



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

**“SUSTRATOS Y BIOPREPARADOS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA
FRESA (*Fragaria spp*) HIDROPÓNICA BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO”**

TESIS

QUE PRESENTA:

Valeria Martínez Salazar

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniería en Agronomía

ASESOR INTERNO:

ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2022





ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 07 de junio del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. MARÍA ELENA GALLEGOS GARCÍA
JEFA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	Valeria Martínez Salazar
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	17850305
Nombre del proyecto:	"SUSTRATOS Y BIOPREPARADOS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FRESA (<i>Fragaria spp</i>) HIDROPÓNICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA

JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ PRESIDENTE	ANTONIO TAPIA MEDINA SECRETARIO	HUGO LÓPEZ VILLEGAS VOCAL	ISAAC ANTONIO OSORIO ARCIGA VOCAL SUPLENTE

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco siempre a mis padres por darme la oportunidad de estudiar un nivel superior, por confiar en mí y en mis capacidades, por día con día impulsarme a ser mi mejor versión, y siempre demostrándome que nada es imposible; a mi hermana por ser uno de mis más grandes ejemplos de perseverancia, de fortaleza y sabiduría.

Le agradezco a Dios por acompañarme siempre en el camino, en las caídas y en los éxitos, por enseñarme que soy capaz de conseguir lograr esto y mucho más.

Gracias también a mis amigos que nunca me dejaron, que, a pesar del estrés, buenos y malos ratos, siempre estuvieron para mí, gracias en especial a mi roomie y compañera en toda la carrera, Paloma Pérez Ziranda, que con ella viví tiempos de angustia con trabajos y proyectos, pero también de emoción al culminarlos con éxito como lo es este proyecto, no pude encontrar mejor compañera y ahora hermana.

Y gracias a mis maestros, al Ing. Antonio Tapia Medina y asesores por creer en mis conocimientos y mis capacidades para estar aquí y por darme muchos ánimos a siempre ser mejor y no quedarme a mitad del camino.

Por ustedes es que cada día me construyo, y lucho.

RESUMEN

Con el uso de productos de origen orgánico, se obtiene una mejora en el rendimiento y calidad de las cosechas de fresa, al igual que resulta ser una alternativa importante ya que suplen las necesidades biológicas que necesita el suelo debido a la gran cantidad de propiedades fisicoquímicas que contienen.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar todos los recursos del campo, haciendo énfasis en la fertilidad del suelo y la cantidad de actividad biológica y al mismo tiempo minimizar el uso de recursos no renovables reduciendo o eliminando el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos con el fin de proteger el medio ambiente y la salud humana.

Este proyecto se basa en el efecto que tiene la aplicación de dos tipos de productos orgánicos sobre dos sustratos distintos, en el cultivo de fresa (*fragaria spp*), el modelo matemático que fue utilizado fue factorial con bloques completamente al azar teniendo resultados favorables en cuanto a las .Hablando de las variables. número total de frutos (NTF) y peso total del fruto (PTF) el sustrato con el que se obtuvieron resultados mayormente favorables fue el sustrato 2 (tezontle con vermicomposta 15%) (T2).

Se encontró efecto significativo sobre las variables peso promedio del fruto (PPF), diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE) establecidas en el sustrato 1 (50% arena con 50% sello)

En cuanto a la variable peso total del fruto el tratamiento que dio mayores resultados fue el que está conformado por aplicaciones de té orgánico y bio activador.

Sobre las variables peso promedio del fruto (PPF) y diámetro ecuatorial el tratamiento más efectivo fue el número cuatro el cual únicamente era bio activador.

Se obtuvieron interacciones favorables para las variables número total de frutos (NTF) y peso total del fruto (PTF) con las aplicaciones de Té orgánico sobre el sustrato 2 (Tezontle + Vermicomposta 15%) (T2).

De lo contrario en cuanto al Preso promedio del fruto (PPF), Diámetro ecuatorial (DE) y Diámetro polar (DP) se presentó una interacción negativa al cambiar del sustrato 1 (Arena con sello) aplicando té orgánico.

Todo esto bajo condiciones de invernadero, área que nos fue prestada por la Unidad Orgánica Sustentable dentro del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.

INDICE

LIBERACION.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
INDICE DE IMÁGENES	IX
INDICE DE TABLAS	1
INDICE DE GRAFICAS	2
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos Específicos	3
4. JUSTIFICACIÓN	4
5. DEFINICION DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACION	5
6. FORMULACION DE LA HIPOTESIS	6
6.1 Hipótesis alterna	6
6.2 Hipótesis nula.....	6
7. ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO	7
7.1 Conceptualización en materia de la agricultura orgánica.....	7
7.1.1 Agricultura orgánica	7
7.1.2 Principios de la Agricultura orgánica	8
7.2 Buenas Prácticas Agrícolas	8
7.2.1 ¿Qué es?	8
7.2.2 Importancia de producir con BPA.....	9
7.2.3 Ventajas y desventajas de las BPA.....	9

7.3 Caracterización de la agricultura orgánica.....	9
7.4 Oportunidades y limitaciones de la agricultura orgánica.....	10
7.5 Producción orgánica de hortalizas	11
7.5.1 Ventajas	12
7.5.2 Desventajas	12
7.6 Tipos de productores de hortalizas en México y su importancia.....	12
7.7 Producción de hortalizas bajo invernadero	13
7.7.1 Instalación	14
7.8 Características distintivas de un invernadero	14
7.8.1 Recomendaciones.....	15
7.8.2 Clasificación	16
7.8.3 Pasos previos para construir un invernadero	16
7.8.4 Ventajas de cultivar en invernadero	17
7.8.5 Desventajas de cultivar en invernadero	18
7.8.6 Formas de cultivar en invernadero	18
7.9 Descripción del cultivo de fresa	19
7.9.1 Descripción botánica	19
7.9.2 Etapas Fenológicas del cultivo de fresa	21
Requerimientos edafoclimaticos	22
7.9.3 Manejo agronómico.....	23
7.9.4 Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	26
8. MATERIALES Y MÉTODOS	31
8.1 Localización	31
8.2 Materiales, equipo y herramientas	31
8.3 Metodología	31

8.3.1 Obtención de plántula	31
8.3.2 Acondicionamiento de invernadero y obtención de sustrato	32
8.3.3 Establecimiento y seguimiento del cultivo	35
8.3.4 Diseño del experimento	39
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
9.1 Numero de Frutos Totales (NFT) y Peso Total del Fruto (PTF).....	44
9.2 Peso Total del Fruto (PTF)	46
9.3 Peso Promedio del Fruto (PPF) y Diámetro ecuatorial	47
9.4 Peso Promedio del Fruto (PPF), Diámetro Polar (DP) y Diámetro Ecuatorial (DE)	49
10. CONCLUSIONES.....	52
11. RECOMENDACIONES	53
12. REFERENCIAS	54
13. ANEXOS	60
Anexo 1. Numero de Frutos totales	60
Anexo 2. Peso Total de Fruto	61
Anexo 3. Peso Promedio del Fruto	61
Anexo 4. Diámetro Polar.....	62
Anexo 5. Diámetro Ecuatorial	62

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Unidad orgánica sustentable	31
Imagen 2 Limpieza de invernadero	32
Imagen 3 Desinfección de invernadero	32
Imagen 4 Proceso de drenado de agua	33
Imagen 5 Medicion de agua drenada	33
Imagen 6 Preparación de sustrato	33
Imagen 7 Llenado de bolsas 40x40 cm con fuelle.....	34
Imagen 8 Dos filas, dos sustratos diferentes con dos plántulas por maceta	34
Imagen 9 Trasplante de plántula de fresa	35
Imagen 10 Mezcla de bio-productos	36
Imagen 11 Aplicación de bio producto	36
Imagen 12 Proceso de preparado de enraizador	36
Imagen 13 Aplicación de enraizador	37
Imagen 14 Bandejas de drenaje.....	39
Imagen 15 Medición de agua drenada	39
Imagen 16 Proceso de preparación de té orgánico.....	40
Imagen 17 Té orgánico listo para aplicar	40
Imagen 18 Preparación de bio activador	41
Imagen 19 Mediciones	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales equipo y herramientas	31
Tabla 2 Solución nutritiva	37
Tabla 3 Horario y tiempo de riego	38
Tabla 4 Solución nutritiva regada	38
Tabla 5 Solución drenada	38
Tabla 6 Componentes del té orgánico.....	41
Tabla 7 Productos orgánicos utilizados para realizar el bio activador	41

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Numero de frutos totales.....	44
Grafica 2 Peso total del fruto	45
Grafica 3 Peso total del fruto	46
Grafica 4 Peso promedio del fruto	48
Grafica 5 Diámetro ecuatorial.....	48
Grafica 6 Peso promedio del fruto	50
Grafica 7 Diámetro polar	50
Grafica 8 Diámetro ecuatorial.....	51

1. INTRODUCCION

Uno de los mayores problemas dentro de la explotación agrícola es el bajo aporte de materiales orgánicos que contienen los productos de uso diario, lo que produce como resultado suelos degradados, tanto en su composición física, química y biológica, en este caso hablamos de los sustratos.

El uso de insumos orgánicos como alternativa para el mejoramiento del suelo, nos ayudó con el paso del tiempo a crear una capa orgánica del suelo y con su aplicación frecuente se mejoran las características que son importantes el manejo productivo, como lo es la compactación, permeabilidad, aireación, pH, absorción de nutrientes y humedad.

Llevar a cabo una agricultura orgánica tiene muchas importancias como lo es la económica ya que se ha demostrado que, al tener un balance entre el medio ambiente, los rendimientos sostenibles, la fertilidad del suelo y el control natural de plagas y otras buenas practicas se puede llegar a generar mayores ingresos para los productores y el precio será mucho mayor en comparación de un producto inorgánico y la social que contribuye al desarrollo rural ayudando a tener modos de vida seguros y saludables.

De acuerdo con lo anterior, en el presente trabajo se planteó como objetivo determinar el efecto de insumos orgánicos (sustratos y biopreparados) en el rendimiento y calidad de fresa hidropónica bajo condiciones de invernadero.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se desconoce el efecto de los sustratos y los biopreparados sobre el rendimiento y calidad de fresa, junto con esto podremos obtener un desarrollo lento de cada una de las etapas debido a que no se tiene el conocimiento suficiente sobre el manejo dichas especies.

La comunicación con las empresas reconocidas por la distribución de semillas de calidad, al día de hoy, es muy inestable, lo que nos puede llegar a provocar retrasos en la producción y por consiguiente en el desarrollo de todas las etapas que se esperan analizar.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de sustratos tezontle con vermicomposta, arena con sello y biopreparados como el té orgánico, bio activador y su uso de foma mixta en el rendimiento y calidad de la fresa (*Fragaria spp*) hidropónica en circuito abierto bajo condiciones de invernadero

3.2 Objetivos Específicos

- Describir el efecto de los sustratos organopónicos como el tezontle con vermicomposta y arena con sello en el rendimiento y calidad de fresa hidropónica bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el efecto de biopreparados de origen orgánico como lo son el té orgánico y el bioactivador en la producción (rendimiento y calidad) de fresa hidropónica bajo condiciones de invernadero.

4. JUSTIFICACIÓN

- Académica: Con el proyecto en curso se puso en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera para fortalecerlos y tomar experiencia.
- Económica: Con este proyecto y los resultados obtenidos se busca bajar los costos de la producción como lo podría ser si se utilizan productos químicos y de similar o mayor calidad y con esta forma, impulsar el uso de biofertilizantes para obtener una cosecha de mejor calidad al igual que comercializar un producto sano y libre de cualquier toxina.
- Ecológica: Impulsar el uso de bio productos como complemento a la nutrición del cultivo de fresa ayudará principalmente a la conservación del medio ambiente y por otro lado la utilización de insumos orgánicos contribuirá en la producción de alimentos libres de cualquier tipo de tóxicos, distribuyendo así, un producto de mejor calidad.

5. DEFINICION DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACION

El presente estudio es una investigación de tipo cuantitativo ya que se estableció un análisis estadístico para describir el efecto de los factores sobre las variables cuantitativas; también se denomina correlacional, ya que se evaluaron más de dos variables, por lo tanto, trata de descubrir la diferencia que tienen cada una de las variables al relacionarlas con las otras, por lo tanto, son medibles permitiendo su cuantificación para analizarla estadísticamente.

6. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

6.1 Hipótesis alterna

Existe al menos un resultado positivo entre los sustratos tezontle con vermicomposta y arena con sello junto con los biopreparados té organico, Bio activador o el uso de los dos juntos sobre el rendimiento y calidad de fresa hidropónica bajo condiciones de invernadero.

6.2 Hipótesis nula

El empleo de los sustratos tezontle con vermicomposta y arena con sello y los biopreparados, té organico, Bio activador o el uso de los dos juntos arrojaran efectos nulos sobre el rendimiento y calidad de fresa hidropónica bajo condiciones de invernadero.

7. ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO

7.1 Conceptualización en materia de la agricultura orgánica

7.1.1 Agricultura orgánica

Esta se conoce como un sistema de producción que se basa en no hacer uso de varios productos químicos, algunos de ellos como: fertilizantes, plaguicidas, fungicidas, herbicidas e insecticidas. Estos procesos se llevan a cabo bajo un método de uso de insumos naturales y actividades agrícolas que protegen el medio ambiente como puede ser, las compostas, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales y rotación de cultivos (Ochoa, 2010).

Este sistema orgánica no es un proceso nuevo o moderno, se ha estado aplicando desde la revolución neolítica de hace 10 mil años, hasta que surgió la producción agrícola industrializada en el curso de la segunda mitad del siglo XX con la revolución verde; los insumos orgánicos con el paso del tiempo han sido desplazados por insumos industriales, comenzando con la sustitución de abonos por fertilizantes, después el cambio de insumos anti plagas naturales por insecticidas químicos, prosiguiendo con las semillas criollas por semillas híbridas y semillas transgénicas y por último los policultivos a pequeña y mediana escala por monocultivos a mediana y gran escala entre muchas otras actividades relacionadas con este sistema orgánico (Salinas, 2014).

Con base a los problemas relacionados a la generación de cultivos contaminados, que se ha incrementado en los últimos años debido a la agricultura convencional, la producción orgánica, la importancia de la producción orgánica creció, ya que se ocupa de la obtención de alimentos sanos. Este proceso ha generado en las instituciones públicas y en particular en muchas de las Universidades un cambio de actitud en lo referente a la vinculación de estas con el entorno y en sus políticas de investigación; siendo, la Agricultura Orgánica el motor de ese enfoque (Zuñiga, 2014).

7.1.2 Principios de la Agricultura orgánica

Dentro de la agricultura orgánica se toman en cuenta distintos aspectos como los son los: ecológicos, técnicos, económicos al igual que sociales los cuales nos ayudan a obtener una producción de alimentos sin jugar con la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y cultural para las futuras generaciones (García, 2010).

Los principios de la agricultura orgánica, se basan en:

- Establecer rotación de cultivos.
- Mantener una tasa elevada de materia orgánica en el suelo.
- Cultivar manteniendo la estructura y textura del suelo.
- Evitar las técnicas artificiales y contaminantes (agroquímicos).
- Establecer un sistema amigable y respetuoso con el medio ambiente.
- La asociación de especies vegetales en el mismo sitio.
- Poder satisfacer las deficiencias nutricionales mediante la utilización de fertilizantes o preparados orgánicos.
- Proteger el uso de recursos renovables, así como la disminución de los no renovables.

7.2 Buenas Prácticas Agrícolas

7.2.1 ¿Qué es?

El concepto de BPA o buenas prácticas agrícolas hace referencia principalmente al conjunto de principios normas y recomendaciones técnicas que se aplican en distintas etapas de la producción agrícola para garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos. Por otro lado, uno de los objetivos principales es también la protección o cuidado fitosanitario de residuos plaguicidas en la producción para proteger la salud de los consumidores y el acceso a los mercados internacionales (Díaz, 2017).

7.2.2 Importancia de producir con BPA

- Los consumidores están cada vez más preocupados por obtener alimentos sanos y producidos respetando el medio ambiente y el bienestar del medio ambiente.
- Los mercados nacionales e internacionales están exigiendo a los proveedores cumplir con las exigencias de los consumidores (Agrocalidad, 2020).

7.2.3 Ventajas y desventajas de las BPA

Ventajas

- Promueven la protección de la biodiversidad y fertilizas del suelo, así como la reducción de contaminación del espacio natural racionalizando el manejo de productos químicos fertilizantes y desechos orgánicos.
- Permiten capacitar y enseñar acerca de los temas de seguridad y riesgos laborales.
- Se garantiza que los alimentos producidos son sanos e higiénicos.

Desventajas

- El costo de la inversión inicial es alto, comparando con la tradicional, ya que involucra tanto gasto en la infraestructura como en la mano de obra, para realizar una correcta metodología.

El certificado tiene una validez de un año únicamente, por consiguiente, se tiene que renovar año con año con sus respectivos costos, además de extensos tiempos para realizar los trámites (Cofre, 2012).

7.3 Caracterización de la agricultura orgánica

Dentro de la producción orgánica se pueden mencionar una serie de características distintivas, las mismas nos permiten identificar y entender cuáles son aquellas acciones que actúan en el proceso de crecimiento de la producción y ventas de los productos orgánicos (FAO, 2003).

Algunas de estas son:

- Es un sistema de producción orientado a los procesos, más que a los productos.
- Este método implica restricciones significativas que elevan los costos de producción y comercialización.
- Los consumidores compran los productos principalmente por que perciben los beneficios que aportan a la salud a la seguridad en los alimentos y en el medio ambiente.

7.4 Oportunidades y limitaciones de la agricultura orgánica

Como ya sabemos es muy común que las exportaciones se vendan a sobrepuestos muy altos, estos generalmente tienen un rango de hasta un 20 por ciento arriba de los productos que son idénticos, pero fueron producidos en granjas no orgánicas o con que se les aplicaron productos de otra índole. De igual manera, la rentabilidad de las granjas orgánicas suele variar ya que se han realizado pocos estudios para evaluar las posibilidades de obtener esos sobrepuestos del mercado a largo plazo. Del mismo modo, cuando las circunstancias se prestan, la rentabilidad de la agricultura orgánica puede contribuir dentro del mercado con la seguridad alimentaria local y a aumentar los ingresos familiares.

También es necesario recalcar que no es fácil entrar en este mercado lucrativo, ya que, en casi todos los casos, los trabajadores y las empresas dedicadas a actividades después de la cosecha que su objetivo es vender sus productos a países desarrollados deben acudir a una empresa de certificación para que lleve a cabo inspecciones anuales y afirme que se ajusten a las normas orgánicas establecidas por los diversos interlocutores comerciales.

El precio que manejan estos servicios puede ser costoso, un de las razones más destacadas es porque pocos países en desarrollo cuentan con organizaciones de certificación. Además, cabe mencionar que los agricultores que adoptan la

gestión orgánica pueden no lograr ingresar tan fácilmente en los mercados de los países notoriamente más desarrollados durante hasta tres años, de conformidad con los procedimientos de certificación que requieren "la depuración de los residuos químicos" (FAO, 1999).

7.5 Producción orgánica de hortalizas

La agricultura orgánica no consiste únicamente en mantener una postura en contra del uso de productos químicos o basarse en seguir a las viejas tradiciones agrícolas. Los métodos orgánicos están basados en el estudio de la naturaleza y la colaboración con los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición con el único fin de mantener al suelo vivo y productivo.

En una producción orgánica los organismos que generalmente provocan enfermedades y plagas suelen ser menos perjudiciales pues se mantienen en equilibrio poblacional hablando de los benéficos, y las plantas desarrolladas de acuerdo con los métodos orgánicos ofrecen mayor resistencia a sus ataques. Este sistema de agricultura también hace énfasis en el uso de suficiente materia orgánica que ayuda, entre otras cosas, a mantener la textura grumosa y suelta del suelo, manteniendo la humedad y favoreciendo el desarrollo de la flora y fauna del mismo.

La producción orgánica presenta el desafío de lograr una diversidad de cultivos equilibrada, en armonía con la rotación de estos mismos, con lo cual la fertilidad del suelo se tendrá que mantener y ser mejorada, la presencia de las plagas deberá disminuir al disminuir las poblaciones de los diversos organismos, se busca un aumento en la diversidad de la flora microbiana que se presenta en él; en otras palabras se deberá aumentar la producción a un bajo costo ecológico y energético, lo cual permitirá la sostenibilidad con el tiempo (Mora, 1994).

Hablando de ventajas que pueden llegar a presentarse dentro de la producción orgánica de hortalizas, se mencionan las siguientes (Alaniz, 2007):

7.5.1 Ventajas

- El productor genera mayores precios por sus productos (un sobreprecio de entre 20 y 50% más que los productos convencionales).
- Ayuda a conservar y mejorar sus propios recursos como lo son el suelo y agua.
- Produce alimentos sanos.
- Trabaja en un ambiente sano, totalmente libre de intoxicaciones y de enfermedades ocasionadas por agroquímicos.
- Mantiene empleos bien remunerados además de generar alternativas de trabajo.

También existen desventajas como lo son (SAGARPA, 2014):

7.5.2 Desventajas

- Este por lo general cuenta con tecnología y asistencia técnica limitada.
- Tiene baja disponibilidad de insumos orgánicos.
- Es difícil garantizar el cumplimiento y rendimiento de los métodos orgánicos.
- La certificación llega a ser costosa y es obligatoria.
- Los mercados son limitados y sus exigencias son muy altas.
- Es complicado eliminar por completo los insumos químicos y la reducción del empleo de maquinaria.

7.6 Tipos de productores de hortalizas en México y su importancia

- Pequeños productores: Estos son aquellos que están agrupados en pequeñas organizaciones y se caracterizan por su estado económico bajo, pertenecen a algún grupo indígena y con creciente participación de mujeres.
- Grandes productores: Se les nombra así a aquellos que les dan mayor atención a los cultivos con potencial de exportación, debido a los beneficios económicos altos cuando se tiene ya un contacto sobre los mercados mundiales.

- Agricultores profesionales: aquellos que ya generan exportaciones de gran dimensión productiva, cuentan con dedicación total al trabajo que realizan y tienen ya una grande tradición en las actividades del sector agrario; son agricultores con un nivel de profesionalismo alto y que suelen mezclar la producción convencional con la orgánica. Los agricultores profesionales ya consiguen un porcentaje de producción elevado en dirección a los mercados externos, específicamente a través de comercializadoras.
- Agricultores de tiempo parcial: estos agricultores son los cuales le dedican una cantidad de horas específicas a las actividades. Cuentan con un nivel de formación alto (licenciatura, maestría, doctorado) y su incorporación es reciente al igual que laboran un reducido tamaño de área. Trabajan en mayor medida con la comercialización específica de sus productos entre consumidores (por medio de mercaditos, en parcela, internet, venta directa a detallistas especializados, entre otras) (Arias, 2015).

7.7 Producción de hortalizas bajo invernadero

Un invernadero se puede definir como aquella estructura cerrada, cubierta por diferentes tipos de materiales de colores variantes desde transparentes hasta colores blancos lechosos, dentro de esta se generan condiciones artificiales hablando del microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas dentro y fuera de la temporada en la que normalmente se cultiva. Este es el sistema más simple y económico, con el cual se es posible captar la energía del sol en favor de los cultivos (Miserendino, 2014).

Los invernaderos son una construcción agrícola metálica, que cuenta con un cerramiento total de plástico en la parte superior y de malla sombra por los costados, esto con la principal razón de evitar el paso de lluvia, granizo, heladas viento en exceso y animales, igual que aislar de plagas y enfermedades de zonas cercanas, la principal función es controlar el clima, la temperatura, la humedad relativa y la ventilación necesarias para alcanzar una productividad alta con un costo

relativamente bajo, en un tiempo menor y como cosa importante sin hacer mayor daño al medio ambiente (Santizo, 2011).

7.7.1 Instalación

Para instalar un invernadero se deben de tomar algunos aspectos importantes para que este tenga un correcto funcionamiento (Orondez, 1984).

Orientación: Al decidir la orientación que tendrá el invernadero se tendrá que tomar en cuenta los vientos, los cuales pueden ser constantes, y estos mismos proporcionan un adecuado movimiento de aire que no perjudicaran a la estructura ni al cultivo; huracanados, que, aunque solamente se presentan algunos días al año, son suficiente para destrozarse instalaciones que se encuentren poco resistentes.

Topografía del Terreno: Se necesitará el terreno más adecuado, es importante evitar los terrenos excesivamente accidentados o afectados por polvo, nieblas o nubes bajas.

Disponibilidad de buena agua de riego: para contar con una disponibilidad de recurso hidrológico se debe tomar en cuenta que una hectárea necesita al año 9,000 metros cúbicos de agua, por lo tanto, se deberá contar con agua suficiente y de buena calidad para los riegos necesarios cerca de invernadero.

Insolación: Como ya se sabe el sol es la principal fuente de energía; este proporciona el calor diurno que es necesario, el cual se queda almacenado en el invernadero, haciendo mantener la temperatura a buen nivel durante toda la noche. Una temperatura ideal dentro de un invernadero se maneja de entre 18 a 30° C., según el cultivo establecido dentro de este, y la humedad relativa del 60 al 90g.

7.8 Características distintivas de un invernadero

Los beneficios de construir un invernadero han masificado el uso de los mismos dentro de la agricultura ya que nos ayudan a obtener una producción más limpia, al igual que trabajar en el interior en tiempos de lluvias y evitar daños por

roedores, pájaros, viento, entre otros problemas que se pueden presentar en campo abierto.

Este método de cultivar bajo invernadero también genera una gran economía de riego por la evapotranspiración, que hace referencia a la pérdida de agua por evaporación del suelo y transpiración de plantas ya que están protegidas del viento.

La construcción de este es un tanto simple, consta de un soporte de madera o metal y una cubierta que puede llegar a ser de policarbonato o vidrios, polietileno transparente, el cual deberá cubrir los cuatro lados del invernadero y el techo; también será necesario tener un buen sistema para regular la ventilación, la humedad y la temperatura del interior, se dice que necesitan una mayor precisión en el manejo de plantaciones ya que las plagas y enfermedades se encuentran en mejores condiciones para desarrollarse por la temperatura y humedad, lo que se puede evitar con un buen control.

En tiempos que se presenten climas fríos es importante que la estructura tenga una doble cubierta, lo que permitirá que la cámara de aire se genere entre ellas y actúe como una aislante, y de esta forma ese seguirá conservando el calor dentro.

En cuanto a la altura de la estructura aquella que alcance los 3 metros por cada metro cuadrado de superficie (Barrios, 2019).

7.8.1 Recomendaciones

En lugares donde existen corrientes de aire muy fríos se recomienda que se instalen cortinas cortavientos en la finalidad de proteger el polietileno y para evitar que la temperatura descienda.

Es de vital importancia mantener las puertas cerradas y asegurarse que no halla fugas de aire hacia el interior, en el caso de que se rompan se deberá parchar usando cintas adhesivas especiales, que se recomienda tener siempre a la mano (Barrios, 2019).

7.8.2 Clasificación

La clasificación de invernaderos se basa de acuerdo a la tipología, equipos y tecnología que se utiliza, que considera tres niveles: baja, media y alta, por otro lado, también existen tipos de invernaderos según al periodo de vida útil, así como a la tolerancia a los desplazamientos de la estructura de cubierta (Martínez, 2007).

Es decir:

- Clase A: Invernaderos unitarios o en batería.
- Clase B: Tipo casa-sombra, macro y micro túneles, para estos, no existe algo que los divida bien definido, sin embargo, se ha optado por tomar en cuenta como elemento de referencia el volumen de aire contenido por metro cuadrado de piso cubierto.

7.8.3 Pasos previos para construir un invernadero

Para levantar un invernadero, se debe de tomar en cuenta puntos específicos para tener una construcción final correcta y de calidad (Duran, 2016).

Los aspectos que se deben considerar son los siguientes seis:

1. Elección del terreno

- Debe de estar expuesto al sol, con una buena iluminación y se debe de tener corrientes de aire no tan fuertes.
- Se debe ubicar en un terreno con pendientes moderadamente elevadas, en una zona no pantanosa y suelos de buena calidad o mejorables.
- Debe de contar con acceso a puntos hidratantes para poder instalar el sistema de riego, al igual que debe de ser agua de calidad, limpia y certificada.
- Debe de tener acceso a vías de comunicación.
- Se recomienda que se ubique cerca de viviendas.

2. Elección del diseño y tamaño:

- Capilla con doble caída
- Media agua
- Túnel

- Tipo trinchera
3. Orientación
La orientación recomendada es de norte a sur, sin embargo, esta puede cambiar debido a la presencia de los vientos dominantes y la dirección que estos lleven, lo que cambiaría su dirección de este a oeste.
 4. Elaboración del plano
Este se realiza acorde a las medidas del terreno, el alto, ancho y largo que se desee, y el diseño que previamente se debió escoger.
 5. Ajustes en campo
 - Limpieza o nivelación del terreno
 - Marcado del terreno acorde el diseño elegido
 6. Identificación de herramientas que se ocuparan
 - Pala
 - Pico
 - Rastrillo
 - Carretilla
 - Metro
 - Nivel
 - Serrucho
 - Alicata
 - Martillo / marro
 - Soga
 - Estacas
 - Plomada

7.8.4 Ventajas de cultivar en invernadero

Los rendimientos en invernadero o malla sombra suelen ser superiores a los conseguidos al aire libre, puesto que la planta trabaja mejor en ambientes más húmedos donde las temperaturas oscilan con moderación, las corrientes de aire son más bajas y la presencia de plagas es más poca que en ambientes descubiertos.

En cuanto a las ventajas que presenta el desarrollo de plantas cultivadas bajo condiciones de invernadero sobre el cultivo de las mismas en campo abierto, son las siguientes (Berger, 2021):

- Masificación de la producción
- Incremento de los rendimientos
- Uso eficiente de insumos
- Mejor control de plagas malezas y enfermedades
- Oportunidad de cultivar todo el año
- Obtención de productos fuera de temporada
- Mayor comodidad y seguridad para los cultivos establecidos.

7.8.5 Desventajas de cultivar en invernadero

Los principales inconvenientes a los que se puede uno enfrentar cuando se decide a comenzar una producción en la que se proyecte la construcción de invernaderos son (IAUSA, 2016):

- Inversión inicial elevada.
- Desconocimiento en cuanto al establecimiento de las estructuras.
- Altos costos de la producción.
- Alto nivel de capacitación.
- Condiciones óptimas para el desarrollo de plagas y enfermedades.
- Mercado con altas expectativas.

7.8.6 Formas de cultivar en invernadero

- Cultivos hidropónicos: Los cultivos hidropónicos tienen la característica principal de no requerir del suelo, los nutrientes se les brindan a las raíces directamente a través del agua de riego. De esta manera, son cultivos muy controlados, que garantizan la calidad de la producción.
- Cultivos en almácigos: Se preparan en pequeños recipientes con un sustrato de la mejor calidad posible, en la que se siembran las semillas y se cuidan hasta que germinen y las plantas adquieran un tamaño adecuado para su correcto trasplante.

- Cultivos orgánicos de invierno: En términos generales el cultivo en invernadero es orgánico, ya que al estar controladas las condiciones ambientales, no requiere el uso de pesticidas, ni fertilizantes químicos. Cultivar en invernadero es particularmente importante en invierno, ya que puede protegerse la producción de las bajas temperaturas propias de dicha estación. (Agropinos, 2014)

7.9 Descripción del cultivo de fresa

Nombre científico: (*Fragaria ananassa L*)

Nombre Científico:	Fragaria L.
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Género:	Fragaria

(Sánchez, 2015)

7.9.1 Descripción botánica

La fresa es un cultivo precoz de alta producción, cuyo fruto tiene un sabor exquisito y posee alto valor nutricional, muy apetitosa y solicitada dentro del mercado, en términos generales, es una planta robusta (10-40 cm), con ribosomas muy ramificados y estolones o con ellos, pero de una longitud muy corta, hojas de color verde oscuro, coráceas. El fruto es de un color rojo brillante con un tamaño aproximado de 20-50 mm, el cual se separa con facilidad del talamo (Perez, 2018).

Desde un punto de vista hortícola la fresa está clasificada en el grupo de frutas llamadas bayas, aunque en realidad es un falso fruto que se forma por el engrosamiento del receptáculo floral donde se encuentran inmersas gran cantidad de semilla, que son los verdaderos frutos y se conocen como aquenios. Son los aquenios mediante la producción de hormonas los que provocan el engrosamiento del receptáculo floral (Madrigal, 2017).

Raíces

El cultivo de fresa es de tipo herbáceo y perenne.

El sistema radicular con el que este cultivo cuenta es de un aspecto fibroso, fasciculado y se origina en la corona, este se divide en raíces primarias y raíces secundarias.

- Primarias: son las de aspecto más grueso, hacen el papel de soporte, presentan cambium vascular y suberoso, son de color café oscuro, nacen en la base de las hojas y como ya se mencionó, son perennes.

- Secundarias o raicillas alimenticias: estas son aquellas que carecen de cambium vascular y suberoso, son más delgadas, e color marfil y tienen un periodo de vida más corto.

La profundidad que suele tener el sistema radicular es variable, dependiendo del suelo y la presencia de patógenos alojados en el mismo. Las raíces penetran el suelo hasta una profundidad de 80 cm, y aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm.

Las raíces secundarias salen de las primarias y forman la masa radicular cuya función principal es a la absorción de nutrientes y el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva.

Tallo o corona

La fresa presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, donde se ubican las yemas tanto vegetativas como florales y de ellas nacen las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. en una corona sana, al hacer un corte vertical o trasversal, se debe observar su centro de color claro, sin manchas o tonalidades rojizas ya que estas serían un indicador de alguna enfermedad causada por hongos.

Hojas

Estas aparecen en roseta y se insertan en una corona. Son pinnadas o palmeadas, subdivididas en tres foliolos, de bordes aserrados, tienen estipulas en

su base y su espesor varía según la variedad, son de color verde más o menos intenso. tienen un gran número de estomas (300-400/mm), lo que permite su transpiración y a la vez las hace muy susceptibles a la falta de humedad (Altamirano, 2004).

Estolones

Los estolones son un medio de reproducción asexual de la fresa, este es emitido por la planta a partir de yemas auxiliares que se encuentran en la corona, justo en la base de las hojas, los estolones están constituidos por dos entrenudos los cuales presentan una longitud de entre 10 a 20 cm y cuentan con una yema terminal donde se forma una roseta de hojas, que al entrar en contacto con el suelo emite raíces, formando una nueva planta.

Flor

La flor consta de un cáliz de cinco sépalos, una corola de cinco pétalos blancos, de 20 a 35 estambres amarillos insertados en los contornos de un receptáculo carnoso, donde se encuentran ciertos pistilos.

Inflorescencia

Este es un tallo modificado en el que los pedúnculos florales nacen en distintos puntos del eje. los pedúnculos nacen de los brotes en las axilas de las hojas modificadas o brácteas y terminan en una flor. Después de la flor primaria, hay típicamente dos flores secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias. La flor primaria produce el fruto de mayor, el tamaño del fruto disminuye en flores secundarias y terciarias, mientras que la flor cuaternaria son estériles, aunque si llega a dar frutos estos carecen de valor comercial. (Madrigal, 2017)

7.9.2 Etapas Fenológicas del cultivo de fresa

Las etapas de desarrollo del cultivo de fresa son: Vegetativa, Reproductiva y Productiva, el proceso es el siguiente (Mendoza, 2018):

- Etapa Vegetativa:
Brotes, las yemas principales comienzan a crecer.

Desarrollo de las hojas, de las primeras hojas emergentes, primeras hojas desplegadas

hasta nueve o más hojas desplegadas.

Desarrollo de las partes vegetativas cosécales: comienzo de la formación de estolón (de 2 cm de longitud), brotes de hijos de la planta para ser trasplantados.

- Etapa Reproductiva:

Aparición de órgano floral: Primeras yemas florales salidas.

Floración: Primeras flores abiertas, plena floración y caída de pétalos.

- Etapa Productiva:

Formación del fruto.

Maduración del fruto.

Senescencia y comienzo del reposo vegetativo.

Requerimientos edafoclimaticos

- Altura: Se cultiva en zonas desde 1200 hasta 2500 m.s.n.m
- Clima: Se desarrolla en climas templados, y aunque resisten los climas fríos, se puede llegar a producir deformación del fruto, especialmente en las variedades de fruto grande.
- Temperatura: de 8 a 15°C para iniciar la vegetación y floración y 18 – 23°C para la maduración. Se recomienda ventilar todos los días a las horas que suelen ser más calurosas.
- Precipitación: La mínima requerida se sitúa alrededor de los 600mm.
- Humedad Relativa: La más o menos adecuada es de 60 – 75 % cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, de lo contrario, cuando es deficiente las plantas suelen tener daños fisiológicos que perjudican la producción, y en un caso extremo puede llegar a morir la planta.
- Suelo: requiere suelos sueltos arenoso o franco-arenoso, equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua.

50% Arena

20% Arcilla

15% Calizas

5% Materia Organica

- pH: Soporta bien valores de entre 6 y 7. Siendo el óptimo el torno a 6.5, o incluso un poco menor.
- Materia orgánica: Del 2 – 3%.
- Riego: la fresa es un cultivo muy exigente, tanto en las cantidades de agua, muy repartida, y suficiente a lo largo del cultivo, como en la cantidad presenta que esta. El cultivo se reciente, disminuyendo su rendimiento con concentraciones de sales en el agua superiores a 0,8mmhos/cm.

(Cumbe, 2010)

7.9.3 Manejo agronómico

Por ser una planta híbrida, su reproducción por semilla puede resultar complicada. Por este motivo se recomienda que su propagación se realice a través de estolones y coronas, este método permite un desarrollo vegetativo rápido y seguro. Aunque la fresa puede vivir mucho tiempo, se recomienda explotarla únicamente los primeros dos años de vida, pues a mayor edad su susceptibilidad a plagas aumenta y su producción disminuye.

a) Material vegetativo

Las plántulas pueden ser de un cultivo propio o adquiridas en algún establecimiento.

Se deben de elegir ejemplares sin plaga o enfermedad, sin hojas, con o sin raíces. Algunas veces los ejemplares que compramos o conseguimos no tienen hojas o raíz, esto es para almacenarlas en un lugar frío (a -1°C o a 0°C) hasta su venta.

Si te llegaron por paquetería, te recomendamos que antes de abrir la caja o costal, la coloques en un lugar fresco sin corrientes de aire por 30 minutos antes de abrirla para que se aclimate. Abrirla poco a poco, con ayuda de unos guantes o con las manos limpias, tomaremos las plántulas y nos aseguraremos de que estén en buen estado.

Antes de sembrarlas, procura sumergirlas en agua con cloro (5 ml por cada litro de agua) por 5 minutos o en una solución bactericida o fúngica. Para prevenir enfermedades.

Aunque la fresa puede vivir mucho tiempo, se recomienda explotarla únicamente los primeros dos años de vida, pues a mayor edad su susceptibilidad a plagas aumenta y su producción disminuye.

b) Suelo o Sustrato

Lo primero es desinfectar la corona o el tallo, así como todos los materiales a ocupar (semillero, bolsas, macetas, palas de jardín, etc).

Podemos realizar una siembra directa o indirecta, en caso de ser indirecta colocamos las coronas en semilleros de 21 cavidades con perlita, tezontle, vermiculita, fibra de coco o alguna mezcla que tenga un buen drenaje y aireación, procurando que el sustrato siempre esté húmedo.

Si lo realizamos en siembra directa puede ser en macetas (5", 6", o 7"), bolsas de cultivo (20x20 o 30x30) o bolis de fibra de coco. Estos contenedores deben tener un buen sustrato (como perlita, tezontle, vermiculita, fibra de coco o alguna mezcla que tenga un buen drenaje y aireación,) procurando que el sustrato siempre esté húmedo. Sembramos una o dos coronas por contenedor.

c) Siembra

La profundidad de siembra será de 1 cm por debajo del sustrato, procurando que las raíces siempre estén hacia abajo y si es posible, que la yema de donde brotan las hojas, esté por encima del sustrato.

Después las colocaremos en un lugar con media sombra, procurando que reciba la luz del amanecer y del atardecer, pero no la del medio día o de las horas más intensas de luz solar.

Se pueden sembrar en cualquier época del año, pero por lo general se hace en los primeros meses de la época lluviosa (mayo, junio y julio); para obtener la producción en los primeros meses de la época seca (noviembre/diciembre), esto con la finalidad de evitar enfermedades y producciones deficientes.

Su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura (Intagri, 2018)

a) Riego

Las raíces de la fresa se dispersan en forma superficial (15 - 30 cm) dentro del sustrato, lo que requiere un riego en forma ligera, pero frecuente para mantener el sustrato húmedo, sobre todo en los sustratos bien drenados, los cuales son los más recomendados para el cultivo.

El riego será únicamente con agua los primeros días después de la siembra, en cuanto empiecen a enraizar colocaremos la solución nutritiva poco a poco, puedes comenzar colocando un tercio de la dosis recomendada de la solución nutritiva para hortalizas.

b) Poda

Tendrás que eliminar los estolones que genera la planta, ya que estos consumen nutrientes esenciales para la producción. La poda se realiza después de los ciclos fuertes de producción, quitando los racimos viejos, hojas secas, dañadas.

Poda de hojas: Esta se realiza cada que revises tu cultivo (por lo menos cada semana) ya que hayas realizado el trasplante, deberás eliminar solamente las hojas enfermas (amarillentas o en tonalidades pardas, necrosis/coloración negra) y en senescencia (hojas viejas).

Al eliminar este tipo de hojas, estimulas a tus plantas para que tengan un mayor desarrollo vegetativo, buena ventilación y desechamos cualquier posible infección por esporas, bacterias y virus que pudieran contaminarlas. La poda permite que el paso de luz a las hojas sea mayor, acelerando la renovación de la planta y facilitando la aplicación de plaguicidas; lo que previene el ataque de hongos en la fruta.

Poda de flores: Al igual que las hojas, tendrás que eliminar las flores más enfermas, viejas o marchitas, evitando que las demás se dañen. Se recomienda eliminar las primeras flores después de la siembra o el trasplante, para darle vigor a la planta.

c) Cosecha

Los primeros meses son más productivos y la fruta es de mejor calidad por su tamaño y uniformidad. La cosecha dura por lo general de 5 a 6 meses. Debido a

que es altamente perecedera, se cosecha cada tres días y debe manejarse con mucho cuidado. Se ha visto que la planta ha tenido una vida productiva de tres años, con la fertilización desarrollada. Primero se seleccionan los frutos de forma visual basándose en: el tamaño del fruto, coloración, y aroma principalmente.

A los frutos se les deja el pedúnculo (tallo) con longitud de 5 a 6 mm y se coloca sin tocarlos en charolas de plástico. Cualquier inspección, debe hacerse solo tomando el pedúnculo.

Una fruta de fresa cosechada en plena maduración y mantenida a temperatura ambiente, se deteriora en un 80% en solo 8 horas por lo que las cajas se llevan inmediatamente a un cuarto frío. Lo anterior mejorará la vida de anaquel y apariencia de las frutas por las siguientes 72 horas, haciéndolo más durable y manteniendo sus características de una fruta apetecible (Agroware, 2016).

7.9.4 Manejo Integrado de Plagas (MIP) Enfermedades causadas por hongos y bacterias

- Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

Síntomas: Los síntomas asociados con antracnosis incluyen lesiones en hojas, pecíolos, estolones, podredumbre de corona, podredumbre de fruto y tizón de flores.

Manejo

- Utilizar plántulas libres de la enfermedad, por lo cual es necesario tener un buen origen de plantas.
- Utilizar cultivares resistentes o tolerantes es una medida especialmente eficaz para no tener o disminuir el problema.

- La eliminación de frutos, hojas, estolones y plantas afectadas, así como los rastros de los cultivos, contribuye a bajar la cantidad de inóculo presente en el cultivo para iniciar o dispersar la enfermedad.
 - Las rotaciones con cultivos no susceptibles o abonos verde permiten cortar el ciclo de la enfermedad y tener menos problemas al año siguiente.
 - Control de malezas en el cultivo y alrededores también ayuda a bajar, por un lado, la cantidad de inóculo si esas malezas fueran hospederas del hongo y por otro la humedad, que favorece al desarrollo de la enfermedad.
 - Solarización del terreno o de los canteros, sola o en combinación con biofumigación, elimina o baja la cantidad de inóculo pues mata las esporas y el micelio del hongo, así como semillas de algunas malezas.
- Oidio o Polvillo (*Sphaeroteca macularis fsp. fragariae*)

Síntomas: La enfermedad produce un enrollamiento o abarquillado hacia arriba de las hojas, y puede llegar a secarlas. En plantas jóvenes retrasa su desarrollo. Un polvillo blanco característico que corresponde al micelio y las esporas del hongo aparece sobre la superficie de las hojas. Posteriormente la cara inferior de las mismas, en especial sobre los bordes, toma un tono violáceo. El hongo puede también atacar estolones, flores y frutos en donde se aprecia el polvillo blanco típico. En los frutos, posteriormente a la desaparición del polvillo blanco también se aprecia una coloración violácea.

Manejo

- En el caso que el material de plantación venga con hojas afectadas, éstas se deben eliminar en el momento del trasplante. Hay que enfatizar el control químico en las primeras etapas, en particular en los cultivos protegidos, ya que permite prevenir o cortar el desarrollo de la enfermedad.

- El control químico con fungicidas preventivos y sistémicos siempre es necesario frente a la aparición de síntomas. Hay que tomar medidas preventivas, comenzando las aplicaciones de fitosanitarios cuando se observe la primera aparición de síntomas.
- Moho gris (*Botrytis cinerea*)

Sintomas: produce manchas en el fruto de color marrón claro. Es más frecuente observar la lesión en la zona del cáliz, pero puede aparecer en cualquier parte del fruto, en especial en zonas que están en contacto con el suelo o sobre zonas que contenga agua. La pudrición puede extenderse a todo el fruto, el cual rápidamente queda cubierto por un moho gris que corresponde a las esporas del hongo. La enfermedad puede atacar también las inflorescencias, produciendo un tizón que ocasiona la pérdida de flores individuales o de toda la inflorescencia.

Manejo

- La eliminación de rastrojos y de hojas senescentes, flores y frutos afectados, el control de malezas, y el manejo de las distancias de plantación.
- En cultivos protegidos es esencial el manejo de la ventilación, mediante apertura diaria de los invernaderos o túneles.
- Mantener un balance en la fertilización, en especial en cuanto a nitrógeno, para evitar excesos de vigor y follaje, es también una medida apropiada.
- Buena sistematización de los cuadros de plantación y canteros elevados, evitando la acumulación de agua, pues permite bajar la humedad en el cultivo.
- El control químico debe realizarse desde la época de floración, con humedad relativa superior al 80%, con fungicidas tipo Carbamatos, Benzimidazoles y Dicarboximidas.

Enfermedades de hongo de suelo

- Podredumbre de corona y fruto (*Phytophthora cactorum*)

Síntomas

- En la corona produce manchas de color marrón café rojizo a chocolate que destruyen el tejido central y el vascular, lo cual la distingue de otras enfermedades de corona como Antracnosis y Verticilosis.
- Cuando ataca al fruto en estado verde, se producen manchas firmes, de color marrón oscuro, que puede tomar todo el fruto. En caso de frutos maduros, se produce un cambio de color hacia el marrón claro, con tonos violáceos o púrpuras en algunas zonas. La podredumbre permanece firme, lo cual es una característica distintiva.
- Marchitamiento (*Verticillium dahliae*)

Síntomas: Esta enfermedad produce marchitamiento y muerte de las plantas. Las hojas externas se marchitan y presentan zonas marrones en los bordes y entre las nervaduras. Las hojas internas, más nuevas, tienden a permanecer verdes y turgentes. En la corona se puede observar un oscurecimiento de los tejidos vasculares.

- Raíces negras (*Pythium spp.*, *Cilindrocarpon spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*)

Síntomas: Esta enfermedad causada por el complejo de hongos mencionados incluye la destrucción de las raíces absorbentes, así como el deterioro, pudrición y ennegrecimiento de todo el sistema radicular. Como consecuencia se produce una reducción del vigor y rendimiento de las plantas, y muchas veces termina ocasionando la muerte de las mismas.

Manejo de las enfermedades en suelo

Estas enfermedades se controlan más efectivamente mediante manejo cultural. Por lo tanto, se deben realizar estas alternativas de control para actuar

sobre la planta, el ambiente o directamente sobre los hongos causantes de estos problemas. El buen manejo del suelo es esencial. En tal sentido, preparar bien y con antelación el terreno de plantación, agregar materia orgánica, utilizar abonos verdes, sistematizar los cuadros para asegurar un buen drenaje, evitando encharcamientos y excesos de riego.

La eliminación de rastrojos, plantas y frutos afectados, así como la solarización, ya sea sola o combinada con biofumigación, contribuye a bajar la población de los hongos en el suelo.

Las rotaciones con cultivos no susceptibles a estas enfermedades o con abonos verdes, y el control adecuado de malezas, permiten cortar en algunos casos los ciclos de los hongos y en consecuencia tener menores niveles de enfermedad (Jimenez, 2003).

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Localización

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus valle de Morelia en el área de invernaderos.



Imagen 1 Unidad Orgánica Sustentable

8.2 Materiales, equipo y herramientas

A continuación, se enlistan los materiales (Tabla 1), equipos y herramientas utilizadas en el presente trabajo de investigación.

Tabla 1 Materiales Equipo y Herramientas

Material Vegetal	Tubin	Machete
Bolsas 40x40	Manguera (16 pulgadas)	Tijeras de poda
Composta (champiñón)	Tubos PVC	Bascula digital
Vermicomposta	Bomba	Vernier
Tezontle	Tinaco	
Pala	Válvulas	
Azadón	Timer	

8.3 Metodología

8.3.1 Obtención de plántula

Se utilizaron 20 plántulas de la variedad “Fortuna”, las cuales fueron donadas por alumnos del instituto, al momento de recibir la plántula, de una variedad en específico, se notó que venía con una bacteria entonces, se preparó en una cubeta con producto para evitar que la bacteria continuara atacando el tallo de la misma.

El procedimiento que se llevó a cabo fue remojar la raíz de la plántula por un tiempo aproximado de cinco segundos, hecho esto se regresó la plántula a la charola, para esperar el tiempo adecuado de trasplante.

8.3.2 Acondicionamiento de invernadero y obtención de sustrato

Acondicionamiento del invernadero. Se acondiciono el área para establecer el cultivo, dentro estas actividades se realizó la limpieza general de toda la nave con el fin de descartar posibles entradas de plagas y enfermedades.



Imagen 2 Limpieza de Invernadero

Como método de prevención, antes de trasplantar todas las plántulas a las bolsas (contenedor) previamente llenadas, se fumigo toda la nave, con el fin de evitar la presencia de mosquita blanca y otros áfidos.



Imagen 3 Desinfección de Invernadero

Caracterización del sustrato. Se realizaron pruebas hidrofísicas para seleccionar las cantidades adecuadas de insumos para el sustrato ideal donde próximamente se desarrollarían las plántulas.



*Imagen 4*Proceso de drenado de agua



*Imagen 5*Medicion de agua drenada

Hechas las pruebas hidrofísicas, y detectado el sustrato adecuado para el desarrollo del cultivo y previamente preparado se prosiguió a llenar las bolsas, de las cuales sus características eran 40x40 cm con fuelle, teniendo una capacidad de 15 litros.



Imagen 6 Preparación de sustrato



Imagen 7 Llenado de bolsas 40x40 cm con fuelle

Se estableció una fila doble con 18 macetas por lado con dos plántulas por maceta y cada fila con sustrato diferente.



Imagen 8 Dos filas, dos sustratos diferentes con dos plántulas por maceta

A continuación, se presentan los resultados en cuanto a la determinación de propiedades relacionadas con el riego.

Sustrato 2

Tezontle + Vermicomposta (15%)

Volumen de Saturación: 15 L

Volumen de Agua Saturada: 4.5 L

Volumen de Agua Drenada: 2.044 L

% Espacio poroso total: 30%

Sustrato 1

Arena de tezontle: 50% sello y 50% arena

Volumen de Saturación: 15 L

Volumen de Agua Saturada: 6 L

Volumen de Agua Drenada: 3.055 L

% Espacio poroso total: 40%

% Capacidad de Retención de Humedad: 16.37 %
% Capacidad de Retención de Humedad: 19.63 %
% Capacidad de Aireación: 13.62 %
% Capacidad de Aireación: 20.36 %

8.3.3 Establecimiento y seguimiento del cultivo

Trasplante. Al terminar el proceso de llenado de bolsas, desinfección de la nave y teniéndolas colocadas en la dirección correcta, se procedió a realizar el trasplante tomando en cuenta que previamente se colocó un litro de agua por bolsa para humedecer el sustrato y con este generar un ambiente óptimo para el desarrollo de la plántula. Se les realizó dos orificios por cada lado, en la parte baja de la bolsa aproximadamente 10 centímetros hacia arriba a partir del piso, dejando el fuelle por los costados.



Imagen 9 Trasplante de plántula de fresa

En forma de prevención al momento después de realizar el trasplante se aplicaron en forma dirigida a la raíz de las plantas (drench) los siguientes productos orgánicos con el fin de proteger el cultivo.

- *Beauveria Bassiana* (Insecticida Organico)
- Bavaron (Insecticida Organico)
- *Tricoderma Harzianum* (BioFungicida)
- ReviB



Imagen 10 Mezcla de bio-productos



Imagen 11 Aplicación de bio producto

Tres días después del trasplante se le aplicó: 100 ml por planta de una solución que contiene “Rotex” a una dosis de 2gL^{-1}



Imagen 12 Proceso de preparado de enraizador



Imagen 13 Aplicación de enraizador

Riego y nutrición. El riego se dio de forma manual por una semana aproximadamente, sin perforar las bolsas, para que guardaran humedad, y pudieran seguir su correcto desarrollo; durante el desarrollo del cultivo, este fue nutrido mediante el sistema de fertirriego aplicando las cantidades de nutrientes recomendadas para el cultivo de fresa (Tabla 2).

Solución Nutritiva para Desarrollo y Producción (2500 L)	
Nitrato de Calcio	2005 gr
Nitrato de Potasio	1112 gr
Sulfato de Potasio	62.5 gr
Sulfato Magnesio	467 gr
Fosfato Monopotásico	35 gr
Cloruro de Potasio	187 gr
Ácido Fosfórico	187 ml
Micros	2500 ml
Sulfato Ferroso	2500 ml

Tabla 2 Solución Nutritiva

El riego a partir del trasplante se realizó de domingo a lunes teniendo el siguiente horario (Tabla 3)

Inicio	Terminación
09:40	09:42
11:40	11:42
12:10	12:12
13:00	13:02
14:00	14:02
15:00	15:02
17:00	17:02

Tabla 3 Horario y Tiempo de Riego

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se llevaron a cabo pruebas de drenaje (Tabla 4 y 5) y se promediaron los datos obtenidos, teniendo los siguientes resultados:

PROMEDIO DE SOLUCION NUTRITIVA REGADA	
3 Riegos	6 Riegos
Fila 1: 80 ml	Fila 1: 148 ml
Fila 2: 188 ml	Fila 2: 149 ml

Tabla 4 Solución nutritiva regada

SOLUCION DRENADA	
Fila 1	Fila 2
F1B1: 370 ml	F2B1: 2.675 Lts
F1B2: 1.970 Lts	F2B2: 4Lts

Tabla 5 Solución Drenada



Imagen 14 Bandejas de drenaje



Imagen 15 Medición de agua drenada

8.3.4 Diseño del experimento

A).. Conformación de tratamientos

En el presente trabajo se evaluaron dos factores, denominados sustratos (sustrato uno y sustrato dos) y biopreparados (te orgánico y bioactivador)

Cada fila de dividió en tres bloques dando oportunidad a establecer cuatro tratamientos diferentes, los cuales son:

1. Solución nutritiva: Esta se calculó por medio del método de Steiner tomando en cuenta las características que tiene el agua con la que se dispone en el instituto; al igual que las necesidades y requerimientos del cultivo.

NOTA: Teniendo en cuenta que pasadas 4 cosechas el sabor del fruto comenzó a tornarse un poco ácido se cambió la solución nutritiva aumentando el valor del potasio de 7 a 9 meq.

2. Té Orgánico: Se hicieron 5 aplicaciones de 125 ml por planta de este bio-preparado el cual contenía lo siguiente: Lombricomposta, melaza, tierras diatomeas y microorganismos (Tabla 6)



Imagen 16 Proceso de preparación de té orgánico



Imagen 17 Té orgánico listo para aplicar

Té orgánico	
Lombricomposta	750 gr
Melaza	100 ml
Diatomeas	2 gr
Micro mix	1 gr

Tabla 6 Componentes del té orgánico

3. Bio – Activador + Té Orgánico: Se utilizaron como complemento de la nutrición del cultivo, haciendo 5 aplicaciones alternadas, de 125 ml, cada uno un día diferente a la semana
4. Bio – Activador: Este complemento orgánico contenía los siguientes subproductos (Tabla 7)

ReviB	25 gr
ReFuerza	25 gr
Diatomeas	2 gr
Aminoácidos	12.5 ml
Lixiviado	1 ml

Tabla 7 Productos orgánicos utilizados para realizar el bio activador



Imagen 18 Preparación de bio activador

B) Diseño experimental y modelo matemático

Se llevó a cabo un diseño experimental de tipo factorial en bloque completamente al azar, este diseño se utiliza para experimentos que cuentan con dos o más factores, dado que en general son los más eficientes para ello. En este diseño se investiga todas las posibles combinaciones entre los niveles de los factores.

El modelo matemático de un diseño factorial se muestra a continuación:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} = Poder de Reflexión

μ = media general

τ_i = efecto de la concentración

β_j = efecto de la temperatura

$(\tau\beta)_{ij}$ = efecto de interacción concentración – temperatura

ε_{ijk} = error aleatorio

8.3.5 Variables respuesta

Se midieron las siguientes 5 variables en cada uno de los 4 tratamientos

1. Número Total de Frutos: Se contaban los frutos obtenidos en la cosecha
2. Peso Promedio del Fruto: Se pesaba cada una de las fresas de manera individual y concluido esto se sacó un promedio.
3. Peso Promedio del fruto: Aquí se pesaba cada fruto de forma individual sobre una báscula digital al igual que también el peso de todos los obtenidos por bloque.
4. Diámetro polar: Con un vernier se midió el largo de cada uno de los frutos presentes en cada tratamiento, se tomó nota, y al tener ya todas las mediciones se sacó un promedio de las medidas de todas las cosechas.
5. Diámetro ecuatorial: De la misma manera con un vernier se midió el ancho de todos los frutos y al finalizar se calculó un promedio.



Imagen 19 Mediciones

8.3.6 Análisis de la información

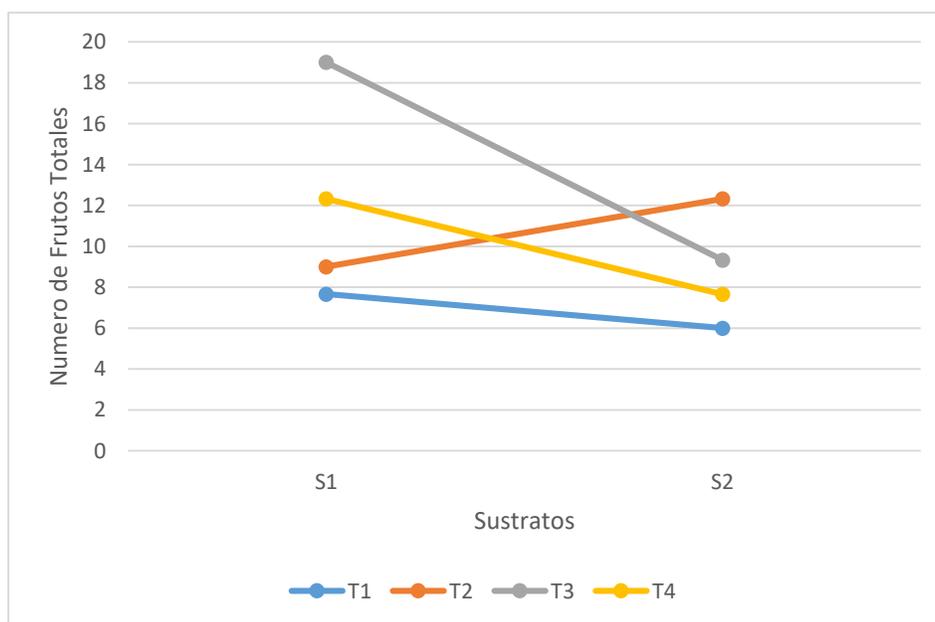
Una vez recabados todos los datos y/o resultados de las variables establecidas se agruparon en una hoja de Excel y los introducimos en el Software estadístico SAS para así mismo obtener el análisis de varianza (ANOVA), y la prueba de comparación de medias, tomando los datos con significancia de 0.05 según Tukey.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

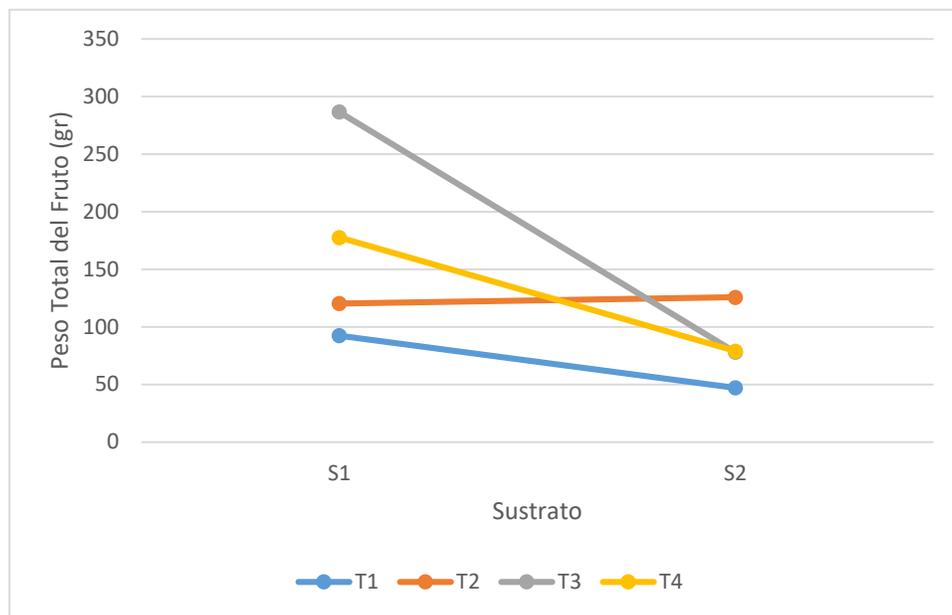
9.1 Numero de Frutos Totales (NFT) y Peso Total del Fruto (PTF)

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (método tukey al 0.05) arrojaron nulo efecto de los sustratos y los productos orgánicos sobre la variable Frutos totales (cuadro 1A); sin embargo; se encontró interacción positiva entre el sustrato 1 (arena combinada con sello) con el T2 (té orgánico) e interacción negativa del sustrato 1 con los productos té orgánico combinado con bio activador (T3) y el bio activador (T4). (Grafica 1)

De la misma manera, se encontraron efectos positivos de la interacción caldo 2 (te orgánico) al cambiar a sustrato 2 (34% CA) Con los análisis de varianza y prueba de comparación de medias con el método de tukey al 0.05 se obtuvieron resultados significativos sobre la variable peso total del fruto, ya que se detectó interacción en cuanto al S1 (arena combinada con sello) y el T2 (té orgánico) y de lo contrario se observó una interacción no favorable con el sustrato 1 y los productos té orgánico combinado con bio activador (T3) y bio activador (T4). (Grafica 2)



Grafica 1 Numero de frutos totales



Grafica 2 Peso total del fruto

Se encontró interacción positiva entre el T2 (té orgánico) y el S2 (tezontle con 15% vermicomposta) dado que se incrementó el número total y peso de frutos. Bizzozeno (2006) indica que los microorganismos ayudan a la generación, mantenimiento, renovación y fertilidad del suelo además que la melaza se considera como un reproductor exponencial de microorganismos; por lo anterior, se puede considerar que el número total de frutos se incrementó en función del sustrato 2.

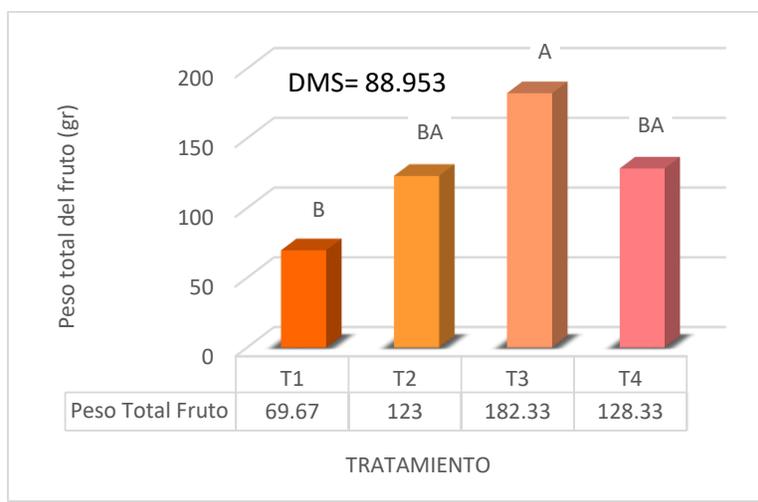
Higa (2018) menciona que la estructura y función de los suelos puede variar altamente dependiendo el tipo y número de microorganismos, los cuales llegan a ser benéficos o dañinos para la planta, en caso de que predominen uno de los dos, dependiendo el cultivo y las prácticas de manejo. Como sucedió con el S2 con el T3 (aplicado en una semana alternadamente él té y el bioactivador), formulados a base de microorganismos y tomando en cuenta las propiedades físicas del sustrato 2 (con capacidad de aireación de 13.62%) contenía un menor porcentaje de aireación que el Sustrato 1 con 20.36% donde posiblemente los microorganismos contenían mayor cantidad de oxígeno para su reproducción.

Los anteriores resultados pueden explicarse debido a la variabilidad de microorganismos presentes en el bioactivador que provocó una bioestimulación con

un alto gasto energético para la raíz; mientras que con el producto, té orgánico la bioestimulación se realizó sin gasto energético; provocando con ello una manifestación positiva del té orgánico con el sustrato 2 tomando en cuenta que uno de los insumos por los cuales está hecho este producto son las tierras diatomeas, las cuales son ricas en silicio, nutriente que, según Pérez (2017) es importante en el almacenamiento de energía y en la integridad estructural de la planta.

9.2 Peso Total del Fruto (PTF)

Realizado el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias se encontró (Grafica 3) efecto significativo sobre la variable peso total del fruto con el T3 (té orgánico y Bio activador) sobre los demás tratamientos aplicados. El tratamiento 3 el cual consto de dos aplicaciones semanales, un día té orgánico y otro día bio activador superando en un 61.79% al tratamiento 1 que arrojó solo ~~69.67~~ 69.67 gramos por fruto.



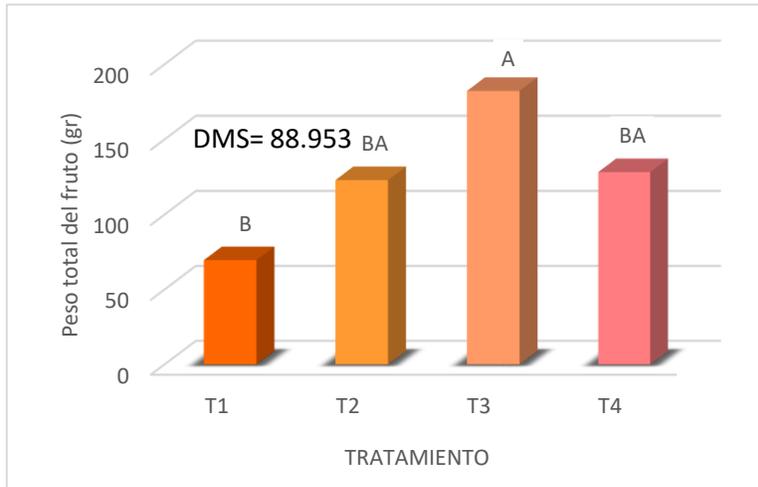
Grafica 3 Peso total del fruto

Lo anterior puede explicarse debido a que aplicar solución nutritiva complementada con microorganismos; eleva la eficiencia de la nutrición. El T3 consto de aplicar semanalmente y de forma alternada el té orgánico y el bioactivador; ambos conteniendo microorganismos, mismo que supero en un

61.79% al T1 el cual arrojó 69.67 gr y que consistió en la aplicación de solución nutritiva únicamente.

CEUTA (2006) menciona que la aplicación de biofertilizantes en el suelo aumentan las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas y se aceleran los procesos de desarrollo y aumenta el rendimiento de la misma.

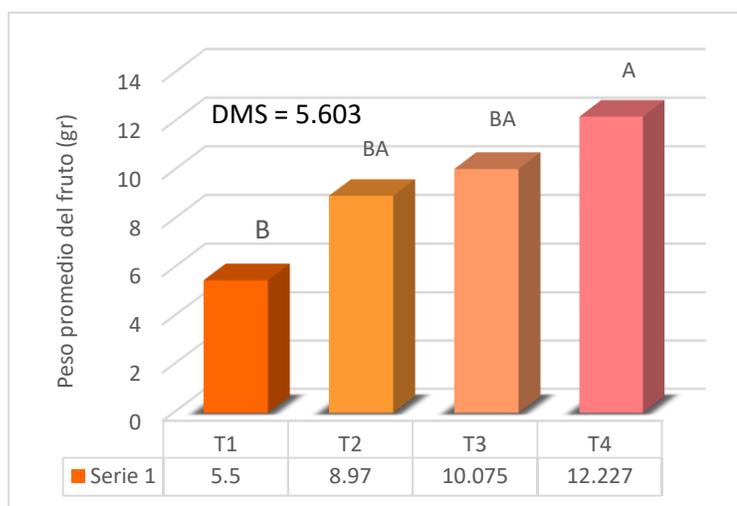
El uso de bio-preparados origina procesos rápidos de fertilización, consumiendo poca energía y sin causar daños en el medio ambiente y ya sea que los procesos se realicen sobre la raíz o sobre la hoja las plantas logran tener un beneficio en un lapso de tiempo muy breve; dicho esto se puede argumentar que en la variable Peso Total de Frutos, el Tratamiento 3 debido a la alta cantidad de microorganismos que contiene fue el que arrojó mejores resultados.



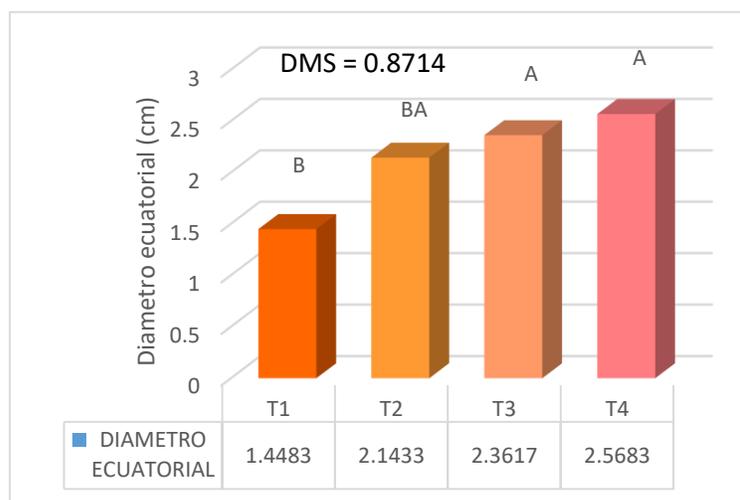
9.3 Peso Promedio del Fruto (PPF) y Diámetro ecuatorial

Hechos los análisis correspondientes y analizados los datos y resultados obtenidos de dichas pruebas podemos observar que sobre la variable peso promedio del fruto (PPF) y el T4 (bio activador) se encuentra una **gran** diferencia positiva superando en un 55% al tratamiento 1 (Solución nutritiva) que arrojó comparado con los otros tratamientos, teniendo una diferencia mínima significativa de 5.5 gramos por fruto (Grafica 4).

Obtenidos los datos del análisis de varianza y prueba de comparación de medias, podemos comentar que existe una diferencia en mínima entre el tratamiento 4 (Bioactivador) efecto de un 43.75% comparada con el tratamiento 1 (solución nutritiva) los tratamientos sobre la variable diámetro ecuatorial del fruto que nos dio como resultado un promedio de 1.44 centímetros por fruto, sobresaliendo y obteniendo mejores mejores resultados con el T4 (bio activador) (Grafica 5).



Grafica 4 Peso promedio del fruto



Grafica 5 Diámetro ecuatorial

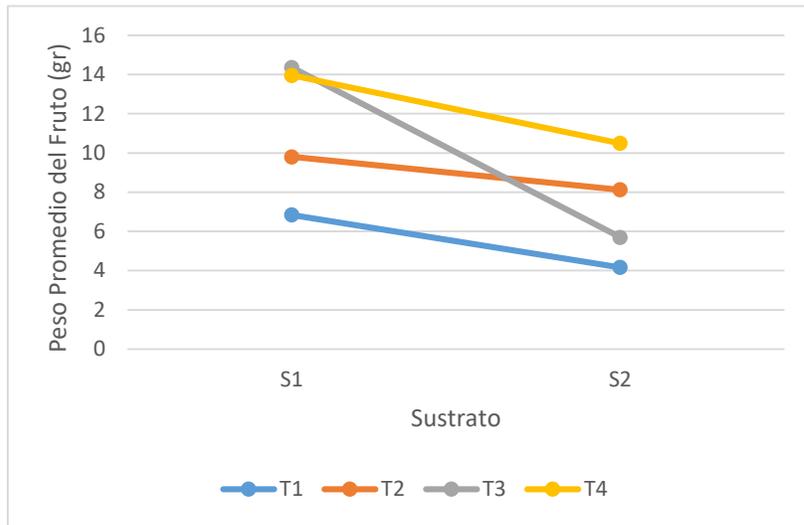
Como se mencionó anteriormente, los microorganismos aportan a la generación, mantenimiento, renovación y fertilidad del suelo; en el caso de las variables Peso promedio del Fruto y Diámetro Ecuatorial el tratamiento que arrojó mayor peso promedio de fruto y diámetro ecuatorial, fue el T4 (Bio-activador) que como complemento de la solución nutritiva y por sus componentes ricos en microorganismos favorecieron la asimilación de los nutrientes ayudando a obtener un mayor desarrollo y rendimiento de la planta.

9.4 Peso Promedio del Fruto (PPF), Diámetro Polar (DP) y Diámetro Ecuatorial (DE)

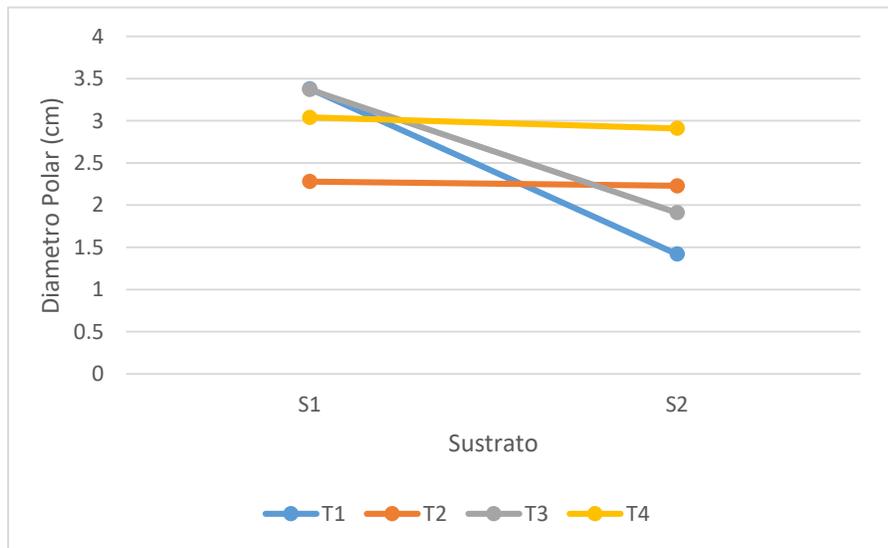
Analizando a detalle los datos obtenidos en el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias se obtuvo un resultado negativo en cuanto a la variable peso promedio del fruto (PPF) debido a esto se detectó una interacción negativa entre el S1 (arena combinada con sello) con los productos té orgánico (T2), té orgánico mezclado con bio activador (T3) y el bio activador (T4) (Grafica 6).

Los análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (método de tukey 0.05) dieron como resultado un efecto nulo en el efecto de los sustratos y los productos orgánicos sobre la variable diámetro polar (cuadro 2A); por otro lado se observa interacción negativa entre el sustrato 1 (arena combinado con sello) y los todos los tratamientos establecidos para el desarrollo del cultivo. (Grafica 7)

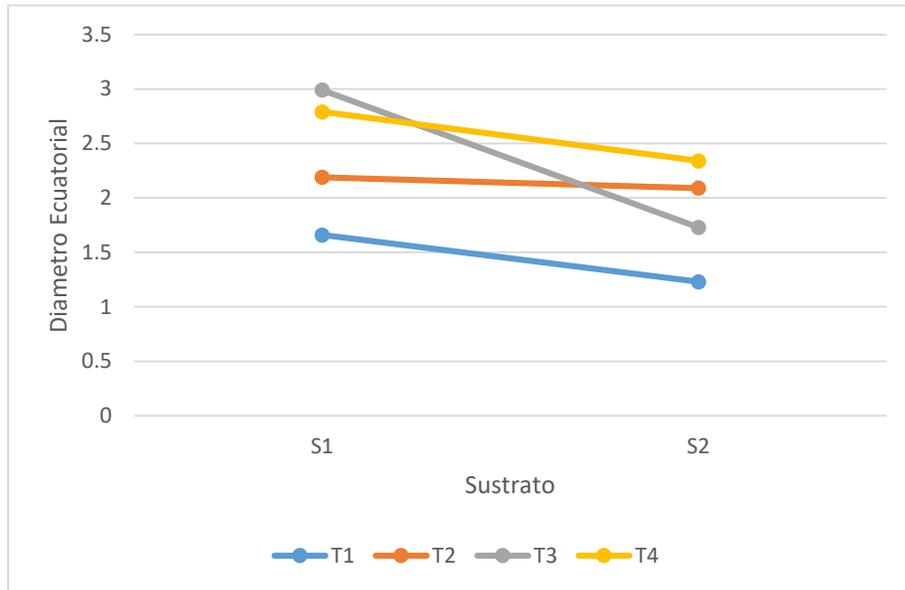
El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (método de tukey 0.05) nos dieron como resultado un efecto negativo sobre la variable diámetro ecuatorial y los sustratos, del mismo modo se puede observar (Grafica 8) una interacción desfavorable de todos los tratamientos en relación al sustrato dos (tezontle combinado con vermicomposta).



Grafica 6 Peso Promedio del fruto



Grafica 7 Diámetro polar



Grafica 8 Diámetro ecuatorial

Con los datos obtenidos de las variables: Peso Promedio del Fruto, Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial resultaron ser no significativos al cambiar del S1 (Arena con sello) al S2 (tezontle con vermicomposta); la Asociación Vida Sana en 2017 mencionó que el suelo ha de tener una buena estructura donde el agua y el aire circulen con facilidad y se hallen en un equilibrio que permita el desarrollo de las colonias de microorganismos, mismos que según Vargas (2015) contribuyen al mantenimiento de la fertilidad química, física y biológica del suelo, además que favorecen la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

Tomando en cuenta lo ya mencionado y los datos obtenidos de las pruebas hidrofísicas hechas a ambos sustratos, se puede decir que el S1 contiene mejores propiedades hidrofísicas (CA= 20.36%) en comparación con el S2 (CA= 13.62%) las cuales permitieron un mayor desarrollo de los microorganismos y por ende del cultivo.

10. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Hablando de las variables número total de frutos (NTF) y peso total del fruto (PTF) el sustrato con el que se obtuvieron resultados mayormente favorables fue el sustrato 2 (tezontle con vermicomposta 15%) (T2).
- Se encontró efecto significativo sobre las variables peso promedio del fruto (PPF), diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE) establecidas en el sustrato 1 (50% arena con 50% sello).

- En cuanto a la variable peso total del fruto el tratamiento que dio mayores resultados fue el que está conformado por aplicaciones de té orgánico y bio activador.
- Sobre las variables peso promedio del fruto (PPF) y diámetro ecuatorial el tratamiento más efectivo fue el número cuatro el cual únicamente era bio activador.
- Se obtuvieron interacciones favorables para las variables número total de frutos (NTF) y peso total del fruto (PTF) con las aplicaciones de Té orgánico sobre el sustrato 2 (Tezontle + Vermicomposta 15%).
- De lo contrario en cuanto al Peso promedio del fruto (PPF), Diámetro ecuatorial (DE) y Diámetro polar (DP) se presentó una interacción negativa al cambiar del sustrato 1 (Arena con sello) aplicando té orgánico.

11. RECOMENDACIONES

- Propagación de plagas y enfermedades

Las bases para un buen desarrollo de la planta es tener un espacio sin malezas, esto con el fin de evitar la propagación de plagas y enfermedades, por lo tanto, se recomienda limpiar el invernadero cada que comience a presentarse crecimiento de maleza, y fumigar cada cierto tiempo para prevenir la visualización y presencia de plagas o enfermedades.

- Sustrato

Para que la planta desarrolle de una forma correcta todas sus etapas es necesario que el sustrato tenga las propiedades necesarias y para eso se sugiere realizar pruebas hidrológicas con precaución para tener los seguros antes de trasplantar ya que estos (capacidad de aireación, capacidad de retención de humedad y espacio poroso total) serán la base para tener un buen desarrollo y producción del cultivo, durante el proyecto se comprobó que la capacidad de aireación juega un papel importante para la reproducción de microorganismos, dicho esto se recomienda tener un sustrato con alta capacidad de aireación para que el uso de bio fertilizantes como complemento a la nutrición de la planta dará resultado altamente favorables para el productor, ya que habrá el oxígeno necesario para la reproducción de microorganismos y también para que el desarrollo y correcto funcionamiento de la raíz y con esto se tendrá una planta correctamente desarrollada.

- Bio Fertilización

Todos los tratamientos hechos a base de bioproductos tuvieron resultados favorables, aunque cabe mencionar que el tratamiento que consta de bio activador con té orgánico los resultados fueron un poco más altos. En cuanto al uso de bio fertilizantes, se recomienda usar cualquiera de los tratamientos mencionados, ya que se comprobó que teniendo correctas las propiedades físicas del sustrato los bio fertilizantes hacen mejor su trabajo y de lo contrario si las propiedades no son buenas, la efectividad de estos puede variar, o debido a sus componentes puede que solo sea efectivo uno u otro.

12. REFERENCIAS

AGROCALIDAD, (2020). Buenas Prácticas Agrícolas- BPA. Ecuador: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/material1.pdf>

Agroware. (2016). La poda en cultivos de Fresas: Recomendaciones y ventajas. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <https://sistemaagricola.com.mx/blog/la-poda-en-cultivos-de-fresas/>

- Alaniz, A. (2007). Agricultura Orgánica: Perspectivas y Limitaciones Actuales. Tesis de Licenciatura de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42409/ALFREDO%20ALANIZ%20MAYORGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Altamirano, R. (2004). "EL CULTIVO DE LA FRESA PARA EL CICLO OTOÑO-INVIerno, EN CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA". Tesis de Licenciatura de UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano_Hernandez_Rosa_Celia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias, A. (2015). Productos Orgánicos en México. México: Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/97Productos%20org%C3%A1nicos%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Asociación Vida Sana, (2017). Microorganismos del suelo y biofertilización. España: Crops for Better Soil” Life 10 ENV ES 471. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://cultivos-tradicionales.com/upload/file/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf
- Barrios, O. (2004). Construcción de un Invernadero. Chile: FUCOA. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/construccion_invernadero.pdf
- Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas, (2006). Biofertilizantes, Nutriendo Cultivos Sanos. Uruguay: Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de:

http://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf

Chiqui, F., Lema, M. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad oso grande bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. Tesis de Licenciatura de Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>

Cofre, G., Riquelme, I., Engler, A., Jara, R. (2012). Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): costo de cumplimiento y beneficios percibidos entre productores de fruta fresca. IDESIA (Chile), 30(3), 37-45. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292012000300005

Díaz, A., Medina, L. (2017). Buenas prácticas agrícolas para una agricultura más resiliente. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://www.redinnovagro.in/pdfs/bve17069027e_Gu%C3%ADa.pdf

Duran, J., Cutipa, D., Quispe, H., Amezaga, C., Salcedo, A. (2016). GUÍA DE CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE INVERNADEROS PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS Y FRUTAS EN ZONAS ALTO ANDINAS. Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas – CBC. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://www.cbc.org.pe/wp-content/uploads/2020/03/guiadeinvernaderos.pdf>

El-Hage, N., Hattam, C. (2003). Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Recuperado el 20 de

marzo del 2022, de:
<https://www.fao.org/3/Y4137S/y4137s00.htm#Contents>

FAO, (1999). La agricultura orgánica. Costa Rica: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de:
<https://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm#:~:text=Una%20agricultura%20org%C3%A1nica%20debidamente%20gestionada,el%20suelo%20en%20las%20granjas>.

García, J., Salazar, E., Orona, I., Fortis, M., Trejo, H. (2010). Agricultura Orgánica Tercera Parte. México: UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de:
https://www.ciaorganico.net/documypublic/120_Libro_de_agricultura_orgánica_TERCERA_PARTE_2010.pdf

Giménez, G., Paulier, J., Maeso, D. (2003). IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS EN EL CULTIVO DE FRUTILLA. Uruguay: INIA. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807161309.pdf>

IUSA. (2016). PRINCIPALES VENTAJAS DE LOS INVERNADEROS. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de
<http://iausa.com.mx/principales-ventajas-y-desventajas-de-los-invernaderos/>

Madrigal, V. (2017). Calidad de Frutos de Fresa (*Fragaria ananassa* Duch) cv. San Andreas Cultivadas Bajo Diferentes Ambientes. Tesis de Licenciatura de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42789/K65061%20Madrigal%20Hern%C3%A1ndez%2C%20V%C3%ADctor%20Emiliano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Martínez, M., (2014). Ventajas y desventajas de la producción orgánica. México: SAGARPA. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://docplayer.es/14317629-Ventajas-y-desventajas-de-la-produccion-organica.html>
- Miserendino, E., Astorquizaga R. (2014). Invernaderos: aspectos básicos sobre estructura, construcción y condiciones ambientales. INTA. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura23_invernadero.pdf
- Mora, F. (1994). ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA PRODUCCION ORGANICA DE HORTALIZAS. AGRONOMIA MESOAMERICANA 5: 171-183. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, http://www.mag.go.cr/rev_meso/v05n01_171.pdf
- Navarro, S. (2006). MANEJO DE CULTIVOS EN INVERNADERO. Fundación Produce Sinaloa A.C. Enlace, Innovación y Progreso. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/31-hortalizas?download=122:produccion-de-hortalizas-bajo-invernadero>
- Núñez, W. (2015). Ficha Técnica para El Cultivo de La Fresa. (*Fragaria x annanasa*). Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <https://es.scribd.com/document/285482030/Ficha-Tecnica-Para-El-Cultivo-de-La-Fresa>
- Ochoa, R. (2010). Agricultura Orgánica. Tesis de Licenciatura de Universidad Autónoma Antonio Narro. Recuperado el 20 marzo del 2022, de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4622/T18329%20OCHOA%20MORALES,%20ROCIO%20GUADALUPE%20%20MONOG..pdf?Sequence=1>
- Ortega, L., Ocampo, J., Sandoval, E., Martínez, C., Huerta, A., Jaramillo, J. (2014). Caracterización y funcionalidad de invernaderos en

Chignahuapan Puebla, México. *REVISTA BIO CIENCIAS*. 2(4): 261-270. Recuperado el 14 de diciembre del 2021 de: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/81/60>

Pérez, J. (2017). PRINCIPALES RETOS DE LA HORTICULTURA PROTEGIDA ESPAÑOLA. IFAPA: Tecnología y manejo del cultivo en invernaderos: retos y factores de éxito. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/3-visiondelainvestigacionespanaijeronimoperez_tcm30-379494.pdf

Perez, L., Yáñez, W. (2018). INDUCCIÓN DE LA FLORACIÓN EN FRESA (*Fragaria x ananassa*) VARIEDAD ALBIÓN, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE SAUCE (*Salix humboldtiana*) Y AGUA DE COCO (*Cocos nucifera* L). Tesis de Licenciatura de Universidad Tecnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28651/1/Tesis-212%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20605.pdf>

Quiroz, C., Mendoza. K. (2018). MANUAL DE PRODUCCIÓN DE FRESA EN COALCOMÁN MICHOACÁN. Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán: Ingeniería en Desarrollo Comunitario Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>

Salinas, E. (2014). La agricultura orgánica como modelo alternativo. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20selectos%20de%20Recursos_V/Articulo%209.pdf

Santizo, H., (2011). "Diseño y construcción de invernaderos para la producción de hortalizas". Tesis de Licenciatura de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5625/T18620%20SANTIZO%20VELAZQUEZ,%20HOREL%20LUCIO%20%20MONOG.pdf?sequence=1#:~:text=Un%20invernadero%20es%20una%20instalaci%C3%B3n,et%20al.%2C%201999\).&text=El%20cultivar%20en%20invernadero%20representa%20las%20siguientes%20ventajas.&text=Precocidad%20en%20los%20frutos.&text=Aumento%20de%20la%20calidad%20y%20del%20rendimiento.](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5625/T18620%20SANTIZO%20VELAZQUEZ,%20HOREL%20LUCIO%20%20MONOG.pdf?sequence=1#:~:text=Un%20invernadero%20es%20una%20instalaci%C3%B3n,et%20al.%2C%201999).&text=El%20cultivar%20en%20invernadero%20representa%20las%20siguientes%20ventajas.&text=Precocidad%20en%20los%20frutos.&text=Aumento%20de%20la%20calidad%20y%20del%20rendimiento.)

Vargas, C., Vargas, L. (2015). Análisis Microbiológico del Suelo. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1820.PDF>

Zúñiga, P. (2014). MANUAL DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS. Tesis de Licenciatura de Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Recuperado del 20 de marzo del 2022, de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2865/1/T-UCE-0004-97.pdf>

13. ANEXOS

Anexo 1. Numero de Frutos totales

Grupo Tukey	Promedios	Tratamientos
A	14.167	3
A	10.667	2
A	10.000	4
A	6.833	1
DMS	7.5281	

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
--------	----	----	----	----	--------

Modelo	9	378.0833	42.0092	2.09	0.1048
Error	14	281.7500	20.1250		
Total Corregido	23	659.8333			
C.V	43.06646 %				

Anexo 2. Peso Total de Fruto

Grupo Tukey	Promedios	Tratamientos
A	182.33	3
BA	128.33	4
BA	123.00	2
A	69.67	1
DMS	88.953	

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	130383.58	14487.06	5.16	0.0033
Error	14	39337.75	2809.89		
Total Corregido	23	169721.33			
C.V	42.12550 %				

Anexo 3. Peso Promedio del Fruto

Grupo Tukey	Promedios	Tratamientos
A	12.227	4
BA	10.075	3
BA	8.970	2
A	5.500	1
DMS	5.603	

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	317.0908	35.2323	3.16	0.0265

Error	14	11.1482	11.1482
Total Corregido	23		
C.V	36.32027 %		

Anexo 4. Diámetro Polar

Grupo Tukey	Promedios	Tratamientos
A	2.9767	4
A	2.5917	3
A	2.4033	1
A	2.2583	2
DMS	1.2145	

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	13.8111	1.5345	2.93	0.0350
Error	14	7.3324	0.5237		
Total Corregido	23	21.1436			
C.V	28.2973 %				

Anexo 5. Diámetro Ecuatorial

Grupo Tukey	Promedios	Tratamientos
A	2.5683	4
A	2.3617	3
BA	2.1433	2
A	1.4483	1
DMS	0.8714	

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	7.5957	0.8439	3.13	0.0275
Error	14	3.7751	0.2696		

Total Corregido 23 11.3708

C.V 24.37471 %

SUS	Nivel de TRAT	N	-----NFT-----		-----PTF-----	
			Mean	SD	Mean	SD
1	1	3	7.6666667	2.51661148	92.3333333	29.9555226
1	2	3	9.0000000	3.00000000	120.3333333	78.2133833
1	3	3	19.0000000	5.56776436	286.666667	65.3095195
1	4	3	12.33333333	2.30940108	177.666667	53.5381484
2	1	3	6.0000000	3.60555128	47.000000	38.4317577
2	2	3	12.33333333	8.38649708	125.666667	92.4355631
2	3	3	9.33333333	1.52752523	78.000000	8.7177979
2	4	3	7.6666667	3.78593890	79.000000	3.6055513

SUS	Nivel de TRAT	N	-----PPF-----		-----DP-----	
			Media	SD	Media	SD
1	1	3	6.8400000	2.52156697	3.38666667	1.31545936
1	2	3	9.8200000	5.49584388	2.28666667	1.31682699
1	3	3	14.36333333	1.47967339	3.27333333	0.11846237
1	4	3	13.9600000	4.64933329	3.04333333	0.70237692
2	1	3	4.1600000	2.91946913	1.42000000	0.77272246
2	2	3	8.1200000	2.36628401	2.23000000	0.29715316
2	3	3	5.7866667	1.17797849	1.91000000	0.29137605

2 4 3 10.4933333 4.23793975 2.91000000 0.80541915

Nivel de Nivel de -----DE-----

SUS	TRAT	N	Media	SD
1	1	3	1.66333333	0.49812984
1	2	3	2.19333333	0.75008888
1	3	3	2.99333333	0.13051181
1	4	3	2.79000000	0.47623524
2	1	3	1.23333333	0.65759663
2	2	3	2.09333333	0.28378396
2	3	3	1.73000000	0.30116441
2	4	3	2.34666667	0.63610796