

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Evaluación de 3 variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero.

Hernan Alfonso Briceño Armijos

Ingeniería en Agronomía

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Quito, 10 de agosto de 2021

Universidad San Francisco de Quito USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

Evaluación de 3 variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero.

Hernan Alfonso Briceño Armijos

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD.

Quito, 10 de agosto de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Hernan Alfonso Briceño Armijos

Código: 00134361

Cédula de identidad: 1104729270

Lugar y fecha: Quito, 10 de agosto de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme a lo largo de toda mi vida y etapa académica.

A mi familia, en especial mi padre Hernan y mi madre Marina por haberme ayudado, guiado y aconsejado desde siempre en todos los ámbitos de mi vida.

A mi hermano, Nikolas por comprometerme a ser un ejemplo a seguir día a día.

A mis profesores, Mario Caviedes, Carlos Ruales, Gabriela Alban y Antonio León por compartir sus conocimientos, experiencias y sabiduría conmigo a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi compañera de profesión Sofia, por su ayuda y colaboración durante la ejecución del experimento.

RESUMEN

Se evaluaron las variedades comerciales de frutilla Monterrey, Cabrillo y San Andreas bajo condiciones de invernadero utilizando un sistema semi-hidroponico con un sustrato compuesto de sustrato a base de cascarilla de arroz, fibra de coco y compost de corteza de pino. El presente experimento se realizó en el invernadero de la Granja Experimental de la Universidad San Francisco de Quito y consto de un área de 200 metros cuadrados. Se utilizo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 tratamientos: T1 (variedad Monterrey), T2 (variedad Cabrillo), T3 (variedad San Andreas). Se evaluaron variables agronómicas que permitieron medir la adaptabilidad y los componentes de rendimiento de las variedades a este sistema de cultivo como la altura de la planta a los 15,30 y 45 días, días a la floración, rendimiento por variedades, grados Brix, producción por planta, longitud y diámetro de los frutos y numero de frutos por planta. En rendimiento total, la variedad Cabrillo (T2) con una media de 6.13kg mostro ser la mejor frente a las variedades San Andreas (T3) que registro una producción de 5.65Kg y Monterrey (T1) que tuvo una producción de 1.97Kg. En cuanto al rendimiento por planta, la variedad Cabrillo demostró ser la mejor con un valor de 24.30gr/planta, seguida de la variedad San Andreas (T3) con 22.83gr/planta y la variedad Monterrey (T1) que registro 16.38 gr/planta. La variedad que mayor cantidad de solidos solubles presentó fue Monterrey (T1) con un valor de grados Brix de 6.99, siendo la mejor variedad frente a las variedades Cabrillo (T2) con grados Brix de 6.17 y San Andreas con 6.10 grados Brix. En conclusión, considerando a la productividad como la variable de mayor importancia, Cabrillo fue la variedad que mayor producción obtuvo en este sistema de cultivo mientras que Monterrey se destacó en su respuesta a las variables cualitativas de la producción como grados Brix.

Palabras clave: Cabrillo, cascarilla de arroz, compost de corteza de pino, fibra de coco, frutilla, Monterrey, San Andreas, semi-hidroponico.

ABSTRACT

The commercial varieties of strawberry Monterrey, Cabrillo and San Andreas were evaluated under greenhouse conditions using a semi-hydroponic system with a substrate composed by a substrate based on rice husk, coconut fiber and pine bark compost. The present experiment was carried out in the greenhouse of the Experimental Farm of the Universidad San Francisco de Quito and consisted an area of 200 square meters. A Completely Random Block Design (DBCA) was used with 3 treatments: T1 (Monterrey), T2 (Cabrillo), T3 (San Andreas). Agronomic variables were evaluated, this made possible to measure the adaptability and the performance components of the varieties to this cultivation system, such as the height of the plant at 15, 30 and 45 days, days to flowering, yield by varieties, Brix degrees, production. per plant, length and diameter of the fruits and number of fruits per plant. In total yield, the Cabrillo (T2) variety with an average of 6.13kg proved to be the best compared to the San Andreas (T3) varieties that registered a production of 5.65Kg and Monterrey (T1) that had a production of 1.97Kg. Regarding the yield per plant, the Cabrillo variety proved to be the best with a value of 24.30gr / plant, followed by the San Andreas variety (T3) with 22.83gr / plant and the Monterrey variety (T1) which registered 16.38 gr / plant . The variety that presented the highest amount of soluble solids was Monterrey (T1) with a Brix degree value of 6.99, being the best variety compared to the Cabrillo (T2) varieties with Brix degrees of 6.17 and San Andreas with 6.10 Brix degrees. In conclusion, considering productivity as the most important variable, Cabrillo was the variety with the highest production

in this cultivation system, while Monterrey stood out in its response to the qualitative variables of production such as Brix degrees.

Keywords: Cabrillo, rice husk, pine bark compost, coconut fiber, strawberry, Monterrey, San Andreas, semi-hydroponic

TABLA DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	13
1.1.	Planteamiento del Problema.....	13
1.2.	Justificación.....	14
II.	Marco Teórico.....	16
2.1	Taxonomía del cultivo	16
2.2	Botánica del cultivo.....	16
2.2.1	Sistema Radicular	17
2.2.2	Tallo	17
2.2.3	Hojas	18
2.2.4	Flores	18
2.2.5	Fruto	18
2.3	Sistema semi hidropónico.....	18
2.4	Sustrato.....	20
2.5	Manejo agronómico del cultivo	21
2.5.1	Siembra.....	21
2.5.2	Fertilización.....	22
2.5.3	Labores culturales	23
2.5.4	Cosecha.....	24
2.5.5	Post cosecha	24
2.6.	Variedades de Frutilla	25
2.6.1	Cabrillo.....	25
2.6.2	San Andreas	25
2.6.3	Monterrey.....	25
III.	Objetivos e hipótesis.....	26
3.1	General	26
3.2	Específicos.....	26
3.3	Hipótesis	26
IV.	Materiales y métodos.....	27
4.1	Material Biológico	27
4.2	Material Utilizado en el Sistema Semi-hidropónico	27
4.3.1.1	Invernadero.....	28
4.3.1.2	Construcción de la estructura	28

	10
4.3.2 Fertiirrigación	29
4.3.3 Podas.....	29
4.4 Métodos estadísticos	30
4.4.1 Diseño experimental	30
4.4.2 Unidad Experimental.....	30
4.4.3 Tratamientos	31
4.4.4 Variables evaluadas.....	31
4.4.4.1 Altura de la Planta	31
4.4.4.2 Días a la floración	31
4.4.4.3 Rendimiento por variedad	32
4.4.4.4 Grados Brix.....	32
4.4.4.5 Rendimiento por planta	32
4.4.4.6 Longitud de fruto	32
4.4.4.7 Diámetro de fruto	32
4.4.4.8 Numero de frutos por planta	32
V. Resultados	32
5.1 Altura de la planta a los 15 días	32
5.2 Altura de la planta a los 30 días	34
5.3 Altura de la planta a los 45 días	35
5.4 Días a la floración	36
5.5 Rendimiento por variedades	37
5.6 Grados Brix.....	38
5.7 Rendimiento por planta	39
5.8 Longitud de fruto	40
5.9 Diámetro de fruto	41
5.10 Numero de frutos por planta	43
VI. Discusión.....	44
VII. Conclusiones y Recomendaciones	47
7.1 Conclusiones	47
7.2 Recomendaciones	48
VII. Referencias Bibliográficas	50
IX. Anexos	54
Anexo A: Datos de las Variables	54

Anexo A1. Altura de la planta a los 15 días	54
Anexo A2. Altura de la planta a los 30 días	54
Anexo A3. Altura de la planta a los 45 días	54
Anexo A4. Días a la floración	55
Anexo A5. Rendimiento total por variedad	55
Anexo A6. Grados Brix	55
Anexo A7. Rendimiento por planta	56
Anexo A8. Longitud de fruto	56
Anexo A9. Diámetro de fruto	56
Anexo A10. Numero de frutos por planta	57
Anexo B: Manejo del experimento	57
Anexo B1: Armado de las estructuras del sistema semi-hidropónico	57
Anexo B2: Colocación del sustrato	58
Anexo B3: Instalación de cintas de goteo en el sistema	58
Anexo B4: Desarrollo floral de las plantas evaluadas	59

INDICE DE TABLAS

Tabla #1. Aleatorización de los tratamientos.....	31
Tabla # 2 ANOVA de la variable altura de la planta a los 15 días después de la siembra	33
Tabla # 3 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 15 días después la siembra	33
Tabla # 4 ANOVA de la variable altura de la planta a los 30 días después la siembra	34
Tabla # 5 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 30 días después de la siembra	34
Tabla # 6 ANOVA de la variable altura de la planta a los 45 días después de la siembra	35
Tabla # 7 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 45 días después de la siembra	36
Tabla # 8 ANOVA de la variable días a la floración.....	36
Tabla # 9 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable días a la floración	37
Tabla # 10 ANOVA de la variable rendimiento por variedades	37
Tabla # 11 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable rendimiento por variedades	38
Tabla # 12 ANOVA de la variable grados Brix.....	39
Tabla # 13 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable grados Brix	39
Tabla # 14 ANOVA de la variable rendimiento por planta	40
Tabla # 15 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable rendimiento por planta	40
Tabla # 16 ANOVA de la variable longitud de frutos	41
Tabla # 17 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable longitud de frutos	41
Tabla # 18 ANOVA de la variable diámetro de frutos.....	42
Tabla # 19 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable diámetro de frutos.....	42
Tabla # 20 ANOVA de la variable número de frutos por planta	43
Tabla # 21 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable número de frutos por planta	43

I. Introducción

1.1.Planteamiento del Problema

La frutilla (*Fragaria anannasa*) es un cultivo que se adapta a climas de temperaturas bajas, aunque no es tolerante a heladas. En el Ecuador se ha popularizado su siembra a altitudes entre 1900 a 2600 msnm, cuyas temperaturas promedio rondan los 10 grados centígrados (o °C) a 18°C (Galarraga, 2015).

El bajo rendimiento de los cultivos de frutilla en el Ecuador es atribuido al ataque de plagas, enfermedades y otros factores, constituye uno de los principales problemas que afectan a los productores. Esto ocasiona, que la fruta no reúna los estándares mínimos de calidad para que esta pueda ser exportada y valorizada de mejor manera. (Verdugo, 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO. 2011), los continentes están sufriendo degradación continua de sus ecosistemas, lo cual se ve reflejado, en una disminución de la calidad del suelo, escasez de agua y afectación de las especies de flora y fauna debido a prácticas de cultivo no sostenibles.

En cuanto a condiciones edáficas, la frutilla no logra tolerar condiciones de salinidad causando daños foliares significativos en la planta. Para su mejor desarrollo, se recomienda la siembra en suelos con buena aireación y drenaje, condiciones que son constantes en un cultivo con sistema semi hidropónico. (Chirinos,2012).

El precio promedio en el mercado del kilogramo de frutilla en Ecuador es de US\$1.62. Dicho precio, es mucho menor al que le pagan al productor por lo que, si su cultivo no se tecnifica y se encuentran maneras de optimizar los recursos utilizados en la producción de frutilla en el Ecuador, su cultivo no será rentable y desaparecerá paulatinamente Sistema de Información Publica Agropecuaria. SIPA, 2021).

Pichincha es el principal referente de la producción nacional de frutilla con el 75% de la producción total aproximadamente, donde las principales variedades que se cultivan son: Monterrey, Albión, Camino Real, San Andreas, Chandler, Oso Grande y Festival. Dichas variedades, se adaptan a las condiciones agroclimáticas de la sierra ecuatoriana debido a su requerimiento de fotoperiodo. Al ser variedades de día corto y neutro, necesitan un total de 12 horas al día como máximo de horas luz. El sistema de siembra más utilizado en el Ecuador es aquel que se realiza con una cobertura de suelo de polietileno negro sobre camas elevadas de 30 centímetros de alto y de 0.60 a 1 metro de ancho, sembrando cada planta a tres bolillos con 2 hileras por cada cama (Tustón, 2012).

1.2. Justificación

Los principales productores de frutilla en el mundo son China, Estados Unidos, España y México, en el 2019, estos países registraron una producción de 3.2 millones de toneladas en el caso de China, 1 millón de toneladas registradas por Estados Unidos, 350 mil toneladas producidas en España y 861 mil toneladas de fresas producidas por México. (FAOSTAT, 2021).

En el Ecuador, se registró una producción de 787 toneladas de fresa para el año 2019, mostrando una tendencia negativa desde el 2015, año en el que se produjeron 1,252 toneladas (FAOSTAT, 2021).

La frutilla se ha constituido como un producto que forma parte de la canasta básica familiar en el Ecuador, cuya demanda se ha visto cubierta por la producción de los pequeños agricultores, pero, no se han registrado valores significativos en cuanto a la exportación de esta fruta, ya que los pequeños agricultores que están dedicados al cultivo de frutilla lo realizan como una actividad complementaria para la generación de ingresos a la economía del hogar (Parra, 2018).

Si bien no existen registros específicos de la demanda de frutilla en el país. El consumo de frutilla ha ido en aumento durante los últimos años, debido a las propiedades nutricionales y gastronómicas que contienen las bayas en general como frambuesas, arándanos y frutillas. Según datos estimados por FAO para 2018 el consumo de frutillas ascendió a 2,409,816 Kg/año (Salinas, 2015).

El consumo de frutilla en el Ecuador y el mundo se ha popularizado debido a su capacidad antioxidante, la cual es mayor, comparada con otras frutas como uvas, toronjas naranjas manzanas entre otras. Esto se debe al alto contenido de fenoles totales, además a la concentración de antocianinas que brindan el característico color rojizo brillante y atractivo a las fresas lo que les confiere esta potente propiedad antioxidante. Dicha propiedad se ha asociado con la disminución de la incidencia de enfermedades crónicas como el cáncer (Carvajal de Pavon, et.al, 2012).

En el Ecuador, Pichincha es la provincia que abarca la mayor producción de frutillas, seguida de Tungurahua. Las principales variedades cultivadas en estas zonas son variedades californianas de día neutro como Albión y Monterrey. (Chávez, 2019). La selección de variedades de frutilla para la siembra ha cambiado, atendiendo a la necesidad de alargar el periodo de cosecha, y de encontrar mejor adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas de distintas zonas. De esta manera, se busca alcanzar una productividad competitiva en el mercado mundial (Domínguez, 2012).

La agricultura es uno de los rubros económicos más importante del país, pero, las exigencias actuales del mercado nacional e internacional, ha generado la necesidad de modificar los sistemas de cultivo del mundo, implicando una reducción del uso de agroquímicos, impulso de la agricultura limpia y optimización de recursos como agua y espacio (Ibandango, 2017).

El sistema de cultivo denominado semi-hidropónico, es catalogado como amigable con el medio ambiente, ya que, optimiza recursos como agua y suelo, disminuyendo el desperdicio de agua y la erosión de los suelos por malas prácticas agrícolas. Además, en ausencia de suelo, se minimiza la incidencia de enfermedades de suelo por lo cual se disminuye la aplicación de agroquímicos (Mejía, 2017).

II. Marco Teórico

2.1 Taxonomía del cultivo

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria chiloensis* var. *Ananassa* (Trópicos.org. 2020).

2.2 Botánica del cultivo

La frutilla es un género de plantas rastreras estoloníferas de la familia Rosaceae, es una especie hortícola y se la considera herbácea. Se caracteriza por la formación de sus hojas y otros órganos a partir de la parte leñosa de la corona, y se la considera una planta perenne de vida corta

(Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). Su nombre, se deriva del latín *Fragaria* (aroma) por su característico aroma, sabor y color (Ibandango, 2017).

2.2.1 Sistema Radicular

El sistema radicular de la fresa es fasciculado y se compone de raíces y raicillas. Las raíces que son más grandes contienen cambium vascular y suberoso, mientras que las raicillas más pequeñas, carecen del mismo y son de color más claro. En condiciones óptimas de cultivo, las raíces de la frutilla pueden alcanzar una longitud de 2 a 3 metros, aunque en general no sobrepasan los 40 centímetros (cm) de largo. El 90% del sistema radicular de la frutilla se encuentra en los primeros 25cm (Chiriboga, 2017).

Las raíces actúan como un lugar de almacén energético de azúcares y almidones, con temperaturas superiores a los 45 grados Fahrenheit se promueve su crecimiento. Las raíces principales, se encuentran en número de 20 a 30 por planta, y tienen una vida de 1 a 2 años, mientras que las raíces secundarias, viven solamente de unos cuantos días a pocas semanas. Las raíces primarias contienen almidones producidos por la planta mientras que las raíces secundarias absorben agua y nutrientes del suelo (Bolda et al., 2015).

2.2.2 Tallo

El tallo de la planta de frutilla se constituye por un eje corno de forma cónica el cual se lo llama corona, a partir del cual, se forman numerosas escamas foliares. A partir de esta corona, nacen los tallos rastreros con gran distancia de entrenudos, llamados estolones, los cuales producen raíces adventicias que, al encontrar sustrato donde establecerse forman nuevas plantas (Llumiquinga 2017).

2.2.3 Hojas

La frutilla tiene hoja compuestas de tres foliolos, es decir es una hoja trifoliada con bordes aserrados. Sus hojas crecen en un patrón espiral del cual las hojas más nuevas, se encuentran en el centro de la roseta que forman las hojas al crecer. La formación de las hojas se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida de la planta y se renuevan cada 8 a 12 días. El envés de las hojas está recubierto de pequeños pelos, y la alta cantidad de estomas presentes en sus hojas hacen que las frutillas sean sensibles a las altas temperaturas y prolongados ciclos de sequía. El tamaño de sus hojas varía en función de la variedad (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

2.2.4 Flores

Las inflorescencias de la planta de fresa se desarrollan a partir de una yema terminal o axilar de las hojas. Las flores de la fresa contienen de 5 a 6 pétalos con aproximadamente 20 a 35 estambres en cada flor. Adicionalmente, tienen cientos de pistilos con un receptáculo carnoso. Al existir la fecundación, cada ovulo dará lugar a un fruto. Se caracterizan por ser de color blanco y son hermafroditas (Pérez, 2018).

2.2.5 Fruto

Los frutos de la frutilla son pequeños aquenios de color oscuro, dispersos sobre un engrosamiento de la parte del receptáculo. El tamaño y peso del fruto, puede variar en función de la variedad y otros factores que influyen sobre la formación del fruto. Pueden ser de forma achatada, cónica alargada o redondos y su color puede variar entre carmín, rojo o purpura (Folquer, 1986).

2.3 Sistema semi hidropónico

El cultivo hidropónico como tal nace en la antigua Babilonia, donde se cultivaban hermosos jardines y plantas directamente desde el agua. La hidroponía, se define como el método de cultivo

en ausencia de tierra, mientras que la semi-hidroponía, incorpora un sustrato inerte a dicha técnica, el cual permite retener humedad y nutrientes para las plantas, además de servir como soporte para sus raíces (Sánchez, 2004).

La técnica de cultivo en hidroponía o semi-hidroponía ha experimentado cambios en sus objetivos de llevarse a cabo, en sus inicios, fue considerada una técnica netamente de investigación, que permitía entender la nutrición y el rol de cada elemento en la nutrición de las plantas, mientras que, en la actualidad, va adquiriendo un carácter comercial cada vez más importante debido a las numerosas ventajas de manejo y rentabilidad económica que trae consigo (Quishpe, 2013).

La técnica de cultivo semi-hidropónico es una combinación de un cultivo en suelo, acompañado de ferti-irrigación. Es un sistema de producción de plantas en sustratos que pueden ser combinados de suelo y materia orgánica y pueden ser aplicados dentro de distintas estructuras, optimizando al máximo su uso de espacio y requerimiento de agua (Mejía, 2017).

Dentro de la semi-hidroponía, un sustrato es considerado como todo material diferente del suelo, proveniente de materiales naturales o sintéticos que pueden ser utilizados para permitir el anclaje de las plantas a través del sistema radicular. Dichos sustratos, pueden clasificarse también en función de su intervención en la nutrición de las plantas. Los químicamente inertes como perlita o roca volcánica son materiales que solo actúan como medio de soporte para la planta mientras que los sustratos químicamente activos como corteza de pinos, cascarilla de arroz entre otros, también cumplen un rol dentro de la absorción y fijación de nutrientes (Zaragoza, 2013).

Una planta que, por sus costos de producción y sus características botánicas se adapta bien al sistema de cultivo semi-hidropónico es la frutilla. La tendencia a desarrollar un cultivo semi-

hidropónico surge a partir de la mayor concientización de los productores de frutilla en cuanto a los riesgos que implican el uso exagerado de pesticidas. En el cultivo de frutilla, tener un sistema semi-hidropónico en operación, disminuye en un 50% el costo de recolección de fruto ya que, la altura en la que se establecen los cultivos permite tener una mejor condición de trabajo, más ergonómica y eficiente para el trabajador. Además, el aprovechamiento de espacio puede llegar a maximizarse alcanzando una densidad de hasta 200,000 plantas/hectárea (Hydroponic Systems, 2020).

Entre las ventajas que puede brindar un sistema de cultivo semi-hidroponico se encuentran: Mejor control de plagas y enfermedades; Disminución del uso de agroquímicos; control total de suplementación nutricional a la planta; aprovechamiento máximo de agua; máxima aireación y oxigenación de raíces (Gilsanz, 2007).

2.4 Sustrato

El sustrato se denomina a cualquier medio solido inerte el cual tiene las siguientes funciones: anclar las raíces y protegerlas de factores como la luz; contener y almacenar agua, y los nutrientes que la planta necesita para su correcto desarrollo. Un cultivo semi-hidropónico se basa en la utilización de sustratos solidos los cuales almacenan las soluciones nutritivas suministradas por ferti-irrigación que alimentarán las plantas (Calderón, 2011).

Los mejores sustratos deben permitir que exista entre un 15 al 35% de aire y del 20 al 60% de agua en relación con su volumen total. Para lograr estas condiciones, es importante que los sustratos tengan la capacidad de retener la humedad, permitan una buena aireación, tengan una buena estabilidad física, sean inertes químicamente, tengan un buen drenaje, tengan capilaridad, sean de bajo costo, sean livianos y deben estar disponibles (Rea, 2012).

Entre los materiales más utilizados como sustratos en los sistemas semi-hidropónico se encuentran: arena, grava de cuarzo, perlita, vermiculita, corteza de pino, aserrín, humus de lombriz, estiércol y turba. Se recomienda no utilizar desechos de madera frescos como sustrato ya que pueden contener altos contenidos de sustancias tóxicas para las plantas como lo son los fenoles, resinas, terpenos y taninos (Rea, 2012).

En la presente investigación, se utilizó un sustrato a base de cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco. La cascarilla de arroz es considerada un sustrato de baja tasa de descomposición debido a que presenta un alto contenido de silicio, el cual puede ser tóxico si se utiliza en la dieta de los animales. Es un sustrato liviano, que tiene buena aireación y un buen drenaje. Aunque es difícil poder lograr un humedecimiento homogéneo inicialmente. Otro problema que puede llegar a tener la cascarilla de arroz es la residualidad de herbicidas por lo que se recomienda tratarlo previo a su utilización como sustrato (Telechana, 2018).

La corteza de pino, por otro lado, puede ser utilizada conformando desde el 25% al 100% de mezcla como sustrato. Tiene como principal ventaja su baja disminución en volumen con el tiempo, aunque su capacidad de retener la humedad es baja (García et al, 2001). La fibra de coco en cambio es un sustrato que absorbe el agua con mayor facilidad, lo cual lo hace un acompañante perfecto en mezclas de sustrato que contienen cortezas en su composición. Esta mayor retención de agua permite el ahorro de agua y el mejor aprovechamiento del fertilizante (ProMix, 2020).

2.5 Manejo agronómico del cultivo

2.5.1 Siembra

En el Ecuador, gracias a sus condiciones climáticas, no existe una fecha establecida de plantación para la frutilla ya que, al poseer un sistema de riego y la disponibilidad de agua todo el

año, la fecha de siembra se programa en función de las épocas en las que se determina existirá mayor demanda del mercado. Por lo tanto, la siembra se programa de manera escalonada para así satisfacer las necesidades del mercado durante todo el año, principalmente se la realiza en el periodo junio-diciembre (Tustón, 2012).

2.5.2 Fertilización

El manejo adecuado de la nutrición es un factor de suma importancia en el cultivo de frutilla. Se debe tener cuidado con los excesos en ciertos nutrientes como el nitrógeno, que puede generar excesivo crecimiento vegetativo y un menor rendimiento, además de que hace que la fruta sea más blanda con menos resistencia a la manipulación. La dosis para aplicar de cada nutriente debe estar relacionada al nivel de rendimiento del huerto, y a las propiedades químicas del suelo, por lo tanto, cada huerto tiene niveles óptimos de fertilización que varían de cada temporada. Existe una manera de calcular la dosis de nutrientes a aplicar para las plantaciones de frutilla, el cual se determina relacionando el rendimiento a obtener con la necesidad nutricional del cultivo. Se aplica la siguiente formula: $Dosis\ de\ nutriente\ (Kg/ha) = Rendimiento\ esperado\ (ton/ha) * Factor\ de\ dosis\ (Kg\ nutriente/ ton\ fruta)$ (Morales et al., 2017).

En la fertilización de la frutilla se combinan aplicaciones al voleo previo siembra y mediante el sistema de riego por goteo a lo largo de todo el ciclo productivo de la planta. Los niveles óptimos de fertilización varían según la variedad cultivada y el lugar donde esta se lleva a cabo, pero en general se recomienda suplementar alrededor de 170 kg/ha de nitrógeno, 70 Kg/ha de fosforo, 140 Kg/ha potasio, 40Kg/ha de calcio y 20 Kg/ha de magnesio (Peres et al., 2010).

Evaluando variedades como Camarosa y Sweet Charlie con 100, 150 y 200 Kg/ha respectivamente pudieron observar un incremento lineal de producción en función del nitrógeno suministrado, por otra parte, con dosis de 75 y 300 Kg/ha para la variedad Strawberry Festival se

observó un aumento de rendimiento, sin embargo, la variedad Winter Dawn, no presentó un aumento determinado por el nitrógeno suministrado. Por lo tanto, la respuesta de rendimiento por fertilización debe tomar en cuenta no solo la dosis de nitrógeno suministrada si no la interacción entre variedad sembrada y N-P-K-Ca-Mg suministrados (Agüero & Kirschbaum, 2013).

2.5.3 Labores culturales

El cultivo de la fresa tiene una producción constante de tallos, estos tallos forman macollos donde se acumulan hojas y ramas muertas, las cuales pueden ser fuente de contaminación debido a la humedad que retienen y porque facilitan el ataque de hongos a la fruta. Además, su presencia evita que la aplicación de cualquier agroquímico sea 100% efectiva. Debido a este problema, se recomienda realizar podas periódicas de limpieza, esta poda se realiza después de la etapa de producción y se busca eliminar racimos y ramas viejas. Estas podas permiten aumentar la penetración de luz en las hojas lo cual permite una renovación acelerada de las plantas previniendo enfermedades (Mejía, 2017).

De igual manera, los estolones producidos por la planta deben ser removidos buscando intensificar el desarrollo de sus coronas y evitar pérdidas de producción por retrasos de fructificación (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

En la frutilla se realizan dos diferentes tipos de poda. La poda baja se realiza cuando la planta presenta problemas de exceso de vigor y poca floración o fitosanitarios. Consiste en eliminar las hojas basales, inflorescencias y yemas. La planta solo debe quedar con las coronas ya que estas podrán producir nuevas yemas para la planta. Por otro lado, la poda alta se realiza con el objetivo de retirar hojas viejas o enfermas, disminuyendo la probabilidad de enfermedades y plagas en el cultivo (Villagrán, Legarra & Zchau, 2013).

2.5.4 Cosecha

La recolección de la frutilla se realiza extrayendo los frutos de los tallos a los que se encuentran sujetos conservando el cáliz, para esto se debe considerar no presionar demasiado el fruto ya que son bastante susceptibles al aplastamiento, se recomienda cosechar la frutilla cuando esta muestra un 65 al 75% de madurez ya que al no ser considerado un fruto climatérico, su maduración post cosecha es bastante lenta y pueden llegar a originarse problemas de falta de aroma y sabor característico de la frutilla (Rodríguez, 2013).

2.5.5 Post cosecha

Posterior a la recolección de los frutos, estos deben ser clasificados de acuerdo con su tamaño y a su grado de madurez según el destino final de la fruta. La fruta debe ser manipulada con cuidado, evitando aplastamientos. De igual manera, se buscan separar frutos que tengan imperfecciones, como mal formaciones o daños por afectación de plagas. Para mayor durabilidad se recomienda realizar el proceso post-cosecha y el posterior almacenamiento a 5°C (Parra, 2018).

Una vez cosechada la frutilla debe ser transportada a cámaras frigoríficas dentro de las primeras 3 horas siguientes, estas cámaras deben contar con una alta humedad relativa rondando el 90% al 95% para evitar pérdida de agua del fruto lo que limitaría su vida en percha. Es importante que la fruta ya empacada mantenga la cadena de frío hasta el lugar de venta de esta (Becerra et al., 2017).

Para la venta o exportación del fruto se utilizan empaques de plástico generalmente transparentes con capacidad de 300 a 500 gramos cada uno, estos empaques deben ser perforados para evitar condensación de agua y posterior pudrición del fruto. Todos los empaques deben estar correctamente etiquetados con la fecha y lugar de cosecha (Becerra et al., 2017).

2.6. Variedades de Frutilla

2.6.1 Cabrillo

Es una variedad relativamente nueva en el mercado, desarrollada en California y ha sido desarrollada para la producción de verano, sus frutas son grandes con carne firme y es una variedad que se adapta bien a cualquier tipo de suelo. Sus hojas y tallos son generalmente más pequeños además que se envuelven hacia adentro, característica única de esta variedad (Pesca, 2020).

Se han realizado estudios comparativos evaluando ciertas variables productivas de la variedad donde se pudo encontrar que, el peso promedio del fruto en cabrillo es de 32 gramos, una densidad de baya de 12.2 y un rendimiento de 3,669 gramos por planta bajo condiciones controladas (Shaw et al., 2016).

2.6.2 San Andreas

Es considerada una variedad de día neutro moderado. Tiene un excelente sabor y poca necesidad de frío antes de ser sembrada, se la conoce también como una variedad altamente resistente a enfermedades que además logra mantener el mismo calibre del fruto hasta el final de la campaña de cosecha (Tustón, 2012).

San Andreas registra un peso promedio por fruto de 32 gramos y una dureza de la pulpa de 12.2 de densidad. Y su rendimiento promedio en un experimento controlado con 17,400 plantas por acre registró 2,632 gramos de fruta por planta en todo el ciclo productivo de la misma (Shaw et al., 2009).

2.6.3 Monterrey

Es una variedad de día neutro, su sabor es bastante dulce debido a la poca acidez propia de la variedad, es una planta vigorosa y su fruto de forma cónica perfecta y grande, es altamente

aceptada por el consumidor en general. El principal problema de esta variedad es su susceptibilidad a *Phytophthora*, hongo que causa significativas pérdidas en el cultivo. Este fruto es especialmente comercializado en Japón, Corea y China (Tustón, 2012).

En cuanto a productividad se ha comprobado que Monterrey llega a tener una producción de 3,301 gramos por planta a lo largo de todo su ciclo productivo, además de un tamaño promedio de fruto de 32.4 gramos, con una firmeza de 11.1 de densidad de baya (Shaw et al., 2009).

III. Objetivos e hipótesis

3.1 General

Evaluar el comportamiento agronómico de 3 variedades de frutilla en un sistema semi-hidropónico bajo invernadero.

3.2 Específicos

- Cuantificar la respuesta en días de la floración y altura de planta en las 3 variedades estudiadas
- Determinar la productividad y sus componentes en las 3 diferentes variedades en un sistema semi-hidropónico
- Seleccionar la variedad con mayor adaptación al Sistema semi-hidropónico bajo condiciones de invernadero

3.3 Hipótesis

Las 3 variedades de frutilla muestran respuestas diferenciadas en todas las variables bajo un sistema semi-hidropónico.

IV. Materiales y métodos

4.1 Material Biológico

Las plantas utilizadas en el presente proyecto fueron proporcionadas por la empresa Ecuagroimport considerando la siguiente distribución: 408 plantas de variedad Monterrey, 408 plantas de variedad Cabrillo y 408 plantas de variedad San Andreas, teniendo un total de 1,224 plantas. Estas Variedades fueron seleccionadas debido a su gran popularidad en el mercado de frutilla del Ecuador.

4.2 Material Utilizado en el Sistema Semi-hidropónico

3 rollos de cable 3mm x 1000 metros

3 rollos de plástico de polietileno

1 cabezal de riego, válvulas y bomba de riego

3 rollos de cinta Hidrotrip x Rollo de 1500 metros,

168 Cariavacas

90 sacos sustrato semi-hidropónicos, sustrafresa (cascarilla de arroz, fibra de coco, compost de corteza de pino).

4.3 Métodos del experimento

4.3.1 Manejo del experimento

4.3.1.1 Invernadero

Para la estructura utilizada para la presente investigación se utilizó un invernadero, cuyas paredes laterales se conformaron por sarán de color blanco con el objetivo de aumentar la luz que ingresa en el invernadero y disminuir la temperatura de este creando un flujo de aire continuo.

En el techo del invernadero se extendió un plástico pentacapa específico para cultivos de bayas. Este cuenta con un porcentaje de difusión de luz ≥ 54 . Las naves del invernadero tuvieron una dimensión de 7.9 metros de ancho por 106 metros de largo. En su totalidad el invernadero conto con una superficie de 400 metros cuadrados, de los cuales 200 metros cuadrados fueron utilizados en el presente estudio.

4.3.1.2 Construcción de la estructura

La estructura se construyó con las siguientes dimensiones, estructura del sistema semi-hidroponico tuvo una longitud de 9.5 metros, 0.60 metros de ancho y una altura de 1.50 metros de alto. Estas estructuras estuvieron compuestas de 2 canaletas horizontales soportadas por cariavacas. Las canaletas tuvieron unas dimensiones de 0.20 metros de alto y 0.20 metros de ancho y una distancia entre ambas canaletas de 0.20 metros. Para el soporte de las canaletas se colocaron 14 postes, es decir 7 postes a cada lado de la estructura del sistema semi-hidroponico. Estos postes se enterraron 0.30 metros y se colocaron a una distancia de 1.50 metros.

Para sujetar y estirar el plástico para establecer las estructuras horizontales del sistema hidropónico se estiro cables galvanizados en los extremos de las cariavacas utilizadas en cada estructura. Por

último, se colocó el sustrato sustrafresa, en cada canaleta, se lo humedeció y se volvió colocar más sustrato nivelando al ras de la estructura armada

4.3.2 Fertiirrigación

Para la fertiirrigación se utilizó agua potable con el fin de evitar contaminación de hongos y bacterias por la fuente de agua. En un tanque de 100 litros se mezclaron las 4 soluciones madre aplicadas en un intervalo de 4 horas, 3 veces al día de la siguiente manera:

200 cc Solución A

200 cc Solución B

200 cc Solución C

5 cc Microponic

Para la elaboración de cada solución se utilizó lo siguiente:

Solución A: 330 gr de Ultrasol inicial (15-30-15) en 3 litros de agua

Solución B: 85 gr de nitrato de potasio + 220 gr de Sulfato de magnesio en 3 litros de Agua

Solución C: 339 gr de Nitrato de Calcio en 3 litros de Agua

4.3.3 Podas

Durante el tiempo que se empleó en realizar la toma de los datos presentados en la presente investigación, se realizaron 2 podas. La primera poda de formación, busco eliminar hojas viejas y maltratadas luego de la siembra que comenzaron a marchitarse, esta poda se realizó a las 4 semanas después de sembrar las plantas. La segunda poda se realizó después de realizar la cuarta cosecha, es decir 2 meses después de haber sembrado las plantas. Esta poda fue de carácter sanitario y se

eliminó el exceso de hojas vivas y muertas, buscando inducir floración en todos los tratamientos evaluados.

4.4 Métodos estadísticos

4.4.1 Diseño experimental

Para la implementación del experimento y su respectivo análisis estadístico se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Como prueba de significación estadística se utilizó la prueba Tukey al 5% de significación y se evaluaron 8 variables que fueron: Altura de la planta, días a la floración, rendimiento por variedades, grados Brix, rendimiento por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto y número de frutos por planta.

Para el análisis de la varianza se utilizó Minitab 20, un programa de análisis estadístico en el cual se desarrolló el análisis de la varianza (ANOVA) para cada variable estudiada y las respectivas pruebas de significancia Tukey.

4.4.2 Unidad Experimental

El diseño experimental estuvo constituido por 12 unidades experimentales, que se conformaron de dos estructuras de canaletas semi-hidropónicas en los cuales se sembraron las plantas a doble hilera con una distancia de 25 centímetros entre planta y 15 centímetros entre hilera en distribución de tres bolillos. En total cada unidad experimental tuvo un total de 102 plantas, 408 plantas de cada variedad repartidas en 4 bloques. En total se estudiaron 1,224 plantas.

Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente para garantizar la validez de la estimación del error experimental, los tratamientos fueron distribuidos de manera diferente y aleatoria en los 4 bloques descritos. La distribución aleatoria se observa en la tabla 1.

Tabla #1. Aleatorización de los tratamientos

Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4		
Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1

4.4.3 Tratamientos

El experimento estuvo formado por 3 tratamientos que corresponden a las siguientes variedades:

Tratamiento 1: Variedad Monterrey

Tratamiento 2: Variedad Cabrillo

Tratamiento 3: Variedad San Andreas

4.4.4 Variables evaluadas

4.4.4.1 Altura de la Planta

Se midió en centímetros la altura de la planta considerando la distancia entre la corona de esta y el ápice de la hoja terminal superior. Esta medición se realizó a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

4.4.4.2 Días a la floración

Para determinar esta variable, se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta la primera floración de más del 50% de las plantas de cada unidad experimental.

4.4.4.3 Rendimiento por variedad

Se realizó la recolección total de los frutos por cada unidad experimental y se procedió con el pesaje respectivo.

4.4.4.4 Grados Brix

De los frutos obtenidos de las 10 plantas seleccionadas por unidad experimental se realizó una pasta. Posteriormente mediante un refractómetro digital se obtuvo el valor de azúcares solubles o grados Brix.

4.4.4.5 Rendimiento por planta

Los frutos obtenidos a partir de las 10 plantas seleccionadas de cada unidad experimental se pesaron y se expresaron en gramos.

4.4.4.6 Longitud de fruto

A partir de las plantas seleccionadas, se midió la longitud de cada uno de los frutos.

4.4.4.7 Diámetro de fruto

De las mismas plantas seleccionadas, se midió el diámetro máximo de los frutos.

4.4.4.8 Numero de frutos por planta

Se consideró una muestra de 10 plantas para cada unidad experimental y se contabilizó la cantidad de frutos recolectados de cada planta seleccionada.

V. Resultados

5.1 Altura de la planta a los 15 días

El coeficiente de variación (C.V) fue de 17.08%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.60 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.85

Tabla # 2 ANOVA de la variable altura de la planta a los 15 días después de la siembra

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	17.655	5.885	4.070 ns	0.068
TRATAMIENTO	2	57.345	28.672	19.829 *	0.002
Error	6	8.676	1.446		
Total	11	83.675			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (Tabla 2) para la variable altura de la planta después de 15 días de la siembra, se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, pero no en los bloques. Estos resultados indican que las características de cada una de las variedades de frutillas utilizadas muestran respuestas diferenciadas en el crecimiento de la planta.

Tabla # 3 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 15 días después la siembra

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T3	4	8.96 a	
T2	4	8.18 a	
T1	4	3.98	b

Valor de Tukey= 2.61

Según la prueba de Tukey para la altura de la planta después de 15 días se muestra diferencias entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). Las variedades San Andreas y Cabrillo ocupan el primer rango de significación (**a**) y el segundo rango la variedad Monterrey (**b**). Los resultados muestran que no existe diferencia estadística entre San Andreas y Cabrillo para esta variable.

5.2 Altura de la planta a los 30 días

El coeficiente de variación (C.V) fue de 9.30%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.93 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 1.31

Tabla # 4 ANOVA de la variable altura de la planta a los 30 días después la siembra

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	5.365	1.788	0.522 ns	0.683
TRATAMIENTO	2	117.038	58.519	17.088 *	0.003
Error	6	20.547	3.425		
Total	11	142.949			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 4) realizado para la variable altura de la planta después de 30 días de la siembra, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, pero no en los bloques. Estos resultados indican que las características de cada una de las variedades de frutillas utilizadas muestran diferencias en el desarrollo de la planta.

Tabla # 5 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 30 días después de la siembra

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T3	4	23.91 a	
T2	4	19.54	b
T1	4	16.29	b

Valor de Tukey= 4.02

La prueba de Tukey para la altura de la planta después de 30 días muestra una diferencia entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). La variedad San Andreas ocupa el primer rango de significación (**a**) y el segundo rango (**b**) comparten las variedades Monterrey y Cabrillo. Los resultados muestran que estadísticamente tienen valores similares las variedades Monterrey y Cabrillo para esta variable.

5.3 Altura de la planta a los 45 días

El coeficiente de variación (C.V) fue de 6.28%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.91 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 1.29.

Tabla # 6 ANOVA de la variable altura de la planta a los 45 días después de la siembra

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	22.972	7.657	2.300 ns	0.177
TRATAMIENTO	2	38.955	19.477	5.850 ns	0.039
Error	6	19.977	3.329		
Total	11	81.903			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 6) realizado para la variable altura de la planta en los 45 días después de la siembra, se observa que tanto en los tratamientos como en los bloques no existe una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, todas las variedades tienen similar comportamiento en cuanto al crecimiento de la planta.

Tabla # 7 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable altura de la planta a los 45 días después de la siembra

TRATAMIENTO	N	Media Rango
T1	4	30.45 a
T3	4	30.23 a
T2	4	26.52 a

Valor de Tukey= 3.96

Aunque no hubo diferencia estadística entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey para la esta variable. Todas las 3 variedades mostraron valores estadísticamente similares para la altura de la planta.

5.4 Días a la floración

El coeficiente de variación (C.V) fue de 13.77%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 1.81 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 2.56.

Tabla # 8 ANOVA de la variable días a la floración

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	24.667	8.222	0.626 ns	0.624
TRATAMIENTO	2	841.167	420.583	32.011 *	0.001
Error	6	78.833	13.139		
Total	11	944.667			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 8) realizado para la variable días desde la siembra a la floración del 50% de las plantas de la unidad experimental, se observa que en los tratamientos existe una diferencia estadísticamente significativa pero no en los bloques. Estos resultados muestran que las

características de las variedades tienen diferencia estadística en cuanto a su precocidad en días desde la siembra hasta la primera floración.

Tabla # 9 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable días a la floración

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T1	4	38.00	a
T2	4	22.25	b
T3	4	18.75	b

Valor de Tukey= 7.87

Según la prueba de Tukey realizada para los días a la floración se muestra una diferencia entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). La variedad Monterrey ocupa el primer rango de significación (**a**) y es la variedad más tardía; mientras que las variedades Cabrillo y San Andreas comparten el segundo rango (**b**). Los resultados muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las variedades Cabrillo y San Andreas.

5.5 Rendimiento por variedades

El coeficiente de variación (C.V) fue de 28.97%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.66 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.94.

Tabla # 10 ANOVA de la variable rendimiento por variedades

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	5.451	1.817	1.032 ns	0.443
TRATAMIENTO	2	41.395	20.698	11.754 *	0.008
Error	6	10.565	1.761		
Total	11	57.411			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 10) realizado para el rendimiento por variedades, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, mientras que no se muestra diferencia en los bloques. Estos resultados indican que las variedades muestran diferencia estadística y de potencial de rendimiento.

Tabla # 11 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable rendimiento por variedades

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T2	4	6.13	a
T3	4	5.65	a
T1	4	1.97	b

Valor de Tukey= 2.88

Según la prueba de Tukey realizada para producción total por variedad, muestra una diferencia entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). Las variedades Cabrillo y San Andreas comparten el primer rango de significación (**a**) siendo las más productivas, mientras que la variedad Monterrey ocupa el segundo rango (**b**). Los resultados muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las variedades Cabrillo y San Andreas

5.6 Grados Brix

El coeficiente de variación (C.V) fue de 6.56%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.21 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.30.

Tabla # 12 ANOVA de la variable grados Brix

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	5.040	1.680	9.480 *	0.011
TRATAMIENTO	2	1.971	0.986	5.563 ns	0.043
Error	6	1.063	0.177		
Total	11	8.074			

** $p \leq 0.05$; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 12) realizado para los grados Brix, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa en los bloques, mientras que no se muestra diferencia en los tratamientos. Estos resultados indican que las variedades no muestran diferencia estadística en cuanto a su concentración de azúcares solubles.

Tabla # 13 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable grados Brix

TRATAMIENTO	N	Media Rango
T1	4	6.99 a
T2	4	6.17 a
T3	4	6.10 a

Valor de Tukey= 0.91

Aunque no existió diferencia estadística entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey para la esta variable. Todas las 3 variedades mostraron valores estadísticamente similares para los grados Brix.

5.7 Rendimiento por planta

El coeficiente de variación (C.V) fue de 18.01%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 1.91 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 2.70.

Tabla # 14 ANOVA de la variable rendimiento por planta

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	27.913	9.304	0.640 ns	0.616
TRATAMIENTO	2	141.636	70.818	4.873 ns	0.055
Error	6	87.205	14.534		
Total	11	256.754			

* $p \leq 0.05$; ns= no significativo

El ANOVA (tabla 14) realizado para la variable gramos por planta, muestra que tanto en los tratamientos como en los bloques no existe una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, todas las variedades tienen similar comportamiento en cuanto a la producción expresada en gramos por planta.

Tabla # 15 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable rendimiento por planta

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T2	4	24.30	a
T3	4	22.82	a
T1	4	16.38	a

Valor de Tukey= 8.27

Aunque no existió diferencia estadística entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey para la esta variable. Todas las 3 variedades mostraron valores estadísticamente similares para la producción por planta.

5.8 Longitud de fruto

El coeficiente de variación (C.V) fue de 9.08%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.14 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.19.

Tabla # 16 ANOVA de la variable longitud de frutos

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.161	0.054	0.709 ns	0.581
TRATAMIENTO	2	0.605	0.303	3.995 ns	0.079
Error	6	0.454	0.076		
Total	11	1.220			

**p<0.05; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 16) realizado para la variable longitud de fruto, muestra que tanto para los tratamientos como para los bloques no existe una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, todas las variedades tienen similar comportamiento en cuanto a la longitud de los frutos.

Tabla # 17 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable longitud de frutos

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T2	4	3.19	a
T3	4	3.19	a
T1	4	2.71	a

Valor de Tukey= 0.60

Pese a no existir diferencia estadística entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey para la esta variable. Todas las 3 variedades mostraron valores estadísticamente similares para la longitud de frutos.

5.9 Diámetro de fruto

El coeficiente de variación (C.V) fue de 4.40%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.05 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.08.

Tabla # 18 ANOVA de la variable diámetro de frutos

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.196	0.065	5.543 *	0.036
TRATAMIENTO	2	0.394	0.197	16.669 *	0.004
Error	6	0.071	0.012		
Total	11	0.661			

**p≤0.05; ns= no significativo*

El ANOVA (tabla 18) realizado para el diámetro de frutos, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, mientras que no se muestra diferencia en los bloques. Estos resultados indican que las variedades muestran diferencia estadística en cuanto al diámetro de los frutos obtenidos.

Tabla # 19 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable diámetro de frutos

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T3	4	2.63	a
T2	4	2.56	a
T1	4	2.22	b

Valor de Tukey= 0.24

Según la prueba de Tukey realizada para el diámetro de los frutos se muestra una diferencia entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). Las variedades Cabrillo y San Andreas ocupan el primer rango de significación (**a**), siendo las de mayor diámetro; mientras que la variedad Monterrey ocupa el segundo rango (**b**). Los resultados muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las variedades Cabrillo y San Andreas

5.10 Numero de frutos por planta

El coeficiente de variación (C.V) fue de 12.45%, El error estándar entre medias (Sy) fue de 0.10 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fue de 0.13.

Tabla # 20 ANOVA de la variable número de frutos por planta

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.038	0.013	0.348 ns	0.792
TRATAMIENTO	2	0.553	0.277	7.626 *	0.023
Error	6	0.218	0.036		
Total	11	0.809			

**p≤0.05; ns= no significativo*

En el ANOVA (tabla 20) realizado para el número de frutos por planta, se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, pero no en los bloques. Estos resultados indican que las variedades muestran respuestas diferenciadas en cuanto al número de frutos producidos por cada planta.

Tabla # 21 Prueba de significancia estadística Tukey de la variable número de frutos por planta

TRATAMIENTO	N	Media	Rango
T2	4	1.74	a
T3	4	1.63	a b
T1	4	1.24	b

Valor de Tukey= 0.41

Según la prueba de Tukey realizada para el diámetro de los frutos se muestra una diferencia entre las variedades Monterrey (T1), Cabrillo (T2) y San Andreas (T3). Las variedades Cabrillo y San Andreas comparten el primer rango de significación (**a**) con mayor número de frutos por planta; mientras que las variedades San Andreas y Monterrey comparten el segundo rango (**b**). Los resultados muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las variedades Cabrillo y San Andreas y San Andreas comparte dos rangos con (**a**) y (**b**).

VI. Discusión

El análisis de varianza muestra diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos para la altura de la planta a los 15 y 30 días posteriores a la siembra, a los 45 días después de la siembra no se encuentran diferencias estadísticamente significativas, lo que indica un desarrollo uniforme en cuanto a los tamaños de las plantas de las distintas variedades evaluadas. Los coeficientes de variación obtenidos para esta variable a los 15, 30 y 45 días fueron de 19.80%, 9.30% y 6.28% respectivamente, Estos valores son superiores respecto a lo reportado por Quishpe (2013) en su estudio, en el que se obtuvieron coeficientes de variación de 5.62%, 1.26% y 1.68%. Dicha diferencia se debe posiblemente a una mayor respuesta varietal debido a que las variedades evaluadas en el presente proyecto no son las mismas. Por su parte, Guzmán (2021) con la variedad Albión, en un sistema semi-hidropónico reportó una altura de planta, con el mismo sustrato utilizado en la presente investigación, de 6.87cm, 12.19cm y 20.50cm a los 15,30 y 45 días respectivamente. Dichos valores, son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, los cuales alcanzaron en promedio de 7.04cm, 19.91cm y 29.06cm a los 15,30 y 45 días respectivamente.

Respecto a los días a la floración se encontró diferencia estadísticamente significativa para todos los tratamientos. Tarquino (2018), reportó un promedio en días a la floración en variedad Oso Grande de 19.54 días en sustrato conformado de cascarilla de arroz y arena. Estos valores son

inferiores a los obtenidos en el presente experimento para las variedades Monterrey y Cabrillo con 38.00 y 22.25 días a la floración, mientras que la variedad San Andreas mostro mayor precocidad con 18.75 días a la floración. Esto se puede atribuirse a un tema de adaptación y precocidad varietal ya que ciertas variedades tienden a ser más precoces en función del medio ambiente, su fertilización y vigor de la variedad (Villagrán, 1994).

En cuanto al rendimiento por variedades se obtuvo un coeficiente de variación de 28.97%, el cual es alto respecto al esperado para investigaciones bajo condiciones controladas de invernadero (Sánchez-Otero, 2018). El presente coeficiente de variación alto se debe principalmente a la respuesta varietal de los tratamientos, se obtuvieron productividades de 6.13Kg, 5.65Kg y 1.97Kg para las variedades Cabrillo, San Andreas y Monterrey respectivamente a lo largo de 4 semanas de cosecha. Es decir, cada variedad demuestra tener un rendimiento diferente, bajo las mismas condiciones de cultivo.

Para la variable, grados Brix, no se encontró diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los tratamientos. Quishpe (2013), reporto valores de grados Brix bajo sistema semi-hidroponico de 3.93, 3.83 y 3.10 para las variedades Albión, Diamante y San Andreas respectivamente. En la presente investigación, los valores de grados Brix fueron superiores en todas las variedades probadas, obteniendo 6.99, 6.17 y 6.10 para las variedades Monterrey, Cabrillo y San Andreas respectivamente. Esta diferencia, puede deberse principalmente al manejo del presente experimento el cual tuvo un eficiente control totalmente orgánico de plagas y enfermedades, mientras que Quishpe, en su investigación utilizo un método convencional de fertilización y control de plagas. Folquer (1986) señala que, en la mayoría de los cultivos de bayas, a mayor utilización de químicos, menor es el valor en grados Brix.

La variable rendimiento por planta en la presente investigación presentó valores de 8.1gr, 7.6gr y 5.46gr por planta y por cosecha para las variedades Cabrillo, San Andreas y Monterrey respectivamente. Estos valores son mayores a los reportados por Shaw et al. (2009) donde se encontró un valor de gramos planta para la variedad Monterrey de 3.30 gr/planta. Estos mismos autores, Shaw et al. (2016) reportaron también un valor de gramos por planta para las variedades San Andreas y Cabrillo de 3.09gr y 3.66gr respectivamente. Si bien en ambos experimentos, la variedad Cabrillo fue la de mayor producción en peso por planta, los valores superiores pueden deberse al tamaño de muestra tomada en el presente proyecto (10 plantas) comparado con las evaluadas por Shaw et al (17,300).

En cuanto a la longitud del fruto en la presente investigación, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, estos valores fueron de 3.19cm, 3.18cm y 2.71cm para las variedades Cabrillo, San Andreas y Monterrey respectivamente. Estos valores coinciden a los reportados por Guzmán (2021) en variedad Albión con 3.75cm. Los valores coinciden al ser obtenidos durante el primer mes de producción de la planta. Caso similar, se reporta respecto al diámetro de fruto donde Guzmán reporta un valor de 2.75cm en promedio en variedad Albión, similares a los obtenidos en el presente experimento con 2.63cm, 2.55cm y 2.21cm para San Andreas, Cabrillo y Monterrey respectivamente.

Para la variable, numero de frutos por planta se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. Los valores obtenidos en la presente investigación de 1.74, 1.63 y 1.24 frutos por planta por cosecha para las variedades Cabrillo, San Andreas y Monterrey respectivamente, son mayores a los reportados por Nissen y Hoffmann (1998). Quienes reportaron una producción de 0.45 frutos por planta por cosecha en variedad Pájaro. Los valores

superiores obtenidos se deben principalmente a la ventaja en cuanto a productividad de las plantas bajo sistema semi-hidroponico frente a los cultivos en suelo (Morales et al., 2017).

VII. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

*Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la variedad San Andreas (T3) tuvo un crecimiento mayor obteniendo un promedio de altura de 8.96cm y 23.91cm a los 15 y 30 días posteriores a la siembra respectivamente. Mientras que los tratamientos Cabrillo (T2) y Monterrey (T1) mostraron un crecimiento menor desarrollo en el mismo periodo de tiempo con alturas medias de 8.18cm y 19.54cm para Cabrillo y 3.98cm y 16.29cm para Monterrey. Por otro lado, al completarse los 45 días posteriores a la siembra, la altura de todas las variedades evaluadas tendió a equipararse registrándose con una mayor altura la variedad Monterrey con 30.45cm, seguida de la variedad San Andreas con 30.23cm y la variedad Cabrillo con 26.52cm.

*La variedad San Andreas (T3), mostro mayor precocidad a la floración respecto a las variedades Cabrillo (T2) y Monterrey (T1). Con un promedio de 18.75 días a la floración, San Andreas mostro una más temprana floración, seguida de Cabrillo con 22.25 días y Monterrey con 18.75 días.

*En cuanto al rendimiento total dentro de la presente investigación, la variedad Cabrillo (T2) con una media de 6.13kg mostro ser mejor frente a las variedades San Andreas (T3) que registro una producción de 5.65Kg y Monterrey (T1) que tuvo una producción de 1.97Kg.

*La variedad que mayor cantidad de sólidos solubles presentó fue Monterrey (T1) con un valor de grados Brix de 6.99, siendo la mejor variedad frente a las variedades Cabrillo (T2) con grados Brix de 6.17 y San Andreas con 6.10 grados Brix.

*Para la variable que estimó el rendimiento por planta, la variedad Cabrillo demostró ser la mejor con un valor de 24.30gr/planta, seguida de la variedad San Andreas (T3) con 22.83gr/planta y la variedad Monterrey (T1) que registro 16.38 gr/planta.

*La variedad Cabrillo (T2) obtuvo frutos con mayor longitud, con un promedio de 3.19cm de longitud, sus frutos fueron los más largos frente a la variedad San Andreas (T3) con 3.19cm de longitud y Monterrey (T1) con 2.71cm de longitud.

* La variedad que presentó la mayor producción total y por planta fue Cabrillo, siendo la variedad con el más alto potencial de rendimiento para una producción comercial.

7.2 Recomendaciones

* Realizar evaluaciones con las tres variedades considerando otros factores a estudiar tales como: densidades de siembra y niveles de ferti-irrigación.

* Verificar la respuesta varietal considerando el mismo sistema semi-hidropónico, en dos ambientes contrastantes, campo e invernadero.

* Realizar la evaluación de nuevas variables como clasificación del fruto en categorías según el mercado y tiempo de vida en percha de este.

* Realizar un análisis de costos de la posible implementación de un sistema semi-hidroponico bajo condiciones de invernadora con proyección comercial.

* Elaborar un plan de fertilización y acción oportuna para cada etapa del cultivo, procurando tener una producción constante durante todo el ciclo de la planta.

* Replicar el ensayo, utilizando practicas culturales que se realizan comercialmente como eliminación de los primeros botones florales y podas de formación y eliminación de estolones previo a la producción.

VII. Referencias Bibliográficas

- Agüero, J., & Kirschbaum, D. (2013). Approaches to Nutrient Use Efficiency of Different Strawberry Genotypes. *International Journal of Fruit Science*, 13, 139-148. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15538362.2012.697047>
- Becerra , C., Robledo, P., & Defilippi, B. (2013). *Cosecha y poscosecha de frutilla*. Chillan: INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7626>
- Bolda , M., Dara, S., Faber , B., Fallon, J., Sanchez, M., & Peterson, K. (2015). *Manual de Producción de Fresa para los Agricultores de la Costa Central*. C DFA. Obtenido de <http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Calderón, F. (2011). *Los sustratos*. Recuperado el 20 de enero de 2021, de http://www.drcaalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual fresa*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14312>
- Chávez , A. (2019). *Evaluación de recubrimientos naturales y fungicidas para el control postcosecha de mohos en mora (Rubus laciniatus var. Brazos) y Frutilla (Fragaria x ananassa)*. Quito: Unievrnsidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8363/1/143065.pdf>
- Chirinos, H. (2012). *Fertilización de Fragaria ananassa*. Recuperado el 12 de febrero de 2021, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0)
- Dominguez , P. (2012). *Evaluación agronómica de selecciones avanzadas del Programa Nacional de Mejora Genética de Fresa (Fragaria x ananassa Duch.), en diferentes sistemas de cultivo y valoración de parámetros de calidad del fruto*. Córdoba: Universidad de Córdoba. Obtenido de <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/8275/2012000000639.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO. (2011). *Cultivos Fresas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
- FAOSTAT. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Folquer , F. (1986). La frutilla o fresa. En *Estudio de la planta y su producción comercial*. Argentina: Hemisferio Sur.
- Galárraga, I. (2015). *Evaluación de niveles de fertilización en el cultivo de frutilla (Fragaria x ananassa) en Puenbo – Pichincha*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5639/1/122859.pdf>

- García , C., Alcántar , G., Cabrera, R., Gavi, R., Volke, H., & . (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra Latinoamericana*, 19(3), 249-258. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319306.pdf>
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponia*. Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología Andes. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>
- Guzmán , A. (2021). *Evaluación de un sistema semi hidropónico utilizando dos tipos de sustrato frente a un sistema convencional en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (var. Albión) bajo condiciones de invernadero*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Hidroponicsystems. (s.f.). *Cultivo de fresa en invernadero mediante sistemas hidropónicos*. Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://hydroponicsystems.eu/es/cultivo-de-fresa-en-invernadero-mediante-sistemas-hidroponicos/>
- Ibadango, F. (2017). *Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca* L.), en la granja experimental Yuyucohca, Imbabura*. Universidad Técnica del Norte: Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6405/1/03%20AGP%20211%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Llumiquinga , P. (2017). *Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne; variedad albión*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9674/1/T-UCE-0004-17.pdf>
- Mejía , D. (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* . El Ángel.
- Morales, C., Riquelme , J., Pedreros , A., Uribe, H., Hirzel, J., France, A., & Abarca, P. (2017). *Manual de manejo agronomico de la Frutilla*. Chilla: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6713>
- Parra, E. (2018). *Producción y comercialización de frutilla (*Fragaria sp*) en la parroqui Yaruquí, cantón Quito, Provincia de Pichincha*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8658/1/03%20AGN%20041%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Peres, N., Price, J., Stall, W., Chandrer, C., Olson, S., Taylor, T., & Smith , S. (2010). *Strawberry production in Florida*.
- Pérez, L. (2018). *Inducción de la floración en fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad albión, mediante la aplicación de extracto de sauce (*Salix humboldtiana*) y agua de coco (*Cocos**

- nucifera L.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28651/1/Tesis-212%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20605.pdf>
- PROMIX. (2020). Recuperado el 20 de enero de 2021, de https://www.pthorticulture.com/media/3509/pth_pro_promix_edibles_2019_esp.pdf
- Quishpe, J. (2013). *Evaluación de la respuesta de la frutilla (Fragaria dioica.) al sistema de cultivo semihidropónico en el Quinche-Pichincha 2012*. Universidad Politécnica Salesiana: Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>
- Rea, L. (2012). *Análisis del rendimiento de la fresa (Fragaria chiloensis L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semihidropónico en la parroquia Salinas provincia del Imbabura*. El Ángel: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/rea-luis-omar-2012tesis-sustratos-fresa.html>
- Rodríguez, J. (2019). *Aplicación de diferentes niveles de quitosano en el manejo post-cosecha de la chirimoya (annona cherimola)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/13479/1/27T0417.pdf>
- Salinas, C. (2015). *Proyecto de producción y comercialización de frutilla orgánica en la ciudad de Ambato*. Quito: Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/12867/1/Salinas%20Freire%2C%20Catali>
- Sanchez , C. (2004). *Hidroponia paso a paso. Cultivo sin tierra*. Lima: Ripalme.
- Sánchez, O. (2018). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito: Giro Creativo.
- Shaw et al. (2009). *United States Plant Patent* . Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/f1/b1/d0/32e9860be00648/USPP19767.pdf>
- Shaw et al. (2016). *United States Plant Patent*. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/cc/b1/5d/5854bbe4fe0be0/US20160227687P1.pdf>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2021). Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>
- Tarquino, R. (2018). *Evaluacion agronomica de la produccion vertical del cultivo hidroponico de frutilla (Fragaria sp.) con dos densidades en carpa solar en el Centro Experimental Cota Cota*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18365/T-2541.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Telechana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pascuas*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de

- <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20557.pdf>
- Tropicos. (2020). *Fragaria × ananassa Duchesne ex Rozier*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <http://legacy.tropicos.org/Name/100355015>
- Tustón , R. (2012). *Sistematización de experiencias del cultivo de frutilla, para la Sierra norte de Pichincha*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3759/6/UPS-YT00195.pdf>
- Verdugo, W. (2011). *Introducción de dos variedades de fresa (fragaria vesca) y técnica de*. Ambato: Universidad de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1677/1/tesis-004%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20prod.%20de%20flores%20y%20Frut.....pdf>
- Villagran , V., Legarraga, M., & Zschau, B. (2013). *Establecimiento del cultivo de la frutilla*. Chillan: INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7617>
- Villagran, D. (1994). *El cultivo de la frutilla*. Chile: Ministerio de Agricultura de Chile.
- Zaragoza , R. (2013). *Evaluación de Técnicas Hidropónicas de Producción en el Cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa) Bajo Invernadero*. Saltillo: Centro de Investigación en Química aplicada. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/67/1/Tesis%20MAP%20Ramon%20Donovan%20Zaragoza%20Nieto%20Dic%2018%202013.pdf>

IX. Anexos

Anexo A: Datos de las Variables

Anexo A1. Altura de la planta a los 15 días

BLOQUE						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1	3.79	3.18	6.28	2.67	15.92	3.98
T2	7.30	5.83	9.18	10.42	32.73	8.18
T3	8.11	7.50	10.76	9.45	35.82	8.96
						7.04

Anexo A2. Altura de la planta a los 30 días

BLOQUE						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1	17.93	17.25	14.29	15.68	65.15	16.29
T2	19.86	18.35	20.49	19.46	78.16	19.54
T3	23.72	20.78	25.29	25.85	95.64	23.91
						19.91

Anexo A3. Altura de la planta a los 45 días

BLOQUE						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1	28.73	26.94	32.97	33.14	121.78	30.45
T2	26.77	23.83	27.57	27.91	106.08	26.52
T3	31.68	29.67	30.47	29.10	120.92	30.23
						29.07

Anexo A4. Días a la floración

CURVA DE CRECIMIENTO			
TRATAMIENTO	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS
T1 MONTERREY	3.98	16.29	30.45
T2 CABRILLO	8.18	19.54	26.52
T3 SAN ANDREAS	8.96	23.91	30.23

Anexo A5. Rendimiento total por variedad

BLOQUE						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	2.38	2.21	1.32	1.98	7.89	1.97
T2 CABRILLO	8.05	6.26	3.11	7.11	24.53	6.13
T3 SAN ANDREAS	5.48	6.34	6.07	4.70	22.59	5.65
						4.58

Anexo A6. Grados Brix

TOTAL GRADOS BRUX 3 SEMANAS						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	6.38	5.98	7.26	8.35	27.97	6.99
T2 CABRILLO	5.43	5.99	6.43	6.84	24.69	6.17
T3 SAN ANDREAS	5.75	5.22	6.84	6.57	24.39	6.10
						6.42

Anexo A7. Rendimiento por planta

TOTAL GRAMOS PLANTA 3 SEMANAS						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	16.58	12.25	16.57	20.13	65.53	16.38
T2 CABRILLO	21.92	22.67	32.03	20.57	97.19	24.30
T3 SAN ANDREAS	22.87	22.97	21.75	23.69	91.28	22.82
						21.17

Anexo A8. Longitud de fruto

TOTAL LONGITUD 3 SEMANAS						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	2.93	2.51	2.39	3.02	10.85	2.71
T2 CABRILLO	3.31	3.08	3.48	2.90	12.76	3.19
T3 SAN ANDREAS	3.21	3.02	3.04	3.48	12.76	3.19
						3.03

Anexo A9. Diámetro de fruto

TOTAL DIAMETRO 3 SEMANAS						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	2.35	1.98	2.02	2.51	8.87	2.22
T2 CABRILLO	2.61	2.46	2.56	2.60	10.23	2.56
T3 SAN ANDREAS	2.64	2.52	2.56	2.82	10.54	2.63
						2.47

Anexo A10. Numero de frutos por planta

TOTAL FRUTOS POR PLANTA 3 SEMANAS						
TRAT	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
T1 MONTERREY	1.28	0.95	1.22	1.50	4.95	1.24
T2 CABRILLO	1.58	1.72	1.97	1.67	6.94	1.74
T3 SAN ANDREAS	1.65	1.71	1.63	1.52	6.51	1.63
						1.53

Anexo B: Manejo del experimento

Anexo B1: Armado de las estructuras del sistema semi-hidropónico



Anexo B2: Colocación del sustrato**Anexo B3: Instalación de cintas de goteo en el sistema**

Anexo B4: Desarrollo floral de las plantas evaluadas