



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Comportamiento agronómico del cultivo
de fresa (*Fragaria sp* L.) bajo dos
sistemas de siembra, camellones e
hidropónico NFT, La Sabana, Madriz,
2021**

Autor

Br. Fabio Humberto Santos Medina

Asesor

Ing. MSc. Javier Ignacio Silva Rivera

**Managua, Nicaragua
Agosto 2022**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria sp* L.) bajo dos sistemas de siembra, camellones e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021

Autor

Br. Fabio Humberto Santos Medina

Asesor

Ing. MSc. Javier Ignacio Silva Rivera

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua
Agosto, 2022**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el comité evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

“El señor dice mis ojos están puestos en ti yo te daré instrucciones, te daré consejos, te enseñare el camino que debes seguir” Salmo 32:8. Por lo tanto dedico todo mi esfuerzo y trabajo, primeramente, a Dios, por jamás haberme abandonado en tan largo trayecto, dándome sabiduría, entendimiento para lograr tan anhelada meta.

A mis padres Josefa Victoria Medina Palma y Santiago Humberto Santos Ordoñez, por ser mi inspiración y motor para seguir adelante con mis estudios y brindarme su apoyo moral y económico.

A mis abuelos Luis Emilio Santos Olivares y Juana Paula Ordoñez Galeano dos seres fundamentales en mi vida que han creído en mis capacidades desde siempre, llegando a formar la persona que soy hoy en día es gracias a sus consejos, apoyos y regaños.

A mis hermanos, Luis Fernando Santos Medina y Erick Santiago Santos Medina.

A mi pareja María Estelvina García Guillén quien ha sido compañera, amiga, consejera y apoyo en el proceso académico universitario y en este trabajo de culminación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme fuerza, valor y coraje para no rendirme en mi caminar, para poder cumplir otro grado académico con éxito.

A mis padres Josefa Medina y Santiago Santos, a mis hermanos Luis Santos y Erick Santos, por su apoyo moral y económico.

A los profesores de mi *alma mater*, por brindarme el pan de la enseñanza, para forjar mi caminar como profesional, al Ing. MSc. Javier Ignacio Silva Rivera, por su apoyo y motivación en la etapa de campo y redacción, junto a él, al Dr. Víctor Aguilar Bustamante, por apoyarme con sus conocimientos en los programas estadísticos y en metodología de la investigación para la elaboración de mi trabajo de graduación.

A la universidad Nacional Agraria, por el apoyo económico para culminar mi carrera

A mis abuelos paternos por apoyarme económicamente y estar en el camino como guías.

A Fernando Vidal Maradiaga Gutiérrez por su apoyo en la realización del ensayo, junto a ello su familia quien me brindo apoyo, confianza en su humilde hogar.

A la propietaria de la finca El Chagüite doña Ivania Gutiérrez, por su apoyo y alojamiento, para realizar dicho ensayo.

A mis padrinos Cristóbal y Juana por su apoyo económico y moral en todo el transcurso de mis estudios.

A mi tía Migdalia Santos Ordoñez por su apoyo moral y económico y mis tíos Luis Manuel Santos, José Rolando Santos y Roger Santos que me ayudaron de manera económica brindándome trabajo, para seguir buscando este objetivo.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN EJECUTIVO	vi
EXECUTIVE ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Taxonomía cultivo de fresa (<i>Fragaria sp L.</i>)	4
3.2 Habito de crecimiento	4
3.2.1 Raíces	4
3.2.2 Tallo	5
3.2.3 Hojas	5
3.2.4 Estolones	6
3.2.5 Flores	6
3.2.6 Fruto	7
3.2.7 Suelo	7
3.3 Desarrollo del cultivo	7
3.3.1 Duración del Cultivo	7
3.3.2 Ciclo vegetativo del cultivo	8
3.4 Principales Plagas	9
3.5 Variedades	9
3.5.1 Variedad Festival	9
3.5.2 Variedad Chandler	9
3.6 Producción mundial	10

3.7	Producción Nacional	10
3.8	Importancia del cultivo	10
3.9	Importancia del cultivo en Nicaragua	11
3.10	Sistemas de producción del cultivo de fresa	11
3.10.1	Sistema de camellones	11
3.10.2	Sistema Hidropónico NFT	11
3.11	Requerimientos nutricionales del cultivo de fresa	12
IV.	MATERIALES Y METODOS	13
4.1	Ubicación del estudio	13
4.2	Diseño metodológico	14
4.3	Manejo agronómico	15
4.3.1	Sistema de camellones	15
4.3.2.	Sistema hidropónico NFT	16
4.4.	Variables en estudio	19
4.4.1.	Variables de crecimiento	19
4.5.	Análisis de datos	19
V.	RESULTADO Y DISCUSION	21
5.1.	Efecto de los sistemas de siembra, sobre el crecimiento del cultivo de fresa.	21
VI.	CONCLUSIONES	25
VII.	RECOMENDACIONES	26
VIII.	LITERATURA CITADA	27
IX.	ANEXOS	30

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Taxonomía del cultivo de fresa (infoagro, 2020, p. 1)	4
2.	Principales plagas del cultivo de fresa (Sistemaagricola, 2009, p. 27)	9
3.	Cantidad en gramos de sales minerales usadas en el sistema hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021	18
4.	Cantidad de la pérdida de material vegetativo en porcentaje	24

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Sistema de recirculación continua y sus elementos: 1. Estanque colector; 2. canales de cultivo; 3. Bomba; 4. Red de distribución; 5. Tubería colectora (Zaragoza, 2013, p. 16).	12
2.	Mapa del municipio de Las Sabana, departamento de Madriz (Tomado de mapas del mundo, 2020)	13
3.	Diseño del sistema hidropónico NFT	14
4.	Diseño del sistema de camellones.	15
5.	Número de hojas de fresa, bajo los sistemas de siembra camellón e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.	21
6.	Longitud del peciolo de fresa, bajo los sistemas de siembra camellón e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.	22
7.	Diámetro de la corona de fresa, bajo dos sistemas de siembra camellones e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.	23

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Instalación de tubos	30
2.	Instalación de plástico	30
3.	Planta de fresa en macetas	30
4.	Trasplante al sistema hidropónico	30
5.	Preparación de camellones	31
6.	Preparación de solución nutritiva	31
7.	Preparación para trasplante	31
8.	Trasplante a camellones	31
9.	Sistema de camellones	32
10.	Desinfección de raíz	32

RESUMEN

El presente trabajo versa sobre el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria sp* L.) bajo dos sistemas de siembra, camellones e hidropónico NFT, el ensayo se llevó a cabo en la finca El Chagüite Valle de Buena Vista, La Sabana, Madriz. La siembra se realizó el 8 de junio 2021, cuyo propósito era comparar el comportamiento del cultivo de fresa en dos sistemas de producción como es camellones (T1) e hidropónico NFT (T2). El ensayo se estableció en un diseño completo al azar (DCA) con dos observaciones. Durante la etapa de crecimiento se evaluaron las variables número de hojas, longitud del peciolo (cm), diámetro de la corona (mm), y mortalidad de las plantas (%), se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de margen de error. La variable diámetro de la corona registro diferencia significativa en las dos fechas muestreadas con un diámetro de 7.64 mm en el sistema de camellones. La variable longitud del peciolo presento 9.26cm en el sistema de camellones, la variable número de la hoja no mostró diferencia significativa, respecto a la mortalidad de las plantas el sistema de camellones obtuvo un 45% siendo este sistema el de mejores resultados.

Palabras clave: *Fragaria sp*, NFT, sistemas, Hidropónico.

ABSTRACT

The present work deals with the agronomic behavior of strawberry cultivation (*Fragaria sp L.*) under two planting systems, raised beds and NFT hydroponics, the trial was carried out at the El Chagüite Valle de Buena Vista farm, La Sabana, Madriz. The sowing was carried out on June 8, 2021, whose purpose was to compare the behavior of the strawberry crop in two production systems such as ridges (T1) and hydroponic NFT (T2). The trial was set up in a completely randomized design (CRD) with two observations. During the growth stage, the variables number of leaves, petiole length (cm), crown diameter (mm), and plant mortality (%) were evaluated; an analysis of variance (ANDEVA) and separation of means were performed with Tukey's multiple comparisons test at 5% margin of error. The variable diameter of the crown registered a significant difference in the two dates sampled with a diameter of 7.64 mm in the ridge system. The variable length of the petiole presented 9.26 cm in the ridge system, the leaf number variable did not show a significant difference, with respect to the mortality of the plants, the ridge system obtained 45%, this system being the one with the best results.

Keywords: *Fragaria sp*, NFT, systems, Hydroponics.

I. INTRODUCCIÓN

Según Toledo, (2003) resalta que:

El género *Fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. En este último continente existen referencias sobre su consumo desde los tiempos de la antigua Roma. El cultivo de las fresas de frutos pequeños se extendió en Europa hasta final del siglo XIX, momento en el que comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y las americanas, con frutos de mayor tamaño que se conocían como fresones. La literatura menciona algunas especies silvestres como *Fragaria vesca* en el Polo Norte, norte de África y América del Sur, *Fragaria viridis* en Europa central, *Fragaria daltoniana* en Asia, *Fragaria chiloensis* en Chile, Argentina y Estados Unidos” (Espinoza, 2008, p. 15).

Al respecto APENN, (1996). Determina que:

En Nicaragua, durante 1981 y 1982, se estableció en Jinotega donde la primera parcela de 0.35 hectárea, incrementándose a 2.11 hectáreas en 1983 con una producción semanal de 454.55 kilogramos de fruta fresca. En 1993 se inició su cultivo nuevamente en el mismo departamento, y actualmente se siembra en otros departamentos del norte del país, incluyendo Matagalpa y Madriz` (Téllez & Salmerón, 2007, p. 15).

La producción de fresas está básicamente en manos de pequeños agricultores, quienes toda la vida tuvieron que depender de los granos básicos para su subsistencia, pero que hace unos 14 años vieron en un producto casi desconocido entonces, como la fresa, una mejor alternativa si se toman en cuenta las condiciones climáticas de las montañas del norte de Nicaragua (Espinoza, 2015, p. 2).

Una de las tantas bondades del cultivo de fresa como actividad económica es que su manejo se hace de manera intensiva y de forma manual con gran detalle y delicadeza para garantizar la calidad del fruto; por lo que la demanda de mano de obra es alta, lo que eleva el escenario socio-económico de la zona donde se cultive (Agrotendencia, 2020, p. 22)

Se recomienda el uso de camellones altos, confeccionados con enmiendas orgánicas como compost, humus, bocashi u otro biopreparado para mejorar la capacidad de retención de humedad, estructura y fertilidad del suelo y con ello, evitar problemas sanitarios en el sistema radicular provocado por el mal drenaje (Proain, 2020, parr. 14).

Nutrient Film Technique NFT (La técnica de la película de nutriente), es un modelo de cultivo hidropónico sin suelo donde las raíces de las plantas se suspenden sobre una corriente de solución de nutrientes que fluye continuamente y que les proporciona toda el agua, nutrientes y oxígeno que necesitan para mantener un crecimiento rápido y saludable de las plantas, los dos sistemas más comunes utilizados para el cultivo hidropónico de fresas son NFT y flujo y reflujos. NFT es la técnica más utilizada para cultivar fresas hidropónicamente, las plantas se sientan en una maceta con sus raíces colgando libremente en la zona de la raíz. La bandeja de cultivo se coloca con una ligera pendiente, y la solución nutritiva se bombea continuamente en un circuito desde el depósito hasta la bandeja de cultivo y viceversa (cultivohidroponico.info, 2019, p. 15).

Debido a que en nuestro país no existen reportes del cultivo de fresa hidropónica, este estudio se justifica fundamentalmente en la necesidad de desarrollar alternativas de producción eficiente. Por lo tanto, este estudio vendrá a contribuir al desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles en las zonas productoras de fresa del departamento de Madriz y de esta forma la dueña de finca de estudio recibirá mayores ingresos por la calidad de sus productos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria sp* L.) bajo la utilización de dos sistemas de producción, camellones e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.

2.1. Objetivos específicos

- Comparar el comportamiento agronómico del cultivo de fresa bajo el sistema de producción camellones e hidropónico NFT.
- Determinar la eficiencia de dos sistemas de siembra, camellones e hidropónico NFT.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Taxonomía del cultivo de fresa (*Fragaria* L.)

Cuadro 1 Taxonomía del cultivo de fresa (infoagro, 2020, p. 1).

	Taxonomía
Familia	Rosaceae
Genero	<i>Fragaria</i>
Especies	<i>F. vesca</i> Linneo. <i>F. chiloensis</i> (L) Mill. <i>F. virginiana</i> Mill. <i>F. moschata</i> Makino <i>F. indica</i> (Andrews) Th. Wolf.
Nombre común	Fresa, Fresón, Frutilla

3.2 Habito de crecimiento

3.2.1 Raíces

Bolda y Dará (2015) indican que:

Las raíces crecen en la capa superficial del suelo a una profundidad de 12-16”, el 75 % de las raíces activas crecen en la capa superior del suelo a 6” de profundidad. El suelo que está cerca de la superficie es el que está más aireado. Las raíces de las plantas necesitan oxígeno para llevar a cabo la respiración. Muchos de los microorganismos del suelo que ayudan en la liberación de nutrientes del suelo también necesitan oxígeno por lo tanto se encuentran cerca de la superficie del suelo. La respiración es necesaria porque permite que las plantas de fresa almacenen energía. Las raíces actúan como un sitio permanente de almacén para la respiración en la forma de azúcares y almidones. La temperatura del suelo arriba de los 8 grados Celcius favorece al crecimiento de raíces, la temperatura ideal es 13 grados Celcius. Se utiliza cobertura de plástico para aumentar la temperatura para las raíces. Las raíces primarias también llamadas raíces estructurales o clavija que suelen ser entre 20-30 por planta. Pueden vivir de 1 a 2

años. Las raíces secundarias son las raíces finas que se desarrollan a partir de las raíces primarias y se llaman alimentadoras o raíces blancas. Viven sólo unos pocos días o semanas. Mientras las raíces primarias tienen almidón producido por la planta, las raíces secundarias absorben agua y nutrientes del suelo (p. 15).

3.2.2 Tallo

Agrotendencia, (2020), establece que:

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares que protegen las yemas. Esta corona es un breve fuste de forma cónica, que se puede subdividir en otras; sobre dicha corona o pedúnculo, se introducen los botones y las hojas. La planta de fresa presenta estolones, que son ramificaciones laterales que parten de yemas axilares de la corona, son tallos largos y delgados que pueden ramificarse; se diferencian de la corona por la longitud que presentan los dos primeros entrenudos (p. 27).

3.2.3 Hojas

Bolda y Dará (2015), determinan que:

Las hojas de la fresa están típicamente compuestas de tres folíolos, este tipo de hoja es “trifoliada.” Las hojas crecen en un patrón espiral con las hojas más nuevas en el centro de la espiral. Las hojas se forman durante toda la temporada de crecimiento, cada 8-12 días. Los nutrientes que circulan dentro de la planta viajarán hacia las hojas más nuevas para ayudar en su desarrollo. Las hojas maduras permanecerán vivas en la planta por varios meses. Las hojas participan en varios procesos y funciones de la planta (p. 14).

3.2.4 Estolones

Bolda y Dará (2015), aseguran que:

En días largos y temperaturas arriba de 15 grados Celcius promueven el desarrollo de estolones, llamados “guías.” Estos son tallos y hojas vegetativas de la planta que crecen a través de la superficie del suelo. Nuevas plantas se desarrollan con el tiempo con sus propios sistemas radiculares. Esta es una respuesta natural de la planta a las condiciones que impulsa la etapa de reproducción. La planta de la fresa utiliza los estolones para la propagación. El remover los estolones permite que la energía viaje hacia la producción de hojas y flores (p. 15).

3.2.5 Flores

Agrotendencia, (2020), identifica que:

Las flores se presentan en inflorescencias denominadas corimbo laxo, constituidos por 3-8 flores que por lo general son perfectas (actinomorfas), presentan dicogamia protoginia, lo cual hace necesaria la polinización cruzada. Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas, la ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. El cáliz es puntiagudo y piloso y tiene cinco lóbulos. El lóbulo del epicáliz es estrecho. Tiene de cinco a seis pétalos blancos, redondeados, superficialmente dentados de 4 a 6 mm de largo. Muchos carpelos; tiene 20 a 35 estambres, receptáculo glabro y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnosos. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio (p. 29).

3.2.6 Fruto

Agrotendencia, (2020), asegura que:

El verdadero fruto de la fresa o frutilla se conoce con el nombre de aquenio, pero el que consumimos es un falso fruto, obtenido del desarrollo del receptáculo, una vez pasada la fecundación. La parte roja de la fresa es denominada como eterio, un receptáculo floral que al desarrollarse se convierte en un fruto en sí mismo, de forma cónica y de color rojo vivo y brillante. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnosos, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al hermoso “fruto” de la fresa (p. 30).

3.2.7 Suelo

Agrotendencia, (2020), afirma que:

La planta de fresa o frutilla se debe cultivar en terrenos sueltos, de textura franco-franco arenoso, fresco, drenado, con una profundidad superior a 80 cm y rico en materia orgánica entre 3% a 7%, con fertilidad media a alta. El pH debe estar entre 4,5 a 7,5 y debe tener buena fertilidad (p. 65).

3.3 Desarrollo del cultivo

3.3.1. Duración del Cultivo

Angelfire (2020), define que:

La fresa se puede sembrar en cualquier mes del año. Sin embargo, las pruebas realizadas indican que lo más conveniente, para todas las zonas de producción, es

sembrar en los primeros meses de la época lluviosa: mayo, junio y julio. De esta forma, la planta alcanza un buen desarrollo y empieza a producir en los primeros meses de la época seca: noviembre y diciembre, con lo que se logran dos objetivos importantes: tener una planta bien desarrollada para el inicio de la producción y obtener la mayoría de la cosecha en época seca y con la mejor calidad, cuando el mercado internacional presenta los mejores precios para fruta fresca. Si se siembra durante a la estación seca, la producción se obtiene en la época lluviosa, por lo que se presentan mayores problemas fitosanitarios en la planta y en la fruta, además disminuye la producción y la fruta se ensucia (p. 6).

3.3.2. Ciclo vegetativo del cultivo

Agrotendencia, (2020), determina que:

Fisiológicamente la planta es semiperenne, es decir, puede de manera silvestre permanecer creciendo y dando frutos por muchos años, pero al ser considerado un negocio, según investigaciones y la experiencia de los agricultores, lo ideal es limitar su vida útil a dos años, que es el tiempo donde se mantiene dando óptimos rendimientos, en regiones templadas donde se dan las cuatro estaciones, estas se plantan al inicio de la primavera para que, más elevadas temperaturas tanto en el suelo como en el ambiente favorezcan el desarrollo vegetativo, la planta crece y se multiplica vegetativamente por emisión de estolones (p. 33).

3.4. Principales Plagas

Cuadro 2 Principales plagas del cultivo de fresa (Sistemaagrícola, 2009, p. 27)

Plagas
Arañita roja: <i>Tetranychus urticae</i> C. L. Koch.
Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp</i>) Harris.
Gusano del fruto (<i>Helicoverpa zea</i>) Boddie.
Trips de las flores (<i>Frankiniella occidentales</i>) Pergande.
Áfidos o pulgones <i>Myzus persicae</i> (Sulser) y <i>Myzus ornato</i> (Laing), <i>Aphis sp</i> (Linneo), y <i>Macrosiphum sp.</i> Linneo
Moluscos <i>Deroceras reticulatum</i> (O. F. Muller) y <i>Milax gagates</i> (Draparnaud)
Gusano Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> Walker.

3.5. Variedades

En el municipio de La sabana las variedades de fresas que más se cultivan se encuentran dos, estas son Festival y Chandler.

3.5.1. Variedad Festival

Según datos obtenidos de `` (Fundación Produce Sinaloa, A.C, 2010, p. 4), el rendimiento que ofrece la variedad de fresa Festival (13 mil 240 kilogramos por hectárea) ``. Por lo tanto, la producción en mz en Nicaragua es de 5,307 kilogramos, en libras 2,412 y con 1.2 toneladas.

3.5.2. Variedad Chandler

Angelfire (2020), define que:

Variedad Chandler: Su adaptación es muy buena. Es una selección de Douglas. Ha dado buenos resultados a diferentes altitudes, desde los 1300 hasta 2000 msnm. La producción anual está entre 30 y 50 toneladas. Con buen manejo y época de siembra adecuada la producción puede aumentar considerablemente. Entre 70 y 80 % de la fruta cumple con las normas de exportación. Su precocidad es similar a Tioga, pero un

poco más tardía que Douglas. El tamaño del fruto es muy grande. Los primeros frutos son de 20 gramos o más. El peso promedio está entre 14 y 16 gramos. El fruto es muy resistente, con más fuerza que Tioga y Douglas (p. 12).

3.6. Producción mundial

En todo el mundo se producen 9 125 913 toneladas de fresa por año, China es el mayor productor de fresas del mundo con un volumen de producción de 3 801 865 toneladas por año, Estados Unidos de América ocupa el segundo lugar con una producción anual de 1 420 570 toneladas, China y los Estados Unidos de América producen juntos el 57 % del total mundial y España se encuentra con 366 161 ocupa el puesto 6 (Anónimo, s.f, p. 1)

3.7. Producción Nacional

“Estadísticamente, el consumo nacional no está reportado, pero la agroindustria y supermercados tienen un consumo de 8 toneladas por semestre (entrevista personal con supermercados nacionales” (Téllez & Salmerón, 2007, p. 15). Actualmente no existen datos exactos sobre la producción de fresa a nivel nacional.

3.8. Importancia del cultivo

Espinosa (2002), describe que:

La importancia actual de la fresa o frutilla (*Fragaria sp*) es que la misma se ha convertido en un cultivo industrial muy importante a nivel mundial. La tecnología de su cultivo ha avanzado mucho y gracias al desarrollo científico y tecnológico, actualmente se puede manejar en condiciones de ambiente controlado. Otro aspecto de su importancia es que este cultivo es muy atractivo por sus características de forma, color, gusto y aroma, lo que ha hecho de la fresa uno de los productos más apetecidos, tanto para consumo directo como para la elaboración de productos procesados de gran demanda mundial” (Matus & Ñamendy, 2007, p. 15).

3.9. Importancia del cultivo en Nicaragua

El cultivo de fresa ha venido a mejorar la economía de las familias campesinas del municipio de las Sabanas en el departamento de Madriz, debido a las pocas áreas de terreno con las que cuentan, este rubro ha ayudado a mejorar algunas necesidades para medio sobrevivir como lo explica un productor en la página digital, (Amigos Nicaragüenses, 2017, p. 4) Cristian Antenor Hernández, habitante de la comarca Encinos productor “Nosotros vivimos en una zona donde no podemos cultivar maíz y frijoles”. Él empezó a cultivar este producto no tradicional en el año 2002, pues confiaba “que iba a generar dinero y que era un cultivo de muy buen provecho para las familias de escasos recursos”.

3.10. Sistemas de producción del cultivo de fresa

3.10.1. Sistema de camellones

Es una técnica agrícola para la producción de cultivos en la que se amontona la tierra en línea, para brindarle mejores condiciones a la planta que faciliten el buen desarrollo radicular, el camellón provee las condiciones necesarias para el óptimo desarrollo de las plantas. En los cultivos garantiza un buen desarrollo, generando así cosechas de calidad (INTA, 2010, p. 2).

3.10.2. Sistema Hidropónico NFT

Jenner (1980), define que “este sistema se basa en mantener una delgada lámina de solución nutritiva que continuamente se encuentra en recirculación, humedeciendo las raíces de la planta aportando agua, aire y nutrientes (**Figura 1**). En este sistema se considera una pendiente de 1.5 a 2 % para mantener una caída natural del agua evitando su acumulación, y el flujo de la solución nutritiva debe de ser entre 60 y 120 l/h” (Zaragoza, 2013, p. 16).

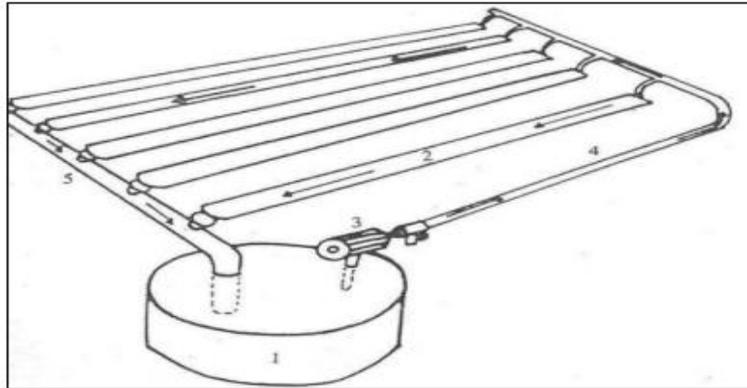


Figura 1 Sistema de recirculación continua y sus elementos: 1. Estanque colector; 2. canales de cultivo; 3. Bomba; 4. Red de distribución; 5. Tubería colectora (Zaragoza, 2013, p. 16).

El sistema NFT (la técnica de la película de nutriente), en Nicaragua se ha utilizado en cultivos de hojas anchas como lechugas y en plantas ornamentales, no existen estudios en cultivos de fruto perenne.

3.11. Requerimientos nutricionales del cultivo de fresa

El pH ideal está entre 5.8 y 6.5. En cuanto a los nutrientes, los cuatro principales son fósforo, potasio, magnesio, y calcio, y recomienda que se evalúen los niveles de todos a menudo para asegurarse de que sean los adecuados para una producción sostenida a lo largo de los años típicamente los nutrientes pueden ser aplicados a las plantas de fresa en cualquier momento del año, con la excepción del nitrógeno (Pritts, 2017, p. 13).

“Si se aplica nitrógeno al inicio del ciclo es perjudicial para el cultivo. Esto impide que los frutos tengan la firmeza necesaria para mantener su valor, y de la misma manera las hojas presentarán un desarrollo vegetativo excesivo. No hay buena floración si el dosel de las plantas está demasiado denso,” razona Pritts. Por esta razón, sugiere esperar hasta después de la cosecha, o cuando los frutos ya se hayan establecido en las últimas fases del ciclo. Para los otros nutrientes, el final del ciclo y después de la cosecha son las etapas ideales para la aplicación porque así les da tiempo a integrarse al suelo y a la zona radicular antes del próximo ciclo de cultivo (Pritts, 2017, p. 13).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en el municipio de La Sabana del departamento de Madriz, que paso a ser pueblo en 1 942 y tiene una extensión de 69 km². La cabecera de este municipio se ubica a 262 kilómetros de Managua, capital de la república de Nicaragua. Sus posiciones geográficas está entre las coordenadas 13° 20' de latitud norte y a 86° 37' de longitud oeste. El municipio está rodeado, al norte con el municipio de San Lucas, Al sur por el municipio San José de Cusmapa, Al este por el municipio de Pueblo Nuevo (departamento de Estelí), y al oeste por la Republica de Honduras. Tiene una población de 4 372 habitantes, en una superficie de 1 260 m. El clima varía, en partes bajas, es tropical seco, y las partas altas son húmedas. La temperatura cambia de 26° y 27 ° C con una precipitación entre los 1 200 y 1 400 mm (Mapas del mundo, 2020, p. 3).

El municipio de La Sabana, (Figura 2). Cuenta con una población de 4 436 habitantes, agrupadas en 15 comunidades y cuatro micros regiones.

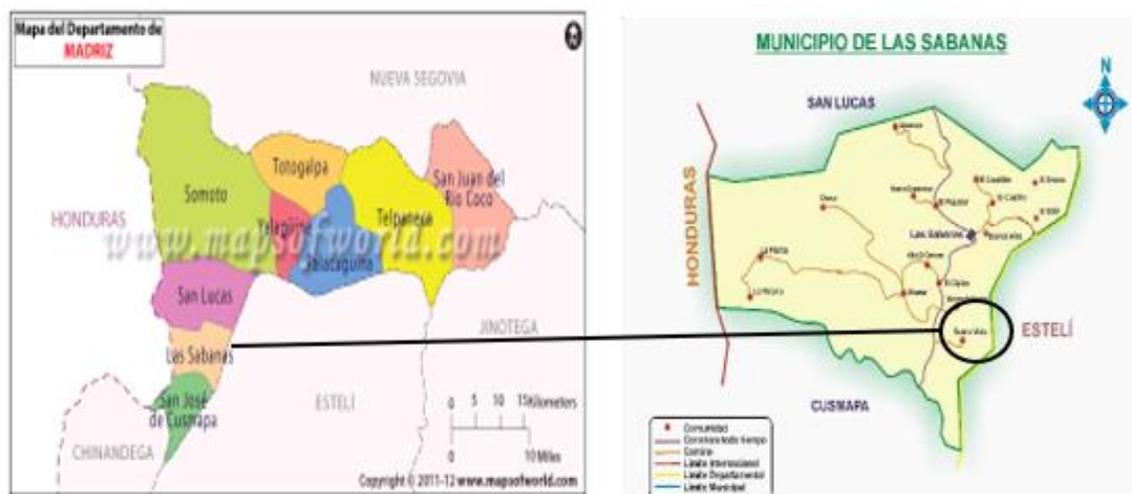


Figura 2 Mapa del municipio de Las Sabana, departamento de Madriz (Tomado de mapas del mundo, 2020).

4.2 Diseño metodológico

Establecimiento del experimento

En el presente estudio se realizó un experimento comparativo, con dos sistemas productivos, sistema de camellones y el sistema hidropónico NFT.

En el ensayo se estableció en un diseño completo al azar (DCA) con dos sistemas de producción. Camellones (T1) al cual se aplicó una mezcla de 50% compost y 50% suelo, el sistema hidroponico NFT (T2) se aplicó una mezcla de solución nutritiva (solución A,B y C).

El tratamiento 1, estuvo distribuido en dos camellones donde las plantas estaban ubicadas en dos hileras. El tratamiento 2, estaba distribuido en cuatro tubos pvc.

Figura 3. Diseño del sistema hidropónico NFT.

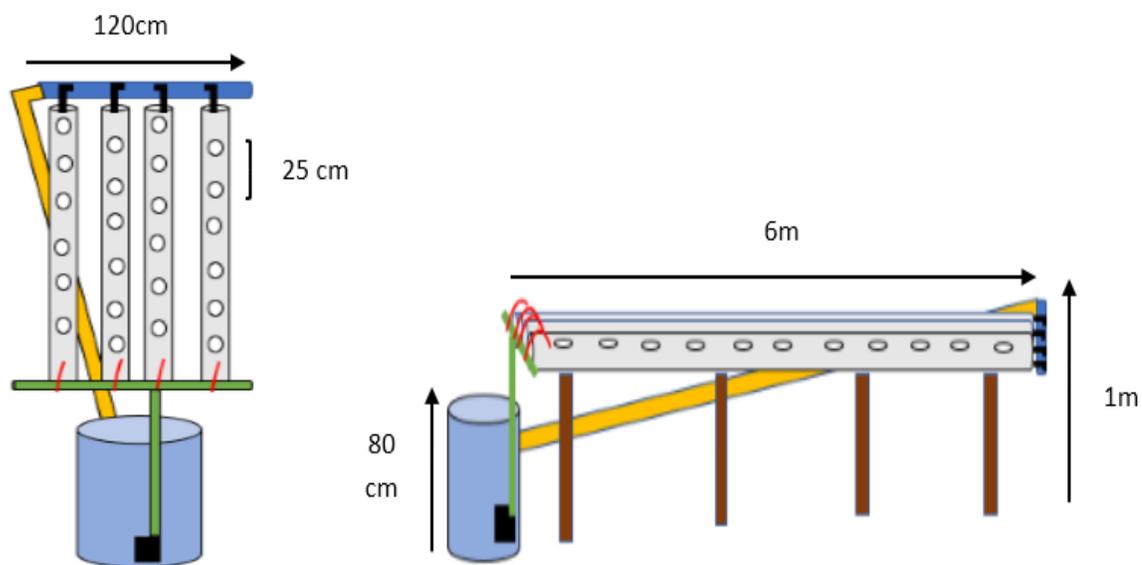
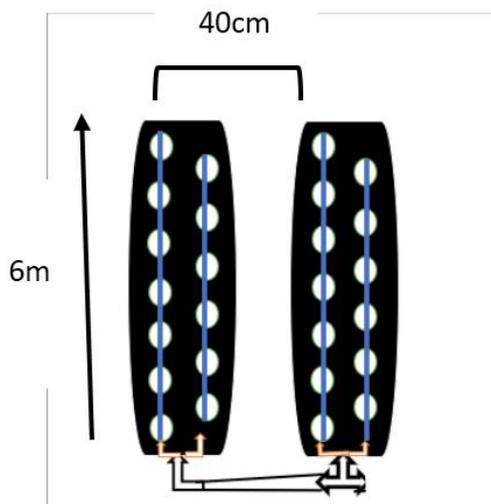


Figura 4 Diseño del sistema de camellones.



4.3. Manejo Agronómico

4.3.1. Sistema de camellones

Se removió el suelo donde se estableció el sistema de camellones, para un buen desarrollo de las raíces, se incorporó abono orgánico procedente de residuos vegetales de cosechas anteriores y posteriormente se cubrió con plástico mulch.

Las plantas pasaron por un proceso de desinfección de triple lavado utilizando agua y cloro de la siguiente manera, con tres recipientes: el primero solamente con agua, el segundo con agua y concentración de cloro al 1 % y el tercero solo con agua. Esto con el fin de limpiar, desinfectar y lavar de una manera correcta el material vegetativo y evitar cualquier contaminación.

La siembra se realizó de forma manual con el método de tres bolillos, el 8 de junio del 2021 y la variedad que se estableció fue festival (el material vegetativo fue comprado con tres meses de desarrollo en una finca productora de la zona).

La distancia entre plantas fue de 25 cm, entre hileras 20 cm y 40 cm entre surco, para una densidad de 96 plantas por cada camellón.

Se aplicó riego por la mañana y por la tarde de forma manual, utilizando una regadora, aplicando 20 lt de agua por camellón.

Durante el periodo del estudio no se presentaron plagas en el sistema, se realizó monitoreo diario de las plantas.

Para el manejo de enfermedades del suelo se estuvo realizando un monitoreo continuo para observar algunas sintomatologías que pudieran presentar las plantas, dado este caso las plantas que presentaban síntomas de alguna enfermedad fueron retiradas de los camellones.

Se utilizó azadón y machete para evitar el crecimiento de las plantas no deseadas dentro del cultivo.

Se utilizó completo 18-46-0 de formada diluida, se dejó reposando 2 lb de fertilizante en 8 lt de agua, se aplicó 10 cc por planta con una jeringa, la cual se realizó cada 15 días después de la siembra.

4.3.2. Sistema hidropónico NFT

El sistema estuvo ubicado cerca de la fuente eléctrica, el cual se encontraba protegido con un semi invernadero con dimensiones de 3 m de altura, 4 m de ancho y 8 m de largo, con dirección norte a sur para evitar el fuerte impacto de los vientos, cubierto con un plástico transparente que permitía la entrada de los rayos solares.

Los tubos se perforaron con una broca de cerradura para colocar las maceteras a una distancia de 25 cm, obteniéndose un total de 24 orificios.

Los tubos de cuatro pulgadas estaban distribuidos sobre un banco de madera con dimensiones de cinco metros de largo y dos metros de ancho. Se utilizó una pendiente del 2% en los tubos, las alturas del banco fueron de 1 m en la parte superior y en la inferior de 80 cm aplicando la

pendiente, para permitir que la solución nutritiva retornara por gravedad al recipiente de almacenamiento de la solución nutritiva.

Se utilizaron cuatro tubos de 6 pulgadas donde se ubicaron las plantas y dos tubos de 3 pulgadas que servían para el desagüe de la solución nutritiva hacia el recipiente y seguir con la recirculación.

Se desinfectaron los tubos al 2 % de cloro dejando los tubos con tapones durante un día, después se botó toda el agua y se lavaron con agua limpia sin cloro.

Antes de instalar la bomba de pecera se instaló el fluido eléctrico los cuales se utilizaron 14 metros de alambre eléctrico, cuando el sistema estaba listo se ubicó la bomba en el recipiente de recirculación y se le colocaron las mangueritas de alimentación de agua y desagüe para cumplir con la recirculación.

Se realizó el 8 de junio del 2021, utilizando la misma variedad en ambos sistemas, las plantas se ubicaron en maceteras pequeñas con perforaciones para que las raíces absorbieran los minerales añadidos en la solución nutritiva. las plantas se dejaron en agua en los tubos durante un periodo de 12 horas para que se adaptaran al día siguiente se le agrego la solución nutritiva.

Se utilizaron sales minerales, para la preparación de la solución nutritiva, la cual se dividió en tres soluciones, A, B y C, las cantidades de dichas soluciones se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Cantidad en gramos de sales minerales usadas en el sistema hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021

Solución A	g	Solución B	g	Solución C	g
Nitrato de Potasio	336.14	Sulfato de Magnesio	537.5	Nitrato de calcio	327.35
Fosfato Monoamónico	83.5	Ácido Bórico	4.5		
		Zinc	0.49		
		Sulfato de Manganeso	2.74		
		Sulfato de cobre	0.5		
		Molibdeno de amonio	0.17		
		Queletalo de hierro	10		

Todos estos minerales se pesaron en una balanza que va desde los 0.02 gr a los 500 gr para obtener mejores grados de exactitud al momento de pesar cantidades pequeñas.

Las soluciones se prepararon en 2.5 lt de agua. En la solución B el sulfato de magnesio se disolvió en 2 lt y el otro ½ lt estaba constituido, por micro elementos, el cual se diluyo con agua hervida cuando está estaba un poco fría se agregaron uno a uno los elementos, (ácido bórico, sulfato de zinc, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, molibdeno de amonio y por último el queletalo de hierro). Para la preparación de la solución madre C se disolvió solo el Nitrato de calcio esto para evitar que se presentaran alteraciones con las otras soluciones.

Se utilizaron 5ml de la solución A, 2.5ml de la solución B y 5ml de la solución C, por cada litro de agua.

Se realizó un monitoreo diario, para ver si había presencia de plagas, no se presentaron.

Se monitorearon los tubos y las plantas para observar algunas sintomatologías lo que más se presento fue pudrición de raíces. Para impedir el crecimiento de algas dentro de los tubos se pintaron de color negro y un lavado cada 8 días después de la siembra. Manteniendo el pH de la solución nutritiva ajustado al ideal que requerían las plantas de igual manera la conductividad eléctrica también se manejó el rango de las partes por millón (ppm).

Con la ayuda de un peachímetro se controló el pH de la solución constantemente, para medir la cantidad de iones disueltos en la solución se utilizó un conductímetro y termómetro para controlar la temperatura.

4.4. Variables en estudio

4.4.1. Variables de crecimiento

Para el levantamiento de datos, se tomaron 12 plantas al azar por cada camellón, mientras que en el hidropónico se tomaron 6 plantas al azar por cada tubo, dado así un total de 24 plantas muestreadas por sistema.

Numero de hoja: se realizó el conteo de hojas cada 15 días después de la siembra.

Longitud del peciolo: se tomaron los datos haciendo uso de una regla en cm, desde la corona hasta la base del peciolo.

Diámetro de la corona: Para esta variable se utilizó un vernier en mm, tomando la medida en la parte central de la corona.

Perdida del material vegetativo: se realizó un conteo diario de las plantas en ambos sistemas, esto a partir de la siembra, cada 15 días.

4.5. Análisis de datos

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.1, se formaron los modelos estadísticos con su respectivo análisis de varianza y separación de media Tukey apropiada. Luego se procedió a graficar con la hoja de cálculo Excel.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

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

i = Tratamientos

j = Observaciones

Y_{ij} = Es la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento

μ = Es la media poblacional

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = Es el efecto aleatorio de variación

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Efecto de los sistemas de siembra, sobre el crecimiento del cultivo de fresa.

a) Número de hoja

Todas las plantas por medio de las hojas realizan el proceso de fotosíntesis, la cual es de suma importancia para un mejor desarrollo y crecimiento de las misma y especialmente de los frutos (Bermúdez H y Ramos M, 2021, p. 23).

Las hojas proveen de sustancias de reserva a la planta durante la emergencia y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos, presentan variación en cuanto a tamaño, color, esta variación está relacionada con la variedad y las condiciones ambientales de luz y humedad (Monografía de frijol, 2012, párr. 5).

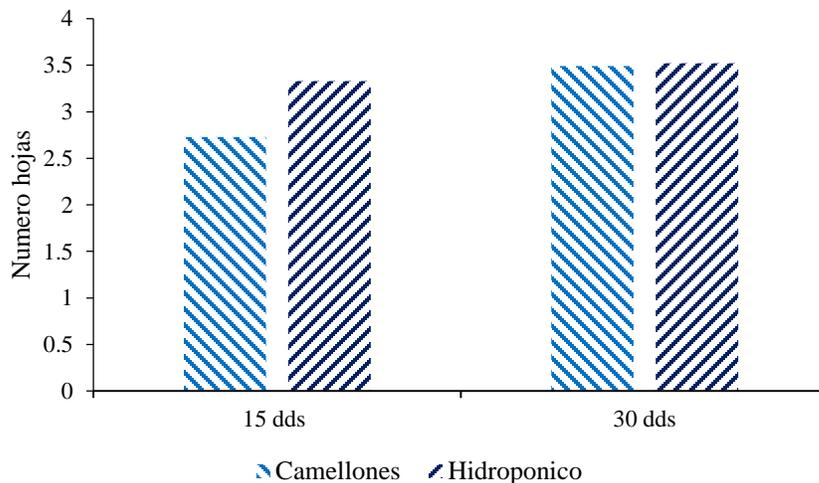


Figura 5. Número de hojas de fresa, bajo los sistemas de siembra camellón e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.

Conforme a los resultados obtenidos la variable número de hojas presentó mayor número de hojas en el T2 a los 15 días después de la siembra. De acuerdo con la separación media de Tukey el T2 no muestra diferencia significativa a los 30 días después de la siembra, sin embargo se puede observar que el T2 presenta una media de 3.52 y el T1 de 3.49.

(Cruz G 2007) En su trabajo investigativo obtuvo valores superiores trabajando con una distancia de 0.25 m la más destacada con 12 hojas como promedio, teniendo el mayor número de hojas a partir de la mezcla de azufre y cal mineral (caldo sulfocalcico) (p. 18).

b) Longitud del peciolo

El peciolo es el sostén de la lámina de una hoja o el eje principal en una hoja compuesta situado por debajo de los folíolos (Cruz, 2007, p. 18).

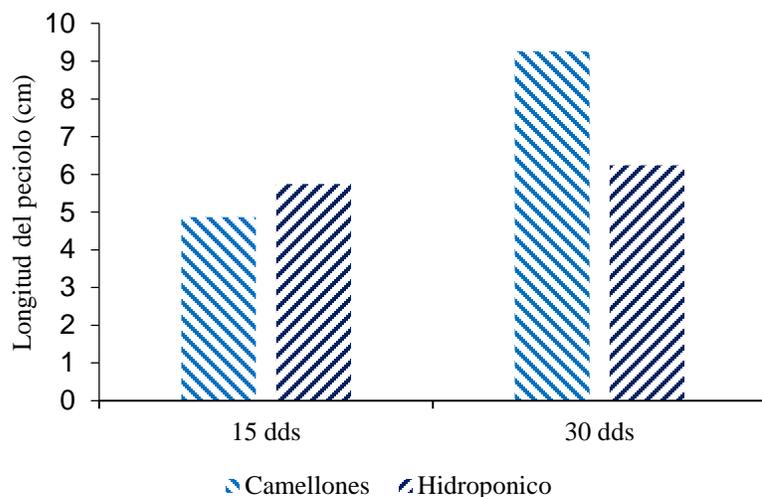


Figura 6. Longitud del peciolo de fresa, bajo los sistemas de siembra camellón e hidropónico NFT, La Sabana, Madriz, 2021.

A los 15 días después de la siembra el cultivo de fresa en el sistema hidropónico presentaba mayor longitud del peciolo (5.74cm), en comparación con el sistema de camellones (4.87 cm).

En la figura 4 se refleja la longitud del peciolo, a los 30 días después de la siembra, se incrementó gradualmente en el T1, donde se encontró la longitud de (9.26 cm) comparado con el T2 que se encontró un valor menor de (6.24 cm).

(Cruz, 2007). En su estudio se obtuvieron rangos de 8.26 cm y 7.97 cm datos un poco similares a los resultantes en el trabajo realizado, aplicando *Tricoderma harziarium* y caldo sulfocálcico respectivamente (p. 18).

c) Diámetro de la corona

La fresa se propaga por corona o estolones y de esta manera su reproducción es más rápida y por eso se recomienda este tipo de reproducción asexual para la producción comercial de este cultivo, por tal razón es importante el número de coronas por planta (Cruz G 2007, p. 18).

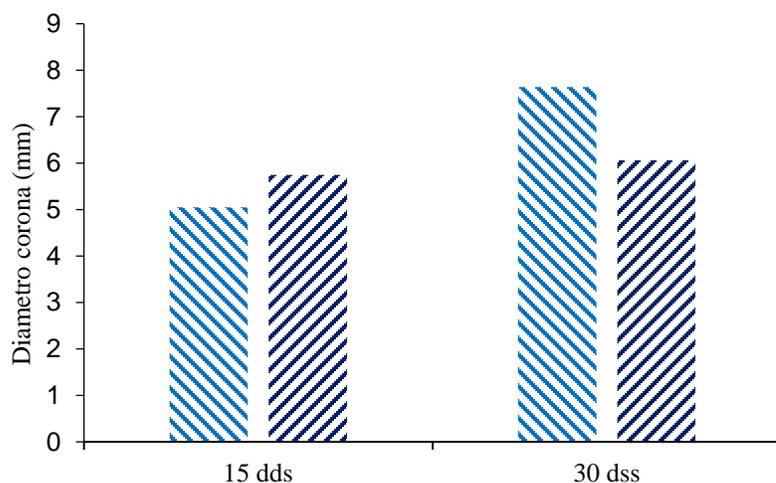


Figura 7. Diámetro de la corona de fresa, bajo los sistemas de siembra camellón e hidropónico NFT, La Sabana, Madrid, 2021.

En los primeros 15 días después de la siembra, el sistema hidropónico presentó un mayor diámetro de la corona, superando al sistema de camellones.

De acuerdo a la separación de media, la variable diámetro de la corona presentó diferencia significativa, como se muestra en la figura 6. El sistema de camellones obtuvo un mayor diámetro de corona con (7.64 mm) respecto al sistema hidropónico NFT que obtuvo un menor diámetro (6.06 mm).

Estudios de evaluación del diámetro de la corona realizado por (Zaragoza, 2013, p. 44) tiene datos de disminución del diámetro de la corona en el sistema NFT debido a una drástica caída por fallas en el sistema de irrigación, que causa daño principalmente a la corona y raicillas lo cual se tradujo a rápido daño de las plantas. Posteriormente presentan las menores medias en NFT.

d) Pérdida del material vegetativo

(López B, 2015) Demuestra que la mortalidad no es atribuible directamente a las condiciones del sitio, tales como: temperatura, precipitación y altitud. Sino a otros factores como: calidad de las plántulas obtenidas en vivero, transporte inadecuado, falta de mantenimiento, control de maleza entre otros (p. 15).

Cuadro 4. Cantidad de la pérdida de material vegetativo en porcentaje

	% material perdido		
Tratamiento	15 dds	30 dds	total
Camellones	19	26	45
Hidropónico	38	46	84

En el cuadro 4, se muestra la cantidad de plantas que se perdieron en las dos fechas muestreadas, donde claramente se observa que el sistema hidropónico NFT presento un 84 % de plantas muertas, debido a que estas eran más manipuladas, el pH tendía a elevar sus rangos y se aplicó ácido cítrico para controlar los niveles de pH, también se vio afectado con un día que no circuló el agua en los tubos, debido a que no había energía eléctrica para que la bomba ejerciera su función.

El sistema de camellones presento el 45 % de plantas muertas, pero estas se adaptaron mejor, siendo menos la cantidad de plantas muertas que el del sistema hidropónico NFT, ya que se desarrollaron mejor, teniendo un anclaje en sus raíces, donde la materia orgánica fue de gran beneficio.

(Pérez C y Suarez G, 1998) obtuvieron un porcentaje de mortalidad del 43% en la variedad selva, quedándoles como resultado 50 plantas de 88 que sembraron (p. 3).

VI. CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico del cultivo de fresa fue mejor en el sistema de camellones presentando mejores resultados en cuanto a las variables de crecimiento y vigorosidad de las plantas.

El sistema de camellones presento un mejor anclaje a las plantas permitiendo mayor adaptación a estas y brindando mayor número de plantas vivas.

El sistema hidropónico NFT resulto ser menos eficiente, debido a que se obtuvieron resultados menores al 50% de calidad y cantidad de plantas en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda que el cultivo de fresa se adapta mejor en el sistema de siembra de camellones, sin embargo, el sistema hidropónico no deja de ser una alternativa viable a futuro siempre y cuando se le den las condiciones.

Utilizar sustrato en sistema hidropónico, para tener un mayor soporte de la planta y evitar pudrición de raíz al estar expuesta al agua.

Realizar desinfección de las raíces con cloro, al 0.5 % para evitar el alojamiento de patógeno en las raíces

Tener una fuente de energía alterna (generador eléctrico) para cubrir la necesidad eléctrica en el sistema hidropónico, para la circulación de la solución nutritiva, especialmente en el día.

Corroborar la pureza de los minerales con los que se va a trabajar.

Realizar más estudios basados en hidroponía, para brindar a los productores diferentes alternativas nuevas de producción.

VIII. LITERATURA CITADA

- Agrotendencia. (2020). Cultivo de Fresa o Frutilla. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/#:~:text=La%20planta%20de%20fresa%20o,y%20debe%20tener%20buena%20fertilidad.>
- Amigos Nicaragüenses. (2017). Paraíso de fresas en Nicaragua <https://amigosnicaraguenses.foroactivo.com/t565-paraiso-de-fresas-en-nicaragua>
- Angelfire. (2020). Cultivo de la Fresa <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.htm>
- Anonimo. (s.f). *Producción mundial de fresas por país*. AtlasBig. <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-fresa>
- Bermudez Hogson, M. G., y Ramos Martinez, J. A. (2021). Crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de pipian (*Cucurbita argyosperma* Huber) por efecto de fertilización organica y sintetica, Mirafior, Esteli, 2021. [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4458/1/tnf04b516.pdf>
- Bianchi, P. (2000). Guía Completa Del Cultivo De Las Fresas. <https://www.casadellibro.com/ebook-guia-completa-del-cultivo-de-las-fresas-ebook/9781683255864/7260530>
- Bolda & Dará (2015). Manual de Producción de Fresa para los Agricultores de la Costa Central. <http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Casierra-Posada, F., Peña-Olmos, J & Vargas-Martínez, A. (Julio, 2011). Propiedades Fisicoquímicas de Fresas (*Fragaria* sp) Cultivadas Bajo Filtros Foselectivos. Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, 64(2), 7-9. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922664019.pdf>
- Cerón. (2017). Producción de fresas incrementa en el municipio de Las Sabanas. *El 19 Digital*. <file:///C:/Users/Danny/Zotero/storage/STQ5VNIR/titulo52959-produccion-de-fresas-incrementa-en-el-municipio-de-las-sabanas.html>
- Chávez, E., Rangel, P. & Benavides, A. (2006). *MANUAL PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS* https://www.researchgate.net/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_soluciones_nutritivas
- Cisne Contreras, J, Benavides Gonzales, A, y Laguna Miranda R. (2009). Produccion de hijas de estolones en dos vriedades de fresa (*Fragaria* spp) en el catillo, las Sabanas, Madrid. *La Calera.*, 43. <https://repositorio.una.edu.ni/2323/1/ppf02c579p.pdf>
- Cropscience. (2018). Las 5 claves de éxito en el cultivo de la fresa. <https://www.cropscience.bayer.co/Centro-de-Noticias/Noticias/2018/08/5-Claves-Fresa.aspx>
- Cruz Gonzales, T. C. (2007). Efecto de tres sistema de siembra y tres alternativas de manejo en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp) variedad festival, en las sabanas Madrid. [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c957d.pdf>
- cultivohidroponico.info, (2019). *Cultivo Hidropónico de Fresas* <https://cultivohidroponico.info/cultivo-hidroponico-de-fresas/#:~:text=Los%20dos%20sistemas%20m%C3%A1s%20comunes,NFT>

- [%20y%20flujo%20y%20reflujo.&text=NFT%20es%20la%20t%C3%A9cnica%20m%C3%A1s,la%20zona%20de%20la%20ra%C3%ADz](#)
- Espinoza, H.J. (2008). *Efecto De La Incorporación De Abonos Verdes Y Dos Niveles De Biofertilizantes Sobre El Cultivo De Fresa (Fragaria Spp.) Variedad Britget En Las Sabanas, Madriz* [Tesis De Grado Universidad Nacional Agraria]. <http://C:/Users/Danny/Zotero/storage/U6RUR3RT/Gonz%C3%A1lez%20et%20al.%20-%20BR.%20HENRY%20JOSU%C3%89%20ESPINOZA%20L%C3%93PEZ.pdf>
- Espinoza-Flores, C. (2015). Las deliciosas fresas cultivadas en las montañas de Nicaragua. *EL 19 digital* 1 (1), 1. <https://doi.org/10.19191/el19digital.com/articulos/ver/titulo:31312-las-deliciosas-fresas-cultivadas-en-las-montanas-de-nicaragua>
- Fundación Produce Sinaloa, A.C. (2010). Festival, variedad de fresa con mayor adaptación al sur de Sinaloa <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/868-festival-variedad-de-fresa-con-mayor-adaptacion-al-sur-de-sinaloa#:~:text=Al%20considerar%20el%20rendimiento%20que,relaci%C3%B3n%20beneficio%20costo%20es%20de>
- INTA. (2010). *Pasos Para La Construcción De Camellón*. Proyecto de Difusión de Tecnología en Agricultura Sostenible a Pequeños Agricultores de Nicaragua. https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/47_instrucciones_04.pdf
- Itscoalcoman. (2018). MANUAL DE PRODUCCIÓN DE FRESA EN COALCOMÁN MICHOACÁN. <https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>
- Kessel-Domini, A. (julio-septiembre, 2012). MEJORA GENÉTICA DE LA FRESA (FRAGARIA ANANASSA DUCH.), A TRAVÉS DE MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS. *Cultivos Tropicales*, 33(3), 34-41. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193223814005.pdf>
- López Barreto, C., A. (2015). Evaluación de sobrevivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco Forestal, San Juan del Sur, Rivas. 2010. [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk101864v.pdf>
- Mapas del mundo. (2020). Mapa de Madriz, las sabanas <https://espanol.mapsofworld.com/search.php?query=mapa+de+las+sabanas+madriz&sa=Buscar&search=Search>
- Marulanda, C., Izquierdo, J. (2003). *LA HUERTA HIDROPONICA POPULAR* <http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>
- Matus, & Ñamendy. (2007). *Manual de buenas prácticas agrícolas (bpa) para la producción de fresa (Fragaria spp) Jinotega, Nicaragua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2033/1/tnf01m445m.pdf>
- Monografía de frijol. (2012). Frijol, características generales. Inforural. <https://www.inforural.com.ni/mx/frijol-caracteristicas-generales/>
- Morales, C., Pedreros R., Riquelme, J., Uribe, R., Hirzel, Q., Abarca, P & Rayentué, A. (2017). Manual de manejo agronómico de la frutilla. *Instituto de*

- Investigaciones Agropecuarias*. 17(102), 23-24. <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/17%20Manual%20Frutilla.pdf>
- Olivera-Soto, J. (Febrero, 2012). Cultivo de Fresa. Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica – INIA, 1(12), 28-29. file:///C:/Users/Danny/Desktop/Olivera-Cultivo_de_Fresa.pdf
- Pritts. (2017). Maximiza la absorción de nutrientes en tu cultivo de fresa Sepúlveda, P., Délano, G & Correa, A. (2016). Cultivo de Frutilla. https://www.unido.org/sites/default/files/2016-11/straw_0.pdf
- Pérez C y Suarez G. (1998). Efecto de la induccion floral artificial por ciclos termo inductivos en fresa (*Fragaria x ananassa*) en Honduras. [Tesis de pregrado escuela agrícola Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bcc18f9d-4228-4b34-9f07-081e3cbf2abd/content>.
- Proain. (2020, octubre 7). *Produccion de fresa requerimientos de clima y suelo* <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/produccion-de-fresa-requerimientos-de-clima-y-suelo>
- Repositorio Institucional UN. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>
- Sistemaagricola. (2009). Principales Plagas de la Fresa y métodos de control recomendados <http://sistemaagricola.com.mx/blog/control-principales-plagas-de-la-fresa/>
- Téllez Lezama, F., y Salmerón Delgado, L. (2007). *Efecto de cuatro niveles de fertilización orgánica sobre tres variedades de fresa (Fragaria spp.) En Las Sabanas, Madriz* [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UN. <https://repositorio.una.edu.ni/2007/1/tmf04t275c.pdf>
- Vianica. (2020). Frutas de Nicaragua. <https://vianica.com/sp/go/specials/14-frutas-de-nicaragua.html>
- Vivanicaragua. (2015, julio 15). Cultivo de fresa en Somoto, un alternativa en producción [video]. <https://www.vivanicaragua.com.ni/2015/07/10/economia/cultivo-de-fresa-en-somoto-un-alternativa-en-produccion/> youTube.
- Zaragoza. (2013). “*Evaluación de Técnicas Hidropónicas de Producción en el Cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa) Bajo Invernadero*” [Centro De Investigación En Química Aplicada]. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/67/1/Tesis%20MAP%20Ramon%20Donovan%20Zaragoza%20Nieto%20Dic%2018%202013.pdf>
- Zárate, M. (2014). *MANUAL DE HIDROPONIA* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Instalación de tubos



Anexo 2. Instalación de plástico



Anexo 3. Planta de fresa en macetas



Anexo 4. Trasplante al sistema hidropónico



Anexo 5. Preparación de camellones



Anexo 6. Preparación de solución nutritiva



Anexo 7. Preparación para trasplante



Anexo 8. Trasplante a camellones



Anexo 9. Sistema de camellones



Anexo 10. Desinfección de raíz

