

**Universidad Católica del Trópico Seco
“Pbro. Francisco Luis Espinoza”**



**Informe final de tesis para optar al título profesional de Ingeniero
Agropecuario**

**Evaluación de la producción de (*Fragaria spp*) bajo sistema
semi-hidropónico y tradicional utilizando dos sustratos,
módulo agrícola UCATSE - Estelí, 2020**

Autores

Itzayana Carolina Molina López
José Ramón Reconco Rodríguez

Tutor

M.Sc. Harlín Demetrio García Cruz

Asesor

M.Sc. María Alicia González Casco

Estelí, noviembre 2020

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), y aprobada por el Honorable Sínode Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Tutor

M.Sc. Harlín Demetrio García Cruz

Asesora

M.Sc. María Alicia González Casco

Sínode Evaluador

M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda

M.Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera

Ing. Albert William Hernández Hernández

Sustentantes:

Br. Itzayana Carolina Molina López

Br. José Ramón Reconco Rodríguez

ÍNDICE

Contenido	Página.
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Generalidades del cultivo de fresa (<i>fragaria spp</i>)	5
4.1.1 Características morfológicas	6
4.1.2 Valores nutricionales	6
4.1.3 Requerimientos edafoclimáticos	7
4.2 Manejo agronómico	8
4.2.1 Principales plagas de la fresa	10
4.2.2 Principales enfermedades	11
4.3 Variedades de fresa	12
4.4 Sistemas de producción	13
4.4.1 Sistema de siembra tradicional	13
4.4.2 Sistema semi-hidropónico	13
4.5 Características y composición de diferentes tipos de sustratos	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1 Ubicación geográfica	15
5.2 Universo o población	15
5.3 Muestra	16
5.4 Definición de variables con su operacionalización	17
5.5 Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de los datos	19
5.6 Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de los datos	19
5.7 Diseño Experimental	21
5.8 Características y composición de los sustratos utilizados en el estudio	21
5.9 Procedimientos para el análisis de resultados	22

VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1	Altura de planta.....	23
6.2	Número de hojas.....	23
6.3	Grosor del tallo (cm)	24
6.4	Número de hijos por planta	25
6.5	Número de frutos por planta	25
6.6	Total de peso de fruto (gr)	26
6.7	Diámetro de fruto (cm)	27
6.8	Longitud de fruto (cm).....	27
6.9	Grados Brix.....	28
VII.	CONCLUSIONES	30
VIII.	RECOMENDACIONES	31
IX.	BIBLOGRAFÍA.....	32
X.	ANEXOS	36
	Anexo 1. Diseño experimental del estudio	36
	Anexo 2. Esquema del ensayo (sistema semi-hidropónico y tradicional)	36
	Anexo 3. Hoja de campo	37
	Anexo 4. Ficha técnica del cultivo de fresa	38
	Anexo 5. Análisis de varianza.....	39
	Anexo 6. Fotografías	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página.
Figura 1. Altura de la planta	23
Figura 2. Número de hojas	24
Figura 3. Grosor del tallo	24
Figura 4. Número de hijos por planta	25
Figura 5. Número de frutos por planta.....	26
Figura 6. Total Peso de fruto	26
Figura 7. Diámetro de fruto	27
Figura 8. Longitud de fruto	28
Figura 9. Grados Brix.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página.
Anexo 1. Diseño experimental del estudio	36
Anexo 2. Esquema del ensayo (sistema semi – hidropónico y tradicional)	36
Anexo 3. Hoja de campo	37
Anexo 4. Ficha técnica del cultivo de fresa	38
Anexo 5. Análisis de varianza	39
Anexo 6. Fotografías	43

DEDICATORIA

Primeramente, quiero dedicar mi tesis al Padre Eterno por la sabiduría e inteligencia que puso en mí en el transcurso de la carrera lo cual fue fundamental para poder cumplir mi sueño de ser una profesional, las adversidades en el camino fueron muchas, pero gracias a su infinita misericordia hoy puedo culminar uno de los retos más grandes que he enfrentado en la vida.

También dedico el trabajo de esta tesis a mis padres, porque el esfuerzo no solo fue mío, **Rigoberto Antonio Molina y Aracely López Orozco**, ellos fueron quienes estuvieron de forma incondicional apoyándome y llenándome de consejos para poder mantenerme firme y con perseverancia hasta lograr mis objetivos.

Este logro en mi vida también va dedicado a mi amigo y compañero de tesis, José Ramón Reconco quien me acompañó en todo el transcurso de este proceso, retándome para que nunca dejara de creer en mi misma por muy duras que fueran las dificultades.

Por último y no menos importante a mis compañeros de clase quienes me acompañaron en este proceso para poder convertirme en una profesional, pero de forma muy especial dedico este esfuerzo a Mayling Mariela Morazán y a Fausto David Rodas, quienes nos mostraron su apoyo para poder lograr nuestra meta al mismo tiempo.

Itzayana Carolina Molina López

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios padre por ser guía espiritual y dador de sabiduría.
A San Isidro Labrador, patrono de los agricultores.

A mi familia, especialmente mis padres y mi abuelita Carmen, por ser siempre el apoyo que necesite y brindarme su confianza a lo largo de mi carrera universitaria.

En la memoria de Don Homero Rodríguez y Don José Indalecio Rodríguez, abuelo y tío (QEPD) por ser ellos quienes me iniciaron e instruyeron en la vida del agro.

A Itzayana Molina, mi compañera de tesis y mejor amiga quien me ha acompañado en todo este trayecto académico.

A mis compañeros de clases que de una u otra forma nos brindaron su apoyo sincero.

A mi bella patria Nicaragua, por ser mi mayor inspiración en mi carrera universitaria, para la búsqueda de nuevas alternativas al desarrollo del agro nacional.

A mi alma mater UCATSE por brindarme todo el conocimiento adquirido en estos cinco años de estudio.

Para ellos esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quien se lo debo por su apoyo incondicional.

José Ramón Reconco Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, nuestro agradecimiento es hacia Dios, nuestro creador, quien nos brindó sabiduría y perseverancia para culminar nuestra carrera.

A nuestros padres por motivarnos e inculcarnos la educación como el mejor camino hacia la superación, por aconsejarnos y por todo su apoyo incondicional en todo el transcurso de nuestra formación.

A nuestros familiares, compañeros y profesores por ser parte de todo nuestro proceso de formación personal y profesional.

Agradeciendo especialmente a nuestro tutor M.Sc. Harlín Demetrio García Cruz y nuestra asesora M.Sc. María Alicia González Casco por confiar en nuestras habilidades y capacidades, ayudarnos a ampliar nuestros conocimientos y acompañarnos en el proceso para poder realizar nuestra tesis.

A nuestra alma mater Universidad Católica del Trópico Seco, que nos brindó sus puertas para formarnos y convertirnos en Ingenieros agropecuarios para así poder contribuir al desarrollo del agro en nuestra bella Nicaragua.

A todas las personas que de una u otra forma se involucraron y fueron parte de este esfuerzo para poder desarrollar y culminar este trabajo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Católica del Trópico Seco, en el módulo agrícola, en el período de febrero a mayo 2020, con el objetivo de evaluar la producción de (*fragaria spp*) bajo sistema semi- hidropónico y tradicional utilizando dos sustratos. Se estableció el experimento usando un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos; T1: Sistema tradicional en suelo, T2: Sustrato cascarilla de arroz , piedra pómez + lombrihumus , T3: Sustrato a base de abono bocashi, en este estudio la variedad utilizada fue festival, se evaluaron variables de desarrollo vegetativo: altura de la planta , grosor del tallo , número de hojas y números de hijos por planta , en las variables de rendimiento se evaluó: número de frutos por planta, total de peso de fruto por tratamiento, diámetro de fruto, longitud de fruto y grados brix. La población total fue de 117 plantas distribuidas en 33 plantas por tratamiento, tomando 15 plantas como muestra. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluyó que el sistema tradicional, supero al sistema semi-hidropónico al momento de presentar un mejor desarrollo vegetativo de la planta. Sin embargo, en la etapa productiva el T2 (semi-hidropónico) a base de cascarilla de arroz, lombrihumus y piedra pómez; presento un mejor resultado, con frutos más vistosos, mejor forma y grados brix aceptables. En el cultivo de fresa no es recomendable utilizar el abono bocashi como sustrato, debido a que retiene demasiado líquido, lo cual genera un exceso de humedad que es perjudicial a la planta. Se concluye que el sistema tradicional tiene mejores índices en las respectivas variables medibles, por lo tanto, se rechaza la hipótesis.

Palabras claves: Piedra pómez, Bocashi, Grados brix, Rendimiento, Fruto

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa ocupa un lugar muy importante en la producción agrícola, y caracterizada por un alto desarrollo tecnológico en las regiones donde es cultivada, de acuerdo con datos de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO su crecimiento ha sido constante, pasando de 3.3 millones de toneladas en el 2000 a 4.6 millones de toneladas en el 2011, lo que equivale a un incremento del 40% (DANE, 2014).

De acuerdo con el diagnóstico del Programa de Transformación Productiva – PTP utilizando las estadísticas de la FAO, la producción de fresa puede situarse en torno a los 6 millones de toneladas a nivel mundial en el 2020 (DANE, 2014).

El amplio uso de esta fruta en Nicaragua, ya sea en el consumo directo de la misma o en la elaboración industrial de postres, bebidas y jugos, entre otros, a partir de sus formas (fresca, deshidratada, congelada o en conserva), ha llevado a que el cultivo haya evolucionado hasta convertirse en uno de los que tiene mayores niveles de perfeccionamiento a nivel genético y en las labores culturales de producción de manejo y comercialización (Téllez & Salmerón, 2017).

En 1993 se inició su cultivo en el departamento de Jinotega actualmente se siembra en otros departamentos del norte del país, incluyendo Matagalpa, las Sabanas Somoto, Madriz los productores tradicionalmente han cultivado café y hortalizas, y a partir del año 2000 han experimentado con el cultivo de fresa como alternativa viable para, mejorar su situación económica sin afectar el medio ambiente con rendimientos que superan los 8000 kg ha. Se calcula que la demanda de algunas empresas en Nicaragua oscila entre las 200 y 300 libras mensuales (Benavides, Contreras, & Laguna Miranda, 2005).

Mejía (2017) señaló que el sistema de siembra convencional ha llevado a grandes problemas de origen biótico y abiótico, creando impacto en la contaminación ambiental y cosechas con residuos toxicológicos. Con lo que resulta importante buscar alternativas que minimicen el uso de productos tóxicos aplicando nuevas técnicas de producción, amigables para el medio ambiente, utilizando materiales provenientes de las mismas zonas productivas.

Es importante mencionar que cultivar fresa en un sistema semi-hidroponía, en sustratos sólidos, se evita la presencia de las plagas en el suelo como por ejemplo: nematodos,

hongos, virus y bacterias y resulta amigable con el medio ambiente; toda vez que, optimiza los recursos naturales, especialmente el agua y sustratos sólidos que le permite de sostén a las raíces ya que los elementos químicos que requiere la nutrición vegetal de la fresa se proveerá a través de soluciones preparadas en forma balanceada.

En Nicaragua el cultivo de fresa tiene limitantes como: baja fertilidad de los suelos, adaptabilidad de variedades, calidad de la semilla, control de identificación y manejo de malezas, enfermedades e insectos; así como la comercialización del producto ya que no es un cultivo tradicional por lo cual no hay mucha experiencia en este rubro. Lo cual estas limitantes ocasionan una pérdida potencial en la parte productiva y económica a los productores del país, considerando la importancia de esto es necesario desarrollar estudios científicos en busca de una solución a dicha situación y que ayude a los productores a disminuir los costos y que sea más rentable. También que puedan obtener buenos resultados en producción, calidad, resistencia y sostenibilidad.

La propuesta de usar un sistema semi-hidropónico surge como una alternativa ante esta problemática destinada, la presente investigación será un punto de referencia para los futuros temas de investigación de la universidad, donde podrán obtener información relevante del sistema tradicional en comparación del sistema semi – hidropónico.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar de la producción de (*Fragaria spp*) bajo sistema semi-hidropónico y tradicional utilizando dos sustratos, modulo agrícola UCATSE - Estelí, 2020

Objetivos específicos

Identificar el sustrato que cuente con una buena viabilidad para los futuros temas de investigación

Comparar el desarrollo vegetativo de fresa en el sistema semi- hidropónico y tradicional

Determinar el rendimiento y calidad del cultivo de fresa en el sistema semi-hidropónico y tradicional

III. HIPÓTESIS

La producción y calidad de la fresa mejora al utilizar un sistema semi-hidropónico en comparación al sistema tradicional.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades del cultivo de fresa (*fragaria spp*)

El cultivo de fresa pertenece a la familia de las Rosáceas y al género *Fragaria*, la fresa crece de forma espontánea en algunas partes de Europa y América. Está a su vez es cultivada en casi todo el mundo principalmente en los países europeos, siendo considerados los mayores productores España e Italia. Antes del descubrimiento de América en Europa se cultivaban especies de tamaño pequeño, pero con excelente calidad. Con el descubrimiento de América se encontraron especies nativas de mayor tamaño conocidas inicialmente como fresones, estos fueron llevados a Europa y por medio de hibridaciones se obtuvieron fresas de buen tamaño y de excelente calidad (Martínez, 2006).

Actualmente en Nicaragua, la fresa se cultiva en zonas altas, arriba de los 1,200 msnm hasta los 1,800 msnm. Estas alturas se ubican en los departamentos de Madriz, en el Municipio de las Sabanas, en Nueva Segovia, en la cadena montañosa de Dipilto, Mozonte, Jalapa, y Matagalpa.

El cultivo de la fresa constituye una alternativa rentable para los agricultores de las partes altas de la zona norte de Nicaragua, debido a las buenas condiciones edafoclimáticas de la región y la demanda que existe del producto, tanto para el mercado local, regional como en el nacional. La fresa puede establecerse como un cultivo polianual. Las plantaciones pueden durar varios años de 4 y 5; Pero con fines comerciales. Actualmente la fresa se cultiva en forma anual o bianual, ya que se ha notado que al sembrarse en forma polianual, cada año se reducen los rendimientos y la calidad de la fruta. (Martínez, 2006)

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*.

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Magnoliopsida*.

Familia: *Rosaceae*

Género: *Fragaria*.

Especie: *Fragaria x ananassa* (Gómez, 2015)

4.1.1 Características morfológicas

La fresa es una planta perenne de porte pequeño, se reproduce de manera sexual y asexual (mediante el desarrollo de estolones). Se trata de una especie leñosa, su ciclo de vida es corto. El tallo está comprimido en una roseta basal o corona, de la que surgen las hojas en muy estrechos intervalos, trifoliadas. En las axilas se desarrollan yemas que pueden evolucionar como ramas o escapos florales (Gigante, 2010).

Se reproduce sexualmente mediante la formación de inflorescencias generalmente hermafroditas, pequeñas de pétalos blancos y receptáculo amarillo, los cuales terminan desarrollando poliaquenos “eterios” que contienen los verdaderos frutos (aquenios) en su superficie. Los eterios denominados fresas son ovoides o subglobosos, jugosos, dulces y muy aromáticos. Las fresas son frutos no climatéricos, por lo que no completará su madurez comercial una vez recolectada. (Gigante, 2010).

La forma y tamaño de los frutos es una característica varietal, aunque los factores ambientales afectan en gran medida a este carácter. (Gigante, 2010).

4.1.2 Valores nutricionales

De acuerdo a Ecoagricultor (2013), las fresas poseen algunas características nutricionales como se menciona de la siguiente manera:

Son ricas en vitamina C, y otros antioxidantes como la vitamina E y flavonoides que retrasan el envejecimiento, combaten los radicales libres y las infecciones. Los polifenoles de las fresas nos protegen ante enfermedades cardiovasculares, poseen gran contenido en potasio y muy bajo en sodio lo que nos favorece la eliminación de líquidos. Por su contenido en ácido fólico están especialmente recomendadas durante el embarazo para evitar malformaciones.

Mejía (2017), señala que las fresas contienen celulosa, ácido cítrico, málico, oxálico y salicílico, también es rica en minerales como hierro, sodio, magnesio, calcio, zinc, yodo entre otros. Sus propiedades vitamínicas son muy importantes por su alto contenido caroteno y vitaminas B, C, E.

4.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura

La planta de fresa es termo y foto periódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración, en condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta es la temperatura, se estima que la temperatura óptima es de 14 °C, pero se adapta bien entre los 10 y 20 °C (Agrocadena , 2007).

Humedad

La humedad adecuada es de 60 y 75% cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario, cuando es deficiente, las plantas, en casos extremos las plantas pueden morir. (Lema, 2010).

Suelo

Requiere suelos sueltos de naturaleza silicio arcilloso, prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua y un pH neutro (6.0 a 7.0) (Lema, 2010).

Riego

La fresa se puede regar por surcos, riego localizado y también por aspersión. Dado que muchos productores usan mulch plástico, el riego por goteo o cinta es la opción adecuada. La cinta es ideal, ya que permite un menor espaciamiento de los emisores y presenta menor costo de inversión; sin embargo, su duración es 1 ó 2 años.

La mayoría de agricultores han optado por riego por goteo o cinta, dado que el beneficio de aplicar agua en la cantidad y momento adecuado justifica plenamente la inversión. (Morales, 2017)

Fertilización

Los fertilizantes aplicados al cultivo tienen directa relación con el nivel de rendimiento y con las propiedades químicas del suelo; por lo cual, el programa de fertilización de cada

temporada debe ser específico en cada predio, ya que no existe una receta estándar para todas las condiciones.

La falta o exceso de algún nutriente afectará directamente la productividad del cultivo y calidad de la fruta.

La recomendación de fertilización debe ser acorde con los análisis de suelo que se pueden hacer cada 2 ó 3 años y análisis foliares todos los años, con ello se entregan los elementos específicos y en las cantidades adecuadas, promoviendo calidad y altos rendimientos, en definitiva: mayor rentabilidad. (Morales, 2017)

4.2 Manejo agronómico

Propagación

Por ser un híbrido la fresa no se puede reproducir sexualmente. Su reproducción se hace vegetativamente o asexualmente en 3 formas: por estolones, que es la más común, por división de la corona y por micro propagación o in vitro.

Por estolones

Es la forma más usada para propagar la fresa. Por lo general cuando se hace una importación de estolones estos se utilizan como plantas madres, para de allí sacar los estolones que nos van a dar origen a las plantas que se van a trasplantar en el cultivo comercial. También se puede hacer el bloque madre de las plantas que están en producción, para esto se seleccionan las plantas de las que se van a sacar los estolones, teniendo en cuenta que sean fuertes, sanas y productivas, los estolones primarios escogidos se colocan hacia el mismo lado para facilitar las diferentes labores de cultivo. Cada planta madre puede producir de 40 a 50 estolones.

Preparación del terreno

Se debe hacer dos pasadas en cruz con arado de cincel, posteriormente hacer las aplicaciones de los correctivos y hacer un pase con rastrillo en el sentido que van a ir las camas o eras, a continuación se pasa la surcadora para marcar las camas, se comienza a levantar las camas para que queden a 30 cm del nivel de los caminos y se emparejan (Morales, 2017).

Trasplante

Es muy importante trabajar con plántulas de fresa libre de virus ya que se alcanzan rendimientos de hasta 40 t/ha mientras que con el material convencional los rendimientos son de solo 20 t/ha.

El distanciamiento entre plantas es de 0.25 m a doble hilera en tres bolillo, si la instalación es bajo riego tecnificado la cinta tendrá que ir en medio de la cama y las plantas a un distanciamiento de 0.30 m de la cinta (Morales, 2017).

Podas de formación

Consiste en eliminar las primeras flores (desflora) que aparecen para darle más vigor a la planta estimulando la formación de nuevas raíces las cuales van a incidir en la producción.

Poda de producción

Los brotes productivos que ya dieron frutos deben ser eliminados para dar paso a los nuevos brotes vegetativos y reproductivos los cuales a su vez van a estimular las nuevas inflorescencias y estolones secundarios.

Poda de mantenimiento

El deshoje consiste en eliminar las hojas secas o que ya cumplieron con su función, aumentando la aireación, disminuyendo los problemas de hongos ocasionados por alta humedad relativa y estimulando la formación de nuevas inflorescencias y por supuesto nuevos frutos.

Poda Fitosanitaria

Consiste en eliminar todas las hojas con ataques de hongos o bacterias y que presenten ataque de ácaros u otro artrópodo plaga. También se deben eliminar las flores que presenten ataque de *Botrytis* y los estolones débiles (Bolda, 2015).

Cosecha

La fresa es una fruta con un contenido superior al 90% de agua, por lo tanto, es muy perecible y por consiguiente requiere de un manejo especial para evitar su deterioro especialmente en lo concerniente a hongos. Se debe comenzar la recolección lo más temprano posible para evitar que el sol la deshidrate y conserve sus propiedades organolépticas intactas. Cuando se utiliza el sistema hidropónico con camas levantadas, si se presenta lluvia o el día es muy frío, no hay problema con la recolección ya que por la aireación y a que los frutos cuelgan no se presenta *Botrytis cinerea*, mientras que en el sistema de producción en suelo hay que esperar un poco para que el fruto se seque, no esté muy húmedo y así evitar enfermedades de postcosecha especialmente el moho gris, *Botrytis cinerea* (Agrolalibertad, 2012).

4.2.1 Principales plagas de la fresa

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Se trata de una plaga que afecta principalmente a flores y frutos. En las flores, los síntomas se manifiestan con pequeñas lesiones sobre la base de la flor, dando lugar a una necrosis prematura de los estambres que puede dar lugar al aborto de la flor (Viale, 2001).

Mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*)

La mosca blanca es una de las principales plagas de la fresa a escala mundial. Las especies más importantes son *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* de las cuales la última predomina en clima medio y frío. Daño directo causado por adultos e inmaduros al succionar la savia de la planta. Para tener efecto sobre la cosecha las poblaciones deben ser muy altas (Carmona, 2009).

Ácaro, Araña (*Phytonemus pallidus*)

Las hojas con una infestación grande se ponen muy atrofiadas y arrugadas, lo que resulta en una masa compacta de hojas en el centro de la planta. Si los ácaros se alimentan de las flores, éstas se marchitan y muere. La fruta de plantas infestadas es diminuta, y las semillas resaltan en la piel de la fruta. Cuando no se controla, este ácaro puede prevenir que las plantas produzcan fruta (Martínez y Bautista, 2017).

4.2.2 Principales enfermedades

Pudrición de la fruta causada por *Botritis*

Patógeno: *Botrytis cinerea*, hongo necrófito

Síntomas: El hongo que causa la pudrición de la fruta por *Botritis*, que también se conoce como el moho gris, existe en todas partes del medio ambiente. Cuando las esporas caen en las flores de la fresa, pueden infectarlas si están expuestas a agua libre y temperaturas frescas. Las infecciones pueden causar que las flores se pudran, o la *Botritis* puede entrar en un período de latencia en el tejido floral. Las infecciones latentes entran nuevamente en actividad en la fruta más tarde en la temporada en cualquier momento antes o después de la cosecha cuando el azúcar aumenta y las condiciones se vuelven favorables para el desarrollo de la enfermedad. Al principio, las infecciones aparecen como lesiones pequeñas de color café debajo del cáliz (estrella). Las lesiones empiecen a echar esporas un día después de que reanudan su actividad, y aparecen las estructuras de las esporas debajo del cáliz (estrella) como tallos diminutos con racimos de esporas en la punta. El tamaño de las lesiones aumenta rápidamente. Las frutas verdes tanto como las rojas son susceptibles, pero las frutas más maduras se pudren más rápidamente. Las frutas verdes tienden a ser más resistentes que las frutas más blandas que tienen más azúcar. (Salinas & Smith, 2005).

Mildeo polvoso Producido por los hongos *Oidium sp.*, y *Sphaerotheca sp.*

Produce decoloración y deformación en el follaje y también puede atacar las ramas y el tallo. En el haz se observa un polvillo de color blanco. Se puede controlar con podas y enterrando el material afectado. (Carmona, 2009).

Mancha foliar angular (*Xanthomonas fragariae*)

La infección aparece al principio como manchas diminutas llenas de agua en el envés de las hojas. Las lesiones se agrandan hasta formar manchas angulares translúcidas que son trazadas por venas pequeñas y que a menudo escurren una lama viscosa de bacterias y exudados bacterianos, que aparecen como una tela blancuzca y escamosa después de secarse. Al desarrollarse la enfermedad, las lesiones se juntan y aparecen manchas café rojizas, que luego mueren, en la parte superior de las hojas. Un círculo clorótico usualmente rodea el área infectada (Salinas & Smith, 2005).

Mancha púrpura (*Mycosphaerella fragariae*)

El hongo causante de esta enfermedad, también conocida como viruela, se ve favorecido en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas suaves (15-20°C). Dicha enfermedad se manifiesta con pequeñas manchas circulares (2 a 3mm de diámetro) de color rojo oscuro en el haz de las hojas normalmente. Finalmente, dichas manchas se tornan de color blanco o pardo con el borde púrpura (Bolda, 2015).

4.3 Variedades de fresa

Sweet Charlie

Es la más dulce de estas variedades, tamaño de fruta grande y de buen sabor, de gran producción de estolones, muy susceptible al ataque de mildew polvoso *Oídium* o *Sphaerotheca* y al ataque de bacterias como *Xanthomonas*, tolerante a *Colletotrichum*, muy exigente en fertilización.

Cosecha de 5 libras por planta, las más productiva (Carmona, 2009).

Chandler

Variedad de fresa de forma cónica alargada y un poco plana; ellas son cultivadas en Sicilia. Esta variedad de fresas tiene la pulpa roja y aromática y es particularmente resistente a los transportes. Es de origen californiano, representa el 80% de las variedades de fresa más cultivadas. Es la que tiene un periodo de producción más largo a demás proporciona una fruta de buena calidad (Carmona, 2009).

Earlebrite

Es una planta compacta, con la fruta expuesta. Los colores internos y externos del fruto son rojos_ anaranjados, fuertes y rojos_ anaranjado respectivamente. La forma es globosa cónica moderadamente firme tiene carteristas de sabor similares a la sweett charlie, caramosa y rosa linda (Morales, 2017).

Festival (variedad utilizada)

Produce frutas cónicas de color rojo brillante que mantiene su tamaño de mediano a grande a través del ciclo de producción. La fruta es especialmente conveniente para presentación en cestillas o cubetas de 150 gr; y tiene una excelente calidad aromática y de postre, superior a Camarosa pero no tan acentuada como el Sweet Charlie. La fruta es

similar a Camarosa en cuanto a firmeza y vida propia de postcosecha. La arquitectura abierta de la planta y los largos peciolo de las frutas facilitan tanto la polinización como la cosecha de las mismas. La fruta posee un consistente color rojo en su interior asíéndola una excelente candidata para el mercado de fruta congelada las producciones totales o rendimiento son mayores a los de Sweet Charlie. Esta variedad tiene una superior resistencia a enfermedades y una mejor polinización bajo condiciones de clima fresco y húmedo, resultando en un más alto porcentaje de fruta comerciable que la variedad Camarosa, especialmente en periodo temprano de la estación de cosecha (Martínez y Bautista, 2017).

4.4 Sistemas de producción

4.4.1 Sistema de siembra tradicional

La siembra directa es el elemento central en lo que hoy día se denomina la agricultura de conservación. La misma representa un considerable avance en la tecnología de producción de cultivos debido a que hace que la agricultura se relacione armónicamente con la naturaleza. La siembra directa (SD) es adecuada para pequeños, medianos y grandes productores que utilizan métodos manuales de siembra, tracción animal o siembra mecanizada (FAO, s.f.).

4.4.2 Sistema semi-hidropónico

El término cultivo semi-hidropónico suele utilizarse cuando se emplean sustratos no inertes (turba, fibra de coco, corteza de pino, otros sustratos orgánicos, mezclas con fertilizantes de liberación controlada, etc.) que suministran una importante parte de los nutrientes a la planta (Infoagro, 2017).

La técnica de la semi-hidroponía es la combinación del cultivo en suelo y lo mejor de la hidroponía, ya que esta técnica le permite a la planta tener acceso a todos los nutrientes del suelo, acompañado con nutri-irrigación. Los cultivos semi-hidropónicos son un sistema de producción de plantas en sustratos combinados entre suelo y materia orgánica, en diversas estructuras como son: semi-hidropónicos, agricultura del hogar, fincas suburbanas, autoconsumo de fábricas y empresas, huertos intensivos y huertos populares entre otros, siendo la semi-hidroponía la más utilizada en nuestro ambiente (Mejia, 2017).

4.5 Características y composición de diferentes tipos de sustratos

Un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo. En sistemas semi-hidropónicos, presenta un volumen físico limitado, debe encontrarse aislado del suelo y tiene como funciones mantener la adecuada relación de aire y solución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios, y en el caso de sustratos sólidos ejercer de anclaje la planta.

La mayoría de los sustratos empleados son de origen natural. Los podemos dividir en orgánicos (turberas, serrín, corteza de pino, fibra de coco, cáscara de arroz, compost, etc.) e inorgánicos. Dentro de estos últimos distinguimos los que se usan sin ningún proceso previo aparte de la necesaria homogeneización granulométrica (gravas, arenas, puzolana, picón, etc.) y los que sufren algún tipo de tratamiento previo, generalmente a elevada temperatura, que modifica totalmente la estructura de la materia prima (lana de roca, perlita, vermiculita, arlita, arcilla expandida, etc.). Dentro de los materiales sintéticos podemos nombrar las espumas de poliuretano y el poliestireno expandido, aunque su uso está poco difundido (Infoagro, 2017).

Los sustratos inertes deben presentar una elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible (20-30% en volumen), un tamaño de partículas que posibilite una relación aire/agua adecuada, baja densidad aparente (alta porosidad, >85%), estructura y composición estables y homogéneas, capacidad de intercambio catiónico nula o muy baja, ausencia total de elementos tóxicos, hongos o esporas, bacterias y virus fitopatógenos.

Al hablar de sustratos, Calderón (2011) menciona lo siguiente:

El sustrato sólido es la base del cultivo semi-hidropónico, ya que cumple algunas funciones muy importantes como son la de ser el sostén de la planta, da protección a las raíces de la luz y es por donde circula la solución nutritiva.

Estos sustratos deben presentar entre 20 al 60% de agua y del 15 al 35% de aire, por lo tanto, los sustratos deben presentar algunas características fundamentales como son:

Debe tener una buena aireación

Debe ser retenedora de suficiente humedad

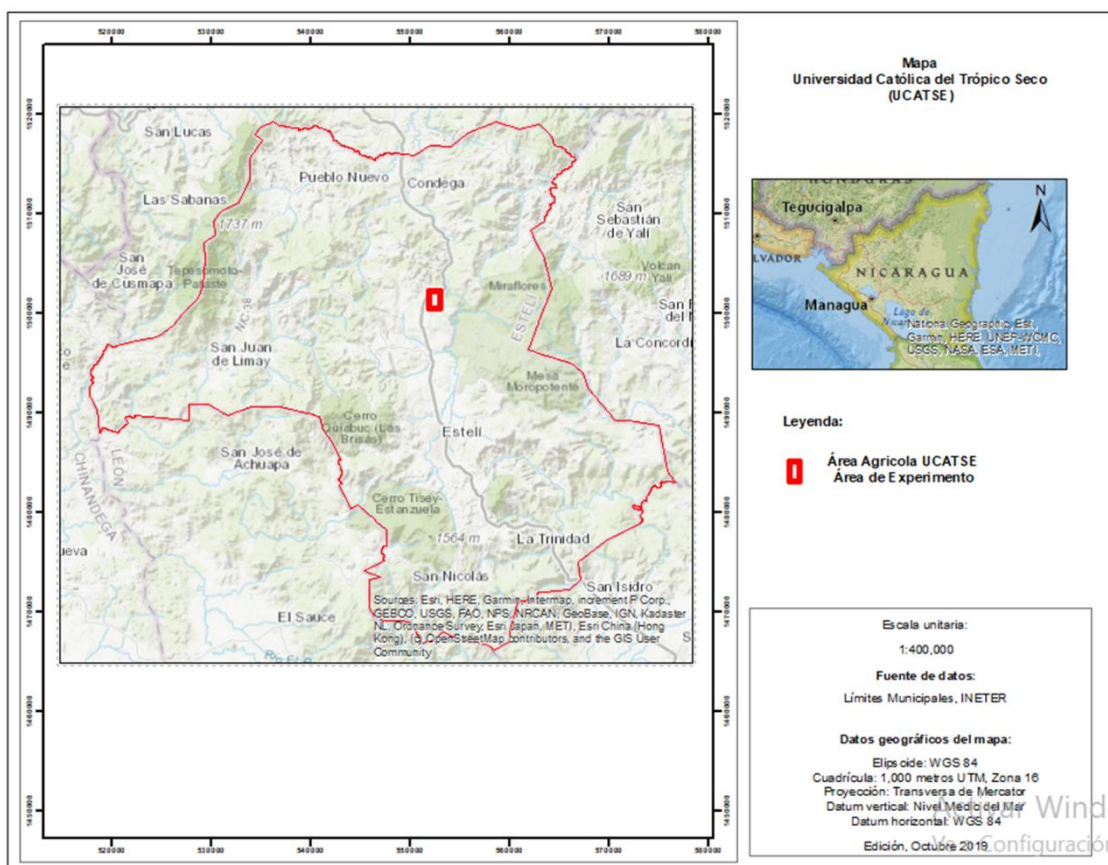
Debe ser químicamente y biológicamente inerte

Debe de ser de bajo costo y debe estar disponible a nuestro alcance.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en el módulo agrícola de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) ubicada a 166½ kilómetros de la capital Managua sobre la carretera Panamericana Norte, a los 13° 14' 52" de latitud norte y 86° 22' 37" de longitud oeste, con una precipitación promedio de 923mm anuales, presentando una humedad relativa del 57% al 78% y una temperatura media anual de 21.4 °C, catalogada bajo condiciones de trópico seco (INETER, 2008).



(Orozco, 2019)

5.2 Universo o población

El área de estudio donde se implementó el ensayo fue de 10 x 15 M, se establecieron 117 plántulas para el estudio a una distancia de 30 cm entre planta, y un metro entre surco. Se utilizaron un número de 33 plántulas por tratamiento.

5.3 Muestra

La muestra utilizada en el estudio experimental fue de cinco plantas por tratamiento para un total de 15 plantas muestreadas.

5.4 Definición de variables con su operacionalización

Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio

Variables generales	Sub variable	Definición conceptual	Indicadores	Medida de expresión	Fuente	Instrumento
Desarrollo vegetativo	Altura de planta	Es la longitud desde la base del tallo de la planta hasta el ápice de la misma	Longitud	Centímetro (cm)	Planta	Hoja de campo y cinta métrica
	Grosor del tallo	Es el engrosamiento del tallo	Diámetro	Centímetro (cm)	Planta	Hoja de campo y cinta métrica
	No. de hojas	Es la cantidad de hojas que contiene una planta en su desarrollo vegetativo	Cantidad	Número	Planta	Hoja de campo
	No. de hijos	Es la cantidad de yemas axilares por unidad experimental	Cantidad	Número	Planta	Hoja de campo

Rendimiento	No. de frutos por planta	Es la total de frutos que la planta produce en la etapa productiva	Cantidad	Número	Planta	Hoja de campo
	Peso de fruto	Es el total de Kg de fruto que la planta produjo en toda la etapa productiva	Peso	Kilogramo (kg)	Fruto	Hoja de campo y pesa
	Diámetro de fruto	Es la medida del grosor del fruto	Circunferencia	Centímetro (cm)	Fruto	Hoja de campo y cinta métrica
	Longitud de fruto	Es la medida de largo del fruto	Largo	Centímetro (cm)	Fruto	Hoja de campo y cinta métrica
	Grados brix	Es donde se medirá la dulzura y acidez del fruto	Escala del 0 - 10	Porcentaje	Fruto	Refractómetro

5.5 Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de los datos

Para el estudio se utilizó la técnica de observación y la hoja de campo como instrumento, que permitió recolectar de forma ordenada y cronológica la información de los tratamientos estudiados, con una metodología sencilla y así se pudo dar salida a las variables que se estudiaron.

5.6 Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de los datos

Se realizaron muestreos cada quince días para la evaluación de todas las variables bajo estudio, además se realizó monitoreo tres veces por semana, para ver el comportamiento de las plagas y enfermedades en el cultivo.

5.6.1. Manejo del ensayo

Preparación del terreno

Primeramente, se seleccionó el terreno, el cual contaba con un suelo arcilloso, se procedió a eliminar malezas y restos de cosecha anterior, luego se procedió a pasar dos pases con el tractor con la finalidad de obtener la forma requerida para proceder a la desinfección de terreno y levantamiento de camellones.

Estructura

Se utilizaron 12 postes de madera de 1.80 metros de altura, a una profundidad de 60cm. Ya que la altura del sistema semi-hidropónico debe ser de 1.20 metros de altura. Estos se fijaron con alambre galvanizado y tensadores para garantizar más firmeza al soporte para las bolsas con los sustratos. También se colocaron reglas de pinos, las cuales tenían como función ser pie de amigo y evitar la caída de los postes.

Cada uno de estos surcos semi-hidropónicos tenían 3 metros de largo x 40cm de ancho y están a una distancia de 1 metro entre surco.

Riego

Se implementó un sistema de riego por gravedad, el cual tenía un barril de 200 litros de agua con función de fuente para abastecimiento, el cual estaba ubicado en una torre a una altura de 2.10 metros de altura. A este se le agregaron tubos PVC que tenían función de

canal para transportar el agua. Para la distribución de agua en el ensayo se utilizaron cintas de riego comercial las cuales tiene ubicados goteros a 10cm de distancia entre cada uno. Para garantizar un riego efectivo se colocaron 6 metros de dicha cinta.

Siembra

Se implementó la siembra a tresbolillo ubicando las plantas a 30 cm de distancia entre cada una. Estableciendo 13 plantas en cada surco, es decir 39 plantas por tratamiento para un total de 117 plantas en estudio.

Variedad utilizada

Se utilizó la variedad festival, esta variedad tiene una superior resistencia a enfermedades y una mejor polinización bajo condiciones de clima fresco y húmedo, resultando con un alto porcentaje de fruta comerciable, especialmente en periodo temprano de la estación de cosecha. Este material vegetativo fue adquirido en el municipio de Jinotega, debido a una problemática fitosanitaria que afecta a los productores de fresa en el país. La compra de esta planta fue complicada, por lo que el material comprado no estaba en óptimas condiciones y el número adquirido era limitado.

Preparación de los tratamientos

Tratamiento 1

Este tratamiento se utilizó como testigo y se implementó el sistema de producción tradicional, es decir producción en el suelo. Para su elaboración se hicieron 3 bancos de 3 metros de largo por 60 cm de ancho, los cuales se levantaron a una altura de 50 cm del nivel del suelo. Estos se desinfectaron con el fungicida prevolor + herbicida round up para control de gramíneas. Posteriormente se agregó abono edáfico (18-46-00), indicado para el desarrollo de radicular de las plantas. A este sistema también se le colocó plástico mulch para un mejor control de malezas.

Tratamiento 2

Para la preparación de este tratamiento utilizamos cascarilla de arroz a la cual se le realizó un lavado con una solución de agua + cloro a razón de 10 litros de agua x 1 litro de cloro. Luego se mezcló con lombrihumus y piedra pómez. Cada bolsa de este sustrato tiene un peso de 50 libras, se utilizó como compartimento las bolsas quintaleras. También se desinfectó con el fungicida prevolor para garantizar una mejor fitosanidad. De esta

manera aportamos un soporte para la planta con capacidad de retención de agua y materia orgánica para su nutrición.

Tratamiento 3

La elaboración de este sustrato se realizó con abono bocashi, el cual fue facilitado por un productor de la comunidad los Llanos, Pueblo Nuevo, la composición de este sustrato fue: 42% de pollinaza, 18% de pulpa de café, 14% de aserrín + estiércol bovino, 9.3% de casulla de café, 2.8 de ceniza, 9.3% de estiércol de bovino seco.

Debido a que este tratamiento también se probó como semi-hidropónico, se utilizaron bolsas quintaleras, el peso de estas también era de 50 lb de material. Dicho sustrato también se desinfecto con fungicida prevalor.

5.7 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizo es un diseño completamente al Azar (DCA), donde se distribuyó en tres tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento, se seleccionaron cinco plántulas al azar en cada tratamiento para realizar la recolección de datos.

5.8 Características y composición de los sustratos utilizados en el estudio

Tratamiento 1: Tradicional.

Se estableció el sistema de producción en suelo, el más utilizado por productores a nivel nacional e internacional. Haciendo aplicaciones de abono edáficos, así como un sistema de riego por goteo y una cubierta de plástico mulch, para evitar y manejar la presencia de malezas a pie de planta.

Tratamiento 2: cascarilla de arroz+ piedra pómez + lombrihumus

Sustrato a base de cascarilla de arroz el cual sirvió como soporte a la raíz, es un material inerte que no aporta nada a la planta, solo su capacidad de retención de humedad, agua y nutrientes. Debido a esto agregamos un 1 kg de lombrihumus lo que apporto materia orgánica a las plantas. La piedra pómez sirvió como filtro interno del tratamiento.

Tratamiento 3: Bocashi a base de pollinaza, estiércol bovino+ aserrín, pulpa de café, estiércol de bovino seco, ceniza y casulla de café.

El bocashi es una técnica de fermentación de diferentes materiales, para la elaboración de abono orgánico, de aplicación edáfica. Este bocashi está compuesto por: 42% de pollinaza, 18% de pulpa de café, 14% de aserrín + estiércol bovino, 9.3% de casulla de café, 2.8 de ceniza, 9.3% de estiércol de bovino seco.

5.9 Procedimientos para el análisis de resultados

Se utilizó el programa de Microsoft Excel para el orden de los datos, también el programa de INFOSTAT antes de realizar análisis de varianza se procedió a ejecutar pruebas de normalidad (Shapiro Wilks) y prueba de homogeneidad para determinar si los datos eran normales. Para los datos con distribución normal se utilizó el análisis de varianza ANOVA con un 95% de confianza y correspondiente prueba de separación de medias con DUNCAN con el valor alfa de 5% ($p < 0.05$).

$$Y_{ij} = \mu + G_i + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij}: Valor del carácter estudiado

μ: Media general

G_i: Efecto del genotipo

e_{ij}: Efecto aleatorio del error

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de desarrollo vegetativo

6.1 Altura de planta

En el análisis de varianza con respecto a la variable de altura se puede apreciar que el tratamiento 1, el sistema tradicional en suelo presentó mejor desarrollo vegetativo en esta variable llegando a obtener hasta 13 cm de altura considerando que el cultivo es de características arbustivas.

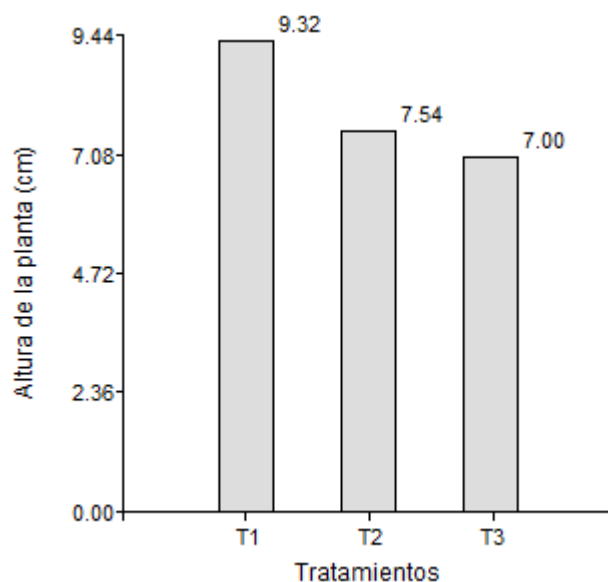


Figura 1. Altura de la planta (cm)

De acuerdo al estudio realizado por (Blandón & Benavides, 2019) quienes evaluaron dos variedades de fresa en tres técnicas de producción en Santa Adelaida, demostraron que la variedad que presento mejor altura con 11.4 cm fue la earlibrite, resultado aproximado, no muy significativo en relación a la variedad festival, la cual se utilizó en el sistema tradicional en comparación al estudio realizado.

6.2 Número de hojas

Según los resultados obtenidos en la investigación realizada por Duarte, Canales & Ruiz (2010) el cual evaluó dosis de biofertilizantes donde obtuvo promedios de 12 hojas por planta, lo cual indica que los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores debido a que la media mayor fue de 26 hojas por planta obtenida en el T1, sistema tradicional de siembra en el cual la planta presento un buen desarrollo foliar.

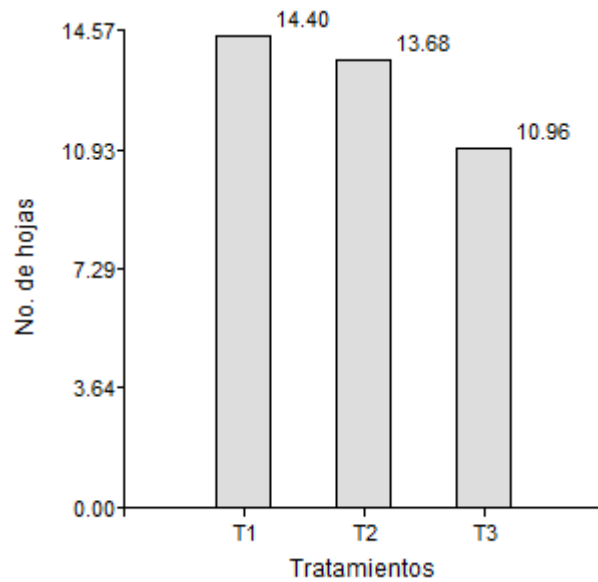


Figura 2. Número de hojas

6.3 Grosor del tallo (cm)

Según los resultados obtenidos (Figura 3) el tratamiento que presentó las medias de diámetro del tallo más altas en el estudio fue el sistema tradicional (T1) con 0.92 seguido del (T2) sustrato a base de cascarilla de arroz, lombrihumus + Piedra pómez en el sistema semi-hidropónico, el cual obtuvo 0.93

Según los resultados obtenidos en la investigación por (Bautista & Martínez, 2017) donde obtuvieron un promedio de diámetro del tallo de 2.75 mm, lo cual indica que los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores ya que la mayor media fue de 0.92.

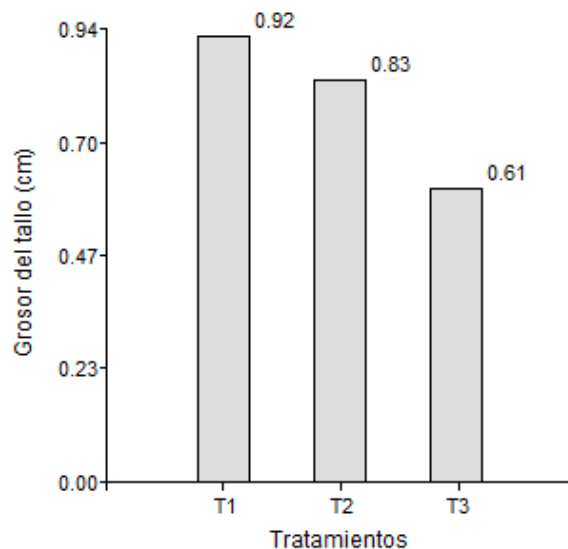


Figura 3. Grosor del tallo (cm)

6.4 Número de hijos por planta

En el presente estudio de acuerdo al análisis de varianza los resultados obtenidos a la variable de número de hijos por planta es que el sistema de siembra tradicional en suelo (T1), presento mejores resultados al sistema de siembra semi-hidropónico debido a que este presento mejor desarrollo vegetativo y su reproducción de hijos era mayor con un promedio de 1.80 por planta.

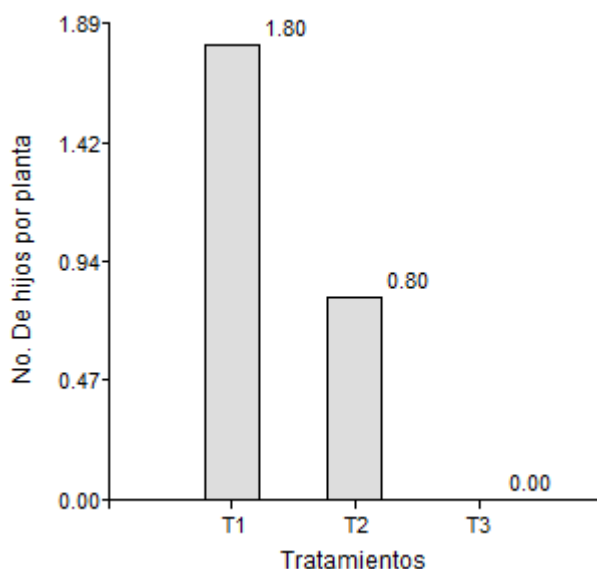


Figura 4. Número de hijos por planta

VARIABLES DE RENDIMIENTO

6.5 Número de frutos por planta

Según los resultados obtenidos (figura 5) el sistema de siembra tradicional fue el tratamiento que presento más frutos por planta con una media de 2.50, seguido del (T2) sistema semi-hidropónico, utilizando el sustrato de cascarilla de arroz. Piedra pómez + lombrihumus con un promedio de 1.70 y por último el (T3) semi-hidropónico con bocashi con un 0.50 lo que indica que este no fue eficiente.

De acuerdo al estudio de (Cruz & Bogran , 2019) quienes evaluaron tres bactericidas en el control de mancha angular causada por *Xanthomona fragariae* , el tratamiento que expreso las medias de cantidad de frutos por planta más altas fue el tratamiento T2 (Oxitetraciclina + N+ Mg+ S+ Ácidos fulvicos) con 1.70 frutos por planta. Lo que indica que en el presente estudio se obtuvieron resultados superiores.

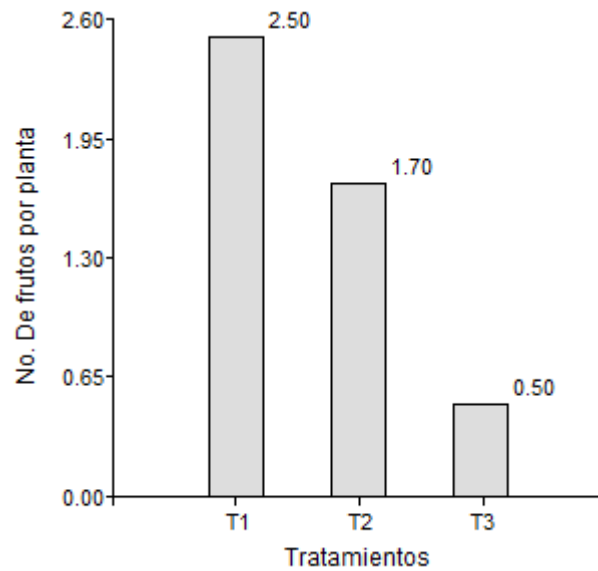


Figura 5. Número de frutos por planta

6.6 Total de peso de fruto (gr)

El tratamiento que presento mejor resultado en cuanto al total de peso de fruto fue el sistema tradicional en suelo con 98 gramos por tratamiento, desde que este tratamiento presento mejor desarrollo vegetativo con resultados muy significativos en comparación a los dos tratamientos en semi-hidropónico era de esperar mejor rendimiento de este en cuanto a cantidad de frutos.

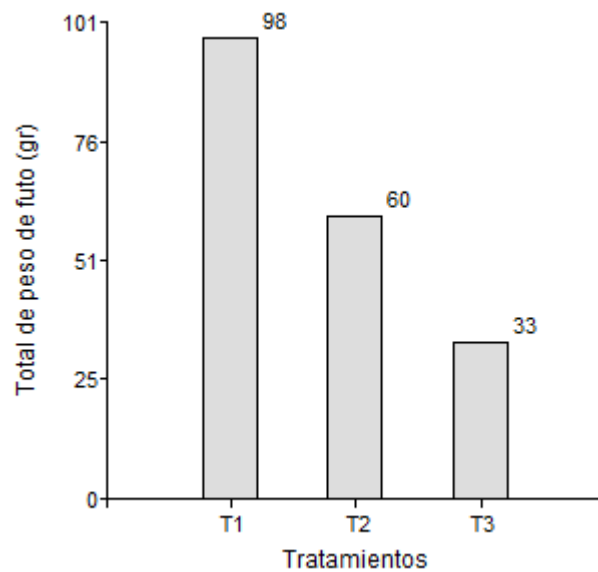


Figura 6. Total, de peso de fruto

6.7 Diámetro de fruto (cm)

De acuerdo al estudio de (Mejía, 2017) quien evaluó la respuesta de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca*), sometidas a tres sustratos, mediante sistema semi-hidropónico en canales de polietileno obtuvo medias de 2,5 centímetros de diámetro en fruto, medida la cual indica ser superior a la del sistema semi – hidropónico en el presente estudio el cual obtuvo una media de 1.90 centímetros.

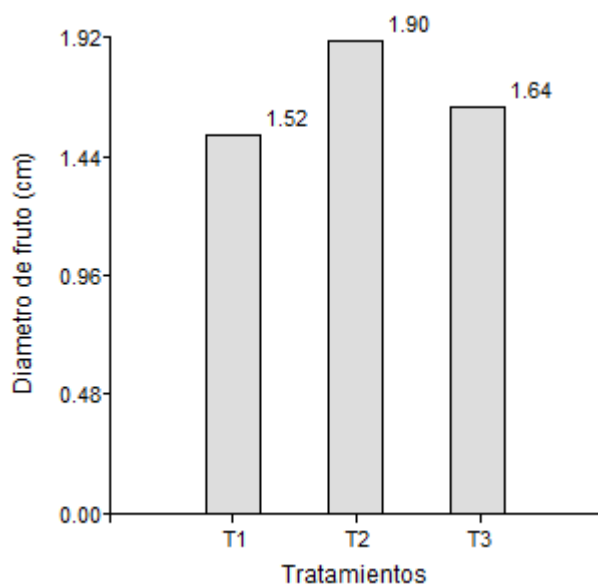


Figura 7. Diámetro de fruto

6.8 Longitud de fruto (cm)

Los resultados en el presente estudio indican que el (T2) sistema semi-hidropónico, con sustrato de cascarilla de arroz, piedra pómez y lombrihumus presenta mejor longitud de fruto con un 2.73 cm, seguido del (T3) sistema semi – hidropónico utilizando bocashi y por último el (T1) sistema tradicional en suelo.

(Rea, 2012) muestra los resultados según la prueba de Tukey en su investigación de comparación de sustratos, los tratamientos con el sustrato Testigo y el sustrato Pomina + Turba + Humus registraron el menor valor promedio con 2,05 y 2,83 Cm, lo cual indica ser datos semejantes al del estudio evaluado en UCATSE.

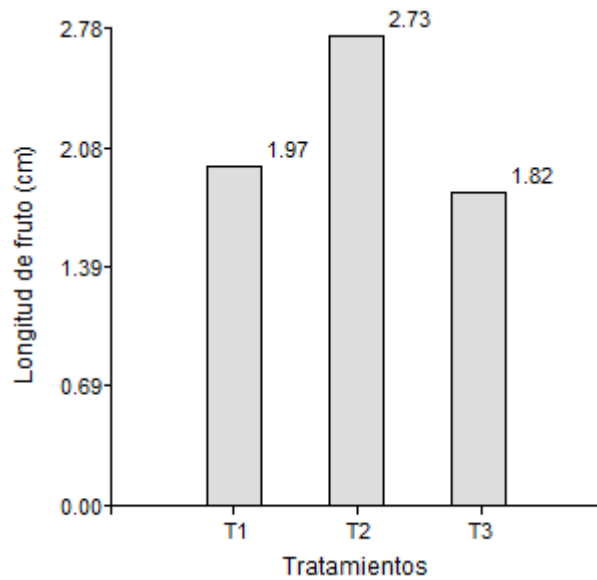


Figura 8. Longitud de fruto

6.9 Grados Brix

En la actualidad se asocia a grado de excelencia o idoneidad para un uso particular, se puede decir que un producto tiene calidad cuando supera o cumple los valores normalizados establecidos que han sido valorados subjetivamente.

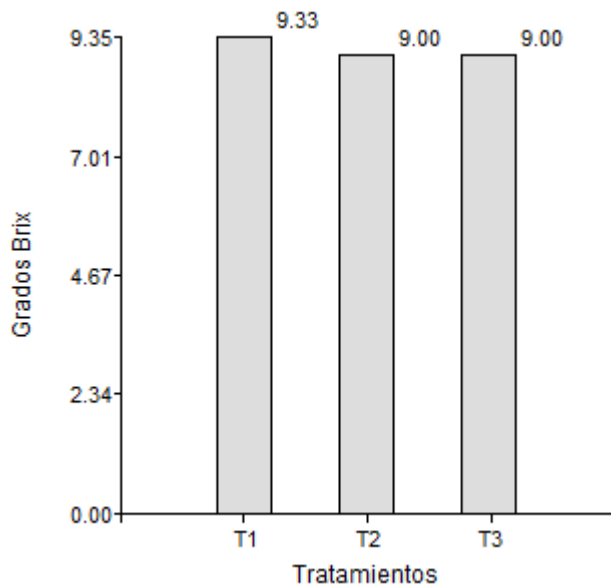


Figura 9. Grados Brix

La escala Brix en la industria agrícola, se utiliza para hacer referencia al contenido de azúcares y se utiliza para hacer un seguimiento en la evolución de la maduración, sabor, color de frutos y su momento óptimo de recolección.

Los resultados de grados brix del estudio semi-hidropónico y sistema de siembra tradicional se encontraban en intervalos altos e indicando calidad del fruto entre ocho y 10 grados, siendo de 5 a 8 los grados el indicador de calidad en el cultivo de fresa.

Los intervalos de los frutos cosechados en el estudio experimental de (Mendoza, 2015) tuvieron como resultado que se encontraron dentro del intervalo de las recomendaciones de calidad pos cosecha: 7 como mínimo y 12 °Brix como máximo, y no existió diferencia por efecto de tratamientos. Donde comparaban tres sistemas de producción en invernadero (Mendoza, 2015).

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente estudio y basándose en los resultados obtenidos se concluye que el sustrato más idóneo para utilizarse en sistemas semi-hidropónicos es el sustrato a base de cascarilla de arroz, lombrihumus y piedra pómez, pues este presentó un mejor resultado, con frutos más vistosos, mejor forma y grados brix aceptables en comparación que el sustrato bocashi en el mismo sistema de producción.

En cuanto a sistemas de producción, el sistema semi-hidropónico en comparación al tradicional no resultó ser una competencia, debido a que el sistema tradicional presentó mejor desarrollo vegetativo en todas las variables evaluadas y cantidad de frutos con grados brix en nivel aceptables y sobre pasando los requerimientos en fresa.

En el rendimiento de producción el sistema semi-hidropónico, presentó mejor fitosanidad, el cual no se vio afectado por malezas, plagas como mosca blanca o patógenos como la mancha purpura (*Mycosphaerella fragariae*) y se obtuvieron frutos grandes de calidad, pero no en cantidad por el poco desarrollo vegetativo y producción de hijos.

El sistema tradicional, presentó mayor producción, pero con algunas complicaciones en los frutos, como mal formación y plagas en suelo.

Conforme a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis, ya que el sistema tradicional presentó mejores índices de acuerdo a las variables evaluadas en el estudio.

VIII. RECOMENDACIONES

No utilizar sustrato bocashi en el cultivo de fresa, debido a que este contiene mucha retención de líquido, porcentajes de humedad altos y le presta condiciones favorables a la proliferación de hongos perjudiciales para la planta.

Es recomendable utilizar el sustrato a base de cascarilla de arroz, lombrihumus y piedra pómez, pues este presenta mejor resultado en sistema semi-hidropónico por su textura la cual es favorable para el desarrollo radicular de la planta.

Indagar sobre el material vegetativo que se obtiene para saber en qué condiciones edafoclimáticas y desarrollo fenológico se encuentra para evitar problemas en etapa de desarrollo vegetativo y producción.

Tener en cuenta el requerimiento hídrico de la planta para evitar estrés, realizar de aplicaciones de riego, tres veces por semana.

Realizar podas de formación y producción para mejorar el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo para la obtención de frutos grandes y vigorosos.

En el sistema semi-hidropónico utilizar una estructura más resistente a la humedad, puede ser de madera, ya que las bolsas quintaleras y el alambre galvanizado no tienen buena retención de peso en gran cantidad.

IX. BIBLOGRAFÍA

- AGRI-NOVA Science. (s.f.). Recuperado el 2019, de Infoagro:
http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- Agrocadena . (2007). Ministerio de agricultura y ganadería. Alajuela , Costa Rica.
Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>
- Agrolalibertad. (2012). Ficha técnica para el cultivo de fresa. 10. Obtenido de
http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf
- Alvaro Benavides, J. C. (2005). ERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE TRES GENOTIPOS DE FRESA (*Fragaria* spp.) EN LAS SABANAS, MADRÍZ. 5. Nicaragua. Obtenido de
<https://revistasnicaragua.net.ni/index.php/CALERA/article/view/117/116>
- Blandón, Y. B. (Noviembre de 2019). Evaluación de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*), mediante tres tipos de técnicas de producción en Acuaponía, UCATSE 2019. Estelí, Nicaragua.
- Bolda, M. (2015). Manual de producción de fresa. California. Obtenido de
<http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Calderón. (2011). Los sustratos. Bogotá, Colombia. Recuperado el 2019, de
<http://www.drcalderonlabs.com/>
- Carmona, R. (2009). Colombia. Obtenido de
https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx
- DANE. (2014). *Boletín semanal Precios Mayoristas*. Recuperado el Agosto de 2019, de
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_15mar_21mar_2014.pdf
- Duarte, C. y. (2010). Efecto de tres laminas de riego y tres dosis de biofertilizantes en el cultivo organico de fresa (*Fragaria* spp.) . Las sabanas, Madriz , Nicaragua .
- Ecoagricultor. (2013). El valor nutricional en linea. Obtenido de
<https://www.ecoagricultor.com/>

- FAO. (s.f.). Obtenido de <http://www.fao.org/3/y2638s/y2638s05.htm#TopOfPage>
- Gigante, J. B. (03 de Noviembre de 2010). Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa. 241. Barcelona. Recuperado el 2019, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/42009/jbg1de1.pdf>
- Gómez, L. E. (2015). CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN DE LA FRESA. 51. Bogotá. Recuperado el 2019
- INETER. (2008). Instituto Nacional de Estudios Territoriales. Obtenido de https://www.ineter.ni/ubicaciones_grograficas_territoriales
- Infoagro. (05 de julio de 2017). *Infoagro*. Obtenido de <http://mexico.infoagro.com/sistemas-de-cultivo-hidroponico/>
- Instituto Nacional de Estudios Territoriales. (2008). Obtenido de https://www.ineter.ni/ubicaciones_grograficas_territoriales
- Marcia, L. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química). 108. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>
- Martinez, B. y. (2017). *Evaluación del efecto de dos fertilizantes orgánicos en el cultivo de fresa (Fragaria spp) Las Sabanas Madriz 2016- 2017*. Tesis, Madriz. Recuperado el Agosto de 2019
- Martinez, J. A. (2006). Descripción y comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa. 114. Managua, Nicaragua. Recuperado el 2019, de <http://repositorio.una.edu.ni/1978/1/tnh10g633d.pdf>
- Mejia, D. I. (2017). Respuesta de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca*), sometidas a tres sustratos, mediante sistema semi-hidropónico en canales de polietileno en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura – Ecuador.”. 97. Imbabuura, Ecuador. Recuperado el 2019
- Mendoza, S. (2015). COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRESA. 8. Mexico. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311513003.pdf>

- Morales, C. (2017). Manual de manejo. Chile. Obtenido de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/17%20Manual%20Frutilla.pdf>
- Orozco, L. (octubre de 2019). Mapa geográfico de ubicación del estudio. Esteli, Nicaragua.
- Pérez, B. V. (2017). “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRESA EN DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS”. México. Recuperado el 2019, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67929/tesis%20Terminada%20agosto.pdf;jsessionid=FC26AFA4AB392C85BAA7366DFD13ED2B?sequence=3>
- Rea, L. O. (2012). “Análisis del rendimiento de la fresa (*Fragaria chiloensis* L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semi-hidropónico en la parroquia Salinas provincia del Imbabura”. 54. El Ángel - Carchi - Ecuador. Recuperado el 2019, de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/975>
- Rocha, S. (Noviembre y diciembre de 2003). Evaluación de adaptabilidad de la fresa (*fragaria spp*) a las condiciones climaticas de Santa Adelaida, Esteli, bajo sistema órgano hidropónico. 46. Esteli, Nicaragua. Recuperado el Agosto de 2019
- Salinas, & Smith, R. (Junio de 2005). Guía para el manejo de las plagas:. Obtenido de <http://www.serviagromx.com/wp-content/uploads/2018/07/Guia-para-el-manejo-de-plagas-en-fresas-2.pdf>
- Salmerón, F. T. (2007). EFECTO DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE. 69. Madriz, Nicaragua. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2007/1/tnf04t275c.pdf>
- Sandoval, C. (2017). Respuesta de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca*), sometidas a tres sustratos, mediante sistema semi-hidropónico en canales de polietileno en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Espejo - Carchi, Ecuador. Recuperado el 2019
- Téllez. (2001). Apuntes del curso olericultura. (en línea). Recuperado el 2019, de http://abenmen.com/a/Apuntes_de_Olericultura.pdf

Vegaffinity. (s.f.). Recuperado el Agosto de 2019, de Vegaffinity:
<https://www.vegaffinity.com/alimento/fresa-beneficios-informacion-nutricional-f44>

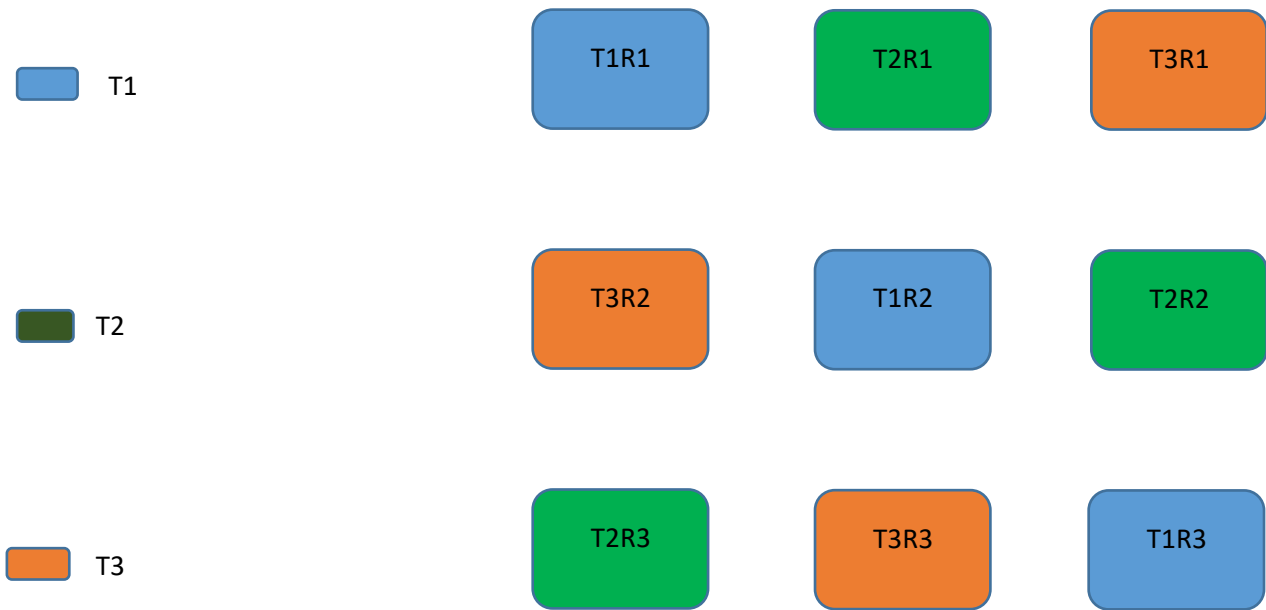
Viale, D. (Noviembre de 2001). Estudio de factibilidad de la plantación de fresa en Zamorano. Honduras. Obtenido de https://www.academia.edu/24188267/Estudio_de_factibilidad_de_la_plantaci%C3%B3n_de_fresa_en_Zamorano

Victor Rostrán, C. R. (octubre de 2018). 47. Nicaragua. Recuperado el 2019

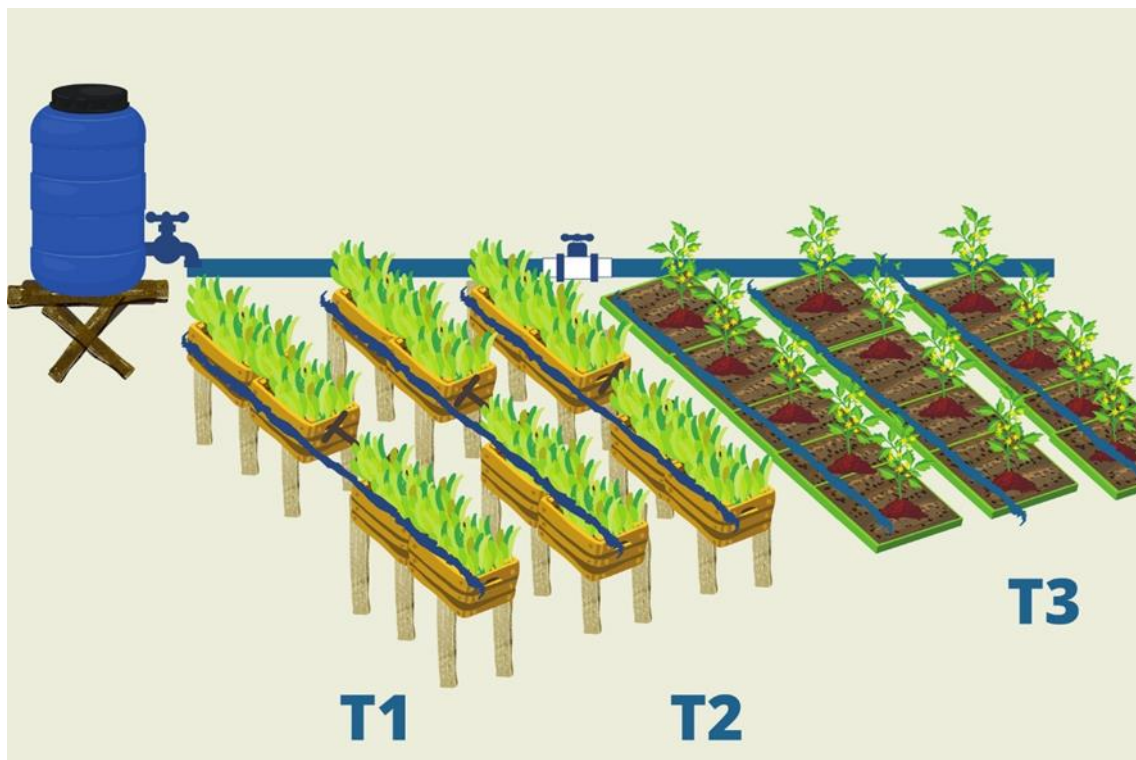
Yoel Cruz, Y. W. (2019). Evaluación de tres bactericidas en el control de mancha angular causada por *Xanthomona fragariae* en *Fragaria ssp.* Las Sabanas, Madriz 2019. 63. Somoto , Madriz , Nicaragua.

X. ANEXOS

Anexo 1. Diseño experimental del estudio



Anexo 2. Esquema del ensayo (sistema semi-hidropónico y tradicional)



Anexo 3. Hoja de campo

Hoja de campo									
Datos generales									
Nombres y Apellidos:									
Lugar de recolección de datos:					Hora de recolección de datos:				
Fecha:				Etapa:					
Cultivo:					Muestreo:				
Tratamiento	Variables y Sub variables a medir								
	Desarrollo vegetativo				Rendimiento				
	Altura de la planta	Grosor del tallo	Nº de hojas	Nº de hijos	Nº de frutos por planta	Peso de fruto	Diámetro de fruto	Longitud de fruto	Grados brix
1									
1									
1									
2									
2									
2									
3									
3									
3									

Anexo 4. Ficha técnica del cultivo de fresa

Tabla 2. Manejo del experimento o ficha técnica de la fresa

Actividades y etapa fenológica del cultivo	Productos y dosis
Tradicional, preparación del suelo	Abono 18-46-0. Dosis 4 kg Prevalor (fungicida) 25 cc x bomba
Trasplante	Activa. 50 cc x bomba Kalex. 50 cc x bomba 7 ddt Aminoleaf enraizada 25gr x bomba Oligomix 10 te x bomba Albamin 50 cc x bomba
Desarrollo	Aminoleaf 20-20-20 30 gr x bomba Kalex. 50cc x bomba Promet cobre 50 cc x bomba Abono 15-15-15 En etapa de desarrollo de harán variaciones en cuanto a la aplicación de cada producto hasta el momento de floración.
Floración y desarrollo de fruto	Aminoleaf engordado 50gr x bomba Promet calcio 30 cc Oligomix 10 gr Promet magnesio 30 cc Albamin 40 cc

Anexo 5. Análisis de varianza

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Altura de la planta (cm)	3	7.95	1.21	0.91	0.4285
No. de hojas	3	13.01	1.81	0.90	0.3804
Grosor del tallo (cm)	3	0.79	0.16	0.95	0.5473
No. De hijos por planta	3	0.87	0.90	1.00	0.8773
No. De frutos por planta	3	1.57	1.01	0.99	0.7806
Total de peso de futo (gr) ..	3	63.67	32.65	0.99	0.8142
Longitud de fruto (cm)	3	2.17	0.49	0.87	0.2924
Diametro de fruto (cm)	3	1.69	0.19	0.96	0.5985
Grados Brix	3	9.11	0.19	0.75	<0.0001

Altura de la planta (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (cm)	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.95	2	1.47	sd	sd
Tratamientos	2.95	2	1.47	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	2.95	2			

Número de hojas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No. de hojas	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.58	2	3.29	sd	sd
Tratamientos	6.58	2	3.29	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	6.58	2			

Grosor del tallo (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grosor del tallo (cm)	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	2	0.03	sd	sd
Tratamientos	0.05	2	0.03	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	0.05	2			

Número de hijos por planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No. De hijos por planta	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.63	2	0.81	sd	sd
Tratamientos	1.63	2	0.81	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	1.63	2			

Número de frutos por planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No. De frutos por planta	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.03	2	1.01	sd	sd
Tratamientos	2.03	2	1.01	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	2.03	2			

Total, de peso de fruto (gr)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Total de peso de futo (gr)..	3	1.00		sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2132.67	2	1066.33	sd	sd
Tratamientos	2132.67	2	1066.33	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	2132.67	2			

Longitud de fruto (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Longitud de fruto (cm)	3	1.00		sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.48	2	0.24	sd	sd
Tratamientos	0.48	2	0.24	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	0.48	2			

Diámetro de fruto (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro de fruto (cm)	3	1.00		sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	2	0.04	sd	sd
Tratamientos	0.08	2	0.04	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	0.08	2			

Grados Brix

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grados Brix	3	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.04	sd	sd
Tratamientos	0.07	2	0.04	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	0.07	2			

Anexo 6. Fotografías



Preparación del terreno



Proceso de elaboración de sistema semi-hidropónico



Estructura del ensayo, con plantas en desarrollo vegetativo



T1, Sistema tradicional



Sistema de riego



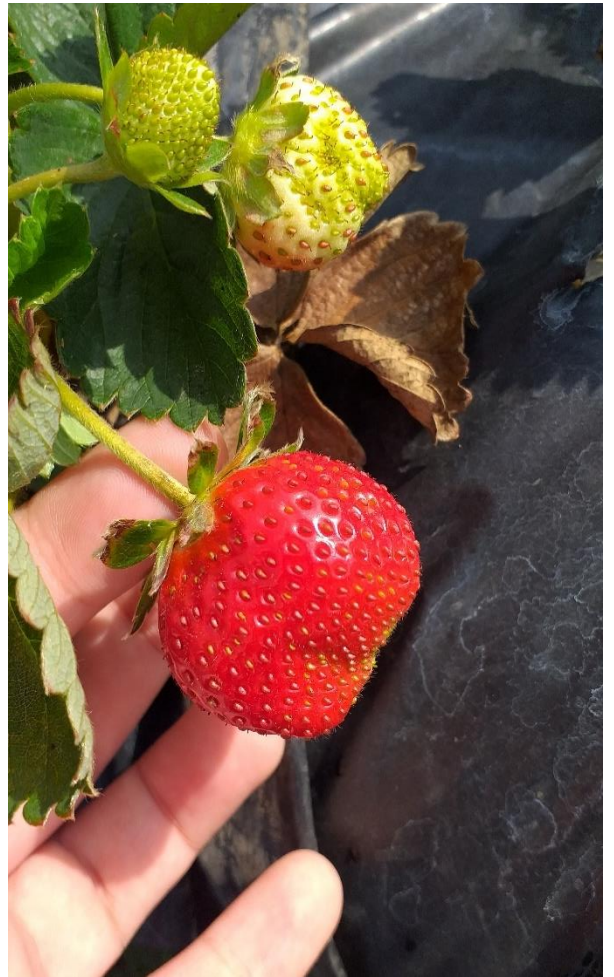
Siembra



Muestreo de variables



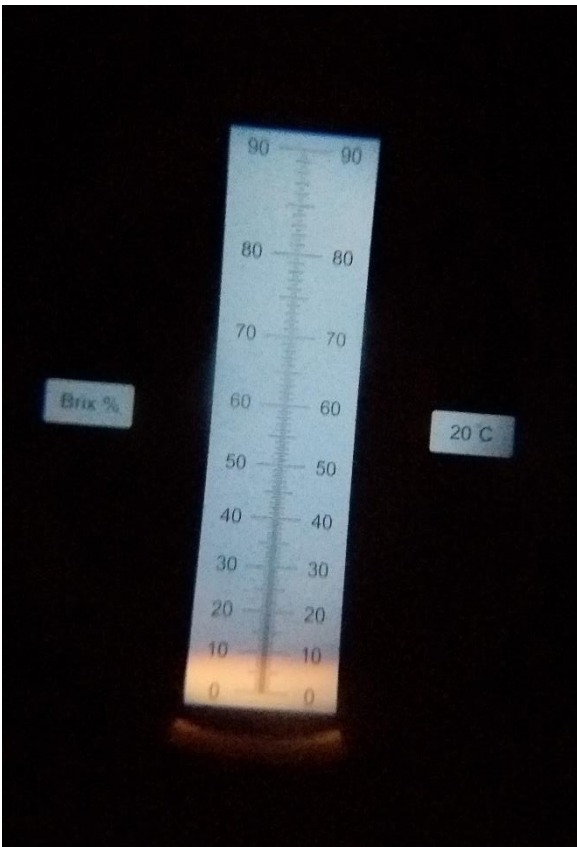
Plantas y frutos en sistema semi-hidropónico



Cosecha de frutos



Pesaje de frutos



Grados brix del sistema tradicional



Reproducción de hijos en tradicional

