

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Evaluación de tres variedades de frutilla (*fragaria x ananassa*) en un sistema de cultivo semihidropónico en Puembo - Pichincha

Mario Daniel Ruiz Castro

Ingeniería en Agronomía

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

Quito, 20 de enero del 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Evaluación de tres variedades de frutilla (*fragaria x ananassa*) en un sistema de cultivo semihidropónico en Puenbo - Pichincha

Mario Daniel Ruiz Castro

Nombre del profesor, Título académico

Mario G. Caviedes Cepeda, PhD.

Quito, 20 de enero del 2022

© 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: Mario Daniel Ruiz Castro

Código: 00139555

Cédula de identidad: 2100403456

Lugar y fecha: Quito, 20 de enero del 2022

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UNPUBLISHED DOCUMENT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 mis padres, Mario y Verónica, por todo su apoyo moral y financiero durante mis estudios y por haberme permitido educarme en la USFQ. Siempre supieron prestarme de su tiempo.

A mis profesores de la carrera de Ingeniería en Agronomía: Mario, Carlos, Gaby, Antonio, Christian, María, Diego y Victoria, junto con mis demás profesores de la USFQ que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo.

A mis hermanas, mi tía Gabriela y mi primo Santiago, por su ayuda en diversos trabajos durante la carrera.

Al personal de la Granja USFQ: Víctor, Darío, Cristian, Sixto y mi colega, Sebastián, que con su ayuda este trabajo salió adelante.

A Ayllyn, por todo su apoyo y amistad.

RESUMEN

La fresa es una fruta con una amplia cantidad de nutrientes y con un sabor muy agradable, pero su valor, sobre todo, radica en sus características antioxidantes y por su elevado contenido en vitamina C. En el mundo, su cultivo está ampliamente extendido, teniendo que en América los principales países productores son Estados Unidos y México. En Ecuador su cultivo ha tomado mayor importancia en años recientes, la fruta forma parte de la canasta básica familiar. Sin embargo, se la cultiva principalmente de manera convencional, en el suelo, con varios problemas relacionados al monocultivo como la degradación del suelo y la mayor incidencia de plagas, enfermedades y nematodos que atacan al cultivo, lo cual se traduce en pérdidas para el agricultor. Una mejor alternativa para la producción de fresa es el cultivo semihidropónico, que presenta importantes ventajas sobre el sistema convencional. El experimento se sembró bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, en donde se evaluó el rendimiento, cantidad de frutos, tamaño del fruto (longitud y diámetro) y los grados Brix de tres variedades comerciales de fresa en cultivo semihidropónico bajo condiciones de invernadero: Monterrey, San Andreas y Cabrillo. La variedad Monterrey fue la más productiva en cuanto a rendimiento y cantidad de frutos por planta. Por otro lado, la variedad San Andreas presentó las mejores características en cuanto a tamaño del fruto y cantidad de grados Brix. El sistema semihidropónico utilizado con el sustrato Sustrafresa fue eficiente para el manejo agronómico del cultivo en las diferentes características evaluadas y especialmente, en el rendimiento de las tres variedades.

Palabras clave: fresa, semihidropónico, sustrafresa, variedades, rendimiento, grados brix.

ABSTRACT

The strawberry is a fruit with a large amount of nutrients and a very nice flavor, but its value, above all, lies in its antioxidant characteristics and its high content of vitamin C. In the world, its cultivation is widespread. In America the main producing countries are the United States and Mexico. In Ecuador its cultivation has become more important in recent years, the fruit is part of the basic family basket. However, it is mainly cultivated in a conventional way, on the ground, with several problems related to monoculture such as soil degradation and the higher incidence of pests, diseases and nematodes that attack the crop, which translates into losses for the farmer. A better alternative for strawberry production is semi-hydroponic cultivation, which has important advantages over the conventional system. The experiment was planted under a Completely Random Block Design, with three treatments and four repetitions, where the yield, number of fruits, fruit size (length and diameter) and Brix degrees of three commercial strawberry varieties were evaluated in semi-hydroponic cultivation under greenhouse conditions: Monterrey, San Andreas and Cabrillo. The Monterrey variety was the most productive in terms of yield and number of fruits per plant. On the other hand, the San Andreas variety presented the best characteristics in terms of fruit size and number of Brix degrees. The semi-hydroponic system used with the Sustrafresa substrate was efficient for the agronomic management of the crop in the different characteristics evaluated and especially in the yield of the three varieties.

Keywords: strawberry, semi-hydroponic, sustrafresa, varieties, yield, brix degrees

Tabla de Contenidos

I. Introducción.....	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Justificación.....	11
II. Marco teórico.....	13
2.1 Taxonomía.....	13
2.2 Botánica del cultivo.....	13
2.2.1 Raíz.....	13
2.2.2 Tallo.....	14
2.2.3 Hojas y estolones	14
2.2.4 Flores	14
2.2.5 Frutos	15
2.3 Sistema de cultivo semihidropónico	15
2.3.1 Sustrato	16
2.4 Manejo agronómico del cultivo.....	17
2.4.1 Preparación del suelo y siembra	17
2.4.2 Fertilización y riego.....	18
2.4.3 Labores culturales.....	19
2.4.4 Plagas y enfermedades.....	19
2.4.5 Cosecha y Post cosecha	22
III. Objetivos e hipótesis.....	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
3.3 Hipótesis.....	23
IV. Materiales y métodos	23
4.1 Ubicación del experimento.....	23
4.2 Material biológico	23
4.2.1 Variedad Monterrey.....	24
4.2.2 Variedad Cabrillo	24
4.2.3 Variedad San Andreas	25
4.3 Material usado en el sistema semihidropónico	25
4.3.1 Invernadero	25
4.3.2 Estructura del sistema semihidropónico	25
4.4 Método estadístico.....	26
4.4.1 Diseño experimental	26
4.4.2 Unidad experimental.....	26

4.4.3	Tratamientos	27
4.4.4	VARIABLES EVALUADAS	27
V.	Resultados	28
5.1	Rendimiento de 10 plantas muestreadas	28
5.2	Número de frutos por planta, de 10 plantas muestreadas.....	30
5.3	Longitud del fruto.....	31
5.4	Diámetro del fruto	32
5.5	Cantidad de sólidos solubles (grados Brix).....	33
VI.	Discusión	34
VII.	Conclusiones y recomendaciones.....	37
7.1	Conclusiones	37
7.2	Recomendaciones.....	38
VIII.	Referencias.....	38
IX.	Anexos	47

Índice de Tablas

Tabla 1.	Distribución de las unidades experimentales en el experimento	27
Tabla 2.	ANOVA de la variable rendimiento (g) de 10 plantas muestreadas.....	28
Tabla 3.	ANOVA de la variable número de frutos de 10 plantas muestreadas.	30
Tabla 4.	ANOVA de la variable longitud (cm) de los frutos.....	31
Tabla 5.	ANOVA de la variable diámetro (cm) de los frutos.	32
Tabla 6.	ANOVA de la variable grados Brix de los frutos.	33
Tabla 7.	Prueba de significancia estadística Tukey de la variable grados Brix.....	33

Índice de Gráficos

Gráfico No. 1.	Rendimiento (g) de 10 plantas muestreadas.	29
Gráfico No. 2.	Cantidad de frutos producidos por las plantas muestreadas.	30
Gráfico No. 3.	Longitud promedio (cm) de los frutos.	31
Gráfico No. 4.	Diámetro promedio (cm) de los frutos.....	32

I. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La fresa es un cultivo ampliamente extendido a nivel mundial y en el país su producción se ha centrado en la zona templada, en altitudes que van desde los 1900 a 2600 msnm (Galárraga, 2015). En el mundo, la fresa es una especie muy cultivada alcanzando una superficie de 228.146 hectáreas y su producción alcanzó los 3 millones de toneladas métricas para el año 2011. En el país, el cultivo de fresa ha tomado más presencia y la fruta ahora se constituye como parte de los productos de la canasta familiar. La producción del cultivo se concentra en la Sierra, siendo las provincias de mayor importancia Pichincha, Imbabura y Tungurahua, las cuales en conjunto superan las 400 hectáreas sembradas del cultivo y su producción abastece la demanda nacional, existen reportes de que apenas el 12% de los productores exportan sus productos (Parra, 2018).

Según investigaciones realizadas desde hace algunos años, el cultivo de fresa es rentable siempre y cuando se lo maneje adecuadamente, sin embargo, existió una disminución en la producción de la fruta debido a los cambios climáticos desfavorables que provocaron una mayor incidencia de plagas y enfermedades, lo que llevó a que los productores gasten más en insumos agrícolas especialmente en agroquímicos, elevando sus costos; además de los problemas de comercialización que la fruta posee (Tustón, 2012).

Según datos actuales, para el 29 de diciembre del 2021 el precio al productor por el kilogramo de fresa fue de \$1.76 (Sistema de Información Pública Agropecuaria, 2021). En la página web de la empresa Horgania, especializada en productos orgánicos, el precio del kilogramo de fresa es de \$3,50 (Horgania, 2022); en Supermaxi, a través de la página web de Rappi, el precio de los 450g de la fresa de calidad “extra grande” es de \$2,24, mientras que los 500g de una fresa de calidad “mediana” tiene un precio de \$1,13 (Rappi, 2022).

El cultivo de fresa en Ecuador se ve afectado principalmente por las plagas de áfidos (*Chaetosiphon fragaefolii*), ácaro o arañita roja (*Tetranychus urticae*), trips (*Frankliniella*

occidentalis). En cuanto a enfermedades, las principales afecciones a este cultivo son la pudrición gris (*Botrytis cinérea*), el oídio (*Sphaeroteca macularis*) y la pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*) (Llumiyinga, 2017).

1.2 Justificación

Las fresas son frutos con bajo contenido energético, principalmente constituidos por hidratos de carbono, entre ellos: fructosa, glucosa y xilitol. Sin embargo, son fuentes de vitamina C, con un porcentaje superior que el de la naranja. Una ración media de fresas, 150 g, contiene 86 mg de vitamina C, mientras que una naranja mediana, 225 g, contiene 82 mg. Las fresas contienen una gran cantidad de ácidos orgánicos, de los cuales resaltan: ácido cítrico, ácido málico y oxálico. El color de las fresas es dado por unos pigmentos vegetales denominados flavonoides, también conocidos como antocianinas, debido a su contenido las fresas se constituyen como uno de los alimentos con mayor capacidad antioxidante que existen; además de las antocianinas, la capacidad antioxidante de la fresa es dada también por la cantidad de polifenoles y de vitamina C, que protege a las células del daño oxidativo (Fundación Española de la Nutrición, 2011).

La problemática correspondiente a la conservación del ambiente y a la protección de los suelos debido al impacto de la agricultura ha llevado a que, actualmente, los cultivos en sistemas hidropónicos tomen mayor fuerza y se conviertan en una alternativa cada vez más llamativa para los agricultores, pues, de las ventajas que tienen dichos sistemas de producción se tiene nos permiten generar una mayor producción por plantas o por volumen ya que se aprovecha de mejor manera el uso de recursos. Al utilizar sustratos y no suelo agrícola, los cultivos crecen libres de bacterias, nematodos, hongos, contaminación y otros microorganismos que afectarían en la salud y consecuente producción del cultivo. Otra ventaja es que los cultivos hidropónicos es que permiten una mayor mecanización del sistema

productivo y, de las más importantes, evitan la erosión de los suelos debido al monocultivo (Albuja, Andrade, Lucano y Rodríguez, 2021).

La fertirrigación es la aplicación de fertilizantes a través del agua de riego, permite alcanzar aumentos importantes en la producción debido a que tanto el agua como los nutrientes son entregados a la planta de manera óptima y controlada, para que de esta forma ambos recursos, agua y nutrientes, no sean desaprovechados. El riego por goteo constituye en una opción económicamente viable, técnicamente factible y, ecológica, para manejar de forma adecuada la nutrición y suplir con los requerimientos hídricos del cultivo de manera eficiente y eficaz; se ha demostrado que el empleo de sistemas de riego por goteo incrementa las producciones entre un 16% y 38% según reportes de varios países (Morales, 2016).

México es uno de los principales países productores de fresa en América, teniendo que para el año 2018 produjeron 207 millones de toneladas. Según datos de diciembre de 2021 el precio mínimo del kilogramo de fresa fue de 96 pesos mexicanos y el máximo fue de 106 pesos mexicanos, lo que se traduce en \$4,71 y \$5,20, respectivamente (SMATTCOM, 2021). Un referente productor de fresa en Europa es España, cuyo precio del kilogramo de fresa entre los años 2019 y 2020 osciló los 1,21 euros, lo que se traduce en \$1,37/kg; un mercado importante para los españoles es el mercado alemán en el cual, para el mismo periodo, el kilogramo de fresa alcanzó los 6 euros, siendo \$6,82/kg (Valencia Fruits, 2021).

Por último, es importante utilizar materiales biológicos certificados, que posean buenas características en cuanto a rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. Es por ello que las variedades seleccionadas para este experimento fueron variedades que se comercializan en el país, registran buenos datos productivos en sistemas de cultivo tradicional y, bajo la certificación de la empresa Ecuagroimport S. A., dichos materiales poseen resistencia a diferentes afecciones del cultivo.

II. Marco teórico

2.1 Taxonomía

Dominio: Eucariota

Reino: Plantae

Filo: Spermatophyta

Sub filo: Angiospermae

Clase: Dicotiledónea

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria x ananassa* (Centre for Agricultural Bioscience International, 2019)

2.2 Botánica del cultivo

Las fresas son plantas herbáceas de crecimiento bajo y poseen un sistema radicular fibroso y una corona de la cual emerge la parte aérea de la planta. El género *Fragaria* es parte de la familia botánica de las rosáceas (Rosaceae). Son plantas originarias del hemisferio norte y sus cultivares son extensamente producidos en diversas regiones alrededor del mundo (Petruzzello, 2020).

2.2.1 Raíz

Las raíces crecen a una profundidad entre los 0,3 y 0,4 m. en el suelo, encontrándose el 75% de las raíces activas en los primeros 0,15 m. La temperatura ideal del suelo para el óptimo desarrollo del sistema radicular y de la planta es a 12 °C, es por ello que en ciertas regiones se suele cubrir el suelo con plástico, para poder incrementar la temperatura del suelo (Bolda, Surendra, Fallon, Sánchez y Peterson, 2015).

2.2.2 Tallo

El tallo de la fresa es un tallo pequeño y delgado denominado corona, En el ápice posee un meristemo del cual surgen raíces y, en una estructura diferenciada, brotes que posteriormente formarán hojas y estolones. De esta corona, pueden surgir nuevas “coronas” denominadas coronas ramificadas, capaces de producir sus propias inflorescencias (Barclay, 2002).

2.2.3 Hojas y estolones

Las hojas se encuentran distribuidas a manera de roseta y están insertadas en la corona. Son pinnadas o palmadas y se encuentran compuestas por tres folíolos, sus bordes son aserrados, son de color verde oscuro y poseen estípulas de color rojizo en su base. Tienen un gran número de estomas, razón por la cual, son sensibles a la falta de humedad. Los estolones son brotes alargados y delgados, rastreros, cuya formación tienen origen en las yemas axilares de las hojas provenientes de la base de la corona. De manera general, el primer nudo es latente, pero puede originar otro estolón más pequeño. En el extremo de los estolones se forman rosetas de hojas, las cuales si mantienen contacto con el suelo pueden formar raíces dando paso a la formación de una nueva planta hija, con las mismas características genéticas que la madre (Altamirano, 2004)

2.2.4 Flores

Las flores son inflorescencias en racimo, perfectas o hermafroditas, surgen de una yema terminal de la corona o también de yemas axilares de las hojas. La ramificación de las flores puede ser basal o distal, teniendo en el primer caso varias flores de tamaño similar y, en el segundo, existe una flor primaria o terminal junto con varias flores secundarias de tamaños menores. La corola se encuentra formada por cinco pétalos blancos y con cinco sépalos en su cáliz (Tonelli, 2010).

2.2.5 Frutos

Los frutos son considerados “frutos accesorio” y se denominan aquenios, en su superficie, lo que comúnmente llamamos como “semillas” en realidad son los verdaderos frutos, en cuyo interior se encuentran sus semillas reales, las cuales son muy diminutas. Los frutos de la fresa no son climatéricos y existe una relación entre el tamaño de la flor y el tamaño del fruto. La forma y el tamaño de los frutos son características varietales, sin embargo, factores ambientales y la posición de la inflorescencia sí pueden afectar dichas características (Lauricella, 2020).

2.3 Sistema de cultivo semihidropónico

Los cultivos hidropónicos son aquellos en los cuales no se emplea el uso de suelo para el crecimiento y desarrollo de las plantas y en donde los elementos nutritivos son suministrados en soluciones líquidas, de acuerdo a los requerimientos del cultivo (Izquierdo, 2003). La hidroponía tiene su origen en los años 1600, cuando el científico irlandés Robert Boyle crea la idea de crecer plantas en agua y no es hasta el siglo XVIII cuando el científico alemán Justus Von Liebig aporta la idea del empleo de sales minerales absorbibles por las plantas para su uso en la agricultura. En años siguientes, se descubriría que las plantas pueden cultivarse en medios inertes humedecidos con soluciones nutritivas, originando la nutricultura, llevando así a que se comience el desarrollo de diversas formulaciones nutricionales básicas como la presentada por Hoegland en 1915. A comienzos de 1930, Gericke, profesor de la Universidad de California acuñaría el término “hydroponic” derivado de las palabras griegas “hidro” que se refiere a agua y de “ponos” que significa labor (Asociación Hidropónica Mexicana, 2019). La hidroponía utiliza diferentes métodos para ser llevada a cabo el proceso de producción, de esta forma, tenemos sistemas de producción en solución nutritiva, sistemas de producción expuestos al aire y sistemas de producción en sustrato, siendo este último el método de interés para esta investigación. Los sistemas de

producción en sustrato son conocidos como sistemas semihidropónicos ya que el cultivo no crece netamente en un medio líquido, sino que requiere de algún sustrato que reemplace al suelo (INTAGRI, 2017).

2.3.1 Sustrato

El sustrato es un material sólido de origen natural o sintético, diferente del suelo agrícola, que al ser colocado en una bolsa o recipiente de manera pura o mezclada, permite el desarrollo del sistema radicular de la planta y el crecimiento del cultivo; puede tener intervención en la nutrición de la planta o no. El sustrato tiene las funciones de sostén y para el anclaje de la planta, retención de humedad, drenaje de agua y otras sustancias, aireación y absorción de nutrientes para que de esta forma la planta pueda garantizar su desarrollo con normalidad, como si de suelo se tratase. Los sustratos más comunes utilizados en semihidroponía son: arena, perlita, fibra de coco, turbas y lana de roca (INTAGRI, 2017).

En este experimento se utilizó el sustrato “Sustrafresa” de la empresa Ecuagroimport S. A., el cual consiste en una mezcla de cascarilla de arroz, compost de corteza de pino y fibra de coco.

La cascarilla de arroz es un sustrato que posee una tasa de descomposición sumamente lenta debido a sus altos contenidos de silicio, al inicio presenta problemas para lograr un humedecimiento homogéneo y uniforme cuando es usado singularmente. Es un sustrato muy liviano, con una densidad de 0,12 kg/l. Para un adecuado uso de la cascarilla de arroz como sustrato, se deben realizar fermentaciones correctas que permitan el lavado total de almidones residuales que pueden influir en la producción (Telenchana, 2018). Por otra parte, la corteza de pino es un residuo forestal al cual desde hace muchos años se le ha encontrado utilidad como sustrato para jardines, viveros y cultivos hidropónicos una vez que la materia vegetal se encuentre bien descompuesta, pues posee ciertos componentes químicos que pueden causar problemas a las plantas que se van a cultivar en él. Para obtener una

corteza de pino de calidad, se deben cortar los trozos de madera en chips de entre 1 y 2 centímetros, a estos se los debe mezclar con estiércol vacuno y desechos vegetales para, posteriormente, dejar fermentar (Flor de Planta, 2014).

Por último, la fibra de coco es un material cuyo origen ocurre en el desfibrado de la nuez de coco, procedente del mesocarpio de esta. Este subproducto se compone de fibras largas y otras más cortas, con polvo, lo cual le da un aspecto parecido al de la turba. Posee buenas propiedades físicas como sustrato en características de retención de agua/humedad y aireación, además de poseer un elevado contenido de potasio y un bajo contenido de calcio. Su degradación es lenta, por lo que puede ser usado durante un período de tiempo prolongado antes de ser reemplazado (Cerqueda, Zarate y Masaguer, s/f).

2.4 Manejo agronómico del cultivo

2.4.1 Preparación del suelo y siembra

Se debe realizar un análisis de suelos en el sitio de cultivo seis meses antes de la plantación para determinar los requerimientos en cuanto a fertilizantes a ocupar. El pH del suelo y para sustratos, para una máxima disponibilidad de nutrientes para las plantas, debe estar entre 6,0 y 6,5 (Lantz, Swartz, Demchak, & Frick, 2011). Para sustratos e hidroponía se recomienda mantener una conductividad eléctrica entre 1,5 y 2 mS/cm (Molina, 2018). Las fresas toleran suelos de textura muy variada, siendo los más recomendados los suelos francos y con buen drenaje. Las plantas de fresa son plantas con una buena cantidad de masa foliar, por ello se recomienda sembrar las plantas en una distribución tresbolillo a 12,5 cm entre plantas y 15 cm entre hileras (Boeckmann, 2022).

En cuanto al riego, las plantas de fresa requieren de una humedad constante, pero no excesiva, por ello los riegos deben darse de acuerdo a las condiciones climáticas del ambiente, el tipo de suelo o sustrato en donde están sembradas, variedad que se está cultivando y método de riego; considerando estos factores, se recomiendan riegos de 3 a 5

veces por semana, cambiando su frecuencia durante el día en el que se decida regar variará de acuerdo a la temperatura del ambiente, principalmente (PORAIN Tecnología Agrícola, 2020).

2.4.2 Fertilización y riego

Cuando se aplican los nutrientes inorgánicos por fertirrigación, las soluciones nutritivas deben aplicarse de una a dos veces por semana durante los ciclos de riego rutinarios. En cuanto a los nutrientes, de manera general, se recomienda la aplicación de 30 kg de nitrógeno en las formas de 10-20-20 o 19-19-1 por cada acre (4046,85 m²), el fósforo es un nutriente que la planta requiere en menor cantidad y por ello se recomienda aplicaciones de 5 kg por acre. El potasio es un nutriente muy importante ya que está relacionado al aroma de los frutos, pues grandes cantidades del nutriente son transportadas por todo el fruto durante la maduración, es por ello que se recomiendan soluciones para fertirrigación con productos como 9-15-30 o 4-10-40 unas semanas antes de la maduración de los frutos (Lantz, Swartz, Demchak y Frick, 2011).

El calcio es otro nutriente importante para la planta, pues está relacionado con la firmeza de los frutos. El calcio es un nutriente que se encuentra en el agua de riego y, por lo tanto, es suministrado junto con el riego. Las deficiencias de este nutriente suele ocurrir debido al mal manejo de la humedad en la planta, sobre todo en las raíces; sin embargo, de ser necesario se recomienda aplicar Nitrato de Calcio como una fuente de nitrógeno y calcio para la planta (Lantz, Swartz, Demchak y Frick, 2011).

En otros estudios, se especifica una dosis de nutrientes para las fresas cultivadas en el suelo, teniendo que se deben aplicar entre 200 y 300 kg/ha de nitrógeno, de 200 a 300 kg/ha de fósforo en de P₂O₅, 300 a 400 kg/ha de potasio en la forma de K₂O, 40 a 60 kg/ha de magnesio, 100 a 150 kg/ha de calcio y entre 40 y 60 kg/ha de azufre. Para fresas en semihidroponía, se recomienda la aplicación de las siguientes soluciones nutritivas: Henion y

Veschanbre (1997), Furlani y Fernández (2004), Morales (1999) y Molina (2012) (Molina, 2018).

2.4.3 Labores culturales

Las labores culturales abarcan ciertas prácticas correspondientes al cuidado del cultivo, una vez establecido. Entre ellas se encuentran la manipulación y cuidado de las coberturas, sin embargo, como en este experimento se optó por un sistema de cultivo semihidropónico, las labores culturales que más nos interesan son aquellas referentes a las podas y al control de malezas.

Las podas que se realizan en el cultivo de fresas son las podas de estolones y de las hojas. Los estolones limitan la producción de las plantas, pues la planta presenta una respuesta al crecimiento vegetativo, disminuyendo la producción de frutos y la formación de nuevas coronas. En cuanto a la poda de hojas, esta se divide en dos componentes: la poda baja que corresponde a la eliminación de hojas basales y de todas las yemas de nuevas inflorescencias sin dañar la corona, esta poda se realiza cuando la planta presenta enfermedades o exceso de vigor; la poda alta se refiere a la eliminación de hojas viejas o enfermas (Undurraga y Vargas, 2013).

2.4.4 Plagas y enfermedades

2.4.4.1 Plagas

Entre las plagas más importantes tenemos:

Áfidos (*Chaetosiphon fragaefolii*), conocidos como pulgones de la fresa (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2019), son insectos del orden hemíptera que atacan a las hojas de las plantas succionando su savia a lo largo de las nervaduras, especialmente en la base del pecíolo. Son vectores del virus de la fresa (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas, s/f). El control biológico de esta plaga puede darse con el uso de la mosca sirfida y larvas de crisoperla verde. El control químico es dado con aplicaciones de

insecticidas sistémicos y de contacto como: Methomil, Ethion, Malathion y Endosulfan en dosis de 2,5 kg disueltos en 800 l de agua por hectárea, junto con un fijador, Ecuafix u otros, en una dosis de 250 cc por cada 800 l de agua por hectárea (Vizcaino, 2011).

Trips (*Frankliniella occidentalis*), son insectos del orden Thysanoptera y actualmente son una de las plagas que más daños causan en cultivos bajo invernadero. Su daño se refleja en que se alimentan de tejidos vegetales en desarrollo, como yemas apicales y flores, dicho ataque provoca deformaciones en las flores y hojas o que las flores no se abran. En los frutos también se pueden observar deformaciones ocasionadas por el ataque de los trips (Koppert, 2017). El control biológico se puede realizar con chinches piratas (*Orius spp.*) y el control químico se lo puede realizar con Basudin en una dosis de 1,25 l en 800 l de agua por hectárea, junto con fijador Ecuafix en una dosis de 250 cc por cada 800 l de agua por hectárea (Vizcaino, 2011).

Ácaros (*Tetranychus urticae*), comúnmente conocido como araña roja o ácaro rojo, son insectos que predominan durante el verano y una de las mayores causas de pérdidas en cultivos bajo invernadero. Sus larvas, ninfas y adultos se alimentan de la savia de las plantas y suelen vivir en el envés de las hojas, este daño disminuye la tasa fotosintética, aumenta la transpiración de la planta y reduce el crecimiento de las mismas. Un daño del 30% de la superficie foliar puede provocar la pérdida del cultivo. Los adultos y ninfas producen telarañas (Koppert, 2017). Para el control biológico de esta plaga se recomienda el uso de *Phytoseiulus persimilis*, el cual es un ácaro depredador específico de *Tetranychus spp.* Para el control químico aplicar Topaz a una dosis de 2,5 l en 800 l de agua por hectárea, junto con fijador Ecuafix en una dosis de 250 cc por cada 800 l de agua por hectárea (Vizcaino, 2011).

2.4.4.2 Enfermedades

Entre las enfermedades más importantes en el cultivo de fresa encontramos:

Moho gris (*Botrytis cinerea*), es un hongo que recubre al fruto produciéndole ablandamiento y pudrición, su desarrollo óptimo se da en condiciones de alta humedad y bajas temperaturas, además, la excesiva manipulación del cultivo a la hora de cosechar los frutos ocasiona que la enfermedad se propague con mayor facilidad (Vizcaino, 2011).

Oídio (*Sphaerotheca macularis*), en fase sexual, el hongo no causa la muerte del hospedero, pero si consume los nutrientes que la planta requiere para su crecimiento y producción de frutos, además, incrementan la transpiración y respiración provocando que la planta reduzca su crecimiento y la calidad de los frutos que llegara a producir. Los síntomas se originan como manchas circulares de aspecto polvoriento, blancas, en la superficie de las hojas, pero también pueden afectarse tallos, peciolo y frutos (France, s/f).

Pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*), es una enfermedad causada por un oomiceto cuyo principal síntoma es una lesión rojiza café en el centro de las coronas. Estas lesiones se expanden por toda la corona, afectando el flujo del agua en el interior de la planta y el transporte de nutrientes a la parte aérea de la misma. Con la eventual muerte de la corona, el follaje deja de recibir agua y posteriormente, se comienza a marchitar de forma pareja (Undurraga y Vargas, 2013).

Para controlar las enfermedades existen una gama de productos químicos y alternativas biológicas, entre las cuales se destaca el uso de *Trichoderma spp.* en una dosis de 2,5 cc/ l de agua. En cuanto a los productos químicos tenemos el uso de fungicidas de amplio espectro como Proclaraz a una dosis de 400 a 500 ml/ha disueltos en 200 litros de agua o fungicidas sistémicos como Captan 80 (Galárraga, 2015).

En el periodo evaluado las principales plagas que atacaron al cultivo fueron los ácaros (*Tetranychus urticae*), los cuales se controlaron biológicamente con ácaros depredadores de los productos comerciales Spidex y Swirki-Mite, se aplicó un control químico específico para brotes futuros de ácaros. Otra plaga cuya presencia se mantuvo durante todo el experimento

fue el pulgón (*Chaetosiphon fragaefolii*), al no poderse controlar biológicamente se optó por la aplicación de insecticidas sistémicos y selectivos como Cyperpac. La única enfermedad que atacó al cultivo fue la botrytis en los frutos, esta se controló con aplicaciones de *Trichoderma spp.*, Calcio-Boro y algunos fungicidas.

2.4.5 Cosecha y Post cosecha

Es recomendado cosechar los frutos en horas de la mañana, cuando el rocío se haya secado, no se deben cosechar frutos húmedos. Al ser frutos muy sensibles a la manipulación mecánica deben ser tratados con mucho cuidado al momento de ser extraídos de la planta, cortándolos con su cáliz y con aproximadamente 1 cm de pedúnculo. Los frutos cosechados deben estar al menos el 70% del fruto madurado, no se recomienda coleccionar frutos completamente maduros. Los frutos deben ser colocados en recipientes de fondo liso, cuya capacidad de contenido no debe superar el peso de 1 kg, de esta forma se evita aplastar los frutos unos con otros (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2017).

Los recipientes de la fresa no deben estar en contacto con el suelo y, de ser posible, usar los empaques en los cuales se va a vender el producto directamente en la cosecha de los mismos. Las fresas que presentan daños por plagas o enfermedades deben ser separadas en recipientes diferentes, de la misma forma, no se deben mezclar los frutos de diferentes categorías en un mismo empaque ni se deben dejar frutos en el área de cosecha. Las fresas cosechadas no se deben dejar expuestas al sol, deben cubrirse en una zona con sombra o cubierta bajo techo, con buena ventilación hasta el momento de enfriarlas. Por último, una vez finalizada la cosecha se debe refrigerar el producto antes de que transcurran dos horas de haber sido cosechados los frutos, de esta forma se reduce la transpiración de las fresas y la pérdida de humedad y el marchitamiento de las fresas (IICA, 2017).

III. Objetivos e hipótesis

3.1 Objetivo General

Evaluar las características agronómicas y la producción de tres variedades de frutilla bajo condiciones de invernadero bajo un sistema semihidropónico.

3.2 Objetivos específicos

Determinar la productividad y sus componentes de las diferentes variedades en un sistema semihidropónico.

Determinar la calidad de los frutos en base a sus características físicas y su contenido de sólidos solubles de las tres diferentes variedades.

Seleccionar la variedad más productiva y con la mejor calidad de frutos.

3.3 Hipótesis

Las tres variedades de fresa presentan diferentes respuestas en sus características agronómicas bajo condiciones de invernadero en un sistema semihidropónico.

IV. Materiales y métodos

4.1 Ubicación del experimento.

El experimento se ubicó en la provincia de Pichincha, en el sector de Puembo (Ecuador) a una altitud de 2415 msnm., con una temperatura promedio de 24,69 °C y una humedad relativa del 43,84% en la Granja Experimental de la Universidad San Francisco de Quito. El estudio del presente trabajo corresponde al periodo de Agosto - Noviembre del 2021, a los cinco meses de haber iniciado el experimento con la siembra de las plantas.

4.2 Material biológico

Se utilizaron plantas de tres variedades diferentes provistas por la empresa Ecuagroimport S. A. Teniendo un total de 406 plantas de la variedad Monterrey, 398 de la variedad Cabrillo y 401 de la variedad San Andreas; sumando un total de 1205 plantas. Las

siguientes variedades se seleccionaron debido a su aceptación y consumo en el mercado ecuatoriano.

4.2.1 Variedad Monterrey

Las plantas de esta variedad presentan una floración abundante, además de ser plantas sumamente vigorosas. Es una planta de crecimiento rápido y por ello, se recomiendan suelos que posean una temperatura superior a los 12°C, se recomienda sembrarlas a una distancia de 27 cm. entre plantas. Sus frutos son firmes, con una buena vida en percha, tanto su interior como su exterior son de color rojo (EcuAgroimport, 2017). Las fresas de la variedad Monterrey poseen una tolerancia moderada a *Botrytis*, junto con cierto grado de susceptibilidad a Oídio; son sensibles al ataque de ácaros y trips. Se han registrado potenciales de rendimiento de hasta 81 Tm/ha en un período de 9 meses (Agrícola Llahuen, 2014). Los frutos son muy dulces y tienen cualidades que se adaptan a una buena vida en percha y por su vigorosidad son apetecidos en el mercado asiático, especialmente en Japón, Corea y China (Eurosemillas, 2021).

4.2.2 Variedad Cabrillo

La variedad Cabrillo es una variedad que tiene la capacidad de producir varias floraciones, es decir, que puede dar frutos dos o tres veces por temporada, a esta capacidad también se le conoce como reparabilidad (Sysoev, 2014), es de día de neutro, muy similar a la variedad Albión en cuanto a sus características de floración y vigorosidad. Requiere de suelos con temperaturas superiores a los 12°C. Es una variedad con mayor requerimiento de riego. Sus frutos son muy homogéneo, su pulpa y exterior son de un tono rojo medio, muy brillosos y de pulpa firme. Sus tallos son largos y posee cierta tolerancia a Oídio y enfermedades del suelo como *Fusarium* y *Rhizoctonia*. Es muy susceptible al tizón tardío de las hojas (Llahuen Research, 2018). Su productividad se encuentra entre los 1,5 – 2 kg/planta,

para climas templados, sin embargo, se han reportado producciones de hasta 3,7 kg/planta (Garden Lux, 2021).

4.2.3 Variedad San Andreas

Es una variedad “remontante”, igual que el cultivar Cabrillo, de día neutro (moderado), muy precoz y altamente productiva. Sus frutos son homogéneos, de color rojo brillante, su interior es de un color rojo claro, con un muy buen sabor y mucho aroma. Es sensible a la carencia de Boro y requiere de una humedad constante. Es altamente resistente a *Phytophthora* y *Antracnosis* (Eurosemillas, 2021). Las plantas son de tamaño intermedio y de rápido crecimiento vegetal y requiere suelos con temperaturas mayores a los 12°C. En un período de 9 meses se han obtenido producciones de hasta 78 Tm/ha (Villagrán, Legarraga y Zschau, 2013).

4.3 Material usado en el sistema semihidropónico

4.3.1 Invernadero

El techo del invernadero se compuso por plástico pentacapa específico para cultivos de bayas. Las paredes del invernadero se conformaron por sarán blanco para que de esta forma se incremente la cantidad de luz dentro del invernadero. De la totalidad del invernadero se ocuparon 200 metros para el presente experimento.

4.3.2 Estructura del sistema semihidropónico

El sistema semihidropónico se construyó a 1,50 metros del suelo, tuvieron un largo de 9,50 metros y un ancho de 0,60 metros. La estructura consistió en postes de madera sembrados a 0,30 metros de profundidad y colocados a una distancia de 1,50 metros entre postes, en total a lo largo de la estructura se ocuparon siete postes de cada lado. Cada estructura se compuso de dos canaletas horizontales de plástico cuyas dimensiones fueron: 0,20 metros de ancho por 0,20 metros de alto y con una distancia entre canaletas de 0,20 metros. Las canaletas tuvieron un soporte el cual consistió en una serie de carriavacas de

hierro distribuidas a lo largo de las canaletas. Para sujetar la estructura, se templaron cables galvanizados en los extremos de cada estructura. Al final se colocó una porción del sustrato Sustrafresa, se humedeció y se colocó una siguiente porción del sustrato para nivelar (Guzmán, 2021).

4.4 Método estadístico

4.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La prueba de significancia utilizada fue la prueba de Tukey con 5% de significancia; se evaluaron cinco variables considerando como tamaño de muestra diez plantas aleatorias en cada tratamiento, estas fueron: rendimiento, número de frutos producido, largo de los frutos, diámetro de los frutos y grados Brix.

4.4.2 Unidad experimental

El experimento tuvo 12 unidades experimentales, las cuales correspondían a las variedades y a las repeticiones, en los cuales se colocó el sustrato, las líneas de riego y se sembraron las plantas. En cada unidad experimental se sembraron entre 100 y 104 plantas, con una densidad de 406 plantas de la variedad Monterrey, 398 de la variedad Cabrillo y 401 de la variedad San Andreas, dando un total de 1205 plantas. Las plantas de fresa se sembraron en una disposición de tres bolillos a una distancia de 12,5 centímetros entre plantas y 15 centímetros entre hileras.

Las variedades se distribuyeron de manera completamente aleatoria para garantizar buenas estimaciones del error experimental. Las unidades experimentales, correspondientes a los tratamientos, se distribuyeron en cuatro bloques. Se muestra la distribución del ensayo en la siguiente tabla:

Tabla 1. Distribución de las unidades experimentales en el experimento

Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4		
T3	T1	T2	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1

T: Tratamiento

4.4.3 Tratamientos

El ensayo contó con tres tratamientos, los cuales correspondieron a las diferentes variedades estudiadas, estos fueron:

Tratamiento 1: variedad Monterrey

Tratamiento 2: variedad Cabrillo

Tratamiento 3: variedad San Andreas

4.4.4 Variables evaluadas

Se tomaron como muestras a diez plantas de cada unidad experimental, de esta forma se tuvieron 40 plantas por tratamiento, teniendo un total de 120 plantas de los tres tratamientos, en las cuales se evaluaron cinco variables: rendimiento, cantidad de frutos, longitud del fruto, diámetro del fruto y grados Brix.

4.4.4.1 Rendimiento

Se realizó una cosecha semanal en las cuales se cosecharon los frutos en estado de madurez 3 y 4 (75-100% de madurez) y con sépalos y aproximadamente un centímetro de pedúnculo en bolsas de papel enumeradas para cada planta muestra del uno al diez, una funda adicional se utilizó para coleccionar los frutos de las plantas bordes; los frutos de las plantas no muestreadas de la unidad experimental se cosecharon en fundas plásticas, esto para cada unidad experimental. Las cosechas se realizaron en horas de la mañana los días jueves. El peso de los frutos se midió en gramos utilizando una balanza digital.

4.4.4.2 Número de frutos

Se contabilizó el número de frutos producido por cada planta muestra, semanalmente.

4.4.4.3 Longitud de frutos

El largo de los frutos se midió en centímetros, con un decimal, utilizando un calibrador manual o pie de rey, midiendo desde la punta de la fruta hasta los restos del cáliz.

4.4.4.4 Diámetro de frutos

El diámetro de los frutos se midió en centímetros, con un decimal, utilizando el mismo calibrador o pie de rey usado para el largo de los frutos, midiendo a lo ancho de la fruta en su zona central.

4.4.4.5 Grados Brix

Para la medición de los grados Brix se extrajo el jugo de una fresa, de cada planta muestreada, con la ayuda de un cuchillo para realizar un pequeño corte en la zona central de la fruta y con un poco de presión extraer una o dos gotas y que directamente se depositen en el sensor del refractómetro digital utilizado, esperando un par de segundos para que la muestra se estabilice y enseguida realizar la lectura. La medida se realizó usando un decimal.

V. Resultados

5.1 Rendimiento de 10 plantas muestreadas

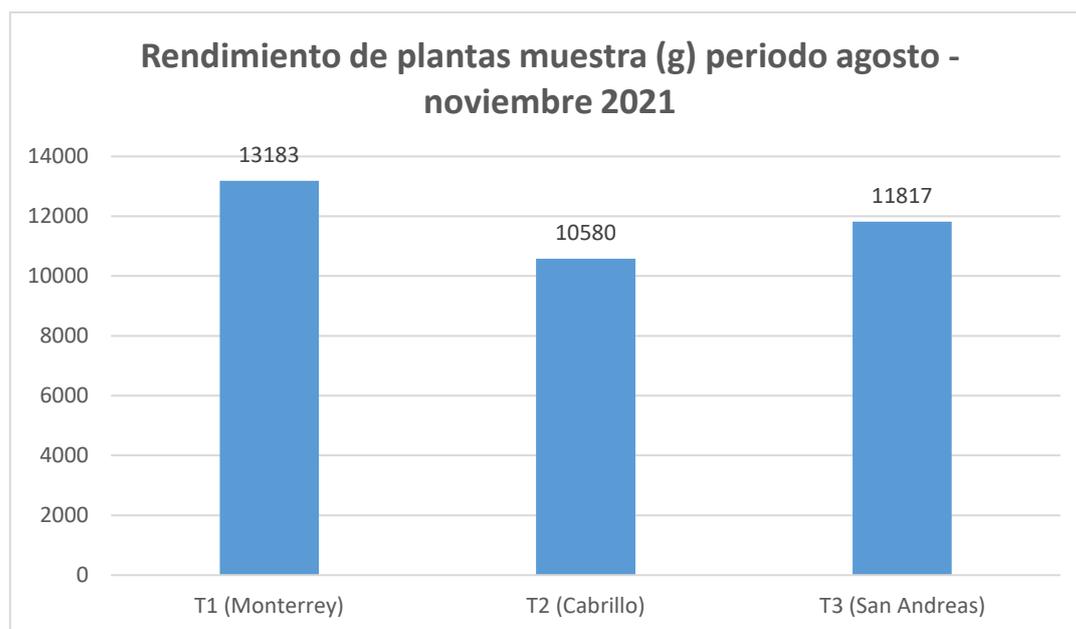
Tabla 2. ANOVA de la variable rendimiento (g) de 10 plantas muestreadas.

ANOVA					
Fv	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Total	11	4126284			
Bloques	3	2509556,67	836518,89	6,53*	4,76
Tratamientos	2	847644,50	423822,25	3,31 ns	5,14
Error	6	769082,83	128180,47		

En el ANOVA (Tabla 2) se observa que existe una diferencia significativa estadística para los bloques, pero no para los tratamientos. Esto indica que no existe una diferencia entre

los rendimientos de las variedades de fresa evaluadas. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 12,07%. El error estándar entre medias (Sy) de 179,01 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 253,16.

Gráfico No. 1. Rendimiento (g) de 10 plantas muestreadas.



Al no existir una significancia estadística se presenta un gráfico para visualizar la tendencia de los rendimientos de las plantas muestreadas durante el periodo de cuatro meses que va de agosto a noviembre del presente año. Se puede apreciar (Gráfico 1) que la variedad Monterrey tuvo un rendimiento de 13283 g, seguida por la variedad San Andreas con 11817 g y por último, la variedad Cabrillo con 10580 g. El rendimiento mensual total de cada variedad se encuentra en el Anexo G.

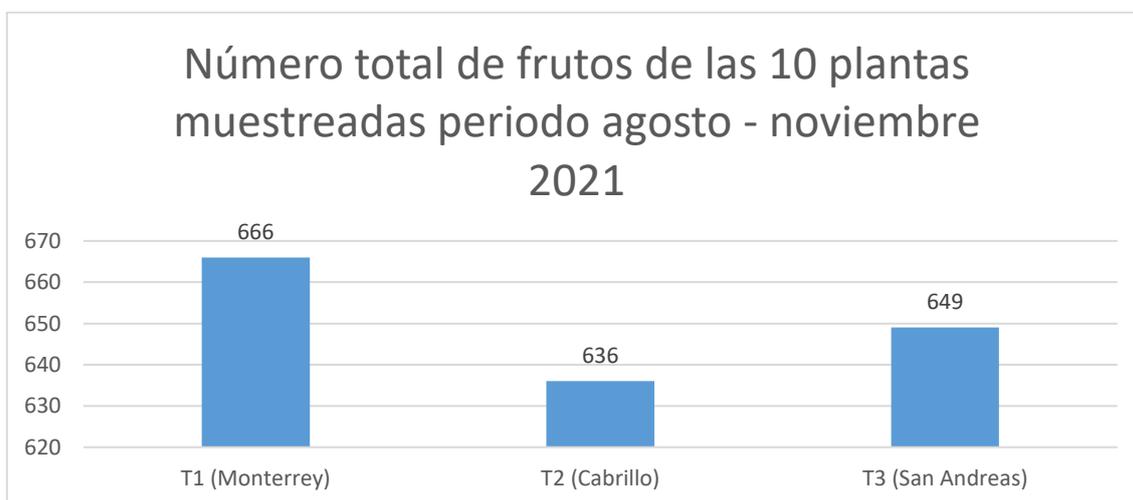
5.2 Número de frutos por planta, de 10 plantas muestreadas

Tabla 3. ANOVA de la variable número de frutos de 10 plantas muestreadas.

ANOVA					
Fv	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Total	11	9680,92			
Bloques	3	6382,92	2127,64	4,01 ns	4,76
Tratamientos	2	113,17	56,58	0,11 ns	5,14
Error	6	3184,83	530,81		

En el ANOVA (Tabla 3) se muestra que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos ni para los bloques, esto indica que la cantidad de frutos producida por las plantas muestreadas de cada variedad y de cada bloque no muestran diferencia estadística. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 14,17%. El error estándar entre medias (Sy) de 11,52 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 16,29.

Gráfico No. 2. Cantidad de frutos producidos por las plantas muestreadas.



En el gráfico 2 se observa que el tratamiento que produjo la mayor cantidad de frutos fue el de la variedad Monterrey con 666 frutos en un periodo de cuatro meses, seguido por la variedad San Andreas con 649 frutos y por último, la variedad Cabrillo con 636 frutos. Al no

existir una diferencia estadística significativa entre tratamientos ni entre bloques, en el ANOVA, las variedades produjeron un número similar de frutos.

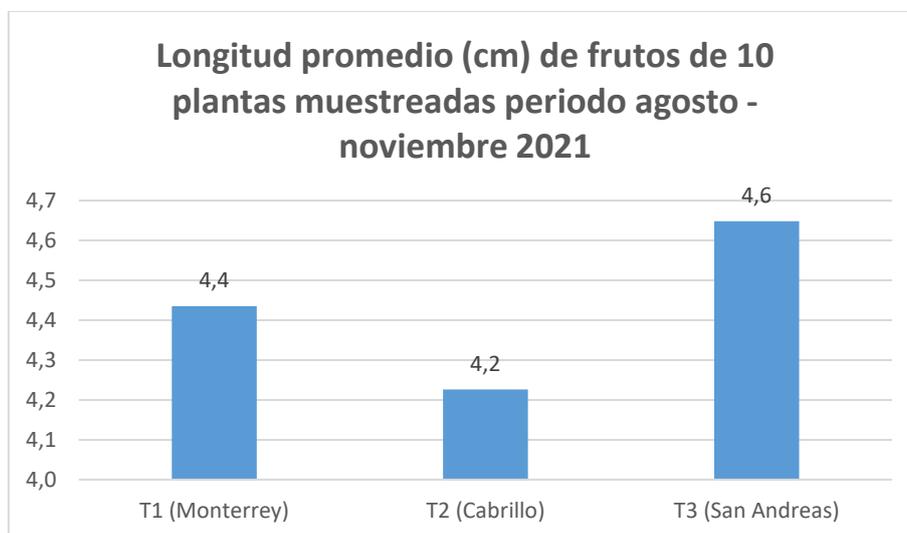
5.3 Longitud del fruto

Tabla 4. ANOVA de la variable longitud (cm) de los frutos.

ANOVA					
Fv	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Total	11	1,84			
Bloques	3	0,85	0,28	2,74 ns	4,76
Tratamientos	2	0,36	0,18	1,71 ns	5,14
Error	6	0,62	0,10		

En la tabla 4 se muestra el ANOVA de la variable longitud de los frutos. No se encuentra una diferencia estadística significativa para tratamientos, tampoco para bloques. La longitud de los frutos no es diferente entre variedades. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 7,27%. El error estándar entre medias (Sy) de 0,16 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 0,23.

Gráfico No. 3. Longitud promedio (cm) de los frutos.



En el gráfico 3 podemos apreciar que la variedad San Andreas produjo los frutos más largos, con 4,6 cm, seguidos por los de la variedad Monterrey con 4,4 cm y por último, los de la variedad Cabrillo con 4,2 cm.

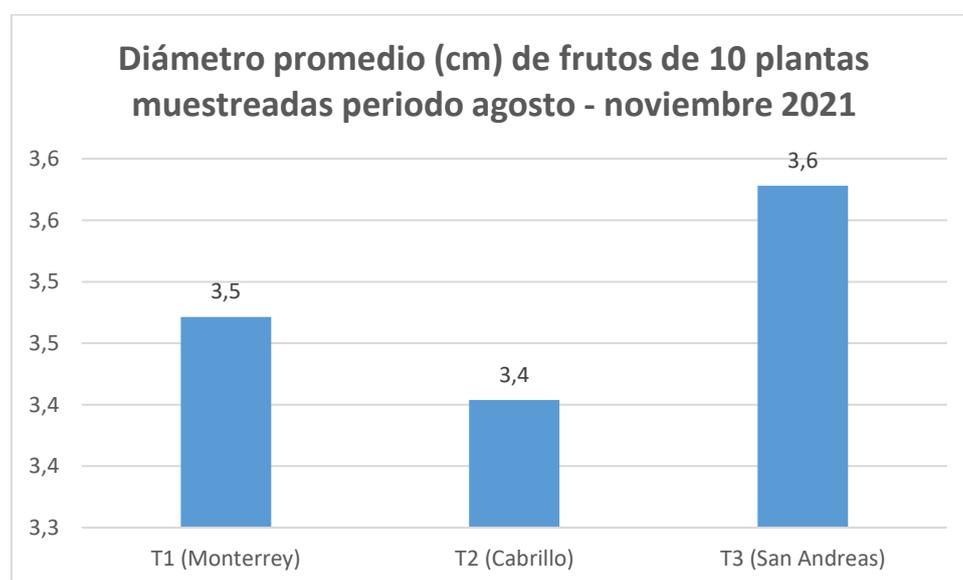
5.4 Diámetro del fruto

Tabla 5. ANOVA de la variable diámetro (cm) de los frutos.

ANOVA					
Fv	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Total	11	1,06			
Bloques	3	0,52	0,17	2,18 ns	4,76
Tratamientos	2	0,06	0,03	0,39 ns	5,14
Error	6	0,48	0,08		

En la tabla 5 se presenta el ANOVA del variable diámetro de frutos. No se presenta diferencia significativa estadística tanto para los bloques como para los tratamientos, esto indica que el diámetro de los frutos de las tres variedades estudiadas es similar. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 8,08%. El error estándar entre medias (Sy) de 0,14 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 0,20.

Gráfico No. 4. Diámetro promedio (cm) de los frutos.



En el gráfico 4 se muestran los promedios de los diámetros de los frutos muestreados, teniendo que la variedad San Andreas presentó los frutos con mayor diámetro con 3,6 cm, seguidos por los de la variedad Monterrey con 3,5 cm y por último, la variedad Cabrillo presentó frutos con un diámetro de 3,4 cm.

5.5 Cantidad de sólidos solubles (grados Brix)

Tabla 6. ANOVA de la variable grados Brix de los frutos.

ANOVA					
Fv	GL	SC	CM	F calculada	F tabulada
Total	11	2,00			
Bloques	3	0,39	0,13	1,48 ns	4,76
Tratamientos	2	1,08	0,54	6,20 *	5,14
Error	6	0,52	0,09		

La tabla 6 muestra el ANOVA correspondiente a la cantidad de sólidos solubles de los frutos de las variedades analizadas. Existe una diferencia estadística significativa para los tratamientos, pero no para los bloques. El coeficiente de variación (C.V.) fue de 6,82%. El error estándar entre medias (Sy) de 0,15 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 0,21.

Tabla 7. Prueba de significancia estadística Tukey de la variable grados Brix.

Prueba de Tukey			
Tratamientos	T2	T1	T3
Grados Brix Promedio	4,1	4,2	4,8
Rangos	b	b	a

La prueba de Tukey para la variable grados Brix denota la superioridad para esta variable de la variedad San Andreas, en relación a las otras dos variedades, ocupando el

primer rango de significación según la prueba de Tukey. Las variedades Monterrey y Cabrillo no muestran diferencias y presentan el mismo rango de significación.

VI. Discusión

El rendimiento total de diez plantas muestra, durante los cuatro meses evaluados, en un sustrato de cascarilla de arroz + fibra de coco + corteza de pino descompuesta, la más alta producción fue obtenida con la variedad Monterrey, que produjo 13183 g (13,18 kg). Por otra parte, en el estudio de Briceño (2021) la variedad que presentó el mayor rendimiento fue Cabrillo con 6130 g (6,13 kg) y la variedad Monterrey fue la de menor producción con 1970 g (1,97 kg). Estas diferencias se pueden atribuir al número de cosechas realizadas en los dos períodos de evaluación del experimento. En el caso del presente estudio, se realizaron 15 cosechas y en el otro estudio fueron ocho. Así mismo, se puede considerar que el comportamiento de la variedad Monterrey fue diferente en los dos períodos de cosecha. En otra investigación Mejía (2017), utilizando un sustrato de arena + turba + humus obtuvo con la variedad Monterrey un rendimiento de 5170 g (5,17 kg) a los 90 días de haber iniciado las cosechas. Las diferencias mostradas en los tres estudios se pueden atribuir al efecto del sustrato y al número de cosechas realizadas.

En cuanto a la variable número de frutos, se obtuvo que en diez plantas muestreadas la variedad que produjo una mayor cantidad de frutos fue Monterrey con 666 frutos. Considerando esto, una planta de la variedad Monterrey produjo en cuatro meses un promedio de 66,6 frutos, resultando en que al mes se obtuvieran 16,7 frutos por planta, al haber sido cosechas semanales tenemos que en cada cosecha se colectaron alrededor de 4,2 frutos por planta. Briceño (2021) reporta que la variedad Cabrillo fue la variedad con una mayor producción de frutos por planta con un promedio de 1,74 frutos, mientras que la variedad Monterrey fue la de menor producción con 1,24 frutos, por cosecha. Esta diferencia se puede deber a la diferente etapa de desarrollo del cultivo y al número diferente de

cosechas. Por otro lado, los dos estudios tuvieron diferentes etapas de floración, el presente estudio fue en la segunda floración, mientras que las de Briceño fueron en la primera. Por otro lado, Mejía (2017) reporta que a los 30 días de haber iniciado las cosechas obtuvo un promedio de 6,10 frutos y a los 90 días la variedad produjo 11 frutos por planta por cosecha. Los resultados de Pérez (2018) presentan promedios por planta de fresa de entre 2 y 4 frutos; los resultados de la presente investigación se encuentran superiores a este rango al haber obtenido en el experimento un promedio de entre 4 y 4,2 frutos por planta.

Con respecto a la longitud de los frutos, la variedad San Andreas presentó los frutos más largos con un promedio de 4,60 cm. y la variedad Cabrillo fue la de menor longitud con un promedio de 4,20 cm. La mayor longitud de fruto reportada por Briceño (2021) corresponde a la variedad Cabrillo con un promedio 3,19 cm., mientras que los frutos de San Andreas presentaron un promedio de 2,71 cm. Esta diferencia puede atribuirse a que en el presente trabajo los frutos provienen de las cosechas de la segunda floración, pues se ha demostrado que en esta etapa las plantas presentan un mayor vigor. En otro estudio, en el que se evaluaron diferentes soluciones nutritivas en las variedades de fresa Monterrey y Albión se encontró que los frutos más largos de la variedad Monterrey se obtuvieron con la solución nutritiva Furlani y Fernández, presentando frutas con un promedio de 5,5 cm., esto es debido a que dicha solución presenta un mayor contenido de Nitrógeno y Potasio (Anexo H.) que otras soluciones y se ha comprobado que el Potasio es un elemento muy relacionado con las características físicas del fruto (Encalada, 2020).

Los frutos con un mayor diámetro, en promedio, corresponden a los de la variedad San Andreas con 3,60 cm., mientras que el menor diámetro presentó la variedad Cabrillo con 3,40 cm. Briceño (2021) reportó que el promedio del diámetro de frutos fue de 2,63 cm. para la variedad San Andreas y de 2,55 cm. para la variedad Cabrillo. Este comportamiento en relación con el diámetro del fruto guarda una estrecha correlación con lo obtenido para la

variable longitud de fruto; el diámetro también se encuentra relacionado con el estado fenológico de la planta, por ello los frutos cosechados en este experimento, pertenecientes a la segunda floración, presentan un mayor diámetro que los reportados por Briceño. En el trabajo de Mejía (2017), en un sustrato a base cascarilla + turba + humus, los frutos de la variedad San Andreas producidos durante la primera floración tuvieron un diámetro de 2,67 cm. y los de la segunda floración presentaron un diámetro promedio de 3,41 cm. Los resultados reportados por Mejía muestran una similitud con los resultados obtenidos en este estudio, pues están relacionados en cuanto a los periodos fenológicos de las plantas correspondientes a las cosechas en las dos etapas de floración.

Por último, durante el periodo de agosto a noviembre la variedad con el mayor valor de grados Brix fue San Andreas con 4,8°, mientras que la variedad Cabrillo mantuvo el menor promedio con 4,1°. Briceño (2021) obtuvo que durante las primeras cosechas la variedad San Andreas presentó un promedio de 6,10° Brix y la variedad Cabrillo 6,17° Brix. Existió una reducción de los grados Brix en un 78,69% para la variedad San Andreas y en un 66,13% para la variedad Cabrillo. La variación de los grados Brix es explicada debido a un cambio que se dio en la formulación en la nutrición vegetal aplicada en el cultivo. Inicialmente el programa de fertilización utilizado es el que se encuentra en el Anexo A, sin embargo, a finales de septiembre e inicios de octubre ciertos componentes fueron modificados (Anexo I.) debido a que las plantas comenzaron a presentar síntomas de desbalance nutricional, razón por la cual se optó por cambiar la formulación. Otro experimento llevado a cabo en el suroeste de Indiana, Estados Unidos, presentó que la variedad San Andreas tuvo un promedio de 5,72° Brix (Guan y Sutterer, 2016).

En base a los resultados de diferentes estudios se concluye que la razón por la cual los grados Brix se presentan bajos, entre 4 y 6, se debe probablemente a la presencia de plagas y enfermedades y su control. Los cultivos que presentan valores bajos de grados Brix son

ideales para el hospedaje, desarrollo y proliferación de plagas, por otro lado, valores superiores a los 12 o más grados Brix son suficientes para eliminar casi todas las plagas en cualquier planta (Quishpe, 2012).

VII. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

El sistema semihidropónico utilizado con el sustrato Sustrafresa fue eficiente para el manejo agronómico del cultivo en las diferentes características evaluadas y especialmente, en el rendimiento de las tres variedades.

Los análisis de la varianza para las variables: rendimiento, número de frutos, largo y diámetro del fruto no mostraron diferencia estadística significativa entre variedades. Para grados Brix si se encontraron diferencias en la comparación de las tres variedades.

La variedad que presentó el mayor rendimiento durante el periodo evaluado fue Monterrey con 106583 g (106,58 kg), mientras que la variedad de menor rendimiento fue Cabrillo con 86388 g (86,39 kg). Así mismo, en el rendimiento de diez plantas muestreadas se obtuvo el valor más alto con Monterrey con 13183 g (13,18 kg) y el más bajo con la variedad Cabrillo de 10580 g (10,59 kg).

La variedad Monterrey fue la que mayor cantidad de frutos por planta produjo, teniendo un promedio de 4,2 frutos por planta en cada cosecha. Por otra parte, la variedad San Andreas produjo los frutos con mejores calibres, teniendo un promedio de 4,60 cm. de longitud y 3,60 cm. de diámetro.

La variedad con la mayor cantidad de sólidos solubles (grados Brix) fue San Andreas, que tuvo un promedio de 4,8°, seguida por la variedad Monterrey con 4,2° Brix y la de menor grados Brix fue Cabrillo con 4,1.

La variedad Monterrey y la variedad San Andreas se plantean como las mejores variedades, pues ambas presentaron buenos rendimientos y buenas características físicas y organolépticas en sus frutos. Por otra parte, la variedad Cabrillo fue la que tuvo un inferior desempeño entre las tres variedades evaluadas.

7.2 Recomendaciones

Estudiar los efectos que pueden ocasionar las diferentes soluciones nutritivas en el desempeño de las variedades de fresa bajo un sistema de cultivo semihidropónico.

Determinar la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo y su incidencia en el rendimiento y las características de los frutos.

Incrementar el área del experimento para obtener mejores estimaciones del efecto sustrato y de la respuesta a las diferentes características agronómicas de las variedades.

Estimar los costos de producción para determinar la rentabilidad del cultivo bajo un sistema semihidropónico.

VIII. Referencias

Agrícola Llahuen. (2014). *Plantas de frutilla: Variedad Monterrey*. Retrieved 2021, from

Agrícola Llahuen: <https://www.llahuen.com/monterey>

Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodríguez, M. (2021). *Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas*.

doi:<https://doi.org/10.47460/minerva.V2I4.26>

Altamirano, R. (2004). *El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos de Norte América*. Retrieved 2021, from Repositorio Universidad de Guadalajara Virtual:

http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano_Hernandez_Rosa_Celia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Asociación Hidropónica Mexicana. (2019). *Historia de la hidroponía*. Retrieved 2021, from Asociación Hidropónica Mexicana:

<https://www.hidroponia.org.mx/index.php/hidroponia-asociacion-hidroponica-mexicana-cursos-historia-imagenes-sistemas-y-todo-lo-que-necesitas-saber/historia-de-la-hidroponia>

Barclay, P. (2002). *Strawberry Plant Structure and Growth Habit*. Retrieved 2021, from Cornell CALS:

<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2012/Berries/Berry%20Plant%20Structure%20Poling.pdf>

Boeckmann, C. (2022). *Planting, growing, and harvesting strawberries*. Retrieved 2022, from ALMANAC: <https://www.almanac.com/plant/strawberries>

Bolda, M., Surendra, D., Fallon, J., Sánchez, M., & Peterson, K. (2015). *Manual de Producción de Fresa para los Agricultores de la Costa Central*. Retrieved 2021, from University of California: <https://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>

Briceño, H. (2021). *Evaluación de 3 variedades de frutilla (Fragaria x ananassa) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero*. Quito, Pichincha,

Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Retrieved 2022, from Repositorio Digital Universidad San Francisco de Quito.

Centre for Agricultural Bioscience International. (2019). *Invasive Species Compendium: Fragaria ananassa (strawberry)*. Retrieved 2021, from CABI:
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/24406>

Cerqueda, H., Zarate, B., & Masaguer, A. (s/f). *Evaluación de la fibra de coco para la producción de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) en hidroponía bajo condiciones de invernadero*. Retrieved 2021, from Sociedad Española de Ciencias Hortícolas:

<http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20b%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20fibra%20de%20coco%20para%20la%20prod>

EcuAgroimport. (2017). *Fresa variedad Monterey*. Retrieved 2021, from EcuAgroimport:
<http://www.ecuagroimport.com/portfolio/monterey/>

Encalada, J. (2020). *Evaluación de tres soluciones nutritivas en el rendimiento y calidad de las variedades de Fragaria x ananassa "fresa" en un sistema semihidropónico*. Retrieved 2022, from Repositorio Digital Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE:
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24771>

Eurosemillas. (2021). *Variedad Monterey*. Retrieved 2021, from Eurosemillas:
<http://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/26-monterrey.html>

Eurosemillas. (2021). *Variedad San Andreas*. Retrieved 2021, from Eurosemillas:
<http://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/27-san-andreas.html>

Flor de Planta. (2014). *Uso de la corteza de pino como sustrato en jardines, huertos y viveros*. Retrieved 2021, from Flor de Planta:

<https://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/uso-de-la-corteza-de-pino-como-sustrato-en-jardines-huertos-y-viveros/>

France, A. (s/f). *Programa de Difusión Tecnológica Frutilla - Capítulo 10: Enfermedades.*

Retrieved 2021, from Biblioteca INIA:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7573/NR38775.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fundación Española de la Nutrición. (2011). *Fresa (Fragaria vesca)*. Retrieved 2021, from Fundación Española de la Nutrición:

<https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/fresa.pdf>

Galárraga, I. (2015). *Evaluación de niveles de fertilización en el cultivo de frutilla*. Retrieved 2021, from Repositorio Digital USFQ:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5639>

Garden Lux. (2021). *Descripción y características de la fresa remontante Cabrillo*. Retrieved 2021, from GardenLux: [https://gardenlux-es.designluxpro.com/sad-i-](https://gardenlux-es.designluxpro.com/sad-i-ogorod/yagody/opisanie-i-harakteristiki-remontantnoy-klubniki-cabrillo-kabrilo.html)

[ogorod/yagody/opisanie-i-harakteristiki-remontantnoy-klubniki-cabrillo-kabrilo.html](https://gardenlux-es.designluxpro.com/sad-i-ogorod/yagody/opisanie-i-harakteristiki-remontantnoy-klubniki-cabrillo-kabrilo.html)

Guan, W., & Sutterer, L. (2016). *Strawberry Variety Evaluation for High Tunnel Production in Southwest Indiana*. Retrieved 2022, from Purdue University: College of Agriculture:

https://ag.purdue.edu/hla/fruitveg/MidWest%20Trial%20Reports/2016/07-01_Guan_Strawberry.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, Pichincha, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Retrieved 2022, from

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9731/1/122894AGRONOMIA.pdf>

Horgania. (2022). *Frutilla 1kg*. Retrieved 2022, from Horgania: productos:

<https://www.horgania.com/product/frutillas/>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2019). *Guía técnica de principales plagas y enfermedades de la frutilla (fresa)*. Retrieved 2021, from Portal Frutícola:

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/03/20/guia-tecnica-de-principales-plagas-y-enfermedades-de-la-frutilla-fresa/>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2017). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y de Producción para el Cultivo de Fresa*. Retrieved 2021, from Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura:

<http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2932/BVE17058869e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INTAGRI. (2017). *La Hidroponía: Cultivos sin Suelo*. Retrieved 2021, from Artículos

Técnicos de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Izquierdo, J. (2003). *¿Qué es la hidroponía?* Retrieved 2021, from Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de la República Oriental de Uruguay.

Koppert. (2017). *Araña roja*. Retrieved 2021, from Koppert Biological Systems:

<https://www.koppert.ec/retos/aranas-rojas-y-otras-aranas/arana-roja/>

Koppert. (2017). *Trips occidentalis de las flores*. Retrieved 2021, from Koppert Biological Systems: <https://www.koppert.ec/retos/trips/trips-occidental-de-las-flores/>

Lantz, W., Swartz, H., Demchak, K., & Frick, S. (2011). *Season-Long Strawberry Production with Everbearers for Northeastern Producers*. Recuperado el 2021, de Sustainable Agriculture Research and Education: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Everbearing-Strawberry-Guide.pdf>

- Lauricella, V. (2020). *Comportamiento de plantas de fresa bajo la reducción de aportes hídricos como alternativa sostenible*. Retrieved 2021, from Repositorio Virtual de la Universidad Internacional de Andalucía:
https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/5857/1102_Lauricella.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Llahuen Research. (2018). *Ficha técnica variedad Cabrillo*. Retrieved 2021, from Proplantas:
https://www.proplantas.com/plantas-de-fresa/pdf/Ficha_Cabrillo.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*. Retrieved 2021, from Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9674>
- 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*. Retrieved 2022, from Repositorio Digital Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3201>
- Molina, E. (2018). *Fertilización de fresa*. Retrieved 2021, from Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica:
<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20DE%20FRESAS%202018.pdf>
- Morales, K. (2016). *Evaluación de dos formulaciones de fertirriego a dos profundidades con fertilización foliar complementaria en la producción de tomate de riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill.), VAR. Micaela bajo invernadero. Tumbaco, Pichincha*. Retrieved 2022, from Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7985/1/T-UCE-0004-17.pdf>

- Parra, E. (2018). *Producción y comercialización de frutilla (Fragaria sp.) en la parroquia Yaruquí, cantón Quito, provincia Pichincha*. Retrieved 2021, from Repositorio Universidad técnica del Norte:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8658/1/03%20AGN%20041%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- 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)*. Retrieved 2022, from Repositorio Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28651>
- Petruzzello, M. (2020). *Strawberry: plant and fruit*. Retrieved 2021, from Britannica:
<https://www.britannica.com/plant/strawberry/additional-info#history>
- PORAIN Tecnología Agrícola. (2020). *El riego en la producción de fresas*. Retrieved 2021, from PROAIN Tecnología Agrícola: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa>
- Quishpe, J. (2012). *Evaluación de la respuesta de la frutilla (Fragaria dioica) al sistema de cultivo semihidropónico en el Quinche - Pichincha 2012*. Retrieved 2022, from Repositorio Digital de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>
- Rappi. (2022). *Supermaxi: frutas y verduras*. Retrieved 2022, from Rappi:
<https://www.rappi.com.ec/tiendas/2711-supermaxi-quito/frutas-y-verduras/frutas>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2021). *Precios nacionales multinivel e internacionales: Fresa*. Retrieved 2022, from Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA):
http://sinagap.mag.gob.ec/sina/PaginasCGSIN/Rep_Pre_Prod_X_MercCGSIN.aspx

Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (s/f). *Chaetosiphon fragaefolii*.

Retrieved 2021, from SINAVIMO Argentina:

<https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/chaetosiphon-fragaefolii>

SMATTCOM. (2021, Diciembre). *Fresa, precios al cierre de mes en México \$MXN/kg*.

Retrieved 2022, from SMATTCOM: Comercio Inteligente para el Agro:

<https://smattcom.com/precio-productos-agricolas/precio-fresa>

Sysoev, K. (2014). *Reparar fresa ¿qué significa? Fresa remontante: variedades, cultivo y cuidados; mantenimiento de plantas remontantes durante todo el año*. Retrieved

2021, from Giropark: <https://giropark.ru/es/livnevaya-kanalizaciya/remontantnaya-klubnika-chto-eto-znachit-remontantnaya-klubnika.html>

Telenchana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento*. Retrieved 2021, from Repositorio Digital de la Universidad Tecnológica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis->

[188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf)

Tonelli, B. (2010). *El cultivo de frutilla*. Retrieved 2021, from Universidad Nacional de Entre Ríos - Facultad de Ciencias Agropecuarias:

<http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/Frutilla.pdf>

Tustón, R. (2012). *Sistematización de experiencias del cultivo de frutilla (Fragaria dioica), para la Sierra Norte de Pichincha*. Retrieved 2021, from Repositorio Digital

Universidad Politécnica Salesiana (Sede Quito):

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3759/6/UPS-YT00195.pdf>

Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de frutilla*. Retrieved 2021, from Biblioteca INIA:

[https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7616/NR39084.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7616/NR39084.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valencia Fruits. (2021, Marzo). *La fresa mantiene buenos precios de origen*. Retrieved 2022, from Valencia fruits: Semanario Hortofrutícola Fundado en 1962:

<https://valenciafruits.com/la-fresa-mantiene-buenos-precios-en-origen/>

Villagrán, V., Legarraga, M., & Zschau, B. (2013). *Variedades de frutilla [en línea]*. Chillán: *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 262*. Retrieved 2021, from Agrícola Llahuen: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7619>

Vizcaino, L. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa - Pichincha*. Retrieved 2021, from Repositorio Digital USFQ: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2666>

IX. Anexos

Anexo A: Plan de fertilización de la fresa

ETAPA	DIAS	PRODUCTO	DOSIS (KG/HA)	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	K:N
Brotación a floración	75	ULTRASOL INICIAL	95	14	29	14		1		
		NITRATO DE POTASIO	25	3		12				
		NITRATO DE CALCIO	100	16			27			
		SULFATO DE MAGNESIO	65					10	8	
		TOTAL	285	33	29	26	27	11	8	0.78
Floración a crecimiento fruta	60	MAP	10		5	3				
		SULFATO DE MAGNESIO	80					13	10	
		NITRATO DE CALCIO	95	15			25			
		ULTRASOL PRODUCCION	175	23	11	70				
		TOTAL	360	37	16	73	25	13	10	1.96
Crecimiento fruta - Cosecha	120	SULFATO DE MAGNESIO	80					13	10	
		NITRATO DE CALCIO	60	9			16			
		ULTRASOL PRODUCCION	225	29	14	90				
		SULFATO DE POTASIO	13			7			2	
		TOTAL	378	39	14	97	16	13	13	2.51
Post-cosecha	60	SULFATO DE MAGNESIO	30					5	4	
		NITRATO DE CALCIO	40	6			11			
		ULTRASOL K	70	9		32				
		ULTRASOL MULTIPROPOSITO	0	0	0	0				
		TOTAL	140	16	0	32	11	5	4	2.06
TOTAL CICLO			1163	125	58	228	78	42	35	1.83
Coregido por el factor de eficiencia				156	192	268	130	70	59	1.72

Anexo B: Rendimiento total en gramos de 10 plantas muestreadas

Rendimiento plantas muestra (g) periodo agosto - noviembre 2021						
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Suma	Promedio
T1 (Monterrey)	3221	2963	3334	3665	13183	3295,75
T2 (Cabrillo)	2034	2617	2510	3419	10580	2645,00
T3 (San Andreas)	2343	2217	3307	3950	11817	2954,25
Suma	7598	7797	9151	11034	35580	2965
Promedio	2532,67	2599,00	3050,33	3678,00		

Anexo C: Número de frutos total de 10 plantas muestreadas

Número de frutos 10 plantas muestreadas periodo agosto - noviembre 2021						
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Suma	Promedio
T1 (Monterrey)	163	156	156	191	666	166,50
T2 (Cabrillo)	143	160	129	204	636	159,00
T3 (San Andreas)	130	122	187	210	649	162,25
Suma	436	438	472	605	1951	162,583333
Promedio	145,33	146,00	157,33	201,67		

Anexo D: Longitud promedio del fruto en centímetros de 10 plantas muestreadas

Longitud promedio (cm) de frutos de 10 plantas muestreadas periodo agosto - noviembre 2021						
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Suma	Promedio
T1 (Monterrey)	3,48	4,73	4,66	4,88	17,74	4,4
T2 (Cabrillo)	3,98	4,23	4,43	4,27	16,91	4,2
T3 (San Andreas)	4,51	4,67	4,47	4,95	18,59	4,6
Suma	11,97	13,63	13,55	14,09	53,24	4,44
Promedio	3,99	4,54	4,52	4,70		

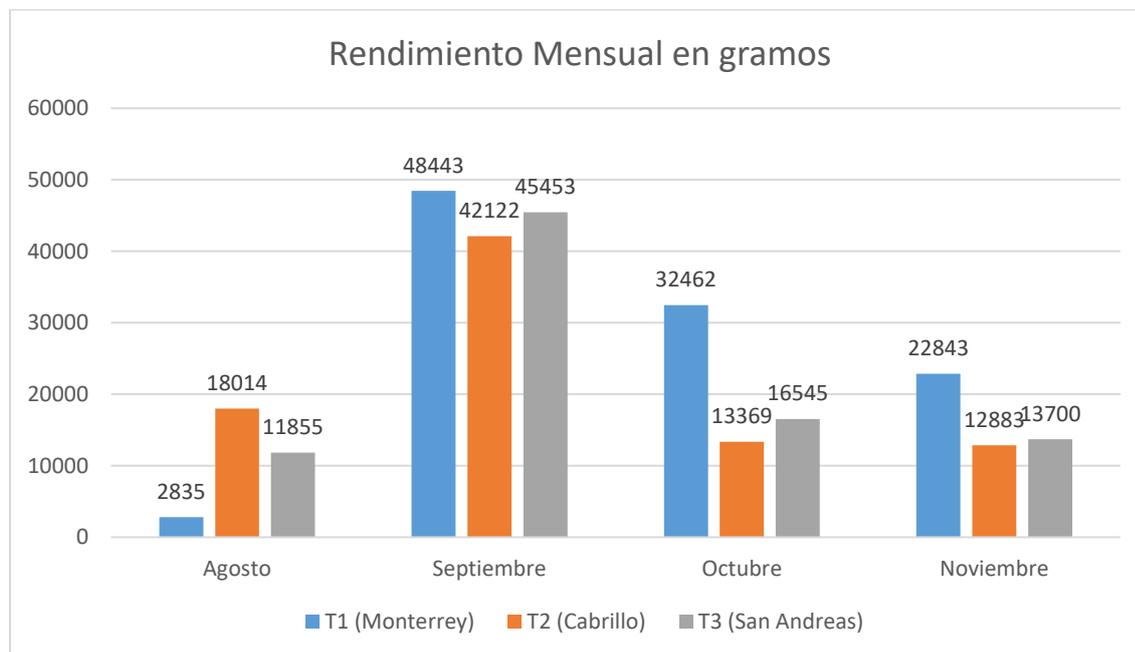
Anexo E: Diámetro promedio de los frutos en centímetros de 10 plantas muestreadas

Diámetro promedio (cm) de frutos de 10 plantas muestreadas periodo agosto - noviembre 2021						
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Suma	Promedio
T1 (Monterrey)	2,68	3,67	3,72	3,83	13,89	3,5
T2 (Cabrillo)	3,25	3,32	3,58	3,47	13,62	3,4
T3 (San Andreas)	3,48	3,68	3,42	3,73	14,31	3,6
Suma	9,40	10,67	10,72	11,03	41,81	3,48
Promedio	3,13	3,56	3,57	3,68		

Anexo F: Grados Brix promedio de los frutos de 10 plantas muestreadas

Promedio Grados Brix periodo Agosto - Noviembre						
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	suma	promedio
T1 (Monterrey)	3,5	4,0	4,6	4,5	16,6	4,2
T2 (Cabrillo)	4,2	4,1	4,2	3,9	16,4	4,1
T3 (San Andreas)	4,7	4,6	5,1	4,6	19,0	4,8
suma	12,4	12,6	13,8	13,1	52,0	4,3
promedio	4,1	4,2	4,6	4,4		

Anexo G: Rendimiento mensual total en gramos



Anexo H: Concentraciones de fertilizantes de diferentes formulaciones de soluciones madre para hidroponía.

	Yamazaki	Steiner	Furlani y Fernández
Fertilizantes	$g \cdot L^{-1}$ o $kg \cdot m^{-3}$	$g \cdot L^{-1}$ o $kg \cdot m^{-3}$	$g \cdot L^{-1}$ o $kg \cdot m^{-3}$
NH_4NO_3	4	8	6,4
KNO_3	25,25	10,1	23,23
$Ca(NO_3)_2$	16,4	73,8	42,64
KH_2PO_4	6,8	13,6	21,76
K_2SO_4	-	87	-
$MgSO_4$	6	24	18
Fe (EDDHA 6%)	3,33	3,33	1,03
Cu (EDTA 9%)	0,071	0,022	0,1
Mn (EDTA 13%)	0,019	0,477	0,208
Zn (EDTA 15%)	0,043	0,073	0,213
H_3BO_3	0,13	0,248	0,101
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	0,058	-	0,4

Fuente: Evaluación de tres soluciones nutritivas en el rendimiento y calidad de dos variedades de *Fragaria x ananassa* “fresa” en un sistema semihidropónico.

Autor: Encalada, J. (2020).