas y otros materiales que fueron necesarios para ejecutar la investigación, los cuales fueron proporcionados por la Finca Las Margaritas.

e. Análisis de las características nutricionales de la cerdaza: Para ello se llevó una muestra de cerdaza al laboratorio para analizar sus propiedades nutritivas.

f. Desinfección de bandejas: Se desinfectaron las bandejas con cloro a razón de 200 ppm.

g. Elaboración de los tratamientos: Se prepararon las diferentes proporciones de cerdaza y peat moss y se llenaron las bandejas.

h. Siembra de semillas: Se sembraron semillas de tomate variedad Cameron.

i. Control de riego: Se realizaron riegos diarios a cada tratamiento. Controlando siempre la humedad.

j. Toma de datos: A los 30 días después de siembra se tomaron los siguientes datos: altura, grosor de tallo, porcentaje de germinación, peso humeo y seco de las plántulas de tomate de cada tratamiento.

k. Elaboración del informe final: Con todos los datos obtenidos durante la investigación se procedió a realizar la interpretación de resultados.

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1 Material experimental

En el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes insumos:

- Semilla de tomate
- Cerdaza
- Peat moss

5.2.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar. Se evaluaron cinco tratamientos y un testigo, con tres repeticiones para hacer un total de 18 unidades experimentales.

5.2.3 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida en el i-ésimo tratamiento

M = Media general de tratamientos

T_i = Efecto asociado al i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental

(Alvarado, 2015)

5.2.4 Unidad experimental

La unidad experimental se constituyó de 18 bandejas de 22 cm³, se sembraron 60 semillas por unidad experimental, para hacer un total de 180 plantas por tratamiento. El total de semillas fueron 1080.

5.2.5 Descripción de los tratamientos

En este caso un tratamiento está conformado por una mezcla homogénea de dos materiales, como se observa en el cuadro 7 donde se presentan los diferentes

porcentajes de los materiales que conforman cada tratamiento. Se evaluaron cinco tratamientos y un testigo, el cual se realizó de la siguiente manera:

Cuadro 7. Tratamientos de sustratos de cerdaza y peat moss para la elaboración de cepellones de tomate

Tratamiento	% Peat moss	% Cerdaza
1	80	20
2	60	40
3	40	60
4	20	80
5	0	100
Testigo	100	0

5.2.6 Croquis de campo

En la pilonera los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

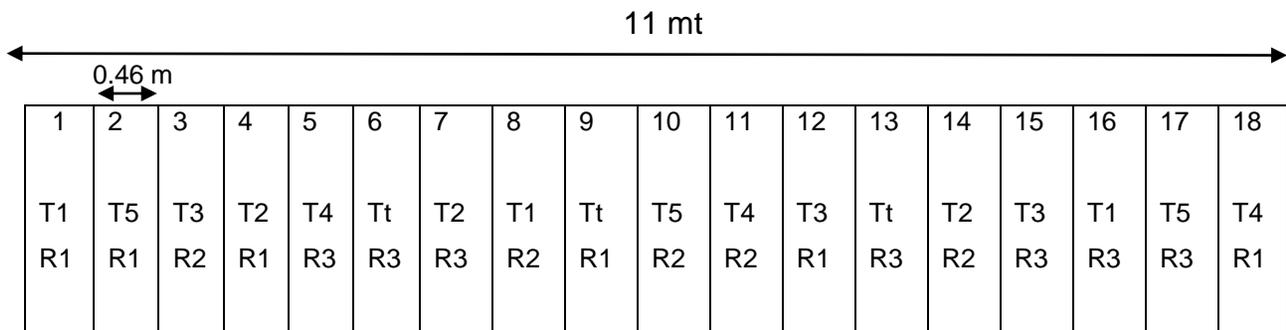


Figura 3. Distribución de los tratamientos en pilonera

Dónde:

T1 al T5 = Tratamientos (sustratos)

1 al 18 = Unidades experimentales

5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

5.3.1 Selección del área de campo

Se llevó a cabo en la pilonera de la Finca Las Margaritas, un invernadero de 700 m², donde se utilizó una cama de 11 mt de largo y 0.7 mt de ancho a una altura del suelo de 1mt. En la cama se colocaron las bandejas a una distancia de 15 cm.

5.3.2 Selección de Semilla

La semilla que se utilizó fue de tomate manzano variedad Cameron, la cual se adquirió de la empresa Rijk Zwaan.

5.3.3 Proceso de obtención de sustratos

La cerdaza se obtuvo de la empresa Toledo, donde se recolectan todos los desechos sólidos por medio de tuberías que conducen a tanques de captación, y luego pasa por la máquina que separa la parte sólida y líquida. Luego en finca Margaritas se llevó a cabo el secado de forma manual en patios, donde se aplicaron bacterias para su descomposición. Se utilizó el producto Bacter Ds, producto a base de bacterias para tratar desechos sólidos orgánicos. Posteriormente se tamizó para obtener la cerdaza fina. El peat moss se obtuvo de una empresa importadora.

5.3.4 Selección y Desinfección de las bandejas

Se utilizaron 18 bandejas y se sembraron 60 plantas en cada bandeja.

El proceso de desinfección de bandejas fue de la siguiente manera:

- 1) Se lavaron con agua y jabón
- 2) Se llenó un tonel con 200 lt de agua
- 3) Se aplicó 400 cc de cloro
- 4) Se midió el agua a 200 ppm
- 5) Se sumergieron las bandejas en agua
- 6) Se secaron al sol

5.3.5 Mezcla de sustratos

En la preparación de los sustratos se utilizó un beaker de 1 lt para medir el volumen que se necesitaba de cerdaza y peat moss en los diferentes tratamientos. Luego en el área de mezclas se homogenizaron los materiales y se llenaron las bandejas.

Cuadro 8. Cantidad en litros de materia prima para elaborar mezcla de sustratos para la elaboración de cepellones de tomate

TRATAMIENTO	PEAT MOSS (cc)	CERDAZA (cc)
1	1056	264
2	792	528
3	528	792
4	264	1056
5	0	1320
TESTIGO	1320	0

5.3.6 Siembra de semilla

Al tener llenas las bandejas se sembró una semilla por cada agujero de la siguiente manera:

1. Abrir un pequeño agujero para colocar la semilla
2. Colocar la semilla
3. Cubrir la semilla con peat moss seco
4. Rociar agua
5. Colocar bandejas en cámara de germinación
6. Esperar 2-3 días para su germinación
7. Separar y colocar bandejas en las camas de crecimiento

5.3.7 Riego

Debido a que los pilones de tomate son susceptibles a la deficiencia de agua, se controló diariamente la humedad en la mañana y tarde. Se empezó a regar a los tres días después de la germinación. Del día 3-7 dds se regaron 50 cc, del día 8-15 dds 100 cc, del día 16-22 dds 150 cc y del día 23-30 dds 200 cc por bandeja.

5.3.8 Mediciones en campo

Se tomaron mediciones morfológicas de acuerdo a las siguientes variables: altura de planta, grosor de tallo, porcentaje de germinación a los 30 días después de siembra. Dichas mediciones se anotaron en tablas para luego analizarlas.

5.3.9 Mediciones en laboratorio

En el laboratorio de agronomía de la Universidad Rafael Landívar se obtuvo el peso seco de la parte aérea y parte radical de las plántulas de tomate, para ello se utilizó el horno de convección a una temperatura de 60° durante 72 horas. Y luego se pesaron en la balanza analítica para obtener el peso en gramos.

Se realizó un análisis de las propiedades nutricionales de la cerdaza en el laboratorio de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.4 INDICADORES DE RESULTADO

Para determinar la significancia de los tratamientos sobre el desarrollo de las plántulas de tomate manzano variedad Cameron, se evaluaron las siguientes variables a los 30 días después de siembra:

5.4.1 Porcentaje de germinación

La germinación se obtuvo en porcentaje (%), para ello se realizó un conteo de las plantas emergidas de cada bandeja. Para determinar esta variable se realizó con la siguiente fórmula:

$$\% G = \frac{NPG * 100}{NSS}$$

% G = Porcentaje de Germinación

NPG= Numero de Plantas Germinadas

NSS= Numero de semillas sembradas

Para evaluar las siguientes variables se seleccionaron 15 plantas al azar de las 60 sembradas de cada tratamiento, siendo un 25% del tratamiento para hacer representativa la muestra.

5.4.2 Diámetro del tallo (mm)

Se midió el diámetro del tallo en milímetros a 1.5 cm de la base del tallo de 15 plantas utilizando un vernier.

5.4.3 Altura de la planta (cm)

Se midió la altura en centímetros de 15 plantas, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una regla.

5.4.4 Materia seca parte aérea (gr)

Para la determinación de la materia seca de cada tratamiento se cortó la base del tallo y con el grupo de hojas se secó en un horno de convección a una temperatura de 60° durante 72 horas, para eliminar el contenido de humedad de los tejidos. Se obtuvo el peso en gramos.

5.4.5 Materia seca de raíces (gr)

Para la determinación de la materia seca de cada tratamiento se cortó la base el tallo y la raíz se limpió con agua, luego se sometieron al horno de convección a una temperatura de 60° durante 72 horas, para eliminar el contenido de humedad de los tejidos. Se obtuvo el peso en gramos.

5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5.5.1 Análisis Estadístico

Para interpretar los resultados, las variables fueron estudiadas en el Análisis de Varianza (ANDEVA). Cuando se encontraron diferencias significativas se realizó la prueba de medias, efecto Tukey. Se realizaron gráficas para las diferentes variables.

5.5.2 Análisis Económico

Se recopiló toda la información económica necesaria para determinar los costos de producción de cada tratamiento.

5.6 CRONOGRAMA

Cuadro 9. Cronograma de actividades de desarrollo en Finca Las Margaritas.

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Elaboración de anteproyecto	X	X																			
Revisión de anteproyecto			X	X	X																
Participación en la producción de tomate			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Recolección insumos y materiales					X	X	X														
Análisis de la cerdaza								X	X												
Desinfección de bandejas										X											
Elaboración de tratamientos										X											
Siembra de semillas										X											
Control de riegos											X	X	X	X							
Mediciones de campo															X	X	X	X			
Elaboración de informe final																				X	X

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis de las propiedades nutricionales de la cerdaza

Para conocer las propiedades nutricionales de la cerdaza se realizó una caracterización de la misma en laboratorio, para obtener datos científicos que ayuden a discutir la eficiencia obtenida en las plantas de tomate mediante las variables estudiadas en cada tratamiento.

Cuadro 10. Propiedades nutricionales de la cerdaza evaluada para la elaboración de cepellones de tomate.

pH	uS/cm C.E	%				Ppm					%			C:N
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O	C.O	NT	
7	3,285	0.94	0.38	1.00	0.19	250	500	3000	300	1,550	20:17	11.70	1.16	10.1 :1

En base a la interpretación del análisis del cuadro 10. La cerdaza presenta un valor de pH= 7, el cual se considera neutro, lo que permite a la planta asimilar fácilmente los nutrientes disponibles en el sustrato. Se considera al límite del rango que es de 5.5 a 6.8, pero la planta de tomate puede sobrevivir a un amplio intervalo de pH, ya que el tomate es tolerante a la salinidad, pero en la fase de germinación y crecimiento inicial son más sensibles a las sales. Es por ello importante tomar en cuenta la conductividad eléctrica, que se define como: la concentración de sales solubles que presenta la solución del sustrato y según el análisis, la cerdaza presenta un valor de 3,285 uS/cm (microSiemens/cm) que según el cuadro 3 de interpretación de los niveles de salinidad de un sustrato de cultivo, se encuentra en una categoría de satisfactoria para el cultivo de tomate.

El sustrato presenta alto contenido de nutrientes primarios, secundario y micro elementos, en efecto, no es necesaria aplicaciones de fertilizantes. A medida que la descomposición de la materia orgánica es más rápida, la relación de C/N disminuye, en

este caso el valor 10.1:1 permite que la materia orgánica sea fácilmente asimilable por la planta, ya que hay una correcta liberación de nitrógeno en el sustrato. Cabe recalcar que el valor de C/N que se obtiene del compost, en este caso la cerdaza, la cual es influenciada por la dieta del cerdo, ya que el alimento de un cerdo adulto contiene mayor porcentaje de proteína, y en este caso las excretas de cerdo utilizadas fueron de la etapa de gestación, en consecuencia, el alimento es rico en proteína.

6.2 Altura de planta

Con el propósito de evaluar la respuesta vegetativa de las plántulas de tomate en las diferentes proporciones de cerdaza y peat moss, se midió la variable altura, esta variable se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. En el cuadro 11 se presentan los resultados promedio obtenidos de la altura de planta de cada tratamiento expresado en centímetros a los 30 días después de siembra.

Cuadro 11. Altura promedio de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

TRATAMIENTO	MEDIAS (cm)
T2	12.09
T1	10.38
T3	10.04
T4	9.77
TESTIGO	6.61
T5	5.09

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	102.36	5	20.47	26.67	<0.0001
Tratamiento	102.36	5	20.47	26.67	<0.0001
Error	9.21	12	0.77		
Total	111.58	7			
Coeficiente de variación	9.74				

Según los resultados del ANDEVA se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta resultados diferente a los otros, por consiguiente se realizó una prueba de medias para determinar cuál de los tratamientos es diferente.

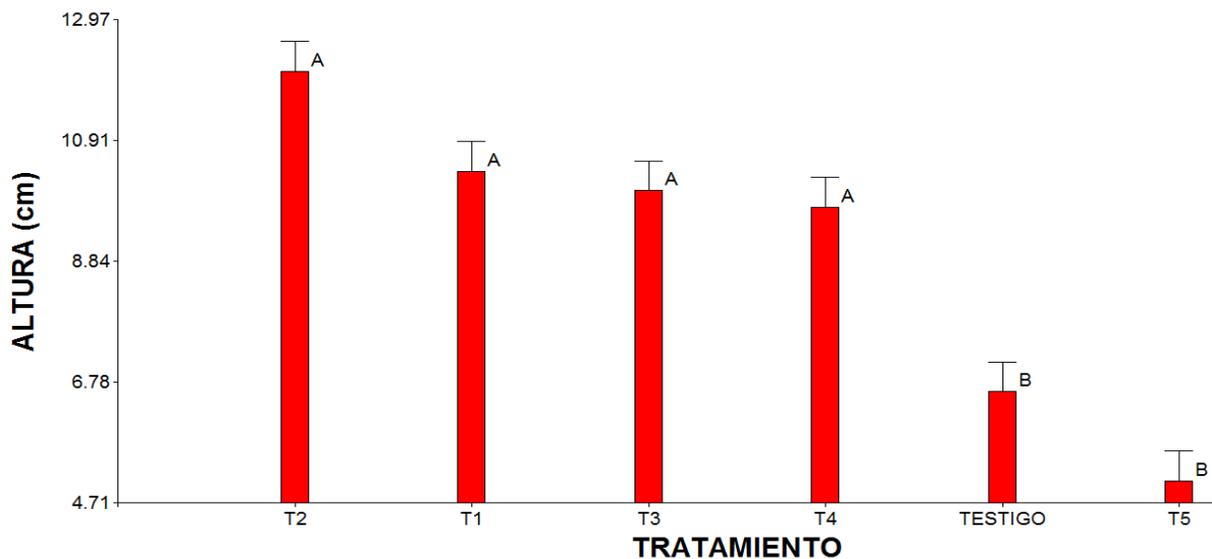


Figura 4. Prueba de medias de Tukey para la variable altura de plántulas de tomate

Con base en las pruebas de medias de Tukey se determinó que los tratamientos (T2, T1, T3, T4) son estadísticamente iguales, mostrando una altura superior de 12.09, 10.38, 10.04 y 9.77 respectivamente. Este comportamiento fue debido a las condiciones favorables que brindó el sustrato, nivel adecuado de nutrientes y agua que fueron absorbidos fácilmente por la planta. En la figura 4 se observa que los tratamientos (T5 y testigo) son estadísticamente iguales entre sí, con una altura de 5.09 y 6.61 cm respectivamente, mostrando las alturas medias inferiores a los demás. Esto debido a las malas condiciones de los sustratos, en el tratamiento (T5) la alta concentración de sales impidió un óptimo crecimiento de los cepellones de tomate, ya que los nutrientes no son absorbidos fácilmente por la planta y por ende la falta de crecimiento de las plantas. En el tratamiento (testigo) la falta de nutrientes del sustrato ocasionó un crecimiento menor de las plántulas de tomate.

6.3 Diámetro de tallo

Con el propósito de evaluar la respuesta vegetativa de las plántulas de tomate en las diferentes proporciones de cerdaza y peat moss, se midió la variable diámetro del tallo, esta variable se midió a 1.5 cm de la base del tallo de la planta. En el cuadro 13 se presentan los resultados promedio obtenidos del diámetro de tallo de cada tratamiento expresado en milímetros a los 30 días después de siembra

Cuadro 13. Diámetro de tallo promedio de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

TRATAMIENTO	MEDIAS (mm)
T2	1.94
T3	2.46
T4	2.42
T1	2.42
TESTIGO	1.93
T5	1.43

En el cuadro 14 se observa el análisis de varianza donde presenta que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 8.93%

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.04	5	0.81	19.74	<0.0001
Tratamiento	4.04	5	0.81	19.74	<0.0001
Error	0.49	12	0.04		
Total	4.53	17			
Coeficiente de variación	8.93%				

Según los resultados del ANDEVA se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta resultados diferente a los otros, por consiguiente se realizó una prueba de medias para determinar cuál de los tratamientos es diferente.

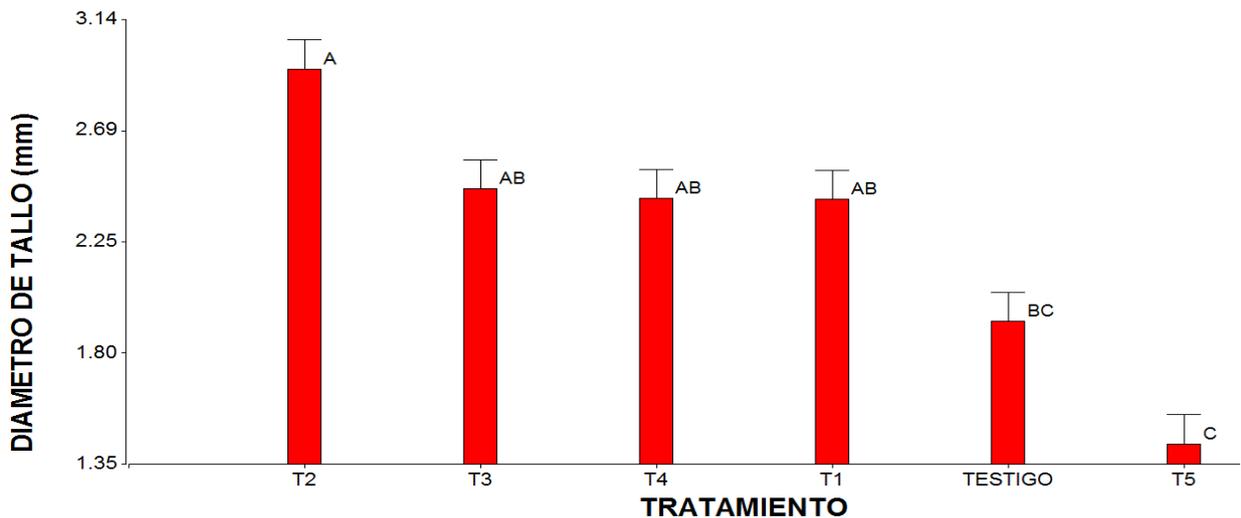


Figura 5. Prueba de medias de Tukey para la variable diámetro de tallo de plántulas de tomate

Con base en las pruebas de medias de tukey se determinó que el tratamiento (T2) es estadísticamente diferente al resto, mostrando un diámetro superior de 2.94 mm. Los tratamientos (T3, T4, T1, Testigo) son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al resto, mostrando un diámetro de 2.46, 2.42, 2.42, 1.93 respectivamente. El tratamiento (T5) es estadísticamente diferente al resto con un diámetro inferior de 1.43.

En la figura 5 se observa el comportamiento de los tratamientos con relación a la variable diámetro de tallo, se determina que el tratamiento con mayor diámetro de tallo es el Tratamiento (T2) debido a los niveles adecuados de nutrientes proporcionados por la cerdaza y que fueron absorbidos de forma positiva por la planta, mostrando un mejor desarrollo vegetativo.

El tratamiento (testigo) presentó un diámetro de tallo menor debido a la falta de nutrientes del sustrato, cabe recalcar que la turba canadiense (peat moss) presenta niveles bajos de disponibilidad de nutrientes, lo que impidió el desarrollo de las plántulas de tomate. El tratamiento (T5) presentó el diámetro de tallo inferior al resto, debido a las malas condiciones del sustrato, lo que nos indica que utilizar esta proporción obtenemos plantas con desarrollo inadecuado por la concentración alta de sales.

6.4 Porcentaje de germinación

Con el propósito de evaluar la respuesta de germinación de las semillas de tomate en las diferentes proporciones de cerdaza y peat moss, se midió la variable porcentaje de germinación, esta variable se midió a los 30 días después de siembra cuando los pilones estaban listos para el trasplante, para ello se realizó un conteo de plantas germinada. En el cuadro 15 se presenta el porcentaje de germinación promedio de cada tratamiento expresado en porcentaje a los 30 días después de siembra

Cuadro 15. Porcentaje de germinación de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

TRATAMIENTO	MEDIAS (%)
TESTIGO	95.00
T2	89.44
T3	83.33
T4	79.44
T1	75.56
T5	40.56

En el cuadro 16 se observa el análisis de varianza donde presenta que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 5.46%.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	5564.82	5	1112.96	62.71	<0.0001
Tratamiento	5564.81	5	1112.96	62.71	<0.0001
Error	212.96	12	17.75		
Total	5777.78	17			
Coeficiente de variación	5.46				

Según los resultados del ANDEVA se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta resultados diferentes a los otros, por consiguiente se realizó una prueba de medias para determinar cuál de los tratamientos es diferente.

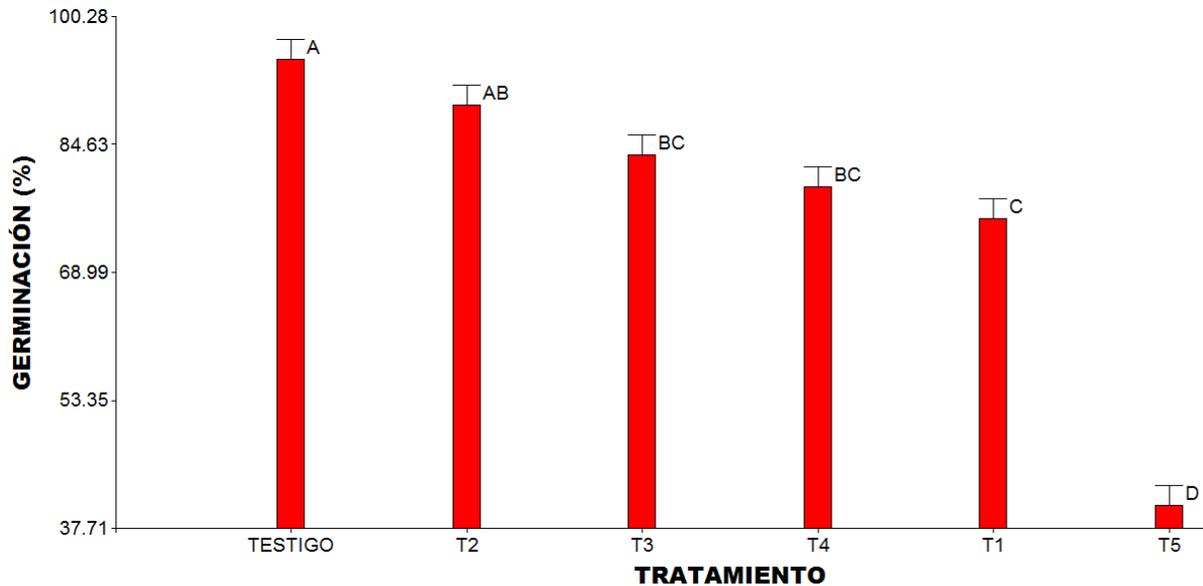


Figura 6. Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de germinación de plántulas de tomate

Con base en las pruebas de medias de Tukey se determinó que el Tratamiento (testigo) es estadísticamente diferente a los otros, mostrando el porcentaje promedio más alto con un valor de 95%, esto demuestra que las propiedades del sustrato determinaron la óptima germinación. El tratamiento (T5) es estadísticamente diferente al resto, ya que presenta el porcentaje promedio más bajo con un valor de 40.56%, lo que indica que a mayor cantidad de cerdaza, menor es la germinación por la alta concentración de sales en el sustrato. Los resultados obtenidos en la figura 6 nos indican que a mayor cantidad de cerdaza, menor es la germinación, y a mayor cantidad de peat moss mejor es la germinación.

6.5 Materia seca parte aérea

Con el propósito de evaluar el desarrollo vegetativo de las plántulas de tomate en las diferentes proporciones de cerdaza y peat moss, se midió la variable materia seca de la parte aérea. En el cuadro 17 se presentan los resultados promedio obtenidos de la

materia seca de la parte aérea de cada tratamiento expresado en gramos a los 30 días después de siembra.

Cuadro 17. Materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

TRATAMIENTO	MEDIAS (gr)
T2	2.10
T3	1.60
T1	1.40
T4	1.20
TESTIGO	0.67
T5	0.57

En el cuadro 18 se observa el análisis de varianza donde presenta diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 28.66.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.03	5	1.01	7.77	<0.00018
Tratamiento	5.03	5	1.01	7.77	<0.00018
Error	1.55	12	0.13		
Total	6.58	17			
Coeficiente de variación	28.66				

Según los resultados del ANDEVA se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados, presenta resultados diferentes a los otros, por consiguiente se realizó una prueba de medias para determinar cuál de los tratamientos es diferente.

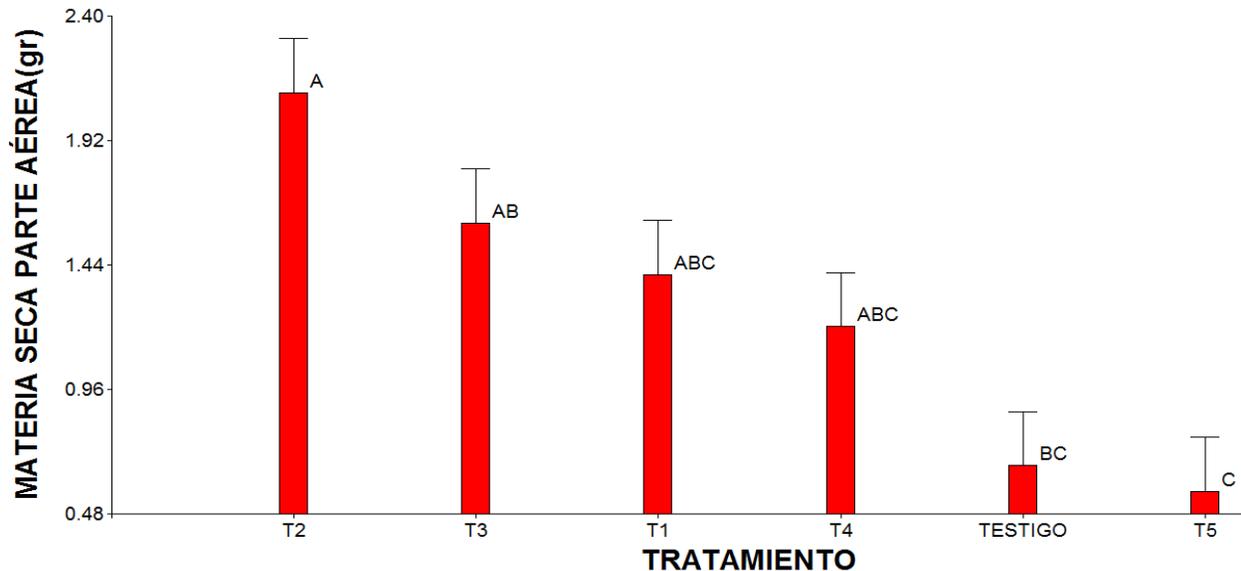


Figura 7. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de la parte aérea de plántulas de tomate

Con base en la prueba de medias tukey se determinó que el tratamiento (T2) es estadísticamente diferente a todos, el cual presenta el mayor peso seco de la parte aérea con valor de 2.10 gr. El tratamiento (T3, T1, T4 y Testigo) con valores de 1.6, 1.4, 1.2, 0.67 gr respectivamente, son estadísticamente iguales. El tratamiento (T5) es estadísticamente diferente al resto, ya que presentó un peso inferior con valor de 0.57 gr.

En la figura 7, se observa el comportamiento de los tratamientos con relación a la variable materia seca parte aérea, se determinó que el tratamiento (T2) presentó el mejor desarrollo vegetativo, debido a las cantidades de nutrientes aportados por la cerdaza, ya que las cerdas no absorben el 100% de los nutrientes esenciales y los excreta, como lo presenta en cuadro 10. Al mezclar peat moss con cerdaza el desarrollo vegetativo aumenta, como se observan los tratamientos (T2, T3, T1), sin embargo al

utilizar únicamente cerdaza, la respuesta de la planta es negativa como se observa en el tratamiento (T5) por la alta concentración de sales del sustrato. Así mismo al utilizar únicamente peat moss el desarrollo vegetativo es menor por la falta de nutrientes como se observa en el tratamiento (testigo).

6.6 Materia seca de raíces

La cantidad de raíces de una plántula determina el óptimo desarrollo y crecimiento ya que a mayor cantidad de raíces, mayor será la absorción de nutrientes y mejor adaptación al trasplante en campo definitivo. Con el propósito de evaluar la cantidad de raíces se midió la variable de materia seca de raíces. En el cuadro 19 se presentan los resultados promedio obtenidos de la materia seca de las raíces de cada tratamiento expresado en gramos a los 30 días después de siembra.

Cuadro 19. Materia seca de raíces de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

TRATAMIENTO	MEDIAS (gr)
T2	0.78
T3	0.70
T1	0.50
T4	0.40
TESTIGO	0.33
T5	0.17

En el cuadro 20 se observa el análisis de varianza donde presenta diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 30.33%.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable materia seca de raíces de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.80	5	0.16	7.54	<0.00021
Tratamiento	0.80	5	0.16	7.54	<0.00021
Error	0.26	12	0.02		
Total	1.06	17			
Coeficiente de variación	30.33				

Según los resultados del ANDEVA se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados presenta resultados diferentes a los otros, por consiguiente se realizó una prueba de medias para determinar cuál de los tratamientos es diferente.

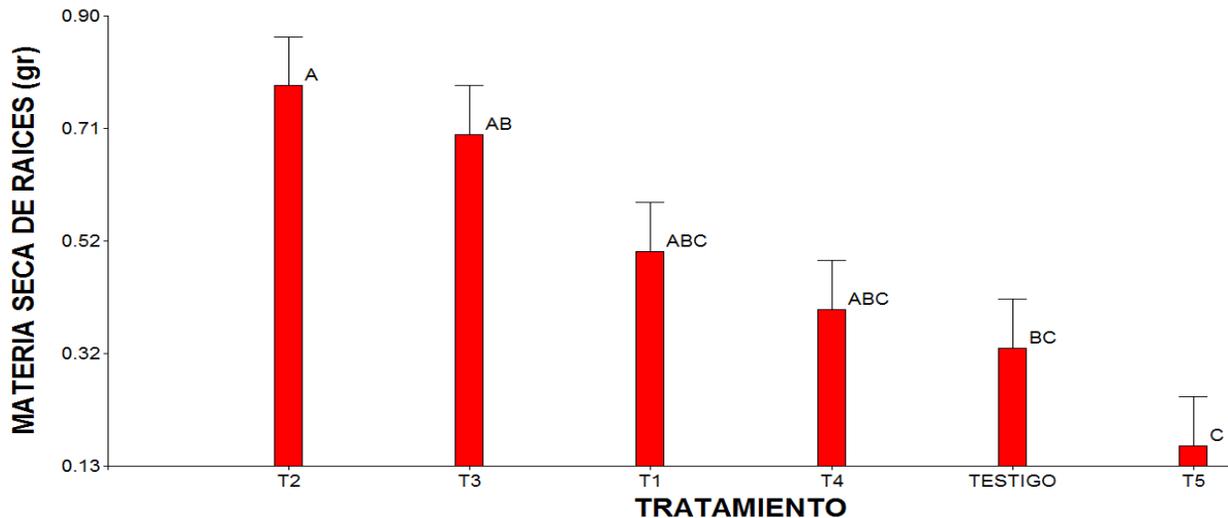


Figura 8. Prueba de medias de Tukey para la variable materia seca de raíces de plántulas de tomate

Con base en la prueba de medias tukey se determinó que el tratamiento (T2) es estadísticamente diferente al resto, el cual presenta el mayor peso seco de raíces con valor de 0.78 gr. El tratamiento (T3, T1, T4, testigo) son estadísticamente iguales con valores 0.7, 0.5, 0.4, 0.33 respectivamente. El tratamiento (T5) es estadísticamente diferente al resto, ya que presentó un peso inferior con valor de 0.17 lo que indica que fue el peso más bajo

En la figura 8 se observa el comportamiento de los tratamientos con relación a la variable materia seca de raíces. Se determina que el tratamiento (T2) presentó el mejor desarrollo de raíces, debido a las propiedades del sustrato que facilitaron la absorción de nutrientes proporcionados por la cerdaza. Al haber mayor cantidad de raíces mejor será la absorción de nutrientes y por ende el desarrollo vegetativo.

El tratamiento (T5) presenta la menor cantidad de raíces, esto debido a la alta concentración de sales del sustrato, lo que afectó la asimilación de nutrientes de la planta y por ello el pobre desarrollo radicular.

6.7 Análisis económico de los tratamientos

Para el análisis de los costos de producción, se tomaron en cuenta los costos directos, que incluye mano de obra e insumos, y costos indirectos que incluye gastos financieros, administrativos e imprevistos. En el siguiente cuadro se presentan un resumen de los costos de producción de cada tratamiento.

Cuadro 21. Resumen de los costos de producción de cada tratamiento en sustrato de cerdaza y peat moss para la elaboración de cepellones de tomate

Tratamientos	No. De pilones	Costos total (Q)	Costo por cepellón (Q)
5	180	158.74	0.88
4	180	160.51	0.89
3	180	163.35	0.91
2	180	165.8	0.92
1	180	167.7	0.93
Testigo	180	169.6	0.94

En el cuadro 21 se observa que el tratamiento (T5) es el más económico, mientras el tratamiento (testigo) es el más elevado. Los tratamientos que presentan mayor porcentaje de cerdaza, tiende a disminuir el costo, en efecto, a mayor porcentaje de peat moss, más elevado el costo, debido al alto costo del sustrato de peat moss en el mercado. La utilización de cerdaza en la elaboración de cepellones ayuda a mejorar las condiciones del sustrato y a bajar el costo de producción.

7. CONCLUSIONES

- El análisis de las propiedades nutricionales de la cerdaza presenta propiedades aceptables de un sustrato, lo que permite la adecuada absorción de nutrientes; sin embargo en los tratamientos donde la proporción de cerdaza fue mayor que la de peat moss se observaron diferencias morfológicas inadecuadas, debido a la concentración de nutrientes. Se concluye que el sustrato con mejores condiciones fue la proporción de 60% peat moss y 40% cerdaza.
- En relación a la variable altura, los tratamientos (60% peat moss, 40% cerdaza), (80% peat moss, 20% cerdaza), (40% peat moss, 60% cerdaza), (80% peat moss, 20% cerdaza), presentan igualdad estadística presentando el mayor crecimiento y el tratamiento (100% cerdaza, 0% peat moss) es diferente al resto presentando la altura más baja
- Con respecto al grosor de tallo el tratamiento (60% peat moss, 40% cerdaza) presenta un diámetro superior a los demás. Se concluye que la cerdaza aportó los nutrientes necesarios para un óptimo desarrollo de tallo.
- El porcentaje de germinación de las plántulas de tomate fue influenciado por la cantidad de cerdaza. A mayor proporción de cerdaza, menor es la germinación. La mejor proporción fue 100% peat moss y 0% cerdaza.
- El sustrato que presentó mayor cantidad de raíces y mayor cantidad de hojas fue el tratamiento (60% peat moss, 40% cerdaza), se concluye que esta proporción presenta las mejores condiciones para el desarrollo de la planta de tomate.
- El sustrato que presentó menor costo fue el tratamiento (0% peat moss, 100% cerdaza) con un valor de Q. 0.88 por cepellón y el de mayor costo fue el tratamiento (100% peat moss, 0% cerdaza) con un valor de Q. 0.94 por cepellón. A mayor proporción de cerdaza, menor es el costo de producción.

8. RECOMENDACIONES

- Basados en el resultado de esta investigación, para la elaboración de cepellones de tomate, se recomienda a la Finca Las Margaritas utilizar la proporción de 60% peat moss y 40% cerdaza.
- Se recomienda realizar investigaciones para evaluar la eficiencia de la cerdaza como complemento de sustrato para la elaboración de cepellones en chile pimiento y pepino.
- Colocación de trampas atrayentes de insectos para el control de plagas, las cuales se deben monitorear constantemente para determinar la incidencia en el área de cultivo, principalmente para mosca blanca y trips, que son las de mayor interés a controlar en la finca por ser vectores de virus que afectan los cultivos. Se recomienda utilizar color amarillo para atraer moscas y color azul para atraer trips.
- Sembrar pilón de tomate, chile y pepino a una altura no mayor de 12 cm, para obtener una mejor adaptabilidad en campo definitivo, ya que la alta temperatura en el invernadero provoca decaimiento del tallo y al tener contacto con el mulch provoca una quemadura del mismo que tiende a marchitar la planta.
- Se recomienda controlar diariamente la humedad del sustrato para obtener un cepellón sano y con buen sistema radicular.
- Previo a utilizar un material orgánico para la producción de hortalizas, dar un tratamiento de descomposición de la materia de un mes o más tiempo para evitar enfermedades en las plantas.

9. BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarado, J. (2015). *Evaluación del hongo Trichoderma harzianum sobre el desarrollo de cepellones de tomate, sistematización de práctica profesional*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala
- Avalos, A. (2014). *Evaluación de tres formas para fermentación de cerdaza (Cerdaza-Cerdaza con melaza con forraje y melaza)*.(Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Campabadal, C. (1995). Utilización de la cerdaza como alimento en el ganado de carne. Una alternativa para evitar la contaminación ambiental. Costa Rica. (pp. 73-96)
- DIPLAN – MAGA. (2013). El Agro en cifras 2013. Guatemala. (p. 42)
- Domínguez, G., Galindo, A., Salazar, G., Barrera, G., y Francisco, S. (2014). Excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias. México. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4259/0102_0853700072306_CIRPAC.pdf?sequence=1
- EDIFARM. (2003). Manual de hortalizas. (522pp)
- Francescangeli, N. (2002). Sin luz, no se ve lo que se pierde. Recuperado de <http://www.reddehuertas.com.ar/textos01al10/00403tomates.htm>
- Guzmán, E. (2013). *Uso de la cerdaza como componente del sustrato para la producción de pilones de pino; Pastores, Sacatepéquez*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar sede regional Escuintla. Guatemala

Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M., y Rengifo, T. (2007). Manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s00.pdf>

Martínez, C. (2008). *Apoyo técnico a las actividades del proyecto de investigación AGROCYT 017-2006 "Evaluación agrotécnica y económica de Hydrilla verticillata (l.f.) royle como un sustrato alternativo para la producción de plántulas en pilón y cultivos hortícolas en hidroponía bajo invernaderos"* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Masaguer, A., López, M., y Ruiz, J. (2006). Producción de planta ornamental en contenedor con sustratos alternativos a la turba. Madrid, España (169 pp).

Monge, J. (2005). Producción porcina. Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a distancia. (372pp).

Picón, R. (2013). *Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, centro universitario de oriente

Ramírez, J. (2012). Manejo de excretas porcinas, sistemas convencionales y alternativos. Recuperado de: <http://guateinfoagro.blogspot.com/2012/06/manejo-de-excretas-porcinas-sistemas.html>

Rojas, J. y Castillo M. (2007). Planeamiento de la agro-cadena del tomate en la región central sur de Costa Rica. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00063.pdf>

Serrano, Z. (1982). Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. España. (pp.86-108).

10. ANEXOS

Anexo1. Resultados obtenidos de las variables evaluadas en Finca Las Margaritas

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	GERMINACIÓN (%)	ALTURA (cm)	GROSOR DE TALLO (mm)	PESO HUMEDO PLANTA (gr)	PESO SECO PLANTA (gr)	PESO HUMEDO RAÍZ (gr)	PESO SECO RAÍZ (gr)
		30 DDS	30 DDS	30 DDS	30 DDS	30 DDS	30 DDS	30 DDS
T1	1	78.33	11.17	2.77	14	1.7	4	0.8
	2	71.67	9.60	2.03	10.5	0.9	2.5	0.3
	3	76.67	10.37	2.45	11.8	1.6	3	0.4
T2	1	93.33	12.83	3.05	18.6	2.8	6.9	0.9
	2	86.67	11.83	2.91	16.2	1.9	4.6	0.75
	3	88.33	11.60	2.86	14	1.6	4.5	0.7
T3	1	88.33	10.67	2.60	12.5	1.8	5.6	0.8
	2	81.67	8.83	2.29	11.5	1.4	4	0.6
	3	80.00	10.63	2.48	13.2	1.6	4.5	0.7
T4	1	78.33	9.87	2.47	10.5	0.9	3.8	0.5
	2	80.00	10.30	2.51	11	1.4	3.4	0.4
	3	80.00	9.13	2.29	9.6	1.3	2.2	0.3
T5	1	45.00	4.77	1.35	3.2	0.6	0.6	0.1
	2	45.00	6.13	1.69	5.2	0.8	1.9	0.3
	3	31.67	4.37	1.27	2.9	0.3	0.5	0.1
TESTIGO	1	93.33	5.87	1.87	3.8	0.5	1.6	0.4
	2	95.00	6.07	1.86	5.1	0.7	2.8	0.2
	3	96.67	7.90	2.05	5.1	0.8	3.2	0.4

Anexo 2. Costo de producción por cepellón del tratamiento 1 (80% peat moss, 20% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Tratamiento NO.1						
(80% peat moss, 20% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (minutos)	PRECIO UNITARIO (hora)	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO						Q 154.58
I. MANO DE OBRA						Q 4.16
Desinfección de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Tratamiento de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
II. INSUMOS						Q 150.42
Semilla de tomate	unidad	180	Q 0.76	Q	136.80	
Cerdaza	gramos	372	Q 0.00	Q	0.15	
Peat moss	gramos	975	Q 0.01	Q	8.78	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO						Q 13.11
Administración (1% s C.D)				Q	1.55	
Financieros (12.4 % s C.D)				Q	3.83	
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q	7.73	
III. COSTO TOTAL						Q 167.69
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)						Q 0.93

Anexo 3. Costo de producción por cepellón del tratamiento 2 (60% peat moss, 40% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Tratamiento NO.2						
(60% peat moss, 40% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO				Q 152.81		
1. MANO DE OBRA				Q 4.16		
Desinfección de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Tratamiento de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
2. INSUMOS				148.6544		
Semilla de tomate	unidad	180	Q 0.76	Q	136.80	
Cerdaza	gramos	606	Q 0.00	Q	0.24	
Peat moss	gramos	768	Q 0.01	Q	6.91	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO				Q 12.96		
Administración (1% s C.D)				Q 1.53		
Financieros (12.4 % s C.D)				Q 3.79		
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q 7.64		
III. COSTO TOTAL				Q 165.77		
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)				Q 0.92		

Anexo 4. Costo de producción por cepellón del tratamiento 3 (40% peat moss, 60% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Tratamiento NO.3						
(40% peat moss, 60% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO				Q 150.58		
1. MANO DE OBRA				Q 4.16		
Desinfección de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Tratamiento de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
2. INSUMOS				146.4242		
Semilla de tomate	unidades	180	Q 0.76	Q	136.80	
Cerdaza	gramos	1038	Q 0.00	Q	0.42	
Peat moss	gramos	501	Q 0.01	Q	4.51	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO				Q 12.77		
Administración (1% s C.D)				Q	1.51	
Financieros (12.4 % s C.D)				Q	3.73	
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q	7.53	
III. COSTO TOTAL				Q 163.35		
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)				Q 0.91		

Anexo 5. Costo de producción por cepellón del tratamiento 4 (20% peat moss, 80% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Tratamiento NO. 4						
(20% peat moss, 80% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO				Q 147.97		
1. MANO DE OBRA				Q 4.16		
Desinfección de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Tratamiento de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
2. INSUMOS				143.8052		
Semilla de tomate	unidades	180	Q 0.76	Q	136.80	
Cerdaza	gramos	1308	Q 0.00	Q	0.52	
Peat moss	gramos	198	Q 0.01	Q	1.78	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO				Q 12.55		
Administración (1% s C.D)				Q	1.48	
Financieros (12.4 % s C.D)				Q	3.67	
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q	7.40	
III. COSTO TOTAL				Q 160.51		
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)				Q 0.89		

Anexo 6. Costo de producción por cepellón del tratamiento 5 (0% peat moss, 100% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Tratamiento NO.5						
(0% peat moss, 100% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO						Q 146.33
1. MANO DE OBRA						Q 4.16
Desinfección de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Tratamiento de cerdaza	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
2. INSUMOS						142.1684
Semilla de tomate	unidad	180	Q 0.76	Q	136.80	
Cerdaza	gramos	1671	Q 0.00	Q	0.67	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO						Q 12.41
Administración (1% s C.D)				Q	1.46	
Financieros (12.4 % s C.D)				Q	3.63	
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q	7.32	
III. COSTO TOTAL						Q 158.74
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)						Q 0.88

Anexo 7. Costo de producción por cepellón del testigo (100% peat moss, 0% cerdaza).

COSTO DE PRODUCCIÓN. Testigo						
(100% peat moss, 0% cerdaza)						
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
I.COSTO DIRECTO						Q 156.34
1. MANO DE OBRA						Q 3.90
Desinfección de bandejas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Desinfección de área de mezclas	jornal	2	Q 0.13	Q	0.26	
Mezcla de sustratos	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Llenado de bandejas	jornal	3	Q 0.13	Q	0.39	
Siembra de semillas	jornal	4	Q 0.13	Q	0.52	
Tapado de semillas	jornal	1	Q 0.13	Q	0.13	
Riegos	jornal	15	Q 0.13	Q	1.95	
2. INSUMOS						152.435
Semilla de tomate	unidades	180	Q 0.76	Q	136.80	
Peat moss	gramos	1215	Q 0.01	Q	10.94	
Agua	ml	4700	Q 0.00	Q	4.70	
II. COSTO INDIRECTO						Q 13.26
Administración (1% s C.D)				Q	1.56	
Financieros (12.4 % s C.D)				Q	3.88	
Imprevistos (5% s/ C.D)				Q	7.82	
III. COSTO TOTAL						Q 169.59
IV. COSTO UNITARIO (POR PILON)						Q 0.94

Anexo 8. Análisis de Laboratorio de la Cerdaza



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: MIGUEL CIFIUENTES
PROCEDENCIA: FCA LAS MARGARITAS, AMATITLAN, GUATEMALA
FECHA DE INGRESO: 29/6/2016

ANALISIS DE MATERIAL ORGANICO SOLIDO

IDENT	pH	µS /cm C.E.	%				ppm					%			C : N
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O	C.O	NT	
M-1	7.0	3,285	0.94	0.38	1.00	0.19	250	500	3,000	300	1,550	20.17	11.70	1.16	10.1 :1



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Anexo 9. Secuencia fotográfica del experimento

<p>Preparación de Sustratos</p>	<p>Siembra de semillas de tomate</p>
	
<p>Establecimiento de los tratamientos</p>	<p>Plántulas de tomate a los 30 días después de siembra</p>
	

Medición de grosor de tallo de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra



Medición de altura de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra



Plántulas de tomate de los diferentes tratamientos previo a secar en horno de convección



Peso seco de raíces de plántulas de tomate a los 30 días después de siembra



Desarrollo vegetativo del tratamiento 2
(60% peat moss, 40% cerdaza)



Desarrollo vegetativo del testigo
(100% peat moss, 0% cerdaza)



Desarrollo radicular del tratamiento 2
(60% peat moss, 40% cerdaza)



Desarrollo radicular del testigo (100%
peat moss, 0% cerdaza)

