

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Evaluación del tercer ciclo de producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo dos sistemas de manejo semihidróponico y convencional en Puembo, Pichincha.

Constanza Faride Chemali Carrera

Ingeniería en Agronomía

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

Quito, 23 de diciembre de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

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

Evaluación del tercer ciclo de producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo dos sistemas de manejo semihidróponico y convencional en Puembo, Pichincha.

Constanza Faride Chemali Carrera

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD.

Quito, 23 de diciembre de 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: Constanza Faride Chemali Carrera

Código: 00137673

Cédula de identidad: 1717314940

Lugar y fecha: Quito, 23 de diciembre de 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UNPUBLISHED DOCUMENT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

Principalmente a mi familia, que me apoyaron en todo el proceso académico. A mis padres Elizabeth y Juan, por brindarme todas las bases e impulsarme a luchar, no rendirme y hacer todo lo posible en sus manos en el transcurso hacia mis metas. A mi hermana Gabriela por estar siempre presente para mí.

A mis profesores Antonio León y Victoria Alomia con sus destrezas y enseñanzas me han brindado las bases para ser un excelente profesional; y especialmente a Mario Caviedes que con su paciencia y conocimientos ha sido un director de tesis ideal.

A todos mis amigos que formaron parte de este proceso del cual la Universidad ha sido una experiencia única. A Sebastián Pazmiño que en la toma de datos fue un apoyo y compartió sus enseñanzas en el ámbito práctico y experimental.

RESUMEN

En el presente estudio se determinó el efecto de diferentes parámetros productivos en dos sistemas de siembra de la variedad de la frutilla Albión (*Fragaria Ananassa*) en Puenbo, Pichincha Ecuador. Los sistemas consistían en un sistema semihidropónico con dos sustratos distintos en comparación con un sistema convencional en el suelo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones y un total de 12 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1 sustrato de cascarilla de arroz, fibra de coco y corteza de pino; T2 sustrato de cascarilla de arroz y fibra de coco ambas al 50% y finalmente T3 que era el sistema convencional en el suelo. Las variables de respuesta evaluadas fueron rendimiento total de plantas; rendimiento de las 10 plantas seleccionadas; número de fruto por planta; grados brix; longitud de fruto; y diámetro de fruto. Para el rendimiento total de plantas y para las 10 plantas seleccionadas el mejor tratamiento fue el sistema semihidropónico del tratamiento 1. En cuando a la variable número de fruto por planta fue el sistema semihidropónico con un el sustrato 2. Para la variable grados brix el mejor desempeño fue el tratamiento 2 con un sistema semihidropónico. En cuanto a la variable longitud de fruto el sistema convencional tuvo mejor desempeño que consistía en el tratamiento 3. Finalmente, para la variable diámetro de fruto el mejor sistema fue el semihidropónico T1. De acuerdo con el análisis de las seis variables de respuesta, el tratamiento con el sistema semihidropónico 1 y 2 obtuvieron mejores resultados y mostraron diferencias importantes con el sistema convencional en suelo.

Palabras clave: frutilla, rendimiento, sistema convencional, sistema semihidropónico, sustrato.

ABSTRACT

This study determined the effect of different production parameters on two strawberry planting systems of the Albion variety (*Fragaria Ananassa*) in Puenbo, Pichincha Ecuador. The three tested systems were two semi-hydroponic systems with two different substrates and a conventional system in the soil. To ensure the accuracy of the results, a completely random block design was implemented. With a total of 4 blocks, each with 3 treatments, a total of 12 experimental units were used. The treatments were: T1 substrate of rice husk, coconut fiber and pine bark; T2 substrate of 50% rice husk and coconut fiber; and finally, T3, which was the conventional system in the soil. The response variables evaluated were: total plant yield, yield of the 10 selected plants, number of fruit per plant, brix degrees, fruit length, and fruit diameter. In terms of total plant yield for the 10 selected plants, the best treatment was the semi-hydroponic system with substrate 1. In terms of the number of fruit per plant variable, the semi-hydroponic system with substrate 2 was the best. In terms of the brix degree variable, the semi-hydroponic system with substrate 2 had the best performance. In terms of the fruit length variable, the conventional system had better performance. Finally, for the fruit diameter variable, the best system was the semi-hydroponic with substrate 1. According to the analysis of the six response variables, the treatment with the semi-hydroponic systems 1 and 2 obtained the best results and showed significant differences when compared to the conventional system in the soil.

Tabla de contenido

INDICE DE TABLAS	10
<i>I. Introducción</i>	11
1.1 Planteamiento del problema: problemas en la producción	11
1.2 -Justificación	13
<i>II. Marco teórico</i>	16
densidades de siembra	16
2.2 Fertirriego.....	16
2.3 sustratos.....	17
2.4 Plagas y enfermedades	19
2.5 Cosecha y postcosecha.....	21
2.6 rentabilidad (análisis económico)	22
<i>III. Objetivos e hipótesis</i>	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos	23
3.3 Hipótesis.....	23
<i>IV. Materiales y métodos</i>	24
4.1 Material biológico y sustratos	24
4.2 Manejo agronómico del experimento	25
4.3 Métodos estadísticos	26
<i>V. RESULTADOS</i>	28
5.1 rendimiento total de plantas	28
5.2 Rendimiento de 10 plantas	30
5.3 numero promedio de frutos por planta.....	32
5.4 Promedio de grados brix	34
5.5 promedio longitud del fruto.....	36
5.6 promedio diámetro del fruto	38
<i>VI. DISCUSIÓN</i>	40
<i>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	44
7.1 Conclusiones.....	44
7.2 Recomendaciones.....	45
<i>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	47

***IX. Anexos* 53**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de la variancia de rendimiento total de plantas.....	28
Tabla 2	Prueba de significación de Tukey para la variable rendimiento total de plantas	29
Tabla 3	Análisis de la variancia para el rendimiento de 10 plantas.....	30
Tabla 4	Prueba de significación estadística de Tukey para la variable rendimiento total de 10 plantas	31
Tabla 5	Análisis de la variancia para el promedio de frutos por planta	32
Tabla 6	Análisis de la variancia para el promedio de grados brix.....	34
Tabla 7	Análisis de la variancia para la longitud promedio del fruto	36
Tabla 8	Análisis de la variancia para el diámetro promedio del fruto	38

I. Introducción

1.1 Planteamiento del problema: problemas en la producción

La densidad de siembra que se utiliza en un sistema convencional de frutilla es de 50.000 plantas por hectárea, mientras que en un sistema hidropónico se tiene una densidad de siembra de 70.000 plantas por hectárea. (Gavilán, 2022). Los problemas relacionados con las menores densidades pueden atribuirse a varios factores: el sustrato de suelo, el riego y la menor capacidad de la planta de absorber los nutrientes. Al no utilizarse una densidad adecuada, disminuye la eficiencia del riego y el aprovechamiento de los nutrientes por parte de la planta.

La fertilización es un factor muy importante, ya que de eso depende la calidad y el rendimiento del cultivo, los nutrientes deberían ser suministrados de manera adecuada y en las dosis recomendadas para las plantas. En contraste con otros sistemas de cultivo, el sistema convencional en el suelo tiene problemas de drenaje, que puede ser atribuido a la textura y estructura del suelo. Un sistema convencional no es recomendable para grandes plantaciones y sostenible a largo plazo, ya que percolación alta puede causar contaminación y erosión del suelo. (Dougherty et al, 2022).

Las malezas son otros de los factores que compiten por nutrientes con el cultivo; debido al reducido tamaño de raíces de la frutilla. Por esta razón, es que se utiliza el acolchado plástico de color negro, que evita el paso de la luz sobre el suelo e impide el crecimiento de las malezas. Otro de los factores limitantes es la utilización de acolchado plástico, ya que este tipo de plástico no es biodegradable, dando lugar a incrementar los niveles de contaminación en el suelo, el agua y el aire.

El sistema de siembra en el suelo de la frutilla produce mayor incidencia de plagas y enfermedades, causando importantes pérdidas en la producción y productividad y en los ingresos de los agricultores. Las enfermedades que causan mayor daño económico al cultivo son: *Botritis cinérea* (podredumbre gris) y la *Podosphaera macularis* (oídio). La podredumbre gris principalmente afecta al fruto, es causada por un hongo que se presenta tanto a nivel de campo como en la postcosecha.

Esta enfermedad es la principal causa de pérdidas en los cultivos de frutilla. (Cruz, 2018). Por otro lado, el oídio, es un hongo que produce un polvo blanco causando curvaturas en las hojas y que se presenta con manchas moradas y cafés. Este patógeno biográfico obligado no es capaz de sobrevivir sin presencia de un tejido vegetal, es una enfermedad manifestada con el crecimiento del micelio y la formación de espores en la superficie o en la parte inferior de la hoja y fruto. Luego de establecerse en el tejido y germinar, entra a la pared gracias a enzimas y fuerza mecánica, por lo tanto, la planta pierde capacidad de absorber nutrientes. Los síntomas que produce es un enrollamiento de las hojas con presencia de polvo blanco en las mismas. El crecimiento del micelio ocasiona importantes pérdidas en cultivos (Porro, 2017).

Otro de los factores que inciden en la producción y productividad de la frutilla son las plagas. Principalmente, los áfidos y el pulgón que succionan la savia ya que pueden ser transmisores de virus. Otras plagas importantes son las arañas, (*Tetranychus urticae*) que causan manchas amarillas en el haz de las hojas de la planta y los Trips (*Frankliniella occidentalis*) que causan aborto a las flores y mal formación de los frutos (Tito, 2010)

Otro de los problemas relacionados con la producción de frutilla, son los procesos de cosecha y postcosecha. En la cosecha, como esta es manual, se requiere mayor cantidad de mano de obra y se presentan mayores problemas con la manipulación del fruto. Los frutos

cosechados deben ser manipulados, clasificados con sumo cuidado y colocados en recipientes adecuados para su traslado a los sitios de almacenamiento y proveer de las suficientes horas frío para minimizar los problemas de enfermedades y garantizar una mayor vida en percha.

1.2 -Justificación

En el 2020 China fue el productor principal de frutilla con 3, 326, 816 toneladas con una cobertura del 37 % a nivel mundial; el segundo productor Estados Unidos con 1,055,963 toneladas representando el 11,9 % y Egipto con 597, 02 toneladas significando el 6,7% ; estos tres países representaron el 56,2% de la producción mundial.

Los países productores con mayor superficie cosechada fueron China con 126, 644 ha, Polonia con 33,200 hectáreas y Rusia con 32,393 hectáreas, que representan el 32,9%, 8,6 % y 8,4 % respectivamente (Axayacatl, 2017).

En el año 2020 la producción a nivel mundial de la frutilla fue de 8 ,861, 381 toneladas, en una superficie de 384,668 ha, por lo que el rendimiento promedio estimado fue de 23 ton/ha. El rendimiento de la frutilla se ha incrementado sustancialmente desde el 2001, ya que el promedio era de 14,3 toneladas por hectárea entre el 2001 y el 2020(FAO, 2020).

En el Ecuador, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se reporta una estimación de 100 hectáreas de área cosechada de frutillas. Con un rendimiento de 14440 kilogramos por hectárea y una producción 1444 toneladas (FAO, 2022). En comparación a años anteriores, el cultivo de frutilla se ha incrementado sustancialmente y la mayoría de los productores utilizan un sistema convencional para su producción.

El sistema semihidropónico, es una alternativa al sistema convencional que es utilizado en el Ecuador. La hidroponía es el cultivo de plantas utilizando sustrato, riego y nutrientes sin la utilización del suelo, para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta e incrementar la producción y la productividad. Este sistema hidropónico tiene la ventaja de reducir la superficie de tierra utilizada para el cultivo y ser más eficiente en el uso de este recurso natural. Lo más importante con la implementación en un sistema hidropónico es la ventaja de monitorear la cantidad de nutrientes aplicados a la planta y el contenido de pH del agua óptimos para las necesidades del cultivo. Las plantas en un sistema hidropónico pueden producir el máximo rendimiento en contraste con un sistema convencional en suelo (Dougherty et al, 2013).

El cultivo de la frutilla en un sistema de producción que no contiene suelo está reconocido como una tecnología de una masiva implementación y alta eficiencia en países que están tecnificados y desarrollados. La producción de este cultivo en sustrato es visto como una alternativa al sistema tradicional sembrado al suelo y a las prácticas de desinfección del suelo.

Un sistema hidropónico o el sistema semihidropónico nos brinda una mejor eficiencia en el uso de agua en términos de peso seco de brotes y producción de frutos, así como máxima sustitución de fertilizantes minerales solubles en la solución nutritiva (Malheiros et al, 2019).

La variedad utilizada fue la Albión (*Fragaria x ananassa*). La calidad de las frutillas depende de su apariencia (color y características biométricas), firmeza, y composición química. Esta variedad muestra una firmeza marcadamente alta y presentan un buen color y aspecto, presentando atributos de calidad aptos para la comercialización. Los frutos evaluados tienen alto contenido de azúcares y ácidos, dos componentes que determinan la calidad sensorial de este fruto. Los frutos de la variedad Albión presentan alto contenido de

antocianinas y compuestos fenólicos totales, los que le dan importancia nutricional. La mayoría de los atributos de calidad de fruta son más altos para esta variedad que otras variedades que se encuentran en el mercado (Ornelas, 2012)

El sistema hidropónico presenta algunas ventajas: como la facilidad de cosecha, el control de la nutrición mineral de las plantas, el uso eficiente del agua además de reducir los costos con pesticidas. Este sistema permite realizar varias cosechas maximizando la productividad. Así mismo, la cosecha resulta más fácil que en un sistema convencional (Monteiro, 2007).

Los bajos rendimiento obtenidos del cultivo de frutilla es una de las principales causas del bajo volumen de producción, el incremento de la mano de obra y los insumos influyen en los altos costos de producción. En sistemas hidropónicos es más factible alcanzar mayores rendimientos debido a una mejor densidad de siembra y a un mejor manejo de invernaderos y del ambiente (Scarlatto, 2017).

II. Marco teórico

2.2 densidades de siembra

La densidad de siembra es un factor muy importante que se debe considerar y que afecta a la producción y productividad del cultivo. La mayor competencia entre plantas es causada por la densidad de la población, es un factor de suma importancia en el desarrollo y la acumulación de materia seca por la planta. De acuerdo con Mendoza (2013) una disminución en la densidad de la población de plantas permite incrementar el rendimiento en el cultivo. Una distancia de siembra óptima para obtener una producción de productividad adecuada es de 11 plantas/1.4 m²(Córdoba, 2020).

Las densidades de siembra no adecuadas pueden aumentar la incidencia de plagas. De igual forma, densidades de siembra tienen un efecto significativo sobre variables de crecimiento como la longitud del foliolo, peciolo, número de hojas y de coronas y ancho de foliolo y peciolo. (Cruz, 2007)

2.2 Fertirriego

El cultivo de la frutilla se considera sensible a la salinidad por lo que es importante el manejo de la solución y de la fertilización que se compone por sales y agua. Gracias a las técnicas utilizadas en cultivos que carecen de suelo, en la que el agua, es el componente fundamental, la calidad del agua es de mucha importancia para que el manejo sea adecuado. (Kaneko et al, 2019)

La fertirrigación en cultivos de la frutilla es un tema importante para considerar. Algunos componentes importantes es el potasio, su principal fuente es el nitrato de potasio (KNO₃),

el potasio es de los nutrientes esenciales para que niveles de producción se alcancen y mejoren la calidad de los frutos (Yommy et al, 2007).

La elaboración de un programa de fertirriego requiere el conocimiento de las necesidades del cultivo de la frutilla a lo largo de su ciclo y el fraccionamiento de los nutrientes. Los nutrientes requeridos principales son nitrógeno, fósforo y potasio. Estudios acerca de la necesidad nutricional de la frutilla varían de 150 a 300 de Unidades de Fertilizantes (UF)² de nitrógeno por hectárea, de 90 a 180 UF de P₂O₅ (fósforo) por hectárea y 150 a 400 UF por hectárea de potasio. Haciendo referencia a densidades de 50.000 plantas por hectárea y una producción promedio de 45 toneladas por hectárea (Gavilán et al, 2022)

El riego por goteo es de los métodos más eficientes para el suministro de agua y de los nutrientes requeridos por los cultivos, ya que de esta forma permite una aplicación flexible de aplicación de los fertilizantes de una forma directa a la zona de la raíz del cultivo, cantidades correctas y en el momento justo, de esta forma mantiene una constante humedad al suelo y evita que crezcan malezas y proliferen enfermedades (Bernal y Chipiaje, 2021).

2.3 Sustratos

Las características de los materiales utilizados como sustrato en los sistemas de cultivo sin suelo afectan directa e indirectamente el crecimiento y producción de las plantas. El cultivo semihidropónico tiene varias ventajas, como el control de la nutrición de las plantas, la posibilidad de aumentar la densidad, la disminución de las enfermedades y plagas y la mejora cuantitativa y cualitativa del rendimiento en comparación con el cultivo en el suelo. Este método utiliza sustratos orgánicos y minerales para el cultivo. Los atributos de diferentes sustratos utilizados como cama de siembra si afectan a la producción de estos cultivos y a su

crecimiento. Algunos sustratos utilizados en los cultivos semihidropónicos son: perlita, perlita más cascarilla de arroz, cascarilla de arroz carbonizada, cascarilla de coco, cascarilla de coco con corteza de pino y entre otras que destacan (Hamid et al, 2012)

Una tendencia creciente de la agricultura abierta al comercio mundial menciona que actividades agrícolas deben ser cada vez más competitivas y eficientes, con mejoras en las tecnologías y en su producción, el uso de diferentes sustratos proporciona soluciones a problemas como: la alta erosión del suelo, la acidez y enfermedades, y no permite que exista una siembra de forma directa en el suelo lo cual no sería recomendable. Las superficies utilizadas para la producción de frutilla son cada vez más limitadas por lo que la utilización de sistemas semihidropónicos y sustratos orgánicos e inorgánicos son fundamentales. Los Sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos; los orgánicos más comunes son la turba, tierra, cascarilla de arroz y fibra de coco. Mientras que en los sustratos inorgánicos son la perlita, vermiculita o arena. (Medina et al, 2016).

La fibra de coco es un sustrato orgánico que tiene una lenta descomposición ya que contiene lignina, es obtenido del mesocarpio del fruto del coco; tiene muy buena retención de humedad y son semejantes a turbas rubias. La cascarilla de arroz por otro lado es un material de bajo costo de fácil adquisición, tiene una baja tasa de descomposición componente sílice (Medina et al, 2016).

Algunas de las características que deberían compartir distintos tipos de sustratos para cumplir para que sean eficientes y recomendables para la agricultura son: de fácil disponibilidad, económicos, alta capacidad de retención de agua, alta capacidad de aireación, que sean estables, libres de enfermedades y patógenos ya que el sistema radicular de la frutilla es poco profundo y con alta cantidad de fibra. (Camacaro et al. 2013)

2.4 Plagas y enfermedades

La frutilla es un cultivo que ve afectado por un sin número de plagas y enfermedades que causan daño tanto a la planta como al fruto, estas, disminuyen la calidad de la cosecha y el rendimiento. La incidencia de problemas sanitarios va a variar dependiendo de las condiciones climáticas, variedades utilizadas y buenas prácticas agrícolas. (Gimenez et al, 2003).

Según el estudio de Calderón y Condori, cuando se habla de daños de plagas y enfermedades, el órgano más afectado son las hojas, con un porcentaje entre 50% y 66%. El segundo órgano más afectado es el fruto con un índice de daño promedio de 35% y el tallo finalmente con un promedio de 22%. (Calderón y Condori, 2021)

El objetivo del manejo de plagas y enfermedades es reducir los riesgos y el efecto de uso de plaguicidas que afectan al medio ambiente y a la salud humana con técnicas alternativas. El objetivo es minimizar el daño producido por los insectos y los hongos y bacterias. (Gil et al, 2019)

Las plagas que afectan principalmente al cultivo de la frutilla son la araña roja, el acaro del ciclamen, trips, pulgones y orugas. Las arañitas rojas (*Tetranychus urticae*) son pequeños y producen mayor daño a las plantas en días cálidos y secos; el daño principal es la succión de la savia de la planta, causando amarillamiento en la parte superior de las mismas. (Kirschbaum et al, 2015).

El acaro del ciclamen (*Phytonemus pallidus*) son ácaros que no son de fácil observación, y lo que predispone a la planta a su ataque son las condiciones de alta humedad y escasa luz. Su infestación causa daños en los frutos e impide el crecimiento de la planta; se

los puede observar por el engrosamiento en las hojas y puede ser confundido con daños por virus. (Kirschbaum et al, 2015).

Los trips, del género *Frankliniella* son insectos pequeños de color amarillo, adultos tienen alas; ellos producen daño en los tejidos con su aparato bucal para conseguir alimento, también afectan a las flores y por consiguiente a sus frutos. (Kirschbaum et al, 2015).

Los pulgones de la frutilla (*Cacaetosiphon fragaefolii*) son insectos que poseen un aparato bucal chupador; forman colonias en los brotes y en las hojas. Su color es negro o verde según la especie. Causan daño a los tejidos por succión e introducen toxinas haciendo que las hojas se curven hacia abajo, y son transmisores de virus ya que producen una melaza que atrae hormigas y al hongo llamado fumagina. Larvas de lepidópteras, también son una plaga importante, estas se alimentan de las hojas y atacan a brotes de plantas jóvenes (Kirschbaum et al, 2015).

Las principales enfermedades son la mancha foliar (*Xanthomonas fragariae*), Antracnosis (*Collectotrichum acutatum*), Botritis (*Botrytis cinerera*) y la mancha foliar común, (*Mucor spp*), pudrición correosa (*Phytophthora cactorum*). (Zalom et al, 2005)

Las enfermedades causadas por patógenos en la frutilla son sistémicas y constituyen los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial; son aproximadamente 30 enfermedades que incluyen: virus, bacterias del género *fragaria* y fitoplasmas. Los efectos de la virosis que se han registrado hacen que se produzcan deformaciones, enanismo, el mosaico, amarillamiento de las hojas, manchas necróticas, todo esto causando disminución en el tamaño y número de frutos, reduciendo la producción y calidad de la fruta. Estas enfermedades son de importancia económica, y dependen del tipo de virus, el cultivar y las condiciones ambientales. (Fughetti, et al, 2017)

2.5 Cosecha y postcosecha

La frutilla es un fruto no climatérico, lo que quiere decir que su calidad y el contenido de grados brix después de su cosecha no aumenta, y solo varía el color, y su firmeza tiende a disminuir. Es caracterizada por tener una elevada tasa de respiración por lo que tiene una vida corta de almacenamiento. (Undurraga et al, 2013)

La frutilla tiene una epidermis que es delgada, tiene un porcentaje de agua alto. Por lo que es altamente perecible y susceptible a daños mecánicos y por microorganismos. Es por esto, que el manejo cosecha y postcosecha debe ser cuidadoso para que la vida en percha sea mayor y mantenga su alta calidad (Undurraga et al, 2013)

La fruta es cosechada individualmente, y luego clasificada y ubicada en una caja para su proceso de comercialización. Una caja estándar tiene 12 canastas pequeñas plásticas con una capacidad de 500 gramos. Las cajas deben ubicarse en pallets en el transporte hasta que haya 112 cajas por cada pallet (Kirschbaum, 1998). Es importante que la frutilla se mantenga en la cadena de frío.

La fruta al momento de llegar a los sitios de almacenamiento, se descargan y se realiza un pre enfriado por aire forzado. Cada hora que la fruta permanece a un aproximado de 27 grados centígrados, la vida en percha se reduce aproximadamente de un día. La operación de pre enfriado busca bajar la temperatura para llegar al 1 grado centígrado sin causar daños en el fruto. (Kirschbaum, 1998).

A medida que la madurez del fruto va aumentando, el color y el contenido de sólidos solubles en el fruto van cambiando. De todas formas, el fruto está expuesto a factores como temperatura, lluvia, radiación solar, niveles de nitrógeno, que pueden alterar la calidad final

del producto. Los frutos maduros tienen un contenido alto de fructosa y glucosa; lo óptimo es encontrar el equilibrio entre azúcares y ácidos (Yanina y Mora, 2019).

La firmeza es otro parámetro de alta importancia, especialmente si la fruta debe transportarse para su comercialización y de esta forma, llegar a su destino con la calidad adecuada. El índice de madurez comercial se basa en ciertos parámetros, entre esos el color del fruto, que es el que más información nos brinda acerca de su maduración. (Yanina y Mora, 2019).

La medida de control más eficiente y económica es eliminar los insectos observados durante la cosecha manual. El moho gris (*Botrytis cinerea*) también afecta a la cosecha y postcosecha de esta planta (Bareiro, 2019). Otras enfermedades importantes y más comunes en la postcosecha que generan grandes pérdidas son la podredumbre blanda (*Rhizopus stolonifer*) y la podredumbre negra (*Mucor spp*). Para controlar estos daños se han usado fungicidas sintéticos. (Guedez et al., 2009)

2.6 rentabilidad (análisis económico)

El cultivo de la frutilla tiene una rápida recuperación de inversión, un uso intensivo de mano de obra y una demanda de consumo alta (Martinez et al, 2014). Así mismos estudios realizados por Molina (2016) indican que la frutilla tiene una rentabilidad positiva, y el costo de producción por kilo de frutilla es de US\$18,92 aproximadamente y representa un ingreso al productor de aproximadamente US\$50. 000 anual. La rentabilidad fue de 5% en el micro túnel, 11% en el macro túnel y 5% en la manta térmica.

III. Objetivos e hipótesis

3.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de diferentes parámetros productivos en dos sistemas de cultivo de frutilla.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de diferentes parámetros productivos en el sistema semihidropónico y convencional.
- Cuantificar y comparar la respuesta de diferentes seis parámetros en los dos sistemas.
- Seleccionar el mejor sistema de producción en base a sus niveles de productividad.

3.3 Hipótesis

- El sistema semihidropónico es eficiente para la producción de frutilla bajo condiciones de invernadero.

IV. Materiales y métodos

4.1 Material biológico y sustratos

La variedad utilizada en el presente estudio fue la variedad Albión. Las plantas fueron proporcionadas por la empresa Ecuagro Import. La variedad Albión, es una variedad de día neutro, se cultiva en climas donde las temperaturas son de medias a altas durante todo el año, aunque en localidades con temperaturas bajas presentan problemas en la uniformidad de su fruto.

Las principales características de la variedad Albión es de tener color rojo extremo, pulpa de color rojo menos intenso y una alta acumulación de azúcares en promedio de entre 10 a 14 grados brix. El fruto es firme, con una vida mayor en percha. Es una variedad que presenta mayor resistencia al oídio. Tiene una aptitud para el mercado fresco y para congelados, debido a su alto contenido de azúcares (Morales, 2018).

Las plantas fueron sembradas en dos distintos sistemas de siembra los cuales fueron el semihidróponico con dos sustratos y uno que consistía como el grupo control en un sistema convencional, es decir el sustrato era el suelo. Los sustratos utilizados fueron el primero con cascarilla de arroz más corteza de pino más fibra de coco, y el segundo con cascarilla de arroz y fibra de coco al 50% cada una.

4.2 Manejo agronómico del experimento

En los dos sustratos del sistema semihidropónico se utilizó una densidad de siembra de 140 plantas por tratamiento, mientras que en el sistema convencional se utilizó una densidad de siembra de 70 plantas por tratamiento.

El control de malezas se realizó igual de una a dos veces al mes, con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con las plantas y tener una mejor disponibilidad de los nutrientes para las mismas. Para la fertilización de las plantas se utilizaron tres tipos de soluciones: ultrasol inicial (110 g), nitrato de potasio (85 g) más sulfato de magnesio (220 g) y nitrato de calcio (339 g). Con base en esta fertilización, se realizaron fertirriegos diarios utilizando la siguiente formulación: 200 centímetros cúbicos de cada uno de los tres tipos de soluciones más 5 centímetros cúbicos de Microponic. Adicional a estas labores, se realizaron podas sanitarias con el propósito de que estas no sean un foco de contagio para nuevas plagas y enfermedades.

Se realizaron de dos a cuatro cosechas al mes. Las mismas que se realizaron manualmente y se las ubico en fundas previamente identificadas y luego en gavetas para su traslado a la bodega para registrar las diferentes variables de respuestas: grados brix, longitud de fruto, diámetro de fruto, número de frutos por planta, rendimiento promedio de 10 plantas y rendimiento promedio total. Los frutos cosechados se colocaron para su conservación en refrigeración para incrementar su vida en percha y para cuantificar los diferentes parámetros considerando una muestra de 10 plantas para cada una de las variables.

4.3 Métodos estadísticos

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones; para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, esta prueba estadística, se utiliza general y en conjunto con el ANOVA; es utilizada en experimentos que implican varias comparaciones entre medias de tratamientos (García et al, 2001).

Las variables de respuesta que se cuantificaron fueron las siguientes:

- Rendimiento total de plantas: esta variable se midió en una balanza de precisión todas las frutillas cosechadas en los diferentes bloques y tratamientos. Se cuantifico en gramos.
- Rendimiento promedio de 10 plantas: en cada tratamiento existían 10 plantas seleccionadas, se cosechaba su fruto y el total del peso de la cosecha de cada tratamiento fue registrado en una balanza de precisión. Se cuantifico en gramos.
- Numero de frutos cosechados: Se realizo un conteo del número de frutos cosechados en las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento.
- Grados Brix: Utilizando a un refractómetro, se determinó el contenido de los sólidos solubles. Se cuantificó esta variable, considerando la lectura en un fruto de cada una de las 10 plantas seleccionadas.
- Promedio Longitud del fruto: con la ayuda de un calibrador se midió la longitud de un fruto de las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento, obteniéndose un valor promedio.

- Diámetro promedio de fruto: con la ayuda de un calibrador se midió el diámetro de un fruto de cada una las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento, al finalizar se obtuvo un valor promedio.

Para los análisis de la variancia, de las variables: promedio grados brix, número de frutos promedio por planta, longitud promedio de fruto y diámetro promedio de frutos. Se consideraron los cinco meses de cosecha que constituyeron el componente de bloques en el DBCA.

V. Resultados

5.1 rendimiento total de plantas

Tabla 1 Análisis de la variancia de rendimiento total de plantas

FV	GL	SC	CM	F	
				CALCULADA	F TABULAR
TOTAL	11	910.679.410,25			
BLOQUES	3	221.288.149,21	73.762.716,40	1,72	3,28
TRATAMIENTOS	2	431.697.802,35	215,848901,18	5,02*	3,45
ERROR	6	257.693.458,69	42.948.909,78		

***P>0,05 CV=36,70 % ; SY=3276,77 g**

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 1), para la variable rendimiento total de plantas, se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) para tratamientos y no para bloques. Se encontró alta variación para esta variable lo que se refleja en un coeficiente de variación del 36,70%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 3276,77 gramos.

Tabla 2 Prueba de significación de Tukey para la variable rendimiento total de plantas

tratamientos	t3	t2	t1
medias	9816,63	19535,5	24217,78
rangos	b	ba	a

T= 14.221, 19 gramos

Según la prueba de significación de Tukey para la variable rendimiento total de plantas, se encontraron dos rangos de significación, ocupando el primer rango los tratamientos (a) t1 (fibra de coco, cascarilla de arroz y corteza de pino) y t2 (cascarilla de arroz y fibra de coco ambas al 50%) y los tratamientos 2 y 3 compartieron un rango de significación (b)

5.2 Rendimiento de 10 plantas

Tabla 3 Análisis de la variancia para el rendimiento de 10 plantas

FV	GL	SC	CM	F	
				CALCULAD A	F TABULAR
TOTAL	11	1217760			
BLOQUES	3	418398	139466	2,63	3,289
TRATAMIENTO S	2	481843,5	240921,75	4,55*	3,463
ERROR	6	317518,5	52919,75		

* $P > 0,05$ CV=43,98% ; SY= 115,02g

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 3), para la variable rendimiento de 10 de plantas, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para tratamientos y si para bloques. Se encontró alta variación para esta variable lo que se refleja en un coeficiente de variación del 43,98%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 115,02 gramos.

Tabla 4 Prueba de significación estadística de Tukey para la variable rendimiento total de 10 plantas

tratamientos	t3	t2	t1
medias	266,25	547,5	755,25
rango	a	a	a

$$T=4,34 \times 115,02=499,19$$

Según la prueba de significación de Tukey para la variable rendimiento total de 10 de plantas, se encontraron un solo rango de significación (a) para todos los tratamientos.

5.3 numero promedio de frutos por planta

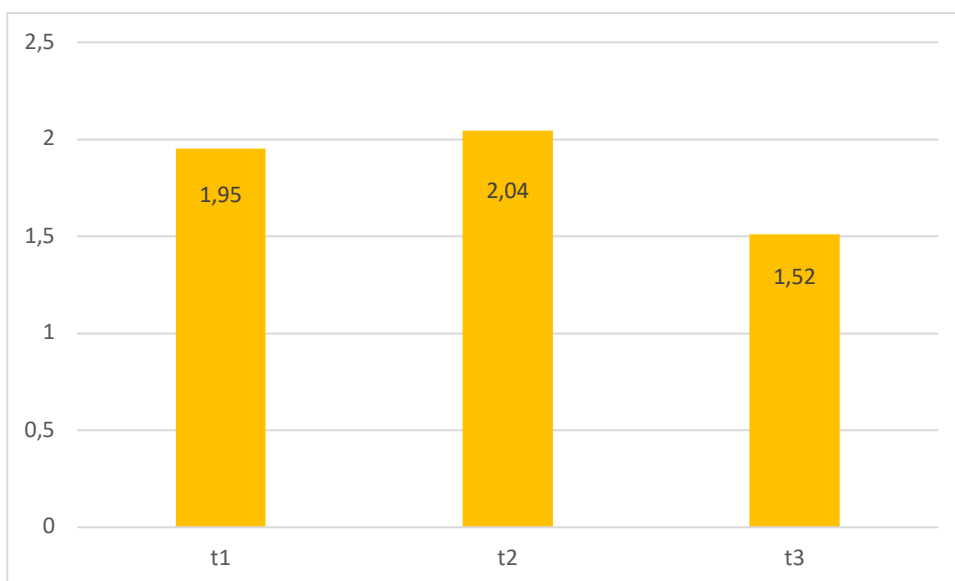
Tabla 5 Análisis de la variancia para el promedio de frutos por planta

FV	GL	SC	CM	F	
				CALCULAD	F
				A	TABULAR
TOTAL	14	6,78			
BLOQUES	4	2,48	0,62	1,42	2,81
TRATAMIENTO					
S	2	0,81	0,41	0,93ns	3,11
ERROR	8	3,48	0,43		

nsP>0,05 CV=35,91% ; SY=0,29

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 5), para la variable número promedio de frutos por planta, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) para tratamientos y para bloques. Se encontró alta variación para esta variable lo que se refleja en un coeficiente de variación del 35,91%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 0,29.

Gráfico 1. Medias de tratamientos del número promedio de frutos por planta



El gráfico 1 muestra la diferencia entre las medias sobre saliendo la media del tratamiento t2 con 2,04 promedio de frutos por planta, sigue el tratamiento 1 con 1,95 frutos por planta y finalmente el t3 con 1,52 frutos por planta.

5.4 Promedio de grados brix

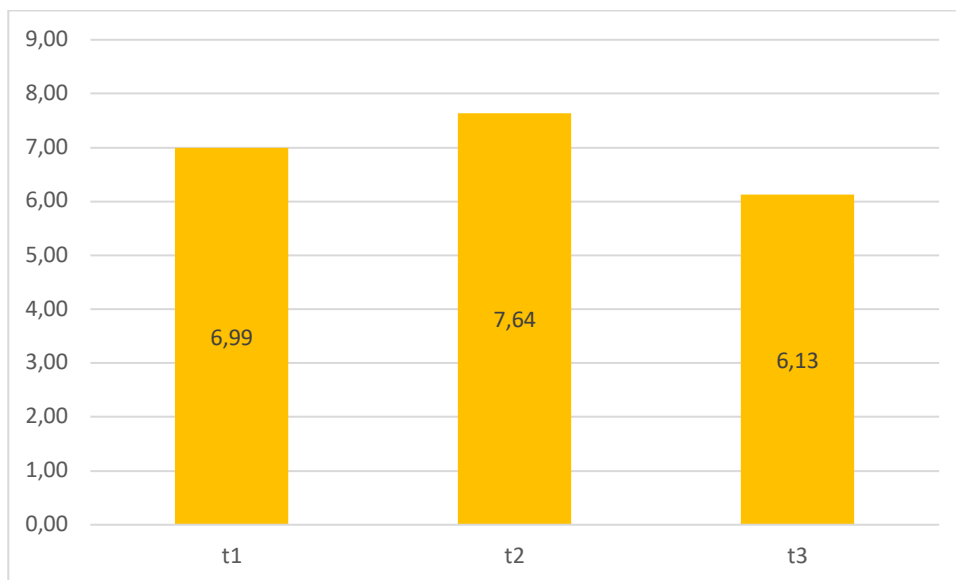
Tabla 6 Análisis de la variancia para el promedio de grados brix

FV	GL	SC	CM	F	
				CALCULADA	F TABULAR
TOTAL	14	85,56			
BLOQUES	4	66,52	16,63	10,01*	2,806
TRATAMIENTOS	2	5,75	2,88	1,73 ns	3,113
ERROR	8	13,29	1,66		

nsP>0,05 Cv= 18,62% ; SY=0,58

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 6), para la variable promedio de grados brix, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) para tratamientos y para bloques. Se encontró una menor variación para esta variable, lo que se refleja en un coeficiente de variación del 18,62%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 0,58.

Gráfico 2. Medias totales de tratamientos del promedio de grados brix



Así mismo, el gráfico 2 muestra la diferencia entre las medias sobresaliendo la media del tratamiento t2 con 7,64 grados brix, le sigue el tratamiento 1 con 6,99 grados brix y finalmente el t3 con 6,13 grados brix

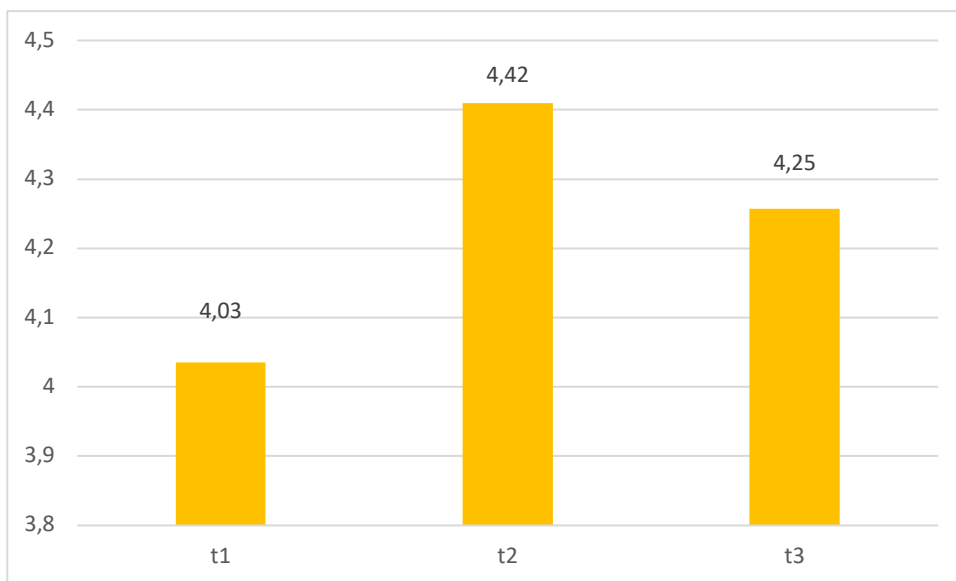
5.5 Promedio longitud del fruto

Tabla 7 Análisis de la variancia para la longitud promedio del fruto

FV	GL	SC	CM	F CALCULADA	F TABULAR
TOTAL	14	7,72			
BLOQUES	4	5,13	1,28	4,58*	2,81
TRATAMIENTO					
S	2	0,35	0,18	0,63ns	3,11
ERROR	8	2,24	0,28		

ns=P>0,05 CV= 12,49% ; SY=0,24cm

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 7), para la variable longitud promedio del fruto, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) para tratamientos y para bloques. Los resultados para esta variable reflejan un coeficiente de variación del 12,49%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 0,24 cm

Gráfico 3. Media de tratamientos de longitud promedio del fruto

El grafico 3 muestra la diferencia entre las medias sobresaliendo la media del tratamiento t2 con 4,42 cm, le sigue el tratamiento 3 con 4,25 cm y finalmente el t1 con 4,03 cm.

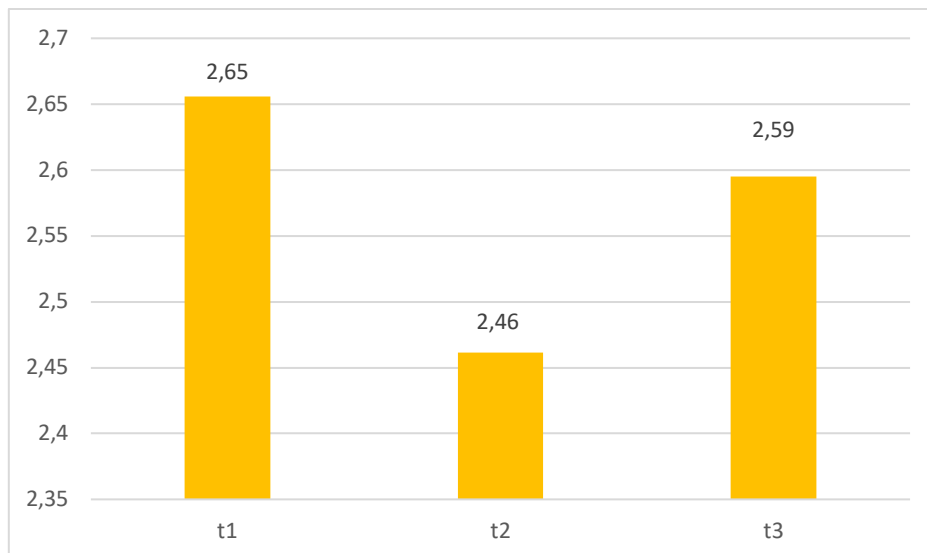
5.6 Promedio diámetro del fruto

Tabla 8 Análisis de la variancia para el diámetro promedio del fruto

FV	GL	SC	CM	F	
				A	F
				CALCULAD	TABULAR
TOTAL	14	1,28			
BLOQUES	4	0,52	0,13	1,57ns	2,81
TRATAMIENTO					
S	2	0,10	0,05	0,60ns	3,11
ERROR	8	0,66	0,08		

ns=P>0,05 CV=11,17% ; SY=0,13

De acuerdo con el análisis de la variancia (tabla 8), para la variable diámetro promedio de frutos, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) para tratamientos y para bloques. Se encontró un coeficiente de variación del 11,17%. El error estándar de la diferencia entre medias fue de 0,13 cm.

Gráfico 4. Media de tratamientos de diámetro promedio del fruto

El gráfico 4 muestra la diferencia entre las medias sobresaliendo la media del tratamiento t1 con un diámetro de 2,65 cm, le sigue el tratamiento 3 con 2,59 cm de diámetro y finalmente el t2 con 2,46 cm de diámetro.

VI. DISCUSIÓN

Para la variable rendimiento total de plantas se encontraron diferencias estadísticamente significativas para tratamientos T1 y T2 del sistema semihidropónico con medias de 24217,78 gramos y 19535,5 respectivamente. Para el sistema convencional se obtuvo una producción de 9816,63 gramos siendo este tratamiento con la menor media. (Ruales, 2022), observó similares resultados del rendimiento total en todos los tratamientos. El mayor fue para el tratamiento T1 con 25794,78, 25442,44 para el T2 y 20956,59 para el tratamiento T3. Estas diferencias en cuanto a su magnitud entre los resultados de los dos estudios pueden atribuirse a los diferentes ciclos del cultivo de frutilla en los dos sistemas. De igual forma, (Guzman, 2021) tuvo menores rendimientos para todos los tratamientos con valores de T1 3292,26, para el T2 con 3133 y finalmente el T3 1915,88 gramos. Los resultados obtenidos en este estudio difieren de los dos anteriores debido a que se realizaron diferentes números de cosechas en los tres estudios, que variaron entre 6 y 12 cosechas, y por lo tanto diferentes niveles de productividad.

En cuanto al rendimiento de las 10 plantas, se puede observar que, si existió diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, en la prueba de Tukey todos los tratamientos ocuparon el mismo rango de significación. Se obtuvo una media mayor para el tratamiento 1, con una media de 755,25 gramos, siguiéndole el tratamiento T2 con 547,5 gramos y finalmente el 3 con 266,25 gramos, estos resultados difieren con los obtenidos por (Ruales, 2022) que obtuvo mayores rendimientos para T3 con 549,09 gramos, siguiéndole el T1 con 474,78 gramos y T2 el menor con 449,94 gramos. Esto puede deberse a que con el avance de los ciclos del cultivo los diferentes tratamientos con sistema semihidropónico, generalmente

presentaron menores pérdidas en el número de plantas en relación con el sistema convencional, y por lo tanto, una mayor incidencia de plagas y enfermedades, por lo que estos dos factores influyeron en la densidad de las plantas y en el rendimiento. En los resultados que obtuvo (Tarquino, 2018) el mayor rendimiento promedio por planta fue de 123,2 gramos, esto se debe a que tenía un distinto número de plantas que se muestrearon y el sustrato de cascarilla de arroz que se utilizó, que difiere con los sustratos utilizados y los resultados obtenidos en el presente estudio.

Para la variable número promedio de frutos por planta, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para tratamientos ni para bloques. El tratamiento 2 fue el que mayor media tuvo con 2,04 frutos por planta, el tratamiento 1 con 1,95 frutos por planta y finalmente el tratamiento 3 con 1,52 frutos por planta. Estos valores difieren de los obtenidos por (Zaragoza, 2013) con valores de 2,36 para el sustrato convencional, 2,52 para el sistema en acolchado, 1,73 para el sistema hidropónico NFT y 1,75 en aeroponía. Estas diferencias de respuesta se deben a los diferentes sistemas de cultivo utilizados en el estudio de Zaragoza, en relación con los resultados obtenidos en el presente estudio. Por otra parte Ruales (2022), obtuvo una media mayor para todos los tratamientos: para el T3 4,67, para T1 de 3,07 y finalmente para T2 de 2,98 frutos por planta. Las magnitudes de la variable número promedio de frutos por planta obtenidos por este autor, difieren con los obtenidos en el presente estudio, lo que se podría atribuir al diferente ciclo de producción y al número de cosechas realizadas. En los resultados obtenidos por Zaragoza (2013) se obtuvo un promedio de 2,52 frutos por planta para el tratamiento convencional, lo que es similar a los resultados obtenidos en este estudio, pese a que se utilizó diferentes sistemas de cultivo. De igual forma en el ensayo que

realizo (Rea, 2012) reportó valores parecidos con un promedio de 2 frutos por planta esto se debe a que los sustratos utilizados son similares.

En cuanto a la variable grados brix, resultados obtenidos en los tratamientos no tuvieron diferencias estadísticamente significativas, por lo que no se efectuó una prueba de Tukey. La mayor media se obtuvo en el tratamiento 2 con 7,64 que consistió en cascarilla de arroz y fibra de coco al 50% cada una, el tratamiento 1 con 6,99 grados brix y 6,13 grados brix del sistema convencional. Por otra parte (Guzman, 2021) obtuvo la mejor media con el tratamiento 2 con el mismo sustrato teniendo 8 en promedio de grados brix, estos similares resultados pueden deberse al efecto de los sustratos y de la fertirrigación. De igual forma (Ruales, 2022) tuvo valores mayores a los obtenidos en este estudio con un rango de entre 7,33 y 8. Por otro lado Zaragoza (2013), obtuvo grados brix con un rango de entre 7,6 y 7,91; que son similares a los obtenidos en el presente estudio. Estas diferencias pueden darse debido a niveles de fertilización utilizados en el experimento.

Para la variable longitud del fruto, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa para tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue de 12,46%. La media del tratamiento que tuvo la mayor longitud fue la de T2 con una longitud de 4,42cm, siguiendo la de T3 4,25cm y finalmente T1 con 4,03cm. Por otra parte (Rea, 2012), obtuvo un promedio de 3,29cm para longitud de frutos. Esto puede deberse a que utiliza otra especie de frutilla que es *la Fragaria chiloensis L.* Así mismo (Llumiyinga, 2017), obtuvo valores similares con un el promedio mayor de 4,42cm. La similitud en los resultados puede deberse a que se utilizó la misma variedad Albión y en una ubicación cercana, ambas en Pichincha, Ecuador; aunque las condiciones fertiirrigación y de ambiente de evaluación fueron diferentes. Por otro lado (Ruales, 2022), obtuvo valores menores en todos los tratamientos

de 3,81cm para el sistema convencional y el sistema semihidropónico con el sustrato 1, y finalmente con un valor de 3,60cm para el tratamiento 2 que obtuvo el menor valor. Los resultados de este estudio en relación con los obtenidos por (Ruales, 2022) pueden atribuirse al cambio de los fertilizantes utilizados para la fertirrigación lo que permitió un mayor crecimiento del fruto.

Finalmente, para la variable diámetro promedio del fruto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, el coeficiente de variación fue de 11,17%. Las medias fueron de 2,65, 2,46, 2,59 cm para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Los resultados obtenidos por (Ayala, 2013), fueron significativamente mayores con un promedio de 3,20 cm. Lo que puede atribuirse a la utilización de una diferente variedad (Carmela) que presenta mayor diámetro de fruto. Por otra parte, (Guzman, 2021) obtuvo valores mayores, pero más cercanos, con un promedio de 2,86cm para el sistema convencional. Finalmente (Ruales, 2022) obtuvo diámetros superiores 2,88cm y 2,76cm para T1 y T2 respectivamente y 3 cm para el tratamiento convencional; los que son comparables con valores obtenidos en el presente estudio.

VII. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

- Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio para el rendimiento total de plantas demuestran que el cultivo semihidróponico, que utilizó como sustrato de fibra de coco, cascarilla de arroz y corteza de pino, mostró un rendimiento superior al del sistema convencional.
- Los resultados de la variable de rendimiento promedio de las 10 plantas determinaron que hubo una mayor productividad en el sistema semihidropónico con el sustrato 1 en relación con el sistema convencional.
- En cuanto a la variable promedio de frutos por planta, en este caso el tratamiento con un mejor desempeño fue el tratamiento 2 con el sustrato de cascarilla de arroz y fibra de coco ambas al 50% en relación al sistema convencional.
- Los resultados del promedio de grados brix indican mejores valores para el tratamiento 2 del sistema semihidropónico mostró valores superiores superiores en comparación con el sistema convencional.
- En cuanto a los valores de longitud promedio de fruto, la media con mejor desempeño fue el tratamiento 2 ya que obtuvo valores mayores en comparación con el sistema convencional.

- Para la variable del diámetro promedio de fruto el mejor sistema fue el semihidropónico con el sustrato 1 en comparación con el sistema convencional.
- Finalmente, visualizando los resultados obtenidos para todas las variables, se determina que para las variables rendimiento total de plantas, rendimiento promedio de 10 plantas y diámetro promedio de frutos, la mejor respuesta se obtuvo con el sistema semihidropónico con el sustrato que tenía como componentes fibra de coco, cascarilla de arroz y corteza de pino. Y para las variables grados brix, longitud promedio de fruto y número promedio de frutos por planta el mejor sistema fue el del sustrato 2 que consistía en fibra de coco y cascarilla de arroz ambas al 50%. Estos resultados demuestran que el sistema semihidropónico utilizando dos diferentes tipos de sustratos fue más eficiente y productivo que el sistema convencional.

7.2 Recomendaciones

- Incrementar el número de plantas por tratamiento para tener una mejor estimación de los diferentes parámetros productivos en el cultivo semihidropónico de frutilla.
- Mejorar la eficiencia del manejo de la fertirrigación en los dos sistemas.
- Utilizar con mayor énfasis control biológico para minimizar los problemas de plagas y enfermedades.

- Cuantificar diferentes variables ambientales como temperatura humedad relativa y radiación.

VIII. Referencias bibliográficas

Axayacatl, O. (2017). *Estadísticas mundiales de la producción de la frutilla*.

Recuperado de <https://blogagricultura.com/estadisticas-fresa-produccion/>

Bareiro Mendoza, José Félix. (2019). *Manual de Transferencia de Resultados de Investigación sobre el cultivo de frutilla – producción demudas de alta calidad*: Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB), PROYECTO OTRI16-101, 2019.50 p. il. Cuadros, 15,5 x 22 cm. Recuperado de https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u294/PUBLICACION_MUDA_FRUTILLA_23-07-2019-final.pdf

Bernal, J. Chipiaje, I. (2021). *Fertiirrigación por goteo para el cultivo de fresas en túnel, aplicando energías renovables*. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1814&context=ing_automatizacion

Camacaro, M et al. (2013). *Efecto de diferentes sustratos y ácido giberélico sobre el crecimiento, producción y calidad de fresa (Fragaria x ananassa Duch) cV. Camarosa*. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612013000100004&script=sci_arttext

Córdoba, E. (2020). *Evaluación de la actividad antifúngica de peróxidos sobre botrytis (Botrytis cinerea) en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.), bajo condiciones de campo abierto*. Revista de investigación científica. Pg 72

Cruz, A. F., Barka, G. D., Sylla, J., & Reineke, A. (2018). *Biocontrol of strawberry fruit infected by *Botrytis cinerea**: Effects on the microbial communities

on fruit assessed by next-generation sequencing. *Journal of Phytopathology*, 166(6), 403–411. <https://doi-org.ezbiblio.usfq.edu.ec/10.1111/jph.12700>

Cruz, T. (2007). *Efecto de tres distancias de siembra y tres alternativas de manejo de enfermedades en el cultivo orgánico de fresa (Fragaria spp) variedad festival, en Las Sabanas, Madriz*. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/2022/>

DUGHETTI, A.C.; KIRSCHBAUM, D.S.; CONCI, V.C. (2017) *Especies de virus y pulgones encontrados en cultivos de frutilla en Argentina RIA*. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 43, núm. 1, abril, 2017, pp. 36-50 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina

FAO. (2022). *Cultivos y productos de ganadería*. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Firdaus, Ivan Sheva Muhammad, Mohammad Rizalul Fikri, and Mia Rosmiati. “*Monitoring And Controlling Smart Hidroponics Using Android and Web Application.*” 2021 3rd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT). IEEE, 2021. 177–182. Web.

García J. et al. (2001). *Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias*. *Agrociencia*, vol. 35, núm. 1. pp. 79-86 Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. Recuperado de [:https://www.redalyc.org/pdf/302/30235107.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/302/30235107.pdf)

Gavilán, P. et al. (2022). *Optimización del fertirriego en un cultivo de fresa*. Córdoba. *Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica*, 2022. 1-16 pp. Formato digital (e-book) - (Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria – Recursos Naturales y Forestales)

Giménez, G et al. (2003). *IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS EN EL CULTIVO DE FRUTILLA*. INIA. Recuperado de <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219240807161309.pdf>

Gil, A. et al. (2019). *Guía de gestión integrada de plagas de la fresa y fresón*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagipfresayfreson_tcm30-507859.pdf

Guedez, C. et al. (2009). *Efecto antagónico de Trichoderma harzianum sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (Fragaria spp)*. ScieLo. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-25562009000100007&script=sci_arttext

Hamid R. et al. (2012). *Effects Of Different Cultivation Media On Vegetative Growth, Ecophysiological Traits And Nutrients Concentration In Strawberry Under Hydroponic And Aquaponic Cultivation Systems*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Hamid-Reza-Roosta/publication/234114928_Effects_Of_Different_Cultivation_Media_On_Vegetative_Growth_Ecophysiological_Traits_And_Nutrients_Concentration_In_Strawberry_Under_Hydroponic_And_Aquaponic_Cultivation_Systems/links/00b4951cfef0fe19f2000000/Effects-Of-Different-Cultivation-Media-On-Vegetative-Growth-Ecophysiological-Traits-And-Nutrients-Concentration-In-Strawberry-Under-Hydroponic-And-Aquaponic-Cultivation-Systems.pdf

He, J., Dougherty, M., Arriaga, F., Fulton, J., Wood, C., Shaw, J., & Lange, C. (2013). *Short-term soil nutrient impact in a real-time drain field soil moisture-controlled SDI wastewater disposal system*. *Irrigation Science*, 31(1), 59–67. <https://doiorg.ezbiblio.usfq.edu.ec/10.1007/s00271-011-0292-2>

Kaneko, F. et al. (2019). *Estrategias de manejo del cultivo de frutilla (Fragaria x ananassa) cultivada en sustrato a base de fibra de coco*. Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9432/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Czepulis-et-al_frutilla_sustrato_p.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kirschbaum, D.S. et al. (2015). *Guía práctica de campo para el reconocimiento de plagas frecuentes, organismos benéficos y enfermedades habituales del cultivo de frutilla en el Noroeste Argentino*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318460911_Frutillas_Cosecha_y_manejo_poscosecha_en_Florida

Kirschbaum, DS. (1998). *Frutillas: cosecha y manejo postcosecha en florida*. University of Florida. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318460911_Frutillas_Cosecha_y_manejo_poscosecha_en_Florida

Martinez, J.F., et al. (2014). 68. *POTENCIAL PRODUCTIVO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (Fragaria fragariaananassa (Weston) Duchesne) EN SALINAS, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO*. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Agroproductividad/2015/vol8/no4/11.pdf>

Mendoza, I. (2013). *Comportamiento productivo vertical de la frutilla (Fragaria sp.) en relación con la densidad de siembra de dos tipos de sustrato en ambiente protegido*. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4035/T-1852.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Veliz, G. (2021). “*Efectos de estimulantes organicos en el rendimiento de fragaria ananassa duch. “fresa” variedad chandler en el VALLE DE CHANCAY*”. Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6280/GUSTAVO%20JULIAN%20VELIZ%20CAHUAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yanina, I. y Mora, J. (2019). *Evaluación de parámetros de calidad poscosecha en tres variedades de frutilla (Fragaria x ananassa Duch.) en Los Antiguos, Santa Cruz*. Recuperada de https://inta.gob.ar/sites/default/files/informe_tecnico_post_cosecha_frutilla_yi_final_pdf.

Zalom, F. et al (2005). *Universidad de California, manejo integrado de plagas, guia para el manejo de las plagas en fresas*. Recuperado de <http://www.serviagromx.com/wp-content/uploads/2018/07/Guia-para-el-manejo-de-plagas-en-fresas-2.pdf>

IX.Anexos

Anexo A: Tablas con los datos de las variables

Anexo A1: Tabla de resumen rendimientos de las 10 plantas

rendimiento 10 plantas	Columna1	Columna2	Columna3	Columna4
	T1	T2	T3	totales
Bloque 1	465	465	0	930
Bloque 2	333	495	300	1128
Bloque 3	888	645	390	1923
Bloque 4	1335	585	375	2295
totales	3021	2190	1065	6276

Anexo A2: Tabla de resumen de rendimiento total

Columna1	B1	B2	B3	B4	SUMA	media
T1	25.207,60	14.387,00	31.720,50	25.556,00	96.871,10	24.217,78
T2	28.105,00	5.070,00	19.641,00	25.326,00	78.142,00	19.535,50
T3	9.452,00	11.911,50	9.669,00	8.234,00	39.266,50	9.816,63
suma	62.764,60	31.368,50	61.030,50	59.116,00	214.279,60	

Anexo A4: Tabla de resumen del número promedio de frutos por planta

numero de frutos por planta	Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna5
	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
t1	1,41	1,26	2,44	1,87	2,79
t2	1,54	1,59	2,52	2,05	2,52
t3	1,57	1,57	0,00	2,03	2,39

Anexo A5: Tabla de resumen longitud promedio de las 10 plantas

Columna1	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
t1	3,93	5,05	3,66	3,83	3,70
t2	3,10	5,01	5,61	4,00	4,33
t3	3,40	5,10	5,03	3,90	3,85

Anexo A6: Tabla resumen de diámetro promedio de 10 plantas

Columnal	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
t1	2,20	2,82	2,80	2,93	2,53
t2	2,23	2,33	2,77	2,13	2,85
t3	2,50	2,93	2,80	2,10	2,65