

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRESA
BAJO CONDICIONES CONTROLADAS; CHIANTLA, HUEHUETENANGO
TESIS DE GRADO

MARIO AUGUSTO CANO LOPEZ
CARNET 990611-26

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRESA
BAJO CONDICIONES CONTROLADAS; CHIANTLA, HUEHUETENANGO
TESIS DE GRADO

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

POR
MARIO AUGUSTO CANO LOPEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, 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
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. MIGUEL MANUEL OSORIO LÓPEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

DR. WILLIAM ERIK DE LEÓN CIFUENTES
MGTR. MIGUEL ANGEL ALVAREZ HERNÁNDEZ
ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN
UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.

SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN
GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

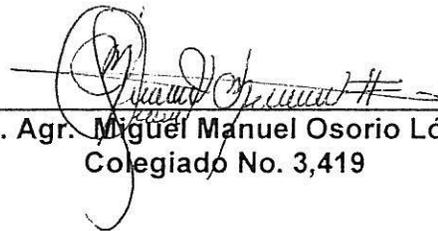
Guatemala, 21 de febrero de 2015

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe de anteproyecto de Tesis del estudiante **MARIO AUGUSTO CANO LÓPEZ**, que se identifica con carné 99061126, titulado: **EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA FRESA (*Fragaria vesca*), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN EL MUNICIPIO DE CHIANTLA HUEHUETENANGO**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



Ing. Agr. Miguel Manuel Osorio López
Colegiado No. 3,419



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARIO AUGUSTO CANO LOPEZ, Carnet 990611-26 en la carrera LICENCIATURA EN AGRONOMÍA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06107-2015 de fecha 18 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRESA
BAJO CONDICIONES CONTROLADAS; CHIANTLA, HUEHUETENANGO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 28 días del mes de septiembre del año 2015.



ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



Agradecimiento

A Dios: Por la vida y el acompañamiento que me ha dado en el camino que me ha trazado.

A mis Padres: Por su apoyo, motivación y sabios consejos que me han brindado a lo largo de mi vida.

A mi Esposa: Por el amor, motivación y apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo de mi carrera.

A mis Hijos: Por el amor que me han brindado a largo de estos años maravillosos que he estado junto a ellos.

A mis Hermanos: Por el apoyo que siempre me han brindado, a si como sus sabios consejos.

A mis amigos: Por los años de estudio que compartimos en esta carrera y por el apoyo moral para lograr esta meta.

A la Universidad

Rafael Landívar: Por ser la máxima casa de estudio que me abrió las puertas para formarme como un profesional.

A la Facultad de

Ciencias Ambientales

Y Agrícolas: Por todos los conocimientos adquiridos.

A Ing. Agr. Miguel

Osorio: Por dedicar su tiempo a la asesoría del proyecto de investigación.

Dedicatoria

A Dios: Fuente inagotable de vida, quien me diera la sabiduría, bendiciones y fortaleza para culminar esta meta trazada en mi vida.

A la Virgen

de Candelaria: Por Guiarme y ser la luz de mi camino.

A Mis Padres: Mario Augusto Cano Mérida, Dory Mariela López González, por sus sabios consejos, apoyo moral, espiritual, y por haberme apoyado en todo momento en mi formación profesional.

A Mi Esposa: Hilda Aracely Méndez, por su amor, apoyo incondicional durante todo el tiempo de mis estudios universitarios y por su comprensión a las adversidades vividas durante esta etapa de mi vida.

A Mis Hijos: Diego Andrés y Luis Mario por ser mi fuente de inspiración y lucha para alcanzar este triunfo.

A Mis Hermanos: Dory Mayteé, Jose Alejandro y Elizabeth María, por su apoyo, motivación y que este éxito sirva para motivarlos para alcanzar sus metas.

A Mis Sobrinos: Con mucho cariño y que sirva como ejemplo para ellos.

A Mis Amigos: En especial a: Carmen Martínez, Ileana Mazariegos, William Alfaro, Jorge Alfaro, Oscar Gómez y Jaime Jiménez por la amistad sincera y por los momentos compartidos a lo largo de la carrera Universitaria.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 CULTIVO DE LA FRESA.....	3
2.1.1 Importancia del cultivo	3
2.1.2 Situación actual de la producción de fresa en Guatemala	4
2.1.3 Origen.....	4
2.1.4 Clasificación taxonómica	6
2.1.5 Descripción botanica	6
2.1.6 Variedades.....	8
2.1.7 Clima.....	8
2.1.8 Agua	9
2.1.9 Suelo.....	9
2.1.10 Sistemas de siembra	10
2.1.11 Fertilización.....	12
2.1.12 Control de malezas	12
2.1.13 Podas	13
2.1.14 Cosecha.....	13
2.1.15 Plagas, enfermedades y control en el cultivo.....	14
2.2 INVERNADERO	17
2.2.1 Condiciones ambientales que se relacionan con el invernadero.....	18
2.2.2 Tipos de invernaderos	19
2.2.3 Ubicación y orientación	20
2.2.4 Tamaño	21
2.2.5 Altura.....	21
2.2.6 Estructura y materiales de cobertura	21
2.2.7 Control climático de los invernaderos.....	22
2.2.8 Temperatura	22

2.3	ABONO ORGÁNICO.....	23
2.3.1	Lombricompost	24
2.3.2	Bondades del Lombricompost.....	25
2.3.3	Importancia económica.....	28
3.	JUSTIFICACIÓN.....	30
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	30
4.	OBJETIVOS.....	32
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	32
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
5.	HIPÓTESIS	33
5.1	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	33
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
6.1	LOCALIZACIÓN	34
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
6.3	FACTORES A ESTUDIAR	36
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	36
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	37
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	37
6.8	CROQUIS DE CAMPO.....	38
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	38
6.9.1	Establecimiento del diseño experimental	38
6.9.2	Construcción de medias pirámides.....	38
6.9.3	Llenado de bolsa	39
6.9.4	Aplicación de abono orgánico segun dosis	39
6.9.5	Colocado de bolsas.....	39
6.9.6	Siembra	39
6.9.7	Riego	39
6.9.8	Control de malezas.....	40
6.9.9	Manejo fitosanitario	40
6.9.10	Podas	40

6.9.11 Cosecha	40
6.9.12 Monitoreo de producción	40
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA	41
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	41
6.11.1 Análisis estadístico	41
6.11.2 Análisis económico	41
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
8. CONCLUSIONES	46
9. RECOMENDACIONES.....	47
10 BIBLIOGRAFÍA.....	48
11. ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Total de nutrientes en kilogramos por tonelada de lombricompost.	27
Cuadro 2. Proyección de reproducción de la coqueta roja.....	28
Cuadro 3. Composición del humus de lombriz, según análisis de muestra.....	28
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca.</i>), con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	36
Cuadro 5. Rendimiento en kg/tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	42
Cuadro 6. Análisis de varianza de rendimiento de frutos en kg/tratamiento por tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	43
Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey) de rendimiento de frutos en kg/tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	44
Cuadro 8. Porcentaje de rentabilidad por en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	44

Cuadro 9.	Resumen de información financiera de la evaluación un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	45
Cuadro 10.	Análisis económico en Quetzales del tratamiento testigo, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	52
Cuadro 11.	Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento testigo, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	53
Cuadro 12.	Análisis económico en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.21 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost,, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	54
Cuadro 13.	Flujo de fondos en Quetzales del análisis económico del tratamiento con dosis de 0.21 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	55

Cuadro 14.	Flujo de fondos en Quetzales del análisis económico del tratamiento con dosis de 0.42 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	56
Cuadro 15.	Flujo de fondos en Quetzales del análisis económico del tratamiento con dosis de 0.42 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	57
Cuadro 16.	Flujo de fondos en Quetzales del análisis económico del tratamiento con dosis de 0.66 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	58
Cuadro 17.	Flujo de fondos en Quetzales del análisis económico del tratamiento con dosis de 0.66 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m ² , con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Modelo de invernadero tipo colombiano utilizado en la investigación.	35
Figura 2. Estructura de medias pirámides utilizadas en la investigación.....	35
Figura 3. Localización geográfica del área experimental.....	60
Figura 4. Boleta de recolección de datos de campo	61

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, CHIANTLA, HUEHUETENANGO

RESUMEN

El cultivo de la fresa juega un papel importante en la economía de muchas familias, a pesar de esto las técnicas de producción de fresa no se han mejorado en relación con otros países productores. Actualmente la producción de fresa, se realiza de forma extensiva y casi sin utilizar tecnologías, que permitan incrementar los rendimientos y producción durante todo el año. Esta investigación evaluó el efecto de un sistema de producción del cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) variedad Festival, en macetas con tres dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas. Las dosis evaluadas fueron: 0.21, 0.42 y 0.66 kg/planta y un testigo absoluto. La investigación se llevó a cabo en Chiantla, Huehuetenango. El objetivo fue establecer la dosis óptima de abono orgánico tipo lombricompost que presenta los mejores niveles de producción y la mayor rentabilidad. Se utilizó el diseño de boques al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por 16 parcelas, cada una con 54 bolsas de polietileno que contenían una planta cada una, para fines de evaluación se tomaron las 28 plantas como parcela neta por cada unidad experimental. Los resultados muestran que usando una dosis de 0.42 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost se tiene los mejores rendimientos con un valor de 694.08 kg/120 m² y con dosis de 0.21 kilogramos/planta se presenta la mejor rentabilidad con 69.01%.

EVALUATION OF A CROP PRODUCTION SYSTEM OF STRAWBERRY UNDER CONTROLLED CONDITIONS IN CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

SUMMARY

Strawberry cultivation plays an important role in the economy of many families. Despite this, the strawberry production techniques have not improved in relation to other producing countries. Currently strawberry production is carried out extensively and almost without using technologies, which increase yields and production throughout the year. This research evaluated the effect of a system of crop production of strawberry (*Fragaria vesca*) Festival variety in pots with three doses of organic fertilizer type vermicompost under controlled conditions. The doses tested were: 0.21, 0.42 and 0.66 kg / plant and an absolute control. The research was conducted in Chiantla, Huehuetenango. The aim was to establish the optimal dose of organic fertilizer type vermicompost that presents the highest levels of production and higher profitability. The design applied was randomized blocks with four treatments in four replications. The experimental unit was represented by 16 plots, each with 54 plastic bags containing a plant each. For evaluation purposes, as the net plot, 54 plants per experimental unit were taken. The results show that using a dose of 0.42 kg / plant of organic fertilizer type vermicompost you have the best returns with a value of 694.08 kg / 120 m² and a dose of 0.21 kg / plant presents the best performance with 69.01%.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país con potencial para la producción de diversos productos por su condiciones agroclimáticas, en la actualidad se han desarrollado diversos cultivos esto para proveer de alimentos a las familias y mejorar la seguridad alimentaria como también para la generación de ingresos con miras a la mejorar la calidad de vida de las familias, para ello en la actualidad se trabaja sobre la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles para el desarrollo de tecnologías por medio de las cuales se puedan obtener mejores producciones e ingresos.

En Guatemala la agricultura juega un papel importante ya que es por medio de la cual se dinamizan las economías de las familias del país, ya que se cuenta con una diversidad de microclimas los cuales permiten la producción de diversos productos en las diferentes regiones del país.

El cultivo de la fresa juega un papel importante en la economía de muchas familias en especial del altiplano central del departamento de Chimaltenango ya que es la zona de mayor producción de este cultivo y que es dedicado en su mayoría a la exportación, a pesar de esto las técnicas de producción de fresa no se han mejorado en relación con otros países productores ya que actualmente la producción se realiza de forma extensiva y sin utilizar tecnologías de punta las cuales permitan incrementar los rendimientos y contar con producción de fruta durante todo el año.

La importancia del cultivo de la fresa y el consumo de su fruto es dado por las cualidades de ser fuente de antioxidantes y fuente natural de vitamina C, además es ampliamente apetecida por las familias para consumo en fresco y repostería, este cultivo bajo condiciones de invernadero tiene la virtud de ser producido en todas las épocas del año y acelerar la producción para tener diferentes etapas y ventanas de mercado para obtener y ofertarlo a buen precio.

Cuando hablamos de mejorar los sistemas de producción, nos referimos a buscar nuevas formas de producción para incrementar los rendimientos, es por ello que en

esta investigación se evaluó el efecto de un sistema de producción del cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en macetas con tres dosis de lombricompost mezclado con el sustrato bajo condiciones controladas, con el objetivo final de encontrar una tecnología o mecanismos apropiados los cuales permitan el mejoramiento de la producción y una alternativa de diversificación, una fuente de ingresos y trabajo para las familias del área rural de la villa de Chiantla departamento de Huehuetenango, utilizando la variedad de fresa **Festival** que ha desplazado a las variedades europeas, ocupando un 98 % de la superficie dedicada al cultivo en el país, todo ello gracias a su mayor productividad, precocidad, calidad y adaptación a las condiciones agroclimática.

Teniendo en cuenta el objetivo de la investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos al finalizarla se determinó que el cultivo de fresa manejado con una dosis de 0.42 kilogramos/planta de abono orgánico tipo lombricompost tiene los mejores rendimientos con un valor de 694.08 kg/120 m² y el tratamiento manejado con dosis de 0.21 kilogramos/planta presenta rentabilidad de 69.01% superior a los demás tratamientos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EL CULTIVO DE LA FRESA

2.1.1 Importancia del cultivo

Attra (2006), la frutilla o fresa es un vegetal del tipo vivaz que puede vivir varios años, sin embargo dura dos años en producción económica, en plantaciones de mayor edad las plantas se muestran más débiles, con bajo rendimiento y frutas de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades, especialmente virosis.

Bethancourt (2006), menciona que se ha convertido en un cultivo industrial muy importante a nivel mundial, se puede afirmar que la planta posee las más variadas y complejas posibilidades de manejo, esta condición le ha permitido un desarrollo inusitado en las áreas productivas. Al desarrollo científico y tecnológico en la producción de esta fruta ha contribuido la naturaleza de su morfología y fisiología, que permiten manejarla en condiciones de ambiente controlado y también la atracción que ofrecen sus características de forma, color, gusto y aroma, lo que ha hecho de la fresa uno de los productos más apetecidos, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados de demanda universal.

Bethancourt (2006), la fresa o frutilla es cultivada en al menos 63 países del mundo, con una producción superficie plantada de 3.110.200 t y 221.500 ha, respectivamente.

Attra (2006), la importancia actual que se ha dado en el mundo a la fresa o frutilla ha hecho que su cultivo se extienda a casi toda Europa, principalmente en el reino unido, Francia, Alemania, Ex-Yugoslavia, países bajos, Polonia y España, en América: Estados Unidos, Canadá, México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina, hay opiniones que sostienen que la fresa es uno de los productos con creciente posibilidad de expansión de consumo.

2.1.2 Situación actual de la Producción de Fresas en Guatemala

Salazar (2006), indica que el cultivo de la fresa se realiza en un total de 413 fincas en todo el territorio de Guatemala, con un total de 146 manzanas productivas de superficie cultivada, distribuidas en 9 departamentos, que son: Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y Alta Verapaz y con una producción de 3081,181 kg/ año.

Castro (2009), indica que el mayor productor de fresa a nivel mundial es Estados Unidos, seguido de España y Japón. Para Guatemala, su producción ha ido en aumento los últimos años, según datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, se produjo 2500 t de fresa en el año 2007. El crecimiento que está teniendo este mercado es muy alto, pues posee una tasa de crecimiento de un 15% anual. A los países que principalmente se exporta se encuentran El Salvador y Honduras, se desea expandir el mercado hacia América del Norte y Europa, pues el producto cumple con las normas de calidad requeridas en estos continentes. Guatemala es el único país en Centro América que exporta fresa.

2.1.3 Origen

Bethancourt (2006), señala que se le conoce como Fresa o Frutilla. Es una planta herbácea, emite tallos a ras del suelo llamados estolones que dan origen a nuevas plantas. El fruto es el receptáculo de la flor, carnosa y azucarada de forma redonda o acorazonada, que al inicio es verde y al madurar adquiere color rojizo.

Castro (2009), describe que el Nombre común de una hierba (género fragaria) de porte bajo del género de la familia de los rosáceos (Rosaceae) y del fruto comestible que produce. La familia de los rosáceos incluye más de 2,000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por las regiones templadas de todo el mundo.

Castro (2009), indica el fruto es el resultado de la agregación de muchos carpelos secos diminutos sobre un receptáculo pulposo de color rojo escarlata, menciona que la

fresa es nativa de las regiones templadas de todo el mundo y se cultiva en grandes cantidades. Su color y aroma son de los más apetecibles. Tienen un alto valor nutricional que se incrementa al ingerirse crudas.

Salazar (2006), menciona que la fresa pertenece al grupo de las bayas (bayas: fresa, mora y frambuesa), el nombre científico de la fresa es: (*Fragaria vesca*), de la familia de las rosáceas, esta constituida por sus tallos rastreros, hojas vellosas, flores blancas o amarillentas y su fruto es casi redondo, el fruto de la fresa es rico en vitamina C y contiene cantidades pequeñas de vitamina B1, B2, B3, B6 y E; entre los minerales destacan el calcio, el yodo, el fósforo, magnesio, hierro y potasio; las fresas también contienen ácido fólico y un contenido importante en fibra

Attra (2006), Indica que las frutillas modernas de fruto grande tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas a casi todo el mundo, excepto Africa, Asia y Nueva Zelanda.

Attra (2006), menciona que algunos escritores clásicos como Plinio, Virgilio y Ovidio, alaban su fragancia y sabor, ellos se referían a (*Fragaria vesca*), la común "frutilla de los bosques", que creció en grandes superficies de Europa, especialmente en Francia e Inglaterra. La forma más conocida de ellas es la "alpina", aún cultivada y originaria de las laderas orientales del sur de los Alpes, mencionadas en los libros por el año 1400, en aquellos tiempos se cultivó también (*Fragaria moschata*) que se distinguía por ser una planta de buen desarrollo.

Attra (2006), menciona que alrededor del año 1600, esta (*Fragaria moschata*) fue llevada por colonizadores a América del norte, donde se adaptó muy bien, especialmente en las costas del este, en 1795 se indica que T.A. Knight inició sus trabajos de mejoramiento a través de cruzamientos e hibridaciones utilizando materiales de Norteamérica y obtuvo dos variedades conocidas como doughton y eton. Estas investigaciones estimularon para que posteriormente en Inglaterra en 1811 y 1814 se desarrolle el mejoramiento de la frutilla bajo los auspicios de la "England's Royal

Horticultural Society", en 1,834, en Estados Unidos de Norteamérica se creó la primera variedad comercial dioica conocida como hooney, más resistente al frío que las importadas de Inglaterra. Posteriormente Wilson (1851) mediante sus trabajos de fitomejoramiento transforma la producción de frutilla como cultivo de importancia económica en todo el territorio de Norteamérica.

Attra (2006), indica que a partir del año 1900, la Universidad de California intensificó sus trabajos de mejoramiento genético. En igual forma lo hicieron los países europeos y posteriormente países de otros continentes.

2.1.4 Clasificación taxonómica

Bonet (2010), indica que desde el punto de vista botánico la fresa se clasifica y ubica en:

- Reino: Plantae
- Subreino: Embryobionta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Sub Clase: Rosidae
- Orden : Rosales
- Sub orden: Rosanae
- Familia: Rosaceae
- Subfamilia: Rosoideae.
- Tribu: Potentilea.
- Sub tribu: Fragariinae
- Género: Fragaria
- Especie: Fragaria dioica.

2.1.5 Descripción Botánica

Flórez y Mora (2010), indica que la fresa, aunque en el ámbito técnico es considerada una especie hortícola herbácea, con tallo y raíz bien definida, realmente es una planta leñosa y perenne a la que se le aplican los parámetros fisiológicos de los árboles y

arbustos caducifolios, a medida que la corona envejece se van lignificando algunos tejidos conductivos y crecen las coronas laterales, “las raíces funcionales, hojas y otros órganos se forman sobre la parte leñosa de la corona haciendo que parezca un árbol de hoja caduca con sus mismas respuestas esenciales al medio ambiente por esta razón a veces se piensa que la planta de fresa es más bien una planta leñosa de vida corta”.

ICAMEX (2006), menciona que la planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne, el sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto los cuales van de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes, las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc., que rompen el equilibrio, la profundidad del sistema radicular es variable dependiendo entre otros factores del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo, en condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm.

ICAMEX (2006), indica que el tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas ($300-400/\text{mm}^2$), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

ICAMEX (2006), indica que las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas, la ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal, en el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño, la flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso al momento de la fecundación cada óvulo da lugar a un fruto de tipo aquenio que al momento de desarrollarse los

aquenos, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al “fruto” de la fresa.

2.1.6 Variedades

ICAMEX (2006), indica que se conocen en el mundo más de 1000 variedades de fresa, de las cuales a nivel de México las variedades más cultivadas son: chandler, tajo, oso grande, cresta de gallo rioja, festival y otras en menor escala. En Guatemala las variedades más utilizadas por los productores son Oso grande, camarosa y festival.

ANGELFIRE (2001), menciona que todas estas variedades mencionadas son conocidas como plantas típicas de día corto, esto es que su producción de fruta se estimula cuando los días son de menos de 12 horas de luz. Últimamente, la Universidad de California está investigando y obteniendo variedades seleccionadas a partir de una especie de fresa que no responde al fotoperiodo. En 1984, se introdujo en Costa Rica la variedad Brighthon de día neutro, con resultados muy prometedores, ya que la cosecha se adelanta hasta en dos meses a las variedades tradicionales de día corto. En 1985, se introdujo al país la variedad Selva que tiene un comportamiento intermedio entre día corto y día neutro, produce una fruta de excepcional tamaño y gran calidad.

a) Variedad Festival

BIONEST (2003), La variedad de fresa festival produce frutos cónicos de color rojo brillante por fuera y color rojo intenso en su interior durante todo el ciclo de producción mantienen su tamaño de mediano a grande, la fruta es aromática, tiene firmeza y buena vida de anaquel en postcosecha, la arquitectura de la planta es abierta con largos peciolo que facilitan la polinización y la cosecha de los frutos, es resistente a enfermedades y tiene buena polinización en climas frescos y húmedos.

2.1.7 Clima

ICAMEX (2006), indica que la fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque los órganos florales quedan destruidos

con valores algo inferiores a 0 °C, al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de 55 °C, los valores óptimos para una fructificación adecuada se sitúan en torno a los 15-20 °C de media anual, temperaturas por debajo de 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por frío, en tanto que un tiempo muy caluroso puede originar una maduración y coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización .

2.1.8 Agua

ICAMEX (2006), describe que la fresa es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta, se considera que un fresal tiene un consumo hídrico de 400 - 600 mm anuales, los cuales extrae entre los primeros 30-40 cm de profundidad por tener raíces superficiales, para la siembra en seco se recomienda aplicar 1600 mm anuales.

2.1.9 Suelo

ICAMEX (2006), describe que un suelo ideal para la producción de la fresa comprende las texturas fina y medio como el caso de los arcillo limosos y los franco arcillosos, cuya composición esté dentro de los siguientes parámetros:

- pH 5.5-6.5
- Materia Orgánica 4-6 %
- Nitrógeno asimilable 100 a 120 ppm
- Fósforo (P₂O₅) 20 a 30 ppm
- Potasio (K₂O) 120 a 180 ppm
- Calcio (Ca) 1000 a 1500 ppm
- Magnesio (Mg) 150 a 200 ppm
- Sulfatos (SO₄) 100 a 200 ppm
- Cloruros (Cl) menos de 20 ppm
- Sodio (Na) menos de 100 ppm
- Manganeso (Mn) 4 ppm

- Hierro (Fe) 10 ppm
- Zinc (Zn) 3 ppm
- Boro (B) 2 ppm
- Cobre (Cu) 1 ppm

ICAMEX (2006), indica que para suelos salinos se registra una disminución progresiva en la producción de fruta debido a las altas concentraciones de sales, motivo por el cual hay que evitar este tipo de suelos, por otra parte los suelos con altos contenidos de Ca mayores a 5% dan origen al bloqueo del Fe, que provoca como consecuencia una clorosis progresiva, también conocida como clorosis caliza lo importante en esto es hacer análisis de suelos oportunos.

2.1.10 Sistemas de siembra

a) Platabandas de hilera simple.

Ingeniería agrícola (2008), indica que se usan generalmente en el sur de Chile, en terrenos sin problemas de salinidad y con mayor pendiente, el sistema es definido por la siembra en surcos simples con distanciamientos entre planta de 0.20 m entre planta y 0.40 m entra hilera o surco.

b) Platabandas de doble hilera.

Ingeniería agrícola (2008), indica que con este sistema hay menos pudrición de frutas ya que el agua de riego no está en contacto con las plantas y se reduce el daño por acumulación de sales tóxicas en la zona radicular. Pueden ser regadas por surcos o por una línea de góteros o manguera porosa La densidad puede llegar a 55,000 plantas/ha (0.35 m entre hileras y 0.20 m entre plantas). Es el sistema más utilizado en Guatemala y en otros países del ecuador.

c) Platabandas de cuatro hileras.

Ingeniería agrícola (2008), indica que es muy utilizado en EE.UU. especialmente en plantaciones de invierno en zonas costeras de California, donde el suelo es liviano y el riego se hace por goteo, con doble manguera, permite una densidad de 100,000 a 110,000 plantas/ha. La altura de las platabandas es importante porque permite mejor

desarrollo radicular debido a que hay una mejor exposición al sol lo que eleva la temperatura de la tierra en los costados.

d) Sistema sin suelo en soporte suspendido

Horticom (2001), indica que en este sistema, la planta se dispone en una bolsa doble colgada del mismo emparrillado del invernadero, como si fuera una alforja, la cual lleva diferentes bolsillos de perlita, el tamaño del bolsillo, tras varias investigaciones para conocer el tamaño idóneo, es de un litro aproximadamente de sustrato, cada uno de estos bolsillos lleva un pequeño agujero de drenaje, con lo que controlamos la cantidad de riego a aportar, y logramos que el agua por gravedad, pase de una planta a otra de la bolsa, el riego se realiza por la parte superior de la bolsa, mediante piquetas de riego, acopladas a goteros autocompensantes, al igual que se hace en otros tipos de cultivos sin suelo, las piquetas, no se colocan en todos los bolsillos, sino cada tres plantas, para que el aporte de agua en cada planta sea uniforme, la orientación de las distintas bolsas se hace norte-sur, con dos metros de separación de pasillo, para que a las plantas les llegue la máxima cantidad de luz, con este sistema se está obteniendo una fresa de una calidad excelente, ya que al no estar en contacto con el suelo no existen deformaciones, ni enfermedades.

e) Cultivo en pirámides

Infoagro (2003), indica que en este caso se emplean estructuras de fibra de vidrio, semejantes a las que se utilizan en otros cultivos hortícolas, las diferentes estructuras se colocan de forma horizontal, apoyadas en unas estructuras metálicas que adoptan forma de pirámide, de ahí su nombre, en cada pirámide se empezó utilizando tres pisos de tablas de lana de roca, con cinco líneas de tablas, dos a cada lado y una en la cúspide de la pirámide, se comprobó que la planta le faltaba iluminación y tenía demasiada humedad, por lo que se ha optado por colocar dos pisos de tablas con tres líneas (dos a cada lado y una en la cúspide) e incluso últimamente se está viendo cómo se comporta la planta con un solo piso de tablas de dos líneas, dejando la cúspide sin planta, al igual que en el otro sistema, se realiza el riego mediante piquetas de riego con goteros autocompensantes y se realizan diversos drenajes en las tablas, al

igual que en los cultivos hortícolas, en este sistema la planta no necesita estar suspendida de ningún soporte, por lo que tenemos mayores posibilidades de adaptarlo a diferentes estructuras de invernaderos.

f) Cultivo en medias pirámides

Infoagro (2006), existe también otra alternativa en este sistema, que consiste en una media pirámide, es decir, las plantas se orientan al sur, en diferentes tipos de escalones, siendo el lado norte totalmente recto, sin plantas.

2.1.11 Fertilización

Angelfire (2001), menciona que en general, se considera que la planta de fresa no es muy exigente a la fertilización. Existen resultados indicadores de que no hay respuesta a la aplicación de fertilizantes al suelo. En la Universidad de Costa Rica se han realizado diversos estudios de fertilización, tanto en La Garita como en Fraijanes de Alajuela, con resultados que no permiten concluir claramente, sobre la respuesta de la planta a la aplicación de fertilizantes en el suelo, sin embargo, dado que el cultivo de la fresa es muy intensivo y además es una planta de alta producción, es importante mantener un programa de fertilización para reponer la extracción de nutrientes y mantener la fertilidad del suelo. La experiencia de los productores en el país, demuestra que el cultivo puede responder en forma diferente de acuerdo con las circunstancias. En suelos nuevos, que han estado con pastos, no es necesario fertilizar el primer año.

Aplicaciones de fósforo, potasio y elementos menores, no han dado resultados. La adición de nitrógeno en estas condiciones, provoca un gran desarrollo vegetativo que retrasa la cosecha. En suelos con varios ciclos de siembra y sobre todo con pendientes pronunciadas, hay respuesta a la aplicación de nitrógeno en cantidades moderadas. También en fórmulas completas como 10-30-10.

2.1.12 Control de malezas

Pimentel y Velásquez (2010), indican que la limpieza y deshierbe de los terrenos es muy importante, con ello se evita que las malezas alberguen insectos y enfermedades

que dañarán las plantas. La fumigación del terreno antes de plantar elimina semillas de maleza y mantiene el vivero limpio por un tiempo, cuando no se fumiga previamente, los deshierbes se pueden hacer con mano de obra, utilizando las llamadas “rozaderas” o “azadones”, o bien con productos herbicidas aplicados al fondo del surco; en este último caso, cuidando que las aspersiones no lleguen a las plantas de fresa, los productos herbicidas comúnmente utilizados para el deshierbe de la fresa son: 1,1-dimetil-4-4-bipiridilo dicloruro, Napropamida, Dimetiltetracloroftalón y se utilizan en malezas establecidas, pre-emergencia.

2.1.13 Poda

Angelfire (2001), menciona que la poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta.

2.1.14 Cosecha

Pimentel y Velásquez (2010), indican que las primeras fresas se empiezan a cortar a los 40-50 días después de la plantación, si la variedad cultivada es precoz; si es tardía puede tardar 60 o más días, la primer floración produce frutos pequeños en los primeros cortes pero en los sucesivos se incrementa paulatinamente la calidad y cantidad, en el ciclo de cultivo se reconocen de manera general tres periodos de alta productividad: noviembre-enero, marzo-abril y mayo dentro de estas temporadas la mejor calidad del fruto se obtiene regularmente en los dos primeros periodos.

Pimentel y Velásquez (2010), hace referencia que el corte de la fruta se realiza manualmente, la fruta se coloca primeramente en cajas de nylon pequeñas, las cuales a su vez en número de ocho cajas se colocan en una caja mayor de cartón de tal manera que se va cosechando y colocando la fruta directamente en las cajas de empaque para su exportación.

2.1.15 Plagas, enfermedades y control en el cultivo

a) Plagas más comunes

- **Afidos** (*Pentatrichopus fragaefolii*)

Attra (2006), indica que el pulgón de la frutilla (*Pentatrichopus fragaefolii*), daña por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas y lo más importante es que a través de esta acción transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones. Se pueden controlar con insecticidas sistémicos y de contacto.

- **Arañitas Bimaculada** (*Tetranychus urticae* y *cinnabarinus*)

Flórez y Mora (2010), indica que la arañita causa la decoloración cerca a las nervaduras centrales debido a la erosión causada por las larvas que se protegen extendiendo una telaraña fina, la forma de manejo es por medio de la eliminación de árboles secos aledaños, retirando los residuos de cosechas anteriores y de podas, evitar tener cerca caminos secos y polvorientos, alternar acaricidas con hidrolato de ajo que actúa con efecto repelente y asfixiante, como control biológico se puede hacer la liberación de fitoseidos predadores como *Amblyseius* spp., el manejo químico en fresa para control de arañitas debe de hacerse con abamectina, lambdacialotrina, diafenturion, clofentezin, flufenxuron, etoxazole acompañados de un ovicida (tetradifon) y haciendo rotación de moléculas.

- **Thrips** (*Frankliniella occidentalis*)

Flórez y Mora (2010), menciona que los thrips provocan en la planta de fresa frutos bronceados, opacos con fisuras muy finas superficiales cercanas al cáliz y frutos deformados que presentan “caregato” para su control de debe de manejar oportunamente las malezas, monitoreo frecuente de la plaga, fumigaciones con hidrolato de ajo, la no eliminación de enemigos naturales como *Orius* spp., *Chrysoperla* spp, *Amblyseius* spp, y hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, el control químico puede realizarse con fipromil, triociclanhidrogenoxalato, lambdacialotrina y spinosad.

- **Gusanos cortadores**

Flórez y Mora (2010), mencionan que los trozadores y cortadores (*Spodoptera spp*), pueden llegar a dañar el punto de crecimiento de la corona, las larvas más pequeñas pueden alimentarse de los frutos, el control puede realizarse por medio de control biológico por medio de *Bacillus thuringiensis* y liberación de *Trichogramma spp* para control de huevos y control químico por medio de la utilización de clorpirifos y lambda-dacialotrina.

- **Ácaro del Cyclamen** (*Steneotarsonemus pallidus*)

Flórez y Mora (2010), mencionan que provoca en la planta hojas rizadas, abullonadas, rugosas y de color parduzco, provoca fuerte disminución en el crecimiento y enanismo, frutos secos y ásperos secos, pequeños con los aquenios sobresalientes el manejo, para evitar la plaga se utilizan plantas certificadas, establecimiento de los cultivos nuevos aislados de los viejos para prevenir transporte a través de maquinaria y operarios, evitar caminos secos y polvorientos, el manejo químico en fresa para control de acaro debe de hacerse con abamectina, lambda-dacialotrina, diafenturion, clofentezin, flufenxuron, etoxazole acompañados de un ovicida (tetradifon) y haciendo rotación de moléculas.

- **Gastropodos**

Flórez y Mora (2010), indica que las babosas (*Deroceras spp.*) a su paso deja un rastro de baba brillante y deja agujeros profundos en los frutos, para el control se debe de preparar el terreno triturando las babosas y exponiéndolas para deshidratación y a aves predatoras, el control químico debe de hacerse con cebos tóxicos a base de metaldehído que no entren en contacto con los frutos.

b) Enfermedades más comunes

- **Rhizoctoniasis** (*Rhizoctonia fragariae*)

Flórez y Mora (2010), indica que en las coronas aparecen lesiones en la zona cortical café obscuro a necróticas, en las raíces se producen lesiones café y las raicillas

afectadas se mueren y provoca pudrición dura en la punta de los frutos verdes, para el control de la enfermedad es importante no sembrar donde hayan sembrado papa, tomate, pimentón, garantizar buen drenaje del suelo y el control químico puede hacerse por medio de desinfección de plantas antes de la siembra por medio de inmersión en solución de fungicidas con benomil o tiofanato.

- **Verticilosis** (*Verticillium alboatrum*)

Flórez y Mora (2010), indica que ataca corona y tejido cortical de las raíces, en un corte transversal se observa un anillo café rojizo con el centro de coloración normal, hojas externas toman un color café en las áreas marginales e intervenales y colapsan, las hojas internas se atrofian pero permanecen verdes y turgentes, para controlar la enfermedad es necesario y recomendable utilizar variedades resistentes, hacer rotaciones largas de cultivos, evitar lotes húmedos y garantizar buen drenaje de los suelos y desinfectar el suelo con 1,3-dicloropropeno y cloropicrina.

- **Moho Gris** (*Botrytis cinérea*)

Flórez y Mora (2010), menciona que es un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infestados. En los frutos se presentan manchas acuosas bien definidas de coloración café que profundiza al interior de los tejidos, para controlar la enfermedad se recomienda la utilización de densidades de siembra no muy altas que permitan la aireación, evitar fertilizaciones nitrogenadas excesivas, retirar frutos y tejidos infectados, evitar encharcamientos y aplicación moléculas químicas con rotación fungicidas a base de piraclostrobin+ metiram o piraclostrobin+ epoxiconazol.

- **Mildeo Polvoso** (*Sphaerotheca macularis*)

Flórez y Mora (2010), menciona que el hongo provoca la presencia de polvillo gris en el envés de las hojas, se enrollan hacia arriba dejando a la vista el polvillo, al avanzar la

enfermedad presentan manchas purpuras sobre la hoja, los pétalos de las flores adquieren una coloración rosada, pueden cubrirse de polvillo o se deforman, aparece polvillo blanco en los frutos y permanecen blandos, para el control de la enfermedad debe de evitarse las altas densidades de siembra evitar fertilizaciones nitrogenadas excesivas, utilizar variedades resistentes y aplicar fungicidas a base de azufre.

2.2 INVERNADERO

Alvarado (2003), define que un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. También se puede definir como una estructura física que propicia condiciones favorables para el cubrimiento y protección de un área de tal manera que se crea un microclima que ayude al desarrollo de las plantas, especialmente destinadas al consumo humano, en ellos se acostumbra cultivar hortalizas fuera de la estación.

Gomez (2010), describe como característica principal de un invernadero debe permitir el paso de la luz y ser herméticos, de tal manera que su objetivo principal es proteger los cultivos de los factores ambientales adversos, como fuertes lluvias, vientos, bajas temperaturas (heladas) y granizadas, permitiendo así el manejo y control de las condiciones ambientales internas como la temperatura, humedad atmosférica, aireación, desechos metabólicos de las plantas y riego, con el propósito de ofrecer el medio más favorable para el óptimo desarrollo y productividad de los cultivos escogidos, además permite diversificar la producción agrícola.

Alvarado (2003), señala las ventajas del empleo de invernaderos son: mejor planificación del cultivo, que permita controlar el flujo de la producción, el incremento de la productividad, mayor calidad de los frutos, mejor posicionamiento en el mercado, aumento de la eficiencia en el empleo de insumos, precocidad en los frutos, aumento de la calidad y del rendimiento, producción fuera de época, ahorro de agua y fertilizantes, mejora del control de insectos y enfermedades, posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

2.2.1 Condiciones ambientales que se relacionan con el invernadero

a) Luz

Martínez (2008), menciona que la luz proveniente del sol a diferentes horas, llega al invernadero con una intensidad que se puede medir en unidades “foot candles” (FC). Un Foot candles es la medida de la intensidad luminosa que produce una bujía situada a un pie (30 cm) de distancia. Para que una planta hortícola funcione bien debe llegarle entre mil y tres mil F.C. De acuerdo con la ubicación del invernadero y el material de la cubierta, la cantidad de luz que pasa al interior varía entre el 60 y el 90%.

b) Temperatura

Martínez (2008), hace referencia en el aumento de temperatura interior con relación a la exterior oscila entre 5 °C y 20 °C. Es importante que el diseño del invernadero (altura y ventilación), permita manejar fácilmente la temperatura de los rangos manejados para cada especie. Las temperaturas óptimas varían de acuerdo con el cultivo, la variedad y las diversas etapas de crecimiento.

c) Humedad ambiental

Gómez (2010), explica que la humedad ambiental siempre es mayor dentro de un invernadero que al aire libre tanto por ser un lugar cerrado como por la evapotranspiración de las plantas. Esta se puede disminuir con una buena aireación o sistema de ventilación que evacúe el aire húmedo y ventile las plantas, además de beneficiar el intercambio de gas carbónico (CO₂). Es importante tener en cuenta que el comportamiento del aire a medida que se va calentando es ascendente. El rango óptimo de humedad ambiental varía según la especie del cultivo, pero en general debe estar entre el 60 y 80%.

Hidalgo (2003), en su investigación: “Evaluación de la adaptabilidad de treinta especies de plantas medicinales bajo condiciones de invernadero, La Alameda, Chimaltenango” concluyó indicando que las condiciones bajo invernadero, temperatura y humedad, aceleran el crecimiento de las plantas aumentando así su área foliar, altura de la planta,

y diámetro de cobertura, lo cual se refleja en un incremento considerable de materia fresca como de materia médica por hectárea en comparación con lo que informan varios autores. Así mismo señala que las condiciones de cultivo bajo invernadero estimulan a las plantas evaluadas a que sus etapas fenológicas sean más precoces lo que refleja a que puedan ser cosechadas más rápido y con mayor número de cortes por año.

d) Suelo

Gómez (2010), menciona que el lugar a construir el invernadero o piso debe estar limpio de hierbas y basuras (piedras, maleza, etc.). El relieve del terreno debe ser liso y si tiene una pendiente fuerte deben de hacerse terrazas. Puede aplicarse una capa de cobertura al suelo de 5 a 10 centímetros con materiales como: cascarilla de arroz, material de relleno arcilloso o seco, grava, ladrillo molido, etc.

e) Viento y sol

Gómez (2010), señala que es de gran importancia la protección de los cultivos, tanto de sol como de vientos ya que ambos provocan deshidratación. Por otro lado, el viento cambia el microclima constantemente en un lugar dado. Protegiendo a los cultivos de ese factor ambiental, se mantiene estable el clima dentro del invernadero.

González (2003), en su investigación: “Evaluación del efecto de distancia de siembra sobre el rendimiento de cuatro materiales en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum*), bajo condiciones de invernadero, en Aldea La Federación, del Municipio y Departamento de San Marcos”, concluye: Que el rendimiento del cultivo de chile pimiento bajo condiciones de invernadero, es un método y sistema más eficiente ya que podemos controlar temperatura, humedad, viento, zona radicular y principalmente plagas y enfermedades.

2.2.2 Tipos de invernaderos

Gómez (2010), señala que los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según se atiende a determinadas características de sus elementos constructivos (por su

perfil externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura, etc.). Inicialmente se introdujeron al País, diseños Colombianos y Ecuatorianos dado el avance de estos Países en la explotación florícola bajo condiciones de invernadero. Su construcción implicaba el uso de cantidades altas de madera que lógicamente incrementaba los costos de inversión. Actualmente se ha modificado combinando la experiencia en Guatemala, con la tecnología incorporada de dichos países, hoy día se cuenta con diseño de tipo semicircular, capilla, túnel, colombiano y otros, según el diseño de la estructura existen diferentes tipos de invernaderos:

a) Invernadero tipo colombiano

Martínez (2008), hace mención que es una variante de las dos vertientes en sentido contrario con ventilación o espacio vertical entre la cúspide de ambas. Es una variante que permite un buen control de la ventilación en climas muy variables. Es el tipo de invernadero de mayor uso en Guatemala especialmente en la zona de San Marcos por su economía, construcción rápida, menor evapotranspiración.

2.2.3 Ubicación y orientación

Alvarado (2003), describe que la ubicación del invernadero debe estar en relación con el sol, con el fin de permitir la mayor y más homogénea luminosidad posible sobre el cultivo y en relación con el viento para protección del invernadero. El diseño y localización de los invernaderos debe atender a conceptos técnicos muy importantes para el éxito del proyecto. Para el caso de Centroamérica aunque no estemos relativamente muy lejos del eje ecuatorial se debe prever que la construcción se localice de manera que las hileras de las plantas no se orienten exactamente de este a oeste, como es la costumbre, dependiendo de la época del año existe una desviación del sol con respecto al eje norte-sur, lo cual es importante considerar para lograr la mayor incidencia de luz sobre las plantas, esta desviación puede ser desde 5 hasta 8 grados, lo que permite una mayor incidencia de los rayos solares sobre las plantas, con sus correspondientes beneficios.

2.2.4. Tamaño

Alvarado (2003), señala que el tamaño de la estructura de los invernaderos varía de acuerdo a los propósitos y posibilidades del productor. Sin embargo se recomienda que la superficie y el volumen del invernadero sean lo suficientemente grandes como para permitir algunas tareas de fumigación o algún trabajo de mecanización que resulte rápida y cómoda.

2.2.5 Altura

Gómez (2010), hace mención que este es otro aspecto a considerar en el diseño de los invernaderos, ya que existen variedades de algunos cultivos que alcanzan alturas de 2.5 m 3.0 m por lo que se recomienda que la altura del invernadero sea de 5.0 m para que exista una buena aireación interna. Se deben habilitar cortinas laterales móviles, es decir que puedan abrirse o cerrar, para que se produzca una renovación de aire, especialmente durante épocas del año en que estos factores son más necesarios: ventilación en época calurosa y protección contra el aire de cortinas en época de frío y lluvia.

2.2.6 Estructura y materiales de cobertura

Gómez (2010), indica que los materiales que configuran la estructura deben de resistir los esfuerzos mecánicos a los que van a ser sometidos y no deformarse con el paso del tiempo. El peso de la propia estructura, el empuje del viento y la sobrecarga de una helada son los elementos que hay que tomar en cuenta a la hora de diseñar o instalar un invernadero. La estructura puede ser de hierro, madera o combinación de hierro-madera y cubierta de plástico, lo que constituye una película con transparencia controlada, con un filtro selectivo de espectro de luz. Una de las características del plástico ó recubrimiento es que debe ser resistentes a los factores climáticos adversos (lluvia, viento, granizo) y permitir la mayor transmisión posible de radiación solar que reciba, dentro de la producción comercial de hortalizas y flores, la luz juega un papel importante para el desarrollo y crecimiento vegetativo las plantas verdes dependen de la energía que les proporciona la luz solar, la cual se aprovecha mediante procesos de fotosíntesis.

La parte visible del espectro solar, que equivale al conjunto de rayos cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 y 770 nanómetros que es el que percibimos como radiaciones visibles (luz). Pero las plantas tienen una sensibilidad distinta para la luz, solo a la fracción luminosa comprendida entre longitudes de onda de 400 y 700 nanómetros. Les resulta útil para la fotosíntesis. El nuevo diseño de las cubiertas plásticas está enfocado a incorporarle un paquete de aditivos que filtra cierto aspecto de luz solar que entra o reduce la quema severa de hojas y flores, permitiendo el paso del espectro beneficioso para fotosíntesis.

2.2.7 Control climático de los invernaderos

Alvarado (2003), señala que el cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final. En los últimos años son muchos los agricultores que han iniciado la instalación de equipos que permiten la automatización de la apertura de las ventilaciones, radiómetros que indican el grado de luminosidad en el interior del invernadero, instalación de equipos de calefacción, etc.

2.2.8 Temperatura

Gómez (2010), argumenta que este es el parámetro más importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, normalmente la temperatura óptima para las plantas se encuentra entre los 10 y 20 °C para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada, así mismo se deben aclarar los siguientes conceptos de temperaturas, que indican los valores objetivos a tener en cuenta para el buen funcionamiento del cultivo y sus limitaciones:

Temperatura mínima letal, aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta, temperaturas máximas y mínimas biológicas, Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, temperaturas nocturnas y diurnas, Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta. La temperatura en el interior del invernadero, va a estar en función de la radiación solar, comprendida en una banda entre 200 y 4000 nm, la misión principal del invernadero será la de acumular calor durante las épocas invernales. El calentamiento del invernadero se produce cuando el infrarrojo largo, procedente de la radiación que pasa a través del material de cubierta, se transforma en calor, esta radiación es absorbida por las plantas, los materiales de la estructura y el suelo, como consecuencia de esta absorción, éstos emiten radiación de longitud más larga que tras pasar por el obstáculo que representa la cubierta, se emite radiación hacia el exterior y hacia el interior, calentando el invernadero.

2.3 ABONO ORGÁNICO

Rivera (2005), Los abonos orgánicos, son el producto de desechos de origen vegetal animal, que han sufrido transformación debido a un proceso de descomposición.

Solórzano (1991), La materia orgánica se obtiene a partir de restos vegetales (hojarasca, malas hierbas, abonos verdes, aboneras, desechos de cocina y cosechas), restos animales (huesos, restos del rastro, estiércoles y orina).

De León (2001), Conforme la materia orgánica se va descomponiendo por acción de las bacterias, hongos, lombrices, y otros organismos del suelo, el nitrógeno y los alimentos minerales se van convirtiendo en formas inorgánicas aprovechables para los cultivos subsecuentes, químicamente la materia orgánica es la fuente en el suelo de casi todo el Nitrógeno.

Según Orozco (2003), La materia orgánica del suelo se origina en los organismos que viven dentro y encima del suelo y los residuos del cultivo. También describe que el

compost es una fuente valiosa de materia orgánica, que contiene alrededor de 1% de Nitrógeno este puede originarse de los residuos de cultivos, desperdicios caseros o heces de los animales.

Escobar (2005), describe la influencia de la materia orgánica que se manifiesta en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, respecto a esto a continuación se menciona la importancia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo: aumento del poder de retención de la humedad de los suelos, disminución de las pérdidas de agua de escorrentía y por lo tanto la disminución de la erosión, mejora el grado de porosidad en los suelos compactos, reduce la plasticidad y cohesión de las partículas, cambia el color de los suelos a colores oscuros, fuente de carbono y nitrógeno, la materia orgánica puede hacer que muchos minerales del suelo, tomen forma más asimilable por las plantas, incrementa la capacidad de intercambio catiónico y coadyuva a la regulación del pH.

2.3.1 Lombricompost

Torres (2005), menciona que la lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus de lombriz o lombricompost, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. La lombricultura es un negocio en expansión, en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales, como su nombre indica el lombricompost no es ni más ni menos que el uso de lombrices para acelerar la elaboración de compost, en la naturaleza, son ellas las responsables de transformar la materia orgánica en humus y otros nutrientes que van a ser asimilables por las plantas.

Rivera (2005), dice que es la técnica, de criar lombrices, en la cual esta funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos en productos orgánicos útiles, la protección de la vida y del ambiente además de ser una fuente de proteína para la alimentación animal y humana, así mismo dice que el abono orgánico,

procedente de la transformación de las lombrices, se conoce comúnmente como lombricompost o vermicompost.

Escobar (2005), menciona que el lombricompost es el producto que excreta la lombriz, material oscuro con elevada actividad enzimática y bacteriana que incrementa la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables para las raíces de las plantas. Es un fertilizante orgánico que proporciona bioestabilidad en el suelo, ya que no da lugar a fermentación o putrefacción. El lombricompost es el producto final de la digestión de la lombriz (*Eisenia foetida*), comúnmente llamado lombricompost, sustancia parecida al humus, que es suave al tacto, de agradable olor, atóxico para los vegetales y un excelente mejorador del suelo.

De León (2001), describe que el proceso para la producción de este abono orgánico, la lombriz comienza alimentándose de materias en estado de descomposición o putrefacción, dotadas de un número elevado de enzimas que facilitan la digestión del alimento, las materias que pasan a través de su intestino se transforman y se expulsan en forma de humus.

2.3.2 Bondades del lombricompost

De acuerdo con El Portal del Ingeniero ambiental (2003), el lombricompost posee características importantes como:

- El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.
- El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho.

- El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobretodo, para el cual está especialmente indicado.
- Produce además hormonas como el ácido indo acético y ácido giberélico, estimulan del crecimiento y las funciones vitales de las plantas.
- El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido su capacidad de absorción.

INFOAGRO (2004), El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro. El humus de lombriz se aplica en cualquier época del año, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y

protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos. El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%), el lombricompost contiene 4 veces más nitrógeno, 25 veces más fósforo y 2.5 veces más potasio que el mismo peso del estiércol bovino.

Cuadro 1. Aporte total de nutrientes en kilogramos por tonelada de lombricompost

Elemento	kg/t lombricompost
Nitrógeno	16-30
Fósforo	13-20
Potasio	10-13
Calcio	42-46
Magnesio	3.65
Manganeso	0.5
Carbono	0.17
Zinc	0.16

Lemus (2003)

Legall, Dicoyskiy, Valenzuela (1999). Mencionan que una lombriz adulta, tiene un promedio de peso de un gramo, se ingiere el equivalente a su peso por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gr).

Cuadro 2. Proyección de reproducción de la coqueta roja.

Inicio	A los 3 meses	A los 6 meses	A los 9 meses	A los 12 meses
Población inicial de lombrices	1° generación	2° generación	3° generación	4° generación
1000	10000	100000	1000000	10000000
Lombrices 1 kg	10	100	1000	10000
Alimento 1 kg/día	10	100	1000	10000
Lombricompuesto 0.6 kg/día	6	60	600	6000
Proteína 0.04 kg/día	0.4	4	40	400

Legall, Dicovski, Valenzuela (1999)

Cuadro 3. Composición del humus de lombriz, según análisis de muestra.

Propiedad	%
Humedad	30-60
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6
Fósforo	2-8
Potasio	1-2.5
Calcio	2-8
Magnesio	1-2.5
Material Orgánica	30-70
Carbono Orgánico	14-30
Ácidos Fulvicos	14-30
Ácidos Húmicos	2.8-5.8
Sodio	0.02
Cobre	0.05
Hierro	0.02
Manganeso	0.006
Relación C/N	10-11

Legall, Dicovski, Valenzuela (1999)

2.3.3 Importancia económica

Torres (2005), la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial, la solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico. La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo. El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de

comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado. La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

Rivera (2008), señala que lombricompost es el tratamiento de los desechos orgánicos no tóxicos, utilizando la lombriz de tierra, la cual tiene la capacidad de transformar elementos orgánicos indeseables en materiales de mejor estructura, inodoros y mucho más fértiles, que mejoran la aireación del suelo y aumentan el contenido de bacterias benéficas, permitiendo que estos suelos se tornen más productivos. Con este método de producción de abonos orgánicos los costos de producción de los mismos se reducen sustentablemente, debido al uso de materiales de desecho producidos en la finca y zonas verdes; siendo las lombrices las que realizan todo el trabajo de descomposición y conversión a abono.

Cab (2011) El lombricompost tiene una gran importancia económica debido a que contribuye a la fertilización, aireación y mejoramiento de la estructura y formación del suelo a un costo accesible para el productor, aparte de ello, también se considera un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo. Otro aspecto importante es que la carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda o en la elaboración de harina de lombriz para ser mezclada con otros productos para la producción de concentrados de excelente calidad.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Debido a la problemática que se ha generalizado en el occidente del país, donde los agricultores no cuentan con grandes extensiones de tierra para la producción agrícola, los suelos se degradan con facilidad y el incremento de plagas y enfermedades nos vemos en la necesidad de buscar nuevas alternativas de producción no tradicionales, logrando con ello generar tecnologías fiables y sostenibles para la generación de ingresos económicos superiores a los que comúnmente están obteniendo los agricultores de la región.

La implementación de programas adecuados de conservación de suelos, no asegura que no ocurra degradación de los mismos. Dicha degradación, física y química, hace que el resultado final de la misma, repercuta en la disminución del rendimiento de las cosechas, y que este sea a niveles importantes, aunado a esto, el agricultor tiene otras variantes, como las climáticas, las plagas y enfermedades que hacen que esta diferencia se torne más acentuada.

Además del problema de la degradación de suelos, condiciones climáticas, plagas y enfermedades no existe mucha investigación en el campo del cultivo de la fresa bajo condiciones controladas a pesar que el cultivo se produce en 413 fincas de 9 departamentos del país ocupando un extensión de 102.2 hectáreas y produciendo 67,786 quintales anuales de los cuales el 94% es producido en el departamento de Chimaltenango de forma extensiva en 139 fincas altamente productivas, además de que es un cultivo que está teniendo un crecimiento del 15% anual, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA (2000).

Ante esta situación es necesario buscar nuevas alternativas para mejorar el manejo del cultivo para obtener resultados y beneficios para los productores del cultivo de la fresa, es por ello que se ve la necesidad e importancia de realizar el presente estudio de investigación sobre la evaluación de un sistema de producción del cultivo de la fresa

(fragaria vesca), en macetas con tres diferentes dosis de lombricompost, bajo condiciones controladas, con el propósito fundamental de proporcionar al agricultor guatemalteco en especial a los que se encuentran en el área productora del cultivo una alternativa de producción que salga de los esquemas convencionales, que le sea adecuado y fácil de implementar para poder generar ingresos que le permitan mejorar la economía familiar, además de generar información para contribuir a aumentar el rendimiento por unidad de área, producir alimentos más sanos y reducir costos de producción sin deteriorar el medio ambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Establecer la dosis óptima de abono orgánico tipo lombricompost que presente los mejores niveles de producción

Determinar económicamente el tratamiento más rentable para la producción del cultivo de fresa

5. HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

Ha1. Al menos uno de los tratamientos evaluados presenta mejor rendimiento en la producción del cultivo de la fresa en kg/ha

Ha2. Al menos uno de los tratamientos evaluados será económicamente más rentable, para la producción del cultivo de fresa.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevo a cabo en La Villa de Chiantla, departamento de Huehuetenango el cual está situado en la región VII o región Nor occidente, de la Republica de Guatemala, dista a 270 Km. de la ciudad de Guatemala, la extensión territorial abarca 546 Km², la altitud de esta extensión varía desde los 1,900 a los 3,800 msnm, su clima es templado la mayor parte del año. Cuenta con dos estaciones climáticas : lluviosa y seca, la época seca inicia en el mes de noviembre y se extiende a el mes de abril, las lluvias se presentan en el mes de mayo para finalizar en el mes de septiembre, debido a corrientes provenientes del Norte América, los meses de noviembre a febrero la temperatura puede alcanzar niveles de congelamiento.

De acuerdo a la división de las zonas de vida según la Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2007), Chiantla está ubicada en la zona de vida numero 18 donde el relieve es quebrado, pendientes pronunciadas y escarpadas, los suelos en su mayoría no son aptos para el cultivo sino para fines de explotación forestal, debido a que son pedregosos con alta tendencia a la erosión. Sin embargo, la población los usa para la producción de granos básicos de subsistencia, brócoli y coliflor, el clima que caracteriza a la zona es de templado a frío, aunque disfruta de una gran variedad de microclimas con temperaturas promedio que oscilan entre 8 °C y 22 °C durante todo el año y con un promedio de precipitación anual de 1000-2000 mm las temperaturas más altas se registran durante los meses de marzo y abril y las más bajas en los meses de noviembre a enero.

El estudio se realizó en un invernadero tipo colombiano con dimensiones de 10 m X 12 m equivalente a 120 m² dentro del cual se ubicaron cuatro medias pirámides construidas de madera y blocks, sobre las cuales se colocaran las bolsas de polietileno (macetas) donde estarán sembradas las plantas de fresa. Se distribuyeron en cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, divididas en 16 unidades experimentales con 54 bolsas de polietileno que contenían una planta cada una de ellas.

Figura 1. Modelo de invernadero tipo colombiano utilizado en la investigación.

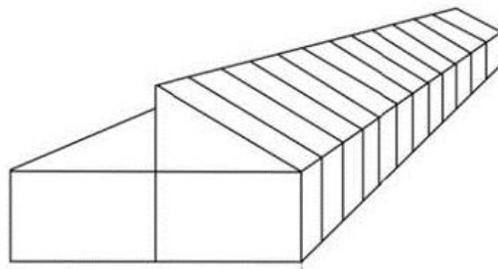
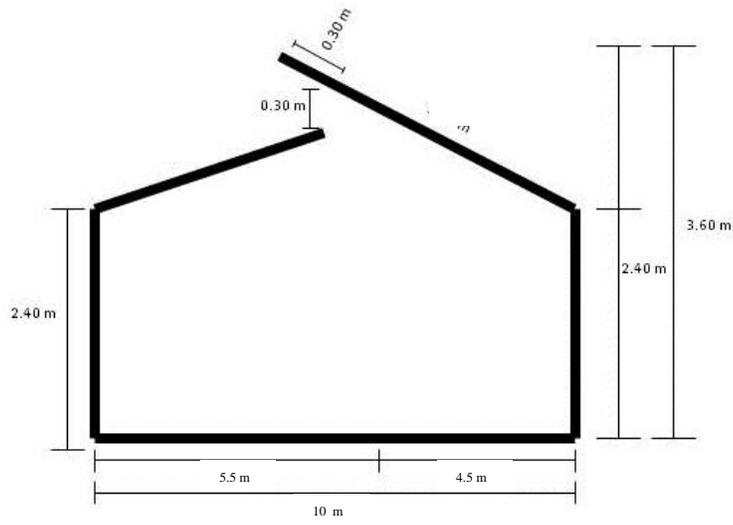
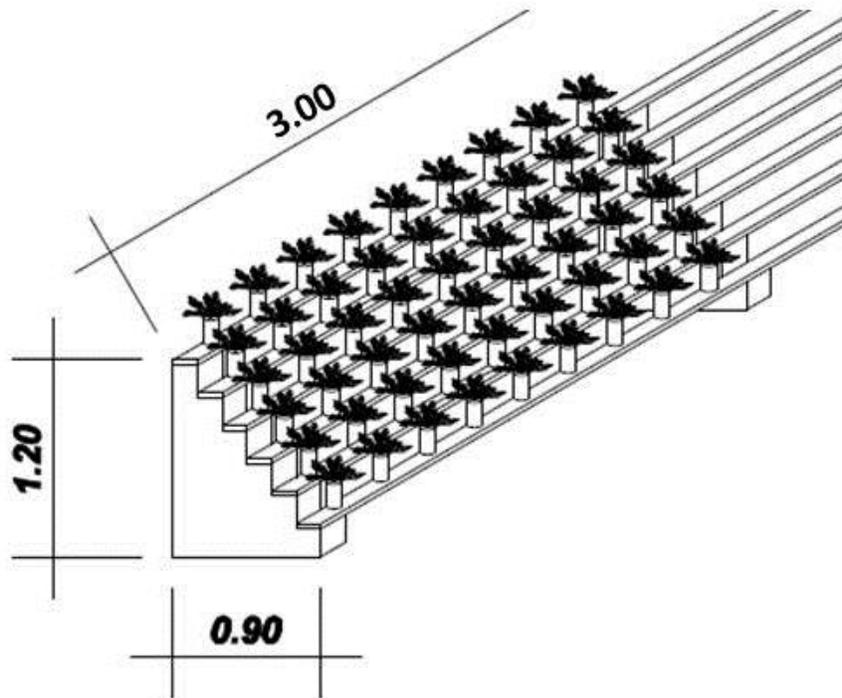


Figura 2. Estructura de medias pirámides utilizadas en la investigación.



6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad de fresa cultivada fue Festival, esta variedad tiene las siguientes características: planta precoz, frutos con buen sabor, aroma y tamaño homogéneo, se adapta muy bien a muchos tipos de climas aunque los valores óptimos para una adecuada fructificación se sitúan en torno a los 15-20 °C de media anual. Si nos referimos al suelo, este cultivo prefiere suelos equilibrados en cuanto a elementos nutritivos que una riqueza elevada de los mismos, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. Niveles bajos de patógenos son igualmente indispensables para el cultivo. Un suelo catalogado como arenoso o franco-arenoso y homogéneamente profundo se acercaría al ideal para nuestro cultivo pH: valores entre 6 y 7, la materia orgánica serían deseables niveles del 2 al 3%. Se realizó una siembra por medio de vástagos en bolsas de polietileno, estos vástagos se adquirieron en la Asociación de Productores de Fresa de Chimaltenango.

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Se evaluó un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca.*), con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

TRATAMIENTOS	SUSTRATOS	DÓISIS kg/planta
T1	Lombricompost	0 testigo
T2	Lombricompost	0.21
T3	Lombricompost	0.42
T4	Lombricompost	0.66

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este estudio se utilizó el diseño de bloques al azar, utilizando 4 tratamientos en 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por 16 parcelas, cada una con 54 bolsas de polietileno que contenían una planta cada una, las cuales estaban colocadas sobre las medias pirámides, para fines de evaluación se tomaron las 54 plantas como parcela neta por cada unidad experimental. Reyes (1990),

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo para el análisis de varianza fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_j + T_i + B_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = variable respuesta

M = media general

B_j = Efecto de bloques

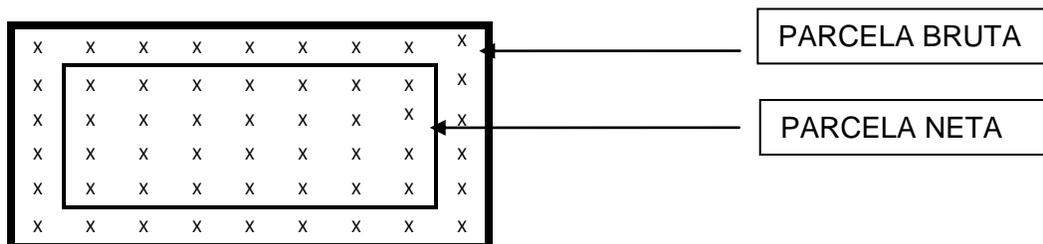
T_i = Efecto de tratamientos

B_{ij} = error experimental

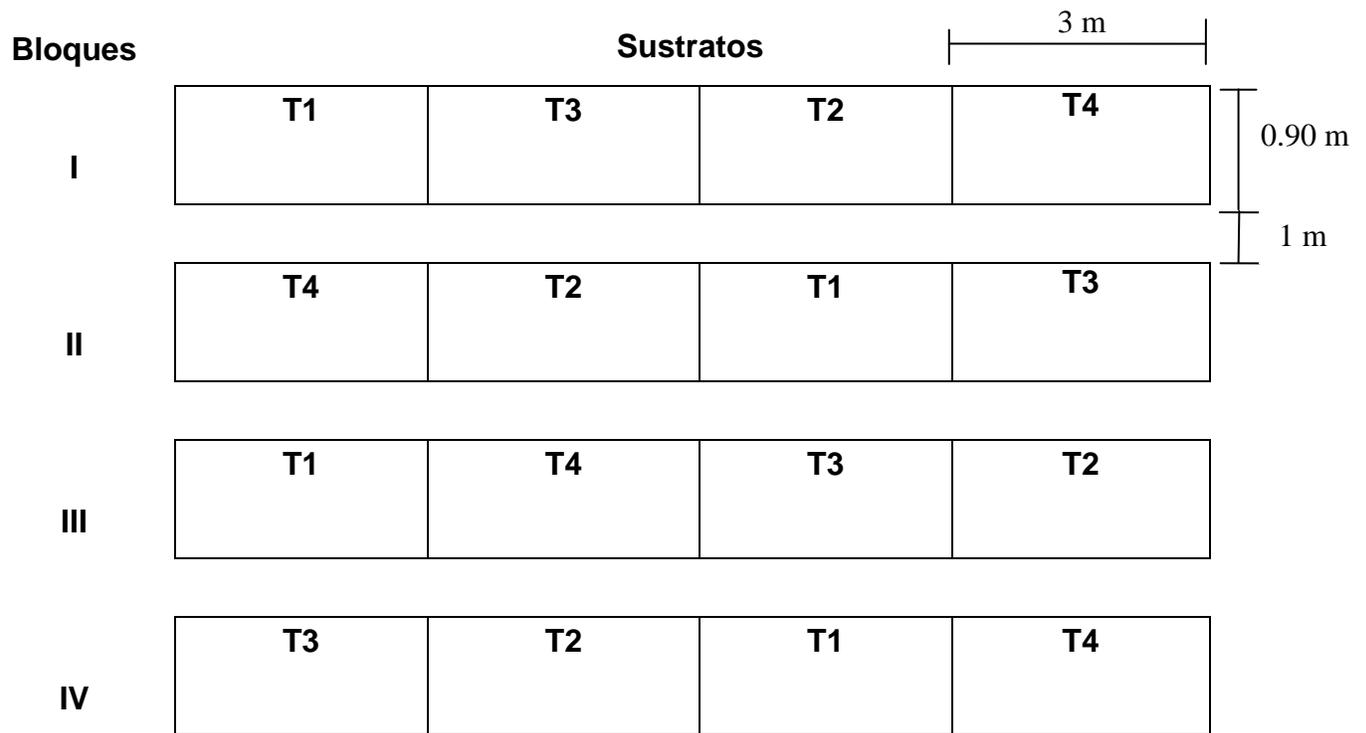
E_{ijk} = efecto del error experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Área total del ensayo (120 m²), distancia entre plantas (0.33 m); distancia entre surco (0.15 m); tamaño de la parcela bruta (3.00 X 0.90 m, 2.70 m²); número de parcelas (16); Parcela bruta (54 plantas); Parcela Neta (28 plantas); Total de plantas parcela bruta (864 plantas) y parcela neta (416 plantas); Área de parcela neta (1.46 m²).



6.8 CROQUIS DE CAMPO



6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Establecimiento del diseño experimental

Se realizó la medición del área para construcción de las medias pirámides donde se colocaron las bolsas de polietileno que contenían una planta de fresa, estableciendo el orden y ubicando por sorteo las repeticiones de cada sustrato. Los trazos se realizaron con rafia o pita plástica.

6.9.2 Construcción de medias pirámides

Se realizó la construcción de las medias pirámides con dimensiones de 9 metros de largo por 0.90 metros de ancho las cuales estaban compuestas de seis escalones para la colocación de las bolsas.

6.9.3 Llenado de bolsa

Se llevo a cabo el llenado de la bolsa de polietileno con tierra y arena además del lombricompost de acuerdo al tratamiento a trabajar.

6.9.4 Aplicación de abono orgánico según dosis

A cada una de las bolsas de polietileno se les aplico la dosis específica según el tratamiento a evaluar.

6.9.5 Colocación de bolsas

Se colocaron las bolsas de polietileno sobre cada uno de los escalones de las medias pirámides con una distancia de 0.33 m entre planta y 0.15 m entre surco.

6.9.6 Siembra

- a) Previó a la siembra se procedió a la desinfección del suelo con un fungicida, así como la incorporación de una formula química de fertilizante 11-44-11 para promover la formación de raíces en los vástagos trasplantados

- b) La siembra de los estolones en las bolsas se hizo en horas de la tarde sembrando un estolón por cada bolsa, se establecieron cuatro bloques divididos en cuatro parcelas cada uno, en las que se sembraron 54 plantas en cada una de ellas.

6.9.7 Riego

El sistema de riego implementado fue por goteo, durante los primeros 20 días después de la siembra el riego se realizó con un intervalo de cuatro días, posteriormente se hizo a cada tres días hasta el momento de la floración y a partir de la floración se llevo a cabo con un intervalo de dos días, tomando lecturas de la temperatura ambiental, la toma de la temperatura ambiental sirvió para determinar la frecuencia de riego para evitar estrés en las plantas, la frecuencia de riego se aumento cuando la temperatura del invernadero sobrepaso los 30 °C.

6.9.8 Control de malezas

La primera limpia se hizo a los 15 días después del trasplante y se continuaron implementando la practica con un intervalo de 21 días entre cada una, haciendo un total de seis limpias durante el ciclo.

6.9.9 Manejo fitosanitario

Se llevó a cabo mediante un programa fitosanitario, considerando aplicaciones preventivas. Durante la mayor parte del ciclo del cultivo no se observó incidencia de plagas ni enfermedades, se realizaron 2 aplicaciones de insecticidas la primera a los 21 día de la siembra y la segunda a los 45 días de la siembra, además de aplico un producto fungicida a los 30 días de la siembra.

6.9.10 Podas

La práctica de poda se llevó a cabo a cada quince días después de la primera cosecha realizando 4 podas, esta práctica consistió en la eliminación de hojas viejas, hojas dañadas, enfermas y algunos brotes o hijuelos evitando así la producción de demasiada biomasa y mejor producción de flores y frutos la frecuencia de las podas se realizo con intervalos de 15 días entre cada una a partir de los 50 dds.

6.9.11 Cosecha

La cosecha de los frutos se realizó al llegar estos a su madurez. La madurez se determinó al momento que los frutos presentaban una coloración rojiza en un 85% y se consiguió a los 50 dds, se realizaron 24 cortes de forma manual con un intervalo de 3 días entre cada uno, luego se procedió a el pesado de los frutos que se obtenían en el corte total de la parcela neta, luego se depositaron en cajas de plástico cubiertas con papel absorbente para su posterior transporte.

6.9.12 Monitoreo de producción

Esta actividad se hizo desde la primera cosecha (50 dds) en cada unidad experimental, esta actividad se realizó por medio del monitoreo del porcentaje de coloración rojiza de los frutos.

6.10 VARIABLE DE RESPUESTA

Rendimiento del cultivo de la fresa: Luego de cortar los frutos de forma manual se procedió a pesar los frutos obtenidos de cada uno de los tratamientos con el apoyo de una balanza electrónica de gramos para obtener los datos de rendimiento.

Costos del cultivo de fresa: durante la implementación del experimento se llevaron los registros de las actividades, labores culturales, manejo e insumos utilizados para la producción del cultivo de la fresa para elaborar los análisis de rentabilidad, beneficio costo, VAN y TIR del experimento implementado.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Reyes (1990), La tabulación de los datos se obtuvo a través de una boleta de datos, para posteriormente realizar el respectivo análisis estadístico por medio de una hoja electrónica. La información obtenida en la investigación fue sometida a un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, posteriormente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, en los casos donde se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, para lo cual se utilizó el comparador de medias de Tukey al 5%.

6.11.2 Análisis económico

Welles (2002), se realizó un análisis de beneficio costo, para determinar cual de las dosis de abono orgánico tipo lombricompost fue el más rentable para producir fresa bajo condiciones de invernadero. Se consideraron parámetros como cambios de costos directos e indirectos, en la determinación de cada uno de los tratamientos

Rentabilidad = $(\text{Ganancia} / \text{Inversión}) \times 100$

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ejecución de la presente investigación fue de suma importancia para productores agrícolas, así como también para la industria, puesto que proporciona una opción de manejo de abonado por medio de lombricompost apropiado para la producción de la Fresa (*Fragaria vesca*) que ha adquirido una buena aceptación en el mercado nacional como en el extranjero.

Al concluir la fase experimental y obtenido los datos referentes a la información generada a la presente investigación en la Villa de Chiantla, del departamento de Huehuetenango, se presentan los resultados de los análisis estadísticos obtenidos en la evaluación de sustratos orgánicos en el cultivo de la fresa (*Fragaria vesca*) con el sistema de medias pirámides bajo condiciones de invernadero se obtuvieron los diferentes datos y con ellos poder discriminar estadística y económicamente para determinar su importancia económica, logrando la información correspondiente tal como presentamos a continuación.

Cuadro 5. Rendimiento en kilogramos/tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
T1	29.45	32.89	31.91	40.01	134.26	33.57
T2	38.05	37.55	41.48	41.24	158.32	39.58
T3	39.76	38.29	45.65	49.83	173.54	43.38
T4	33.38	36.33	38.54	43.69	151.94	37.98
	140.65	145.06	157.58	174.76	618.05	154.51

En el cuadro número cinco se pueden observar los resultados obtenidos por tratamiento y repetición, apreciando que el mejor resultado corresponde al tratamiento T3 (dosis 0.42 kg/planta) seguido del tratamiento T2 (dosis 0.21 kg/planta), asumiendo con estos

resultados que la incorporación del abono orgánico tipo lombricompost desempeñan un papel importante en el rendimiento en el cultivo de la fresa.

Para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento, utilizando los datos contenidos en el cuadro 4 para determinar si existe diferencia significativa o no entre los tratamientos y bloques al 5% y al 1%.

Cuadro 6. Análisis de varianza de rendimiento de frutos en kg/tratamiento por tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

FV	GL	SC	CM	FC	F TABULADA	
					5%	1%
Tratamientos	3	198.2383	66.07943	14.2734**	3.86	6.99
Bloques	3	175.3945	58.46484	12.6286**	3.86	6.99
Error	9	41.66602	4.629557			
Total	15	415.2988				

C.V 5.57%

**** = Altamente significativo**

*** = Valor significativo**

NS = No significativo

De acuerdo a los datos que se observan en el cuadro 6 se aprecia el análisis de varianza (ANDEVA) donde se puede observar que si existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable rendimiento, por otra parte se observa que el coeficiente de variación obtenido es de 5.57%, lo que indica que la investigación fue manejada adecuadamente ya que el rango aceptable es entre el 1% y 15%, tomando en cuenta los datos se determina y es necesario realizar la prueba de medias de Tukey.

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey) de rendimiento de frutos en kg/tratamiento en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Tratamiento	Media	Tukey
(T3) Dosis 0.42 kg	43.38	A
(T2) Dosis 0.21 kg	39.58	B
(T4) Dosis 0.66 kg	37.98	C
(T1) Dosis 0 kg testigo	33.57	D

En el cuadro 7 se puede apreciar según el comparador de medias de Tukey que existe alta significancia estadística entre los cuatro tratamientos utilizados, siendo el mejor en este caso el tratamiento 3 referente a la aplicación de 0.42 kg/planta de lombricompost.

Cuadro 8. Porcentaje de rentabilidad en la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

TRATAMIENTO	% DE RENTABILIDAD
(T2) Dosis 0.21 kg	69.01
(T3) Dosis 0.42 kg	68.14
(T1) Dosis 0 kg	66.31
(T4) Dosis 0.66 kg	60.92

En el cuadro número 8 que se refiere al análisis económico, precisamente a la rentabilidad indica que el paquete tecnológico manejado con la dosis de 0.21 kg/planta de lombricompost resulta ser el mejor tratamiento económicamente, ya que su rentabilidad es de 69.01%, lo cual explica que por cada quetzal invertido se obtiene Q. 0.6901 más.

De igual manera el segundo mejor tratamiento es el manejado con la dosis 0.42 kg su rentabilidad es de 68.14% indica que se recupera el quetzal invertido y se tiene un ingreso de Q. 0.6814 más, también se observa que el tratamiento manejado con la dosis 0.66 kg presenta rentabilidad del 60.92%, mientras que el paquete tecnológico manejado como testigo sin utilizar abono tipo lombricompost tuvo una rentabilidad de 66.31% la cual fue mejor que el tratamiento de 0.66 kg/panta de lombricompost.

Cuadro 9. Resumen de información financiera de la evaluación un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Tratamiento	Rentabilidad	Relación	Tasa	VAN	TIR
		B/C	Descuento		
(T2) Dosis 0.21 kg	69.01	2.12	18	64187.91	296
(T3) Dosis 0.42 kg	68.14	2.10	18	68966.99	314
(T1) Dosis 0 kg	66.31	0.93	18	27106.35	175
(T4) Dosis 0.66 kg	60.92	1.59	18	55853.14	260

En el cuadro anterior podemos observar que los tratamiento con mejores indicadores financieros son los tratamientos de las dosis de 0.21 kg/ planta que obtuvo un 69.01% de rentabilidad, 2.12 de relación Beneficio-costos, 296% de Tasa Interna de Retorno y el segundo lugar lo obtuvo el tratamiento de la dosis 0.42 kg/planta que obtuvo el 68.14% de rentabilidad, 2.10 de Relación beneficio-costos y 314% de Tasa Interna de Retorno.

8. CONCLUSIONES

Estadísticamente se comprobó el efecto de las dosificaciones de abono orgánico tipo lombricompost para la producción del cultivo de la fresa bajo condiciones controladas, pues tiene influencia estadística significativa respecto a la variable rendimiento, ya que el mejor tratamiento fue el de la dosis de 0.42 kg/planta con un promedio de producción de 694.08 kg/120m² y el segundo mejor tratamiento fue la dosificación de 0.21 kg/planta con un promedio de producción de 633.28. kg/120 m²

Se determino económicamente que el tratamiento que ofrece la mayor rentabilidad en la producción de fresa es el de dosis de 0.21 kg de abono con una rentabilidad de 69.01% a comparación de los otros tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

9. RECOMENDACIONES

Analizando las conclusiones de la presente investigación se recomienda usar la dosis de 0.42 Kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost ya que con este se obtienen los mejores rendimientos por unidad de área con un promedio de 694.08 kg/120 m²

Tomando en cuenta los resultados de análisis económico se recomienda el uso de la dosis de 0.21 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost ya que tiene la mayor rentabilidad (69.01%) en comparación con los otros tratamientos.

Tomando como base los resultados de la presente investigación se recomienda probar nuevos sistemas de siembra para la mejor utilización del espacio dentro de los invernaderos y hacer las producciones más rentables

Se recomienda la utilización de las medias pirámides para obtener mayores rendimientos por unidades de área ya que se consigue una alta densidad de siembra en comparación de los sistemas tradicionales de producción.

10. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado E, 2003. Evaluación de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y seis diferentes sustratos para la producción de pilones bajo condiciones de Invernadero en el Municipio de San Marcos. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala.

Angelfire, 2001. El cultivo de la fresa disponible en: [Http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.pdf](http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.pdf)

Attra, 2006. El cultivo de la fresa disponible en: <http://www.attra.org/espanol/horticultura.html>

Bionest, 2003. El cultivo de la fresa Disponible en <http://www.bionest.es/index.php?load>

Bethancourt Maselli , 2006. Impacto del Tratado de Libre Comercio DR CAFTA en el sector exportadores guatemaltecos de fresa. Universidad Rafael Landivar, Guatemala, Guatemala.

Cab Cu, 2011. Sistematización del proceso de transformación y aprovechamiento de pulpa de café en lombricompost y lixiviados para incorporación a la producción de almácigos de café (*Coffea arabica*, Rubiaceae) en la finca Santa Teresa Tucuru, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landivar, Guatemala, Guatemala.

Castro Ordoñez, 2009. Estudio Comparativo entre diferentes tipos de almidones en una mermelada de fresa. Universidad Rafael Landivar Guatemala, Guatemala.

De León Gramajo Juan, 2009. Evaluación Agroeconómica de cuatro variedades de crisantemo (*Chrysantemum Carianatum*) bajo condiciones de invernadero en el

municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango. Universidad Rafael Landivar
Campus Quetzaltenango.

FAO, 2007. Guatemala: Perfil medios de vida, documento electrónico. Disponible en
www.fao.org.gt

Flórez, R. y Mora, A. 2010. Fresa (Fragaria X ananassa Duch.) Producción, manejo y
postcosecha. Corredor Tecnológico Agroindustrial Bogotá y Cundinamarca y
Cámara de Comercio de Bogotá. 114 p

García Álvarez Erick, 2008. Evaluación de enraizadores para la producción de
buganvilia (bugainvillea spectabilis Wild), bajo tres sustratos, en el municipio de
Retalhuleu. Universidad Rafael Landivar. Tesis Ing. Agr. Guatemala

Gómez Monterroso Oscar, 2010. Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo de
pepino (Cucumis sativa L) bajo condiciones de invernadero en el municipio de
San Marcos. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landivar Quetzaltenango.

Gonzales C, 2003. Evaluación del efecto de distancias de siembra sobre el
rendimiento e cuatro materiales en el cultivo de chile pimiento (Capsicum
annum.), bajo condiciones de invernadero, Aldea La Federación San Marcos.
Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Usac. 33p

Hidalgo J. 2003. Evaluación de la adaptabilidad de 30 especies de plantas
medicinales bajo condiciones de invernadero, en la Alameda, Chimaltenango,
Tesis Ing. Agr. Edificio Universidad Rafael Landivar Quetzaltenango.

Horticom 2001. Artículo Sistema de cultivo sin suelo en soporte suspendido. Edición
de horticultura S.L. 2001. Disponible en:
www.horticom.com/pd/article.php?sid=51348

ICAMEX, 2006. Guía técnica para el cultivo de fresa, SAGARPA, Mexico, 20 p

Ingeniería Agrícola 2008. La frutilla manejo básico del cultivo. Disponible en:
<http://www.ingenieriaagricola.cl>

Infoagro, 2003. El cultivo de la fresa. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/fresa.asp>.

José P., Martha V., 2010. Manual técnico del cultivo de la fresa. SAGARPA, Zamora, Michoacán, México .

Julio Bonet, 2010. Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en Fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa. Tesis doctoral en biotecnología Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Lemus c. 2003. Informe de ejercicio profesional supervisado, EPS. Manual de lombricultura, finca Monte de Oro, Santiago Atitlán Sololá 32 p

Legall, j; Dicosvkiy L; Valenzuela Z. 1999. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. EAGE, Estelí Nicaragua.

Martínez Bolaños, 2008. Evaluación de tres variedades del cultivo del aster (*Callistephus chinensis*) bajo invernadero en Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Méndez Divas Jorge, 2006. Efecto de cinco sustratos y cinco sistemas de siembra sobre rendimiento y calidad del chile pimiento (*Capsicum annum* Solonaceae), bajo condiciones de invernadero, Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar Guatemala, Guatemala.

Orozco R. 2003. Evaluación de la respuesta de la papa (Solanum tuberosum L. Var. Atlantic) a la fertilización con N,P,K en 3 localidades del altiplano occidental de Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala P. 19-20

Reyes Pedro, 1990. Diseños Experimentales aplicados, México, Editorial Trillas.

Rivera C. 2005. Manual del Proceso Productivo de Mora Organica (Rubus sp.) Edit. MAGA, CONCYT, AGROCYT, ADISA. Primera Edicion Gutemala, 2005.

Salazar de León, 2006. La conveniencia de la participación en ferias comerciales internacionales para la promoción de las exportaciones de fresa a USA. Tesis Comercio Internacional Universidad Rafael Landivar, Guatemala, Guatemala.

Torres A. 2005 Tecnología apropiada, manual práctico de lombricultura INTERVIDA 2005 Guatemala.

11. ANEXOS

Cuadro 10. Análisis económico en Quetzales del tratamiento testigo, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Concepto	Unidad Medida	Costo Unitario	Cantidad	Total	Deprec. por año	Total valores depreciados
1. Costos directos						
1.1 Mano de obra						
Construcción invernadero	jornal	45	10	450	5	90
piramides	jornal	45	1	45	5	9
llenado de bolsa	jornal	45	3	135	5	27
Siembra	jornal	45	1	45	5	9
Labores culturales	jornal	45	3	135	0	135
Cosecha	jornal	45	4	180	0	180
Suma mano de obra				990		450
1.2 Materiales						
regla de 3" x 3" x3 m de largo	docena	360	1.5	540	5	108
Madera de 3" x 3" x 5 m de largo	docena	480	1.5	720	5	144
Madera de 7 m de largo	docena	540	1.5	810	5	162
reglas madera 1" x1" 3 m de largo	docena	60	1.5	90	5	18
clavo diferentes medidas	libra	6	15	90	5	18
Nylon uv de invernadero	rollo	1600	1	1600	5	320
Tabla de 3 x 0.3 x 0.0254 m	docena	360	3	1080	5	216
block	unidad	4.15	300	1245	5	249
tela anti afidos p/ventanas	yarda	4	40	160	5	32
Sistema riego por goteo	unidad	386	1	386	5	77.2
Suma de materiales				6721		1344.2
1.3 Insumos						
fertilizante	kg	10	10	100	0	100.00
Lombricompost	kg	0	0	0	0	0.00
funguicidas	sobre	14	2	28	0	28.00
insectifida	octavo	50	1	50	0	50.00
sustrato	m ³	30	7.11	213.3	5	42.66
foliares	litros	50	4	200	0	200.00
Vastagos de fresa	unidad	1.5	864	1296	5	259.20
termómetro ambiental	unidad	80	1	80	5	16.00
Suma de insumos				1967.3		695.86
Suma costos directos				9678.3		2490.06
2. Costos Indirectos						
Administración		CD	10%	967.83		249.01
Financieros		CD	21%	2032.443		522.91
Suma costos indirectos				3000.273		771.92
Costos totales				12678.573		3261.98
3. Ingreso bruto						
Venta frutos de fresa	kg	13.2	537.12	7089.984		7089.98
hijos o vastagos	unidad	1.5	1728	2592		2592.00
Total ingreso bruto				9681.984		9681.984
Ingreso neto						6420.01
Rentabilidad						66.31

Cuadro 11. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento testigo, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Flujo de fondos del proyecto.	Años					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		29045.95	17228.16	29045.95	17228.16	17228.16
Costos generales	9234.31	9549.64	9549.64	9549.64	9549.64	9549.64
Flujo Neto	9234.31	19496.31	7678.52	19496.31	7678.52	7678.52
Flujo de Fondos descontado	7825.68	14001.95	4673.39	10055.98	3356.35	2844.37
Tasa de descuento	18%					
VAN	27106.35					
TIR	175%					
RBC	0.93					

Cuadro 12. Análisis económico en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.21 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost,, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Concepto	Unidad Medida	Costo Unitario	Cantidad	Total	Deprec. por año	Total valores depreciados
1. Costos directos						
1.1 Mano de obra						
Construcción invernadero	jornal	45	10	450	5	90
construccion de medias piramides	jornal	45	1	45	5	9
llenado de bolsa	jornal	45	3	135	5	27
Siembra	jornal	45	1	45	5	9
Labores culturales	jornal	45	3	135	0	135
Cosecha	jornal	45	4	180	0	180
Suma mano de obra				990		450
1.2 Materiales						
regla de 3" x 3" x 3 m de largo	docena	360	1.5	540	5	108
Madera de 3" x 3" x 5 m de largo	docena	480	1.5	720	5	144
Madera de 7 m de largo	docena	540	1.5	810	5	162
reglas madera 1" x 1" x3 m de largo	docena	60	1.5	90	5	18
clavo diferentes medidas	libra	6	15	90	5	18
Nylon uv de invernadero	rollo	1450	1	1450	5	290
Tabla de 3 x 0.3x 0.0254 m	docena	360	2.25	810	5	162
block	unidad	4.15	225	933.75	5	186.75
tela anti afidos p/ventanas	yarda	4	40	160	5	32
Sistema riego por goteo	unidad	300	1	300	5	60
Suma de materiales				5903.8		1180.75
1.3 Insumos						
fertilizante	kg	10	10	100	0	100.00
lombricompost	kg	1.5	181.44	272.16	0	272.16
funguicidas	sobre	14	2	28	0	28.00
insectifica	octavo	50	1	50	0	50.00
sustrato	m ³	30	5.33	159.9	5	31.98
foliares	litros	51	4	204	0	204.00
Vastagos de fresa	unidad	1.5	864	1296	5	259.20
termómetro ambiental	unidad	75	1	75	5	15.00
Suma de insumos				2185.1		960.34
Suma costos directos				9078.8		2591.09
2. Costos Indirectos						
Administración	CD		10%	907.88		259.11
Financieros	CD		21%	1906.6		544.13
Suma costos indirectos				2814.4		803.24
Costos totales				11893		3394.33
3. Ingreso bruto						
Venta frutos de fresa	kg	13.2	633.28	8359.3		8359.30
hijos o vastagos	unidad	1.5	1728	2592		2592.00
Total ingreso bruto				10951		10951.296
Ingreso neto						7556.97
Rentabilidad						69.01

Cuadro 13. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.21 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Flujo de fondos del proyecto.	0	1	Años 2	3	4	5
Ingresos		32853.89	43805.18	32853.89	43805.18	32853.89
Costos generales	8368.76	10278.57	10278.57	10278.57	10278.57	10278.57
Flujo Neto	8368.76	22575.32	33526.62	22575.32	33526.62	22575.32
Flujo de Fondos descontado	7092.17	16213.24	20405.33	11644.10	14654.79	8362.61
Tasa de descuento	18%					
VAN	64187.91					
TIR	296%					
RBC	2.12					

Cuadro 14. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.42 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Concepto	Unidad Medida	Costo Unitario	Cantidad	Total	Deprec. por año	Total valores depreciados
1. Costos directos						
1.1 Mano de obra						
Construcción invernadero	jornal	45	10	450	5	90
piramides	jornal	45	1	45	5	9
llenado de bolsa	jornal	45	3	135	5	27
Siembra	jornal	45	1	45	5	9
Labores culturales	jornal	45	3	135	0	135
Cosecha	jornal	45	4	180	0	180
Suma mano de obra				990		450
1.2 Materiales						
regla de 3" x 3" x 3 m de largo	docena	360	1.5	540	5	108
Madera de 3" x 3" x 5 m de largo	docena	480	1.5	720	5	144
Madera de 7 m de largo	docena	540	1.5	810	5	162
reglas madera 1" x1" x 3 m de largo	docena	60	1.5	90	5	18
clavo diferentes medidas	libra	6	15	90	5	18
Nylon uv de invernadero	rollo	1450	1	1450	5	290
Tabla de 3 x 0.3 x 0.0254 m	docena	360	2.25	810	5	162
block	unidad	4.15	225	933.75	5	186.75
tela anti afidos p/ventanas	yarda	4	40	160	5	32
Sistema riego por goteo	unidad	300	1	300	5	60
Suma de materiales				5903.8		1180.75
1.3 Insumos						
fertilizante	kg	10	10	100	0	100.00
Lombricompost	kg	1.5	362.88	544.32		544.32
funguicidas	sobre	14	2	28	0	28.00
insectifica	octavo	50	1	50	0	50.00
sustrato	m ³	30	4.6	138	5	27.60
foliares	litros	51	4	204	0	204.00
Vastagos de fresa	unidad	1.5	864	1296	5	259.20
termómetro ambiental	unidad	75	1	75	5	15.00
Suma de insumos				2435.3		1228.12
Suma costos directos				9329.1		2858.87
2. Costos Indirectos						
Administración		CD	10%	932.91		285.89
Financieros		CD	21%	1959.1		600.36
Suma costos indirectos				2892		886.25
Costos totales				12221		3745.12
3. Ingreso bruto						
Venta frutos de fresa	libra	13.2	694.08	9161.9		9161.86
hijos o vastagos	unidad	1.5	1728	2592		2592.00
Total ingreso bruto				11754		11753.856
Ingreso neto						8008.74
Rentabilidad						68.14

Cuadro 15. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.42 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Flujo de fondos del proyecto.	0	1	Años 2	3	4	5
Ingresos		35261.57	47015.42	35261.57	47015.42	35261.57
Costos generales	8373.64	11198.05	11198.05	11198.05	11198.05	11198.05
Flujo Neto	8373.64	24063.52	35817.38	24063.52	35817.38	24063.52
Flujo de Fondos descontado	7096.30	17282.05	21799.56	12411.70	15656.11	8913.89
Tasa de descuento	18%					
VAN	68966.99					
TIR	314%					
RBC	2.10					

Cuadro 16. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.66 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Concepto	Unidad Medida	Costo Unitario	Cantidad	Total	Deprec. por año	Total valores depreciados
1. Costos directos						
1.1 Mano de obra						
Construcción invernadero	jornal	45	10	450	5	90
construccion de medias piramides	jornal	45	1	45	5	9
llenado de bolsa	jornal	45	3	135	5	27
Siembra	jornal	45	1	45	5	9
Labores culturales	jornal	45	3	135	0	135
Cosecha	jornal	45	4	180	0	180
Suma mano de obra				990		450
1.2 Materiales						
regla de 3" x 3" x 3m de largo	docena	360	1.5	540	5	108
Madera de 3" x 3" x 5 m de largo	docena	480	1.5	720	5	144
Madera de 7 m de largo	docena	540	1.5	810	5	162
reglas madera 1" x 1" x 3 m de largo	docena	60	1.5	90	5	18
clavo diferentes medidas	libra	6	15	90	5	18
Nylon uv de invernadero	rollo	1450	1	1450	5	290
Tabla de 3 x 0.3 x 0.0254 m	docena	360	2.25	810	5	162
block	unidad	4.15	225	933.75	5	186.75
tela anti afidos p/ventanas	yarda	4	40	160	5	32
Sistema riego por goteo	unidad	300	1	300	5	60
Suma de materiales				5903.8		1180.75
1.3 Insumos						
fertilizante	kilos	10	10	100	0	100.00
lombricompost	kg	1.5	570.24	855.36	0	855.36
funguicidas	sobre	14	2	28	0	28.00
insectifica	octavo	50	1	50	0	50.00
sustrato	m ³	30	4	120	5	24.00
foliares	litros	51	4	204	0	204.00
Vastagos de fresa	unidad	1.5	864	1296	5	259.20
termómetro ambiental	unidad	75	1	75	5	15.00
Suma de insumos				2728.4		1535.56
Suma costos directos				9622.1		3166.31
2-. Costos Indirectos						
Administración		CD	10%	962.21		316.63
Financieros		CD	21%	2020.6		664.93
Suma costos indirectos				2982.9		981.56
Costos totales				12605		4147.87
3. Ingreso bruto						
Venta frutos de fresa	kg	13.2	607.68	8021.4		8021.38
hijos o vastagos	unidad	1.5	1728	2592		2592.00
Total ingreso bruto				10613		10613.376
Ingreso neto						6465.51
Rentabilidad						60.92

Cuadro 17. Flujo de fondos en Quetzales del tratamiento con dosis de 0.66 kg/planta de abono orgánico tipo lombricompost, en rendimiento del cultivo de la fresa en un área de 120 m² con un sistema de producción del cultivo de fresa con tres diferentes dosis de abono orgánico tipo lombricompost bajo condiciones controladas en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, 2009.

Flujo de fondos del proyecto.	0	1	Años 2	3	4	5
Ingresos		31840.13	42453.50	31840.13	42453.50	31840.13
Costos generales	8386.38	12270.86	12270.86	12270.86	12270.86	12270.86
Flujo Neto	-8386.38	19569.27	30182.65	19569.27	30182.65	19569.27
Flujo de Fondos descontado	-7107.10	14054.35	18370.09	10093.61	13193.11	7249.08
Tasa de descuento	18%					
VAN	55853.14					
TIR	260%					
RBC	1.59					

Figura 3. Localización geográfica del área experimental

