

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Evaluación del segundo ciclo de producción de frutilla (*Fragaria var ananassa*) en un sistema semihidropónico con dos sustratos y un sistema convencional en frutilla Puembo-Pichincha.

Sofía Victoria Ruales Reyes

Ingeniería en Agronomía

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

Quito, 20 de enero de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Evaluación del segundo ciclo de producción de frutilla (*Fragaria var ananassa*) en un sistema semihidropónico con dos sustratos y uno convencional en la frutilla en Puembo-Pichincha.

Sofía Victoria Ruales Reyes

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD.

Quito, 20 de enero 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: Sofía Victoria Ruales Reyes

Código: 00202078

Cédula de identidad: 1720336740

Lugar y fecha: Quito, 20 de enero 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UNPUBLISHED DOCUMENT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

A mi familia, por ser mi pilar fundamental durante toda mi vida. A Belén y Víctor por ser unos padres ejemplares, mi fortaleza e impulso para luchar por mis sueños. A Isaac, mi hermano, por ser el motor que me motiva cada día a ser mejor y un buen ejemplo a seguir.

A cada una de las personas que formaron parte de mi proceso de aprendizaje durante toda la carrera, a mis profesores, que me han ayudado y guiado para ser una buena profesional, en especial a Mario Caviedes, por ser un director de tesis ejemplar, quien con sus conocimientos y sabiduría supo colaborar con mi aprendizaje y ejecución del presente proyecto.

A mis amigos por formar parte de mi vida universitaria y ser una motivación para cumplir todos mis objetivos, en especial a mi compañero de profesión Hernán, por ser un apoyo durante la realización del experimento.

RESUMEN

Se evaluó el desempeño de la variedad de frutilla Albión en base a un sistema semi hidropónico con dos sustratos y un sistema convencional al suelo. Es un cultivo que se adapta a diferentes condiciones agroclimáticas, sin embargo, requiere una mayor cantidad de horas luz. El sistema semi hidropónico es un sistema eficiente para la producción del cultivo ya que utiliza sustratos suficientemente probados que permiten mejorar la producción y la calidad del fruto. El objetivo general del estudio fue: evaluar el segundo ciclo del cultivo de frutilla en dos sistemas de producción en Puembo, Pichincha. Para el presente experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres tratamientos: T1: sustrato con cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco; T2: sustrato con cascarilla de arroz y fibra de coco 50:50; T3: cultivo en suelo. Las variables que se cuantificaron fueron: rendimiento de las 10 plantas muestreadas, número de frutos/planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, grados brix y rendimiento total. El análisis estadístico realizado demostró una diferencia estadística entre tratamientos para la variable de rendimiento de las 10 plantas muestreadas, donde se observó una mayor producción en el sistema convencional (T3). En cuanto al rendimiento total por tratamiento se observó una superioridad en la producción en el T1, con una productividad de 18.75% superior a T3. Se concluye que el sistema semi hidropónico con dos sustratos T1 y T2 fueron mejores en relación al sistema convencional debido a su superioridad en relación a las variables: rendimiento total y grados brix. Además el tratamiento que contiene cascarilla de arroz y fibra de coco (T2) fue el de mejor desempeño en la variable de grados brix con un promedio de 9.46, en relación al sistema semi hidropónico (T1) y al sistema convencional (T3)

Palabras clave: Frutilla, semi hidropónico, sistema convencional, sustratos, rendimiento, grados brix

ABSTRACT

The performance of the Albion strawberry variety was evaluated based on a semi-hydroponic system with two substrates and a conventional soil system. It is a crop that adapts to different agro climatic conditions, however, it requires a greater number of light hours. The semi-hydroponic system is an efficient system for crop production since it uses sufficiently proven substrates that allow improving the production and quality of the fruit. The general objective of the study was: to evaluate the second cycle of strawberry cultivation in two production systems in Puembo, Pichincha. For the present experiment, a Completely Randomized Block Design (DBCA) with three treatments was used: T1: substrate with rice husk, pine bark and coconut fiber; T2: substrate with rice husk and coconut fiber 50:50; T3: cultivation in soil. The variables that were quantified were: yield of the 10 sampled plants, number of fruits/plant, fruit length, fruit diameter, brix degrees and total yield. The statistical analysis carried out showed a statistical difference between treatments for the yield variable of the 10 sampled plants, where a higher production was observed in the conventional system (T3). Regarding the total yield per treatment, a superiority in production is observed in T1, with a productivity of 18.75% higher than T3. It is concluded that the semi hydroponic system with two substrates T1 and T2 were better in relation to the conventional system due to its superiority in relation to the variables: total yield and brix degrees. In addition, the treatment that contains rice husks and coconut fiber (T2) was the one with the best performance in the variable of brix degrees with an average of 9.46, in relation to the semi-hydroponic system (T1) and the conventional system (T3).

Keywords: Strawberry, semi-hydroponic, conventional system, substrates, yield, brix degrees.

Tabla de contenido

I.- Introducción	12
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2-Justificación	15
II.- Marco teórico.....	17
2.1 Clasificación taxonómica.....	17
2.2 Origen	17
2.3 Botánica del cultivo	18
2.3.1 Sistema radicular	18
2.3.2 Tallo	19
2.3.3 Hojas.....	19
2.3.4 Flores.....	19
2.3.5 Fruto	20
2.4 Manejo agronómico del cultivo	20
2.4.1 Siembra.....	20
2.4.2 Fertiirrigación	21
2.4.3 Labores culturales	21
2.4.4 Cosecha	22
2.5 Valor nutricional	22
2.6 Variedades de frutilla.....	23
2.6.1 Variedades de día neutro	23
2.7 Sistema de hidroponía y Sistema convencional.....	25

2.7.1 Sistema semihidropónico	25
2.7.2 Sistema convencional.....	26
2.8 Sustratos.....	26
2.8.1 Cascarilla de arroz.....	26
2.8.2 Corteza de pino.....	27
2.8.3 Fibra de coco	27
III. Objetivos e hipótesis.....	28
3.1 General.....	28
3.2 Específicos	28
3.3 Hipótesis	28
IV. Materiales y métodos.....	29
4.1 Material Biológico	29
4.2 Manejo del experimento	29
4.2.1 Sustrato en el sistema semi hidropónico	29
4.2.2 Manejo de plagas y enfermedades	29
4.2.3 Fertirrigación.....	30
4.3 Métodos estadísticos	30
4.3.1 Diseño experimental.....	30
4.3.2 Unidad experimental	30
4.3.3 Tratamientos.....	31
4.3.4 Variables evaluadas.....	31
V. Resultados.....	34

	10
5.1 Numero de frutos de las 10 plantas muestreadas	34
5.2 Rendimiento de las 10 plantas muestreadas.....	35
5.3 Grados brix de las 10 plantas muestreadas	36
5.4 Longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas.....	38
5.5 Diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas	39
5.6 Rendimiento total.....	41
VI. Discusión	43
VII. Conclusión y Recomendaciones	46
7.1 Conclusiones	46
7.2 Recomendaciones	48
VIII. Referencias bibliográficas	49
IX. Anexos.....	55
Anexo A: Tablas con los datos de las variables.....	55
Anexo A1: Rendimiento por 10 plantas muestreadas	55
Anexo A2: Longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas.....	55
Anexo A3: Diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas	55
Anexo A4: Numero de frutos de las 10 plantas muestreadas.....	55
Anexo A5: Grados brix	56
Anexo A6: Rendimiento total	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes nutricionales de la frutilla.....	22
Tabla 2: Productos utilizados para la fertiirigacion.....	30
Tabla 3: ANOVA del número de frutos de las 10 plantas muestreadas	34
Tabla 4: ANOVA del rendimiento total de las 10 plantas muestreadas	35
Tabla 5: Prueba de tukey del rendimiento de las 10 plantas muestreadas.....	36
Tabla 6: ANOVA del promedio de grados brix de las 10 plantas muestreadas	36
Tabla 7: ANOVA del promedio de la longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas	38
Tabla 8: ANOVA del promedio del diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas .	39
Tabla 9: ANOVA del rendimiento total	41

I.- Introducción

1.1 Planteamiento del problema.

La producción de frutilla a nivel nacional se ha incrementado en un 20%, (Villagra, 2016), donde las principales provincias productoras mantienen un sistema de producción convencional para el manejo del cultivo, que incluye; preparación del suelo, plantación, control de enfermedades y plagas, cosecha y pos cosecha manual. Sin embargo, algunos de los productores al no tener conocimiento sobre la nutrición del suelo y del cultivo, han provocado que este, disminuya las poblaciones de microorganismos benéficos, lo que ha generado mayor incidencia en plagas y enfermedades del suelo.

Es considerado un cultivo que se adapta a cualquier condición agro-climática, sin embargo, en la mayoría de suelos donde se siembra frutilla se han detectado deficiencia de nutrientes en el suelo, así como degradación del mismo debido a la utilización masiva de fertilización química.

Agricultores que poseen riego están realizan un mal manejo de la humedad, que es necesaria para el crecimiento adecuado de la planta. Cuando esta es excesiva, la planta es susceptible a enfermedades causadas por hongos y bacterias, los cuales pueden llegar a causar daños irreversibles en la planta. Cuando la humedad es deficiente en las plantas, sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción y en algunos casos causan la muerte de las plantas.

Asimismo, se han observado problemas en la calidad de la frutilla que se encuentran asociados a diferentes problemas principalmente nutricionales asociados con el crecimiento de la planta. También hay que tener en consideración, que las plagas y

enfermedades presentes también pueden jugar un papel importante en cuanto a la calidad de la fruta al cosechar. Dentro de los cuales, el principal factor que genera problemas en la comercialización es la cantidad de grados brix con los que cuenta la misma, haciendo que la preferencia del mercado cambie al no contar con la dulzura y las características físicas de la fruta deseada.

El sistema convencional es considerado poco eficiente por el manejo agronómico del cultivo, y ser un monocultivo durante años, lo que a largo plazo, permite que las plagas y enfermedades continúen presentes en el suelo y afecte a futuros cultivos. Así mismo, la erosión producida por este sistema de cultivo es irreversible y hace que el suelo sea cada vez menos productivo. La falta de conocimiento sobre el control de plagas y enfermedades hace que los productores utilicen grandes cantidades de agroquímicos para controlar las mismas. La utilización indiscriminada de estos agroquímicos, genera un daño irreparable en el suelo, e incide en el incremento de los costos de producción, lo que al final representan mayores gastos y menos ingresos para los mismos.

La mayoría de hectáreas de frutilla sembradas en Ecuador son manejadas en sistemas convencionales, es decir al suelo; por lo que la incidencia de plagas y enfermedades son mayores, y por ende las mismas que repercuten en la producción y economía del agricultor. Las principales enfermedades que se encuentran presentes en el suelo son la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), donde se considera que los daños pueden aparecer en cualquier parte de la planta, pero principalmente se localizan en el fruto, otra enfermedad como el Oidio (*Sphaerotheca macularis*), hongo que se manifiesta como un polvo blanco conocido como micelio, presente en el envés de la hoja, produciendo manchas purpuras y posteriormente rojizas en el mismo lugar así como curvatura en las mismas.

Y las principales plagas son: Araña roja (*Tetranychus urticae*): Conocida como una de las plagas más perjudiciales en el cultivo de frutilla, se presenta como puntos amarillos en el haz y nervaduras de las hojas. Y otra de las plagas de importancia económica son los Trips (*Frankliniella occidentalis*), esta plaga se presenta en flores como lesiones en las bases, generando necrosis considera prematura en los estambres de las plantas.

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

Otro de los factores que debemos considerar es el uso de una única variedad conocida como Albión, limita la posibilidad de sembrar otras variedades que puedan tener mejores características de producción y calidad.

1.2-Justificación

Los principales países productores de frutilla en América son Estados Unidos, México, Brasil, Colombia y Chile. Donde Estados Unidos cuenta con una producción de 3.2 millones de toneladas, seguido por México que cuenta con una producción de 861 mil toneladas de frutillas. Podemos observar claramente que la diferencia con la que cuentan el principal país productor en relación al segundo es considerable, por lo que si bien Estados Unidos debe satisfacer la demanda a nivel de su país, no se considera que es una cantidad importante para satisfacer toda la demanda de frutilla a nivel mundial. Es por esto, que el enfoque de la producción nacional debe ir dirigido a los países y lugares que no logran satisfacer su demanda en cuanto a la necesidad y consumo de la frutilla.

Ecuador cuenta con condiciones agroclimáticas favorables, donde la mayor cantidad de horas luz con las que cuenta son una ventaja en cuanto a la calidad en el sabor que contiene la fruta al momento de cosechar, posicionando a la frutilla ecuatoriana como una de las frutillas preferidas por los consumidores; sin embargo, tenemos que tener en cuenta que la frutilla cosechada utilizando un sistema convencional de producción da como resultado que el tiempo que se mantienen en percha la misma, no es el suficiente como para exportar la misma. El cultivo semi hidropónico cuenta con ciertas ventajas como ayudar a que el tiempo en percha sea mayor y por ende ver la posibilidad de expandirse a nuevos mercados, para que los ingresos generados a los agricultores sean mayores.

Sustratos suficientemente probados que garanticen un buen rendimiento del cultivo mejorando la calidad del fruto deben ser utilizados, lo que ayuda a que los agricultores, logren mantener el cultivo con las condiciones adecuadas y con mayor retorno económico a su inversión.

Pichincha es la provincia que cuenta con mayor producción a nivel nacional con un volumen que representa el 58% de la producción total, que en términos de superficie de terreno son alrededor de 400 hectáreas, seguido de Tungurahua que es la segunda provincia con mayor producción que cuenta con 243 hectáreas. (Villagra, 2016)

La semi hidroponía es una tecnología eficiente que incorpora nuevas herramientas para la disminución del uso de agroquímicos, ahorro de agua y obtener mayores producciones, disminuyendo el espacio que utiliza el cultivo en campo.

El cultivo semi hidropónico es una técnica que actualmente se encuentra incorporándose en el Ecuador, donde pequeños y medianos agricultores la están tomando en consideración como una herramienta para mejorar sus ingresos ya que cuenta con mayor aprovechamiento del terreno y por ende con mayor cantidad de plantas y producción, lo que representa que en la época de cosecha el mismo cultivo va a dar mejores rendimientos que un cultivo bajo un sistema convencional.

La rotación de cultivos es una manera óptima de producir, que consiste en alternar cultivos de diversas características y exigencias para lograr mejor aprovechamiento del suelo, mantener su fertilidad y cortar el ciclo de plagas y enfermedades del cultivo anterior, o a su vez, para que el problema no persista se puede usar el sistema semi hidropónico, donde se puede contar con diferentes materiales, unos de los más utilizados son los chimbuzos, que son muy útiles para cualquier cultivo, ya que permite un manejo más adecuado y fácil de enfermedades y plagas, esto lo podemos ver al momento en que se presente alguna enfermedad o plaga dentro de uno de los chimbuzos únicamente se debe retirar el mismo y el resto del cultivo no sufre ningún problema y por ende la economía del agricultor tampoco.

II.- Marco teórico

2.1 Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosáceae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria X ananassa* Var. *Albión*

Nombre científico: *Fragaria ananassa*

Nombre vulgar: Frutilla (Tonelli, 2010)

2.2 Origen

En base a estudios realizados se considera que el centro de origen de la frutilla es Chile, ya que es en este país donde se cita a la “*Fragaria Chilensis*”, una variedad que según la descripción presenta buenas características botánicas. Es por esto, que se considera que la frutilla de consumo actual, se obtuvo en base a la cruce de las variedades “*Fragaria chiloensis*” y “*Fragaria virginiana*”, lo que originó como producto de la cruce, una planta de buenas características, vigorosa, de hojas de tamaño grande, con peciolo largos, frutos grandes, de buena calidad y sabor. A esta cruce que se le conoce desde 1966 como la variedad *fragaria x ananassa*, denominándose normalmente como la frutilla comercial. (Tonelli, 2010)

2.3 Botánica del cultivo

Es considerada como una planta vigorosa de origen silvestre, denominada como una de las más antiguas presentes en los continentes ya que en base a estudios se considera que su origen ha dado lugar a más de 400 variedades, las mismas que cuentan con frutos muy apetecidos por consumidores tanto nacionales como internacionales. Se considera a la frutilla como una planta de tipo perenne de tamaño pequeño. (Bonet, 2010)

2.3.1 Sistema radicular

El sistema radicular con el que cuenta la frutilla es fasciculado, dentro de las cuales se pueden distinguir dos tipos diferentes; el tipo uno cuenta con raíces principales que son largas, cuenta con cambium vascular y el tipo dos con raíces secundarias o también denominadas raicillas, las mismas derivadas de las principales, que no cuentan con cambium así como el color de las mismas es más claro en relación con las raíces principales. (Jiménez y Paullier, 2008)

Dependiendo principalmente de las condiciones ya sea del suelo o sustrato en el que se encuentre sembrado el cultivo puede alcanzar hasta una longitud de 2 a 3 metros (m), sin embargo, se considera que un rango va de 30 a 50 centímetros (cm) de largo y alrededor de 30 centímetros de crecimiento a nivel horizontal (Lozada, 2017)

2.3.2 Tallo

Es una planta que cuenta con tallos de tipo rastrero con abundantes estolones, los mismos que ayudan con la expansión de la planta en un diámetro determinado. Es considerado como un rizoma de carácter cilíndrico, que es grueso, y que cuenta con un tamaño de unos 3 cm, del mismo crecen yemas, de donde provienen las coronas y los estolones, estos son de color verde y conforme van madurando estos se van haciendo más largos (Ayala, 2013)

2.3.3 Hojas

Cuenta con hojas que son compuestas, de tipo trifoliadas y pecioladas, estas hojas cuentan con bordes que son de tipo aserrado, que tienen cierta forma peculiar que es acorazonada y también puntiaguda, las mismas van creciendo en espiral. Las hojas se forman a lo largo del todo el ciclo de vida de la frutilla y las mismas se van renovando cada 10 días aproximadamente. En cuanto al envés de la hoja la misma cuenta con pelos pequeños así como su tamaño varía dependiendo de la variedad a la que corresponden. (Bañados, Bonomelli, Figueroa, Ávila y Sallato, 2015)

2.3.4 Flores

Las flores de la frutilla son hermafroditas, que cuentan con péndulos largos, y 5 a 6 pétalos blancos, los mismos que tienen alrededor de 20 a 40 estambres. Se encuentran

agrupadas las mismas en inflorescencias llamadas coronas florales que se crean en base a una yema ya sea terminal o axilar. Cuentan con un receptáculo considerado carnosos dentro del cual se encuentra la presencia de cientos de pistilos. (Villagra, 2016)

2.3.5 Fruto

El fruto con el que cuenta la frutilla es pequeño y el mismo varía dependiendo del desarrollo en el que se encuentre la planta, así como la variedad sembrada. El fruto es achenio o agregado, que se da mediante la formación del receptáculo con ayuda de la polinización y debida fertilización después de la misma, es de forma ovalada, y carnosos en su interior, y la fruta es jugosa y perfumada. (Morales y Vargas, 2017)

2.4 Manejo agronómico del cultivo

2.4.1 Siembra

La siembra se realizó con dos sistemas semi hidropónicos con dos sustratos y el sistema convencional, para lo que se preparó primero las camas tanto para el sistema semihidropónico con los dos diferentes sustratos como el convencional a suelo, donde se utilizó tierra, lo que cambio dentro de la siembra fueron las distancias entre plantas, sin embargo se mantuvo en todos los experimentos el sistema tres bolillo. Las densidades de siembra para los dos sistemas fueron: semihidropónico 1152 plantas y convencional 288 plantas. (Rea, 2012)

2.4.2 Fertiirigación

Se considera de suma importancia para el desarrollo óptimo del cultivo ya que es el encargado de proporcionar los nutrimentos necesarios a que las plantas puedan crecer, florecer y fructificar adecuadamente. Es indispensable crear un plan de fertilización donde se tenga en cuenta las diferentes etapas por las que va a atravesar el cultivo y por ende las proporciones de nutrientes (Martinez, 2014)

2.4.3 Labores culturales

La poda se la realiza al momento en que se observa que hay hojas viejas, con el fin de evitar que se conviertan en focos de contagio para plagas y enfermedades, por lo general se realizan podas sanitarias cuando existe la presencia de plagas o a su vez podas de hojas senescentes. (Mejia, 2017)

La deshierba es de suma importancia para el cultivo y para no obtener pérdidas de nutrientes, así como ayudar a eliminar las malas hierbas que puedan estar presentes así como aflojar el suelo para que no se encuentre compacto, esto se realiza más a menudo durante las primeras semanas del cultivo. (Medina, 2015)

2.4.4 Cosecha

En base a condiciones óptimas del cultivo se considera que los frutos de la primera floración empiezan a aparecer al mes aproximadamente, sin embargo, no se recomienda la cosecha de los frutos de esta floración, ya que los mismos salen de menor tamaño. Se considera que esta floración tiene una duración de 12 días. Para la segunda floración ya se presenta mayor calidad del fruto al contar con mayor número de grados brix, así como diámetro y longitud de los mismos, estos se los recomienda cosechar en un 75% de maduración para que cuenten con mayor tiempo de vida en percha, donde normalmente y a temperaturas óptimas dura unas 6 a 7 cosechas. Se recomienda después de su cosecha guardar en refrigeración para mantener una temperatura fría y no permitir que se deterioren los frutos. (Contigiani, 2019)

2.5 Valor nutricional

En cuanto al valor nutricional de la frutilla, se tomaron equivalencias en relación a una frutilla de 100 gr, donde a continuación se observa el aporte nutricional que nos brinda el consumo de frutilla al cuerpo.

Tabla 1: Componentes nutricionales de la frutilla

Componente	Contenido (gr)
Agua	90
Proteínas	0,9
Grasas	0,4
H. de carbono	5
Calcio	0,021
Acido ascórbico	0,07
Valor energético	37 cal
Vitamina A	60 UI

(Alvarado, 2013)

2.6 Variedades de frutilla

Se conocen en el mundo más de 1000 variedades de frutilla, producto de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie. A continuación se presentan algunas variedades y sus características principales. (Villagran, 2014)

2.6.1 Variedades de día neutro

Las variedades de día neutro hacen referencia a la capacidad que tienen las plantas para poder florecer y fructificar independientemente de que tan largos o cortos sean los días. Existen variedades mejoradas que cuentan con excelentes propiedades y se las considera una excelente opción al momento de producción ya que al ser de día neutro de igual forma la maduración no va a ser igual en todo el cultivo, lo que permite que no tengamos exceso de carga en una sola época si no que constantemente exista producción. (Mora y Ivars, 2019)

2.6.1.1 Albión

Dentro de esta variedad una de las características más importantes así como deseadas dentro del cultivo de frutilla es la calidad de fruto, la misma que es superior al resto de variedades en cuanto al tamaño del fruto, así como un mayor sabor y duración en percha por su firmeza. Se considera que es una variedad mejorada donde se incorpora las mejores cualidades con las que cuentan tanto la variedad diamante y la variedad de aroma (Martinez, 2014)

Es considerada como una planta de día neutro, de tamaño intermedio, que cuenta con un lento crecimiento inicial que puede soportar temperaturas bajas por cierta cantidad de tiempo, es considerada una variedad rústica, donde el fruto cuenta con un color rojo intenso, que a medida que el cultivo va cumpliendo su ciclo empieza a producir frutos más grandes y con mayor cantidad de vida en percha. (Llumiyinga, 2017)

2.6.1.2 Monterrey

Es considerada como una planta de día neutro, que cuenta con precocidad en la etapa de floración, la producción de esta variedad es similar a la variedad Albión, y cuenta con un desarrollo vegetativo abundante, el mismo que en este caso puede influir en cuanto al tiempo de producción. Sus requerimientos de nutrientes es mayor en relación a otras variedades de día neutro, lo que se refleja en su fruto que es de color rojo intenso con la pulpa del mismo color. (Villagran, 2014)

2.6.1.3 San Andreas

Es considerada como una planta de día neutro, que cuenta con una mejor respuesta en cuanto al fotoperiodo, su producción es superior a la obtenida con Albión, así como cuenta con precocidad en cuando a su desarrollo vegetativo siempre y cuando, se encuentre cultivada a temperaturas óptimas y no muy elevadas. El fruto cuenta con un color rojo uniforme. Es muy aceptada en los mercados por su gran tamaño, buen color así como brillo característico (Ramos, 2011)

2.7 Sistema de hidroponía y Sistema convencional

La hidroponía es una manera de mantener un cultivo que se encuentra sin suelo para su sostén. Con el fin de que la planta se pueda mantener en condiciones adecuadas se le debe proporcionar tanto macronutrientes como micronutrientes necesarios para el desarrollo óptimo de la planta, los mismos que en este caso el suelo no lo puede proporcionar. (Ayala, 2013)

Este método se lo puede utilizar para cualquier tipo de cultivo, así como en espacios abiertos y cerrados, es por esto, que es muy utilizado en espacios reducidos donde no es necesaria una mayor extensión para realizarlo. (Soluciones urbanas SKY, 2011)

2.7.1 Sistema semihidropónico

En base al concepto de hidroponía se pone en práctica el desarrollo de una nueva técnica donde se tiene como objetivo principal ayudar a la planta mediante la combinación de lo mejor del suelo así como de la hidroponía, lo que permite al sistema radicular el desarrollo sobre sustratos que ayudan a sostener la misma y acceder a todos los nutrientes considerados como necesarios para el crecimiento adecuado de la planta, donde la mayoría de nutrientes se los puede colocar en la planta mediante fertirrigación. (Intagri, 2017)

2.7.2 Sistema convencional

Al hablar de sistema convencional nos estamos refiriendo directamente al cultivo en suelo, donde únicamente se debe tener en cuenta un equilibrio adecuado en cuanto a su estructura así como a la composición química del mismo, indispensables para el desarrollo adecuado del cultivo de frutilla. De igual forma es importante tener en cuenta la cantidad de materia orgánica presente en el suelo así como un adecuado drenaje, lo que nos va a ayudar a tener una aireación y retención de agua necesarios. (Quishpe, 2013)

2.8 Sustratos

Los sustratos son medios sólidos principalmente que son inertes, los mismos que son útiles para suplir al suelo y brindar a la planta las mismas funciones. Contando como funciones principales en cuanto al sistema radicular de la planta anclar las mismas y ayudar a que la misma se pueda sostener en el suelo. Así como la retención de humedad y los nutrientes, los mismos que son vitales para el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta. Donde los sustratos implementados son de distintas procedencias. (Bloodnick, 2021)

2.8.1 Cascarilla de arroz

Se considera como un residuo proveniente del proceso de la molienda del arroz. Siendo la cascarilla el recubrimiento del grano de arroz de consumo diario para los

humanos, utilizando el sobrante que muchas veces ya no se utiliza, y se lo desecha la mayoría de las veces. La cascarilla de arroz está compuesta por un pericarpio que es el resultado de la unión de dos glumas. Su textura es leñosa y dura, ya que cuenta con un contenido significativo de silicio. De igual forma, la baja conductividad catiónica con la que cuenta, ayuda a que se considere como un sustrato óptimo para la semi hidroponía principalmente. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2003)

2.8.2 Corteza de pino

Es considerado como un material de tipo natural y ecológico que se encuentra formado mediante los residuos obtenidos de madera principalmente reciclada que proviene de aserraderos. Son pequeños trozos de corteza que cuentan con distintas granulometrías dependiendo el tipo de uso que se le vaya a dar al mismo. (Leroy, 2019)

2.8.3 Fibra de coco

Es considerado como un sustrato orgánico que se obtiene principalmente de la palma cocotera, esta fibra presenta una característica aislante que ayuda de igual forma con la capacidad de aireación, lo que permite que la planta se mantenga de cierta forma protegida evitando excesos de humedad así como diferentes debilitamientos que promuevan la presencia de plagas u hongos, así como ayuda con el calor que se puede presentar en las raíces. (Buechel, 2021)

III. Objetivos e hipótesis

3.1 General

Evaluar el segundo ciclo del cultivo de frutilla en dos sistemas de producción en Puenbo, Pichincha

3.2 Específicos

- Determinar la ventaja comparativa del sistema semi hidropónico y el sistema convencional en base a las siguientes variables: número de frutos, longitud y diámetro del fruto, grados brix
- Comparar la productividad del sistema semi hidropónico con dos sustratos y un sistema convencional
- Seleccionar el mejor sustrato del sistema semi hidropónico que permita incrementar el rendimiento, productividad de la frutilla

3.3 Hipótesis

El sistema semi hidropónico es más eficiente que el sistema convencional de frutilla. Determinar si el sistema semi hidropónico es más eficiente que el sistema convencional para la producción de frutilla.

IV. Materiales y métodos

4.1 Material Biológico

Las plantas de frutilla de variedad Albión se proporcionaron por la empresa Ecu Agroimport con un total de 1440. Es la variedad, más utilizada en el Ecuador por la mayoría de los productores de frutilla debido a su buena producción y vida post cosecha

4.2 Manejo del experimento

4.2.1 Sustrato en el sistema semi hidropónico

Los sustratos ocupados fueron cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco, los mismos que son naturales y aportan con beneficios a la planta para su óptimo crecimiento y desarrollo durante su ciclo de vida, acoplándose a las necesidades de la planta durante cada etapa de inicio, crecimiento, floración.

4.2.2 Manejo de plagas y enfermedades

Con la ayuda de la empresa de control biológico Koppert se realizó un control para ácaros *Tetranychus urticae* y pulgón *Chaetosiphon fragaefolii*, con controladores biológicos como la liberación de *Chrysopa* en el cultivo, el mismo que fue de gran ayuda para erradicar las plagas mencionadas anteriormente, de igual forma se realizó la poda sanitaria lo que ayudó a eliminar las hojas senescentes y un posible foco de propagación de las plagas. (Koppert, 2022)

No existió la presencia de enfermedades durante el segundo ciclo de cultivo del estudio, por lo que no fue necesario aplicación de ningún tipo de controlador o agroquímico.

4.2.3 Fertirrigación

Tabla 2: Productos utilizados para la fertirrigacion

Solución	Compuesto	Cantidad (gr)	En 100 litros (cc)
A	Fosfato monopotasio + Ultrasol producción	30 + 520	200
B	Sulfato de magnesio	238	200
C	Nitrato de calcio	282	200
D	Microponic		5

4.3 Métodos estadísticos

4.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en este experimento fue de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 bloques y 3 tratamientos, con un total de 12 unidades experimentales. También se utilizó una prueba de significancia estadística de tukey con un nivel de significancia del 5%.

4.3.2 Unidad experimental

La cantidad de plantas sembradas en sustrato fueron de 1152 plantas en un inicio y la cantidad de plantas sembradas en el suelo en un inicio es de 288.

Las plantas en el sistema semi hidropónico fueron sembradas a doble hilera, con distancias entre plantas de 25 cm, entre hileras de 15 cm; en el sistema convencional se mantuvo la misma distancia de 25 cm entre plantas y entre hileras varió a 20 cm. Y para los dos métodos se utilizó un sistema de tres bolillo.

4.3.3 Tratamientos

Los tratamientos presentes dentro del experimento fueron tres, los mismos que se describen a continuación

- El primer tratamiento utilizo sustrafresa (I) que contiene sustrato en base de cascarilla de arroz, fibra de coco y corteza de pino
- Para el segundo tratamiento se utilizó sustrafresa (II) que contiene sustrato en base a cascarilla de arroz y fibra de coco con una relación 50:50
- El tercer tratamiento con siembra en el suelo

4.3.4 Variables evaluadas

4.3.4.1 Rendimiento total

Para esto se utilizó todas las plantas que se produjeron por bloque y por tratamiento y se expresó en gramos (gr)

4.3.4.2 Rendimiento por plantas seleccionadas

Se obtuvo el peso de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento y se lo enunció en gr

4.3.4.3 Longitud de fruto

Para esta variable las 10 plantas seleccionadas son las que se utilizan para medir la longitud con la que cuentan los frutos. Se midió con el pie de rey y se lo realizó en cm.

4.3.4.4 Diámetro del fruto

Para esta variable las 10 plantas seleccionadas son las que se utilizan para medir el diámetro con el que cuentan los frutos. Se midió con el pie de rey y se manifestó en cm.

4.3.4.5 Numero de frutos por planta

Para esta variable se seleccionaron 10 plantas al azar de cada tratamiento y se procedió a contabilizar la cantidad recolectada de cada una de las plantas seleccionadas cuando hubo presencia de frutos

4.3.4.6 Grados brix

Con la ayuda de un refractómetro se colocó en el mismo las frutillas en forma de pasta generada con las 10 plantas seleccionadas para determinar la cantidad de sólidos solubles de las mismas

V. Resultados

5.1 Numero de frutos de las 10 plantas muestreadas

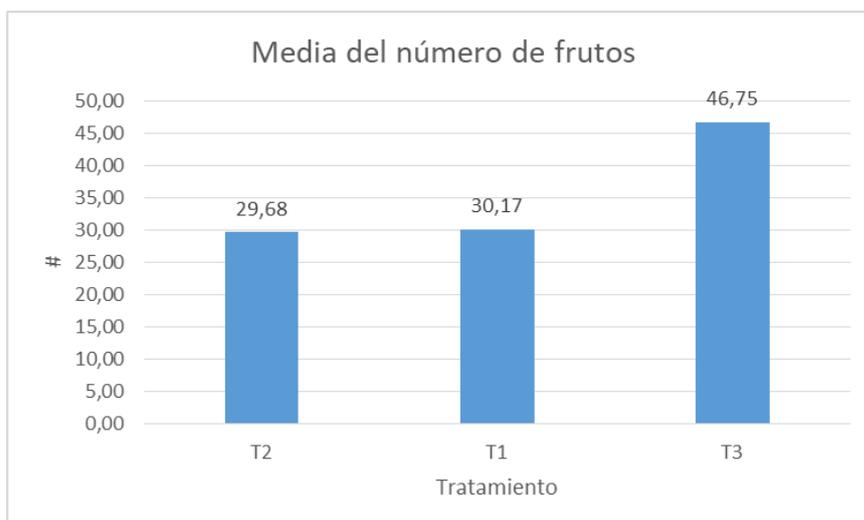
Tabla 3: ANOVA del número de frutos de las 10 plantas muestreadas

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	16796,19			
Bloques	3	16598,38	5532,79	177,05*	4,76
Tratamientos	2	10,32	5,16	0,17 n/s	5,14
Error	6	187,50	31,25		

De acuerdo con la tabla 3 del Anova se encuentran diferencia estadística significativa para bloques ($p \leq 0,05$) y no para tratamientos, en base a este resultado aceptamos la hipótesis nula que no existe diferencia entre tratamientos para el numero de frutos de las 10 plantas muestreadas. Se observa en base a los resultados que la magnitud del cuadrado medio del error es mayor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esta relación se refleja en el coeficiente de variación que fue de 12.28%.

Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 2.80 y 3.95 respectivamente.

GRÁFICO 1: Media del número de frutos de las 10 plantas muestreadas



En el gráfico 1 de las medias de tratamientos de la variable de número de frutos, se puede observar que aquel tratamiento que cuenta con mayor cantidad de frutos por planta es el tratamiento 3 (sistema convencional), que presenta una diferencia de 16.58 frutos en relación con el tratamiento 1 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 25% corteza de pino, 25% fibra de coco), y seguido por el tratamiento 2 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 50% corteza de pino) que es aquel que cuenta con la menor cantidad de frutos con una diferencia con el tratamiento 3 de 17.07 frutos.

5.2 Rendimiento de las 10 plantas muestreadas

Tabla 4: ANOVA del rendimiento total de las 10 plantas muestreadas

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	37434,59			
Bloques	3	5030,80	1676,93	0,91 n/s	4,76
Tratamientos	2	21295,28	10647,64	5,75*	5,14
Error	6	11108,51	1851,42		

De acuerdo con la tabla 4 el Anova nos dio diferencia estadística significativa para tratamientos ($p \leq 0,05$) en función de eso en base a este resultado rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alternativa que existe diferencia para el rendimiento en las 10 plantas. Podemos observar en base a los resultados que la magnitud del cuadrado medio del error es menor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esto se refleja en el coeficiente de variación que fue de 8,76%.

Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 21.51 y 30.43 respectivamente.

Tabla 5: Prueba de tukey del rendimiento de las 10 plantas muestreadas

Tratamientos	T2	T1	T3
Medias	449,94	474,78	549,09
Rangos	b	ba	a

Estadísticamente no se presenta diferencia. Se observa en base a la prueba de tukey realizada que la tendencia con el mayor promedio fue el tratamiento 3, seguida por el tratamiento 1 con una gran diferencia y por último el tratamiento 2

El valor de tukey fue de 136,18 y con base en ese valor se determinaron la diferencia de rangos entre la prueba de tukey y el resultado de esa comparación nos indica que todos los tratamientos ocupan el mismo rango de significación que fue A pero en base al análisis de los rangos se puede observar que el tratamiento 3 fue el que tuvo mejor resultado

5.3 Grados brix de las 10 plantas muestreadas

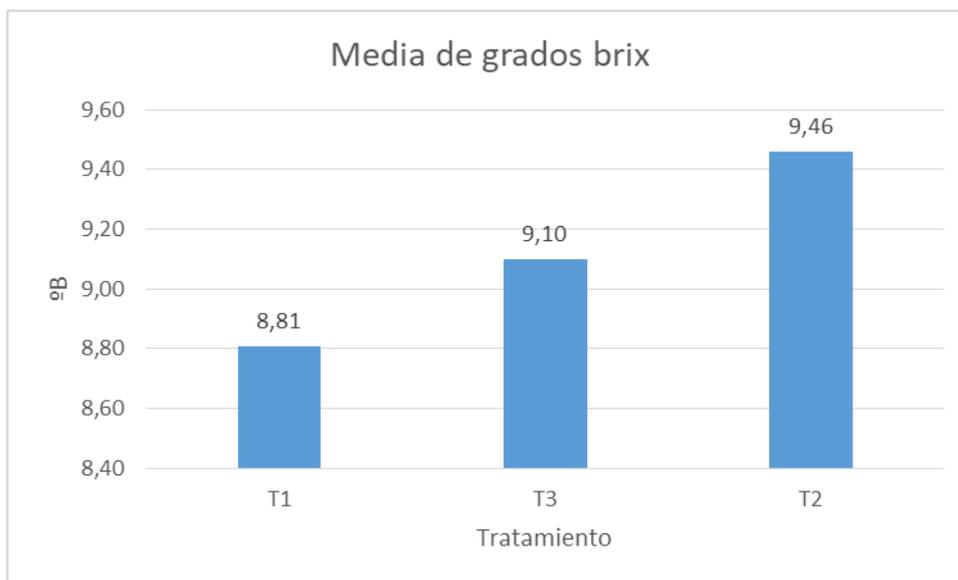
Tabla 6: ANOVA del promedio de grados brix de las 10 plantas muestreadas

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	7,31			
Bloques	3	3,62	1,21	2,55 n/s	4,76
Tratamientos	2	0,85	0,42	0,90 n/s	5,14
Error	6	2,84	0,47		

De acuerdo con la tabla 6 del Anova no se encuentran diferencia estadística significativa para bloques ($p \leq 0,05$) y tampoco para tratamientos, en base a este resultado aceptamos la hipótesis nula que no existe diferencia entre tratamientos para el numero de frutos de las 10 plantas muestreadas. Se observa en base a los resultados que la

magnitud del cuadrado medio del error es mayor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esta relación se refleja en el coeficiente de variación que fue de 7.54%. Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 0.34 y 0.49 respectivamente.

GRÁFICO 2: Media de los grados brix de las 10 plantas muestreadas



En el gráfico 2 de las medias de tratamientos de la variable de grados brix, se puede observar que aquel tratamiento que cuenta con mayor cantidad de sólidos solubles por planta es el tratamiento 2 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 50% corteza de pino), que presenta una diferencia de 0.36 grados brix en relación con el tratamiento 3 (sistema convencional), y seguido por el tratamiento 1 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 25% corteza de pino, 25% fibra de coco) que es aquel que cuenta con la menor cantidad de grados brix con una diferencia con el tratamiento 2 de 0.65 grados brix.

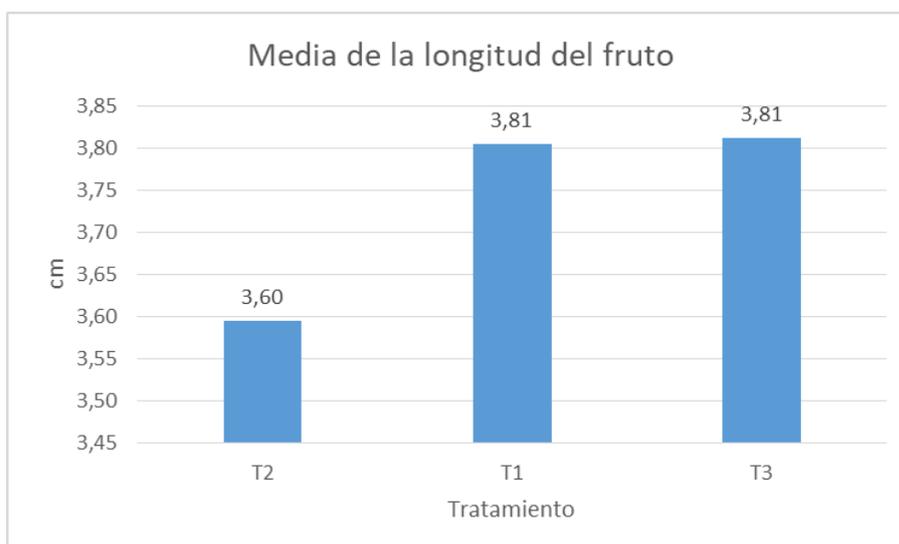
5.4 Longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas

Tabla 7: ANOVA del promedio de la longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	0,56			
Bloques	3	0,10	0,03	0,63 n/s	4,76
Tratamientos	2	0,12	0,06	1,11 n/s	5,14
Error	6	0,33	0,05		

De acuerdo con la tabla 7 del Anova no se encuentran diferencia estadística significativa para bloques ($p \leq 0,05$) y tampoco para tratamientos, en base a este resultado aceptamos la hipótesis nula que no existe diferencia entre tratamientos para el numero de frutos de las 10 plantas muestreadas. Se observa en base a los resultados que la magnitud del cuadrado medio del error es mayor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esta relación se refleja en el coeficiente de variación que fue de 6.27%. Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 0.12 y 0.17 respectivamente.

GRÁFICO 3: Media de la longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas



En el gráfico 3 de las medias de tratamientos de la variable de longitud de frutos, se puede observar que aquel tratamiento que cuenta con mayor longitud de frutos es el tratamiento 3 (sistema convencional), que no presenta una diferencia longitud en relación con el tratamiento 1 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 25% corteza de pino, 25% fibra de coco), y seguido por el tratamiento 2 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 50% corteza de pino) que es aquel que cuenta con la menor cantidad de longitud de frutos con una diferencia con el tratamiento 3 y 1 de 0.21 cm.

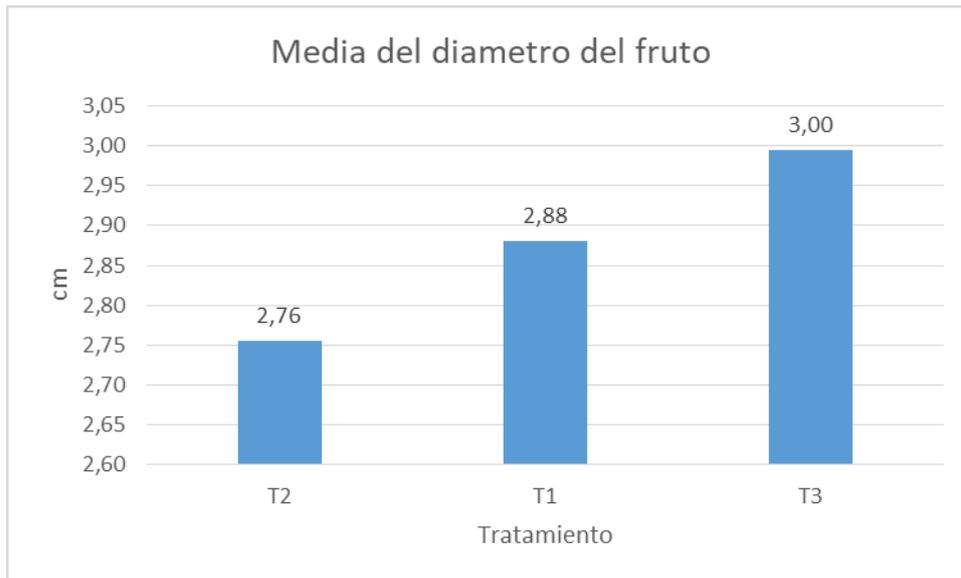
5.5 Diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas

Tabla 8: ANOVA del promedio del diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	0,53			
Bloques	3	0,02	0,01	0,10 n/s	4,76
Tratamientos	2	0,12	0,06	0,88 n/s	5,14
Error	6	0,39	0,07		

De acuerdo con la tabla 8 del Anova no se encuentran diferencia estadística significativa para bloques ($p \leq 0,05$) y tampoco para tratamientos, en base a este resultado aceptamos la hipótesis nula que no existe diferencia entre tratamientos para el número de frutos de las 10 plantas muestreadas. Se observa en base a los resultados que la magnitud del cuadrado medio del error es mayor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esta relación se refleja en el coeficiente de variación que fue de 8.91%. Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 0.13 y 0.18 respectivamente.

GRÁFICO 4: Media del diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas



En el gráfico 4 de las medias de tratamientos de la variable de diámetro de frutos, se puede observar que aquel tratamiento que cuenta con mayor cantidad de frutos por planta es el tratamiento 3 (sistema convencional), que presenta una diferencia de 0.12 cm de diámetro del fruto en relación con el tratamiento 1 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 25% corteza de pino, 25% fibra de coco), y seguido por el tratamiento 2 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 50% corteza de pino) que es aquel que cuenta con la menor cantidad de frutos con una diferencia con el tratamiento 3 de 0.24 frutos.

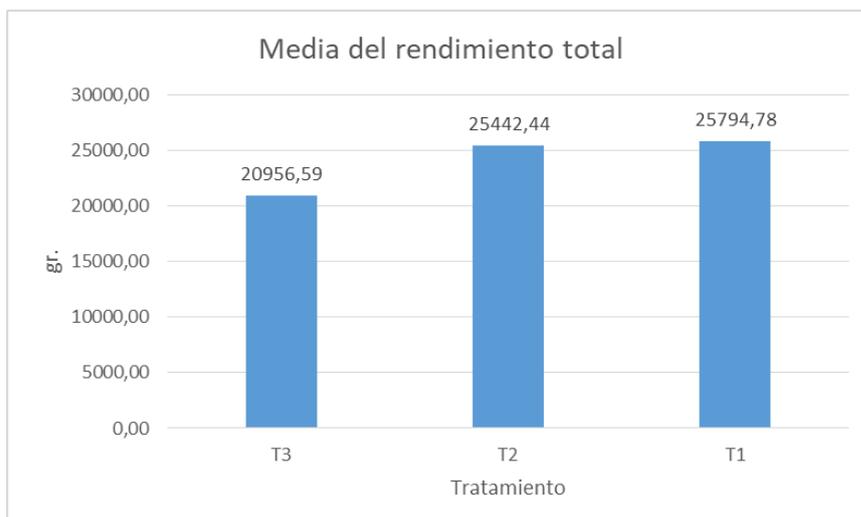
5.6 Rendimiento total

Tabla 9: ANOVA del rendimiento total

	G.L	Suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Total	11	155832385,52			
Bloques	3	10832642,93	3610880,98	0,25 n/s	4,76
Tratamientos	2	58206643,91	29103321,96	2,01 n/s	5,14
Error	6	86793098,68	14465516,45		

De acuerdo con la tabla 9 del Anova no se encuentran diferencia estadística significativa para bloques ($p \leq 0,05$) y tampoco para tratamientos, en base a este resultado aceptamos la hipótesis nula que no existe diferencia entre tratamientos para el número de frutos de las 10 plantas muestreadas. Se observa en base a los resultados que la magnitud del cuadrado medio del error es mayor que la magnitud del cuadrado medio de los tratamientos y esta relación se refleja en el coeficiente de variación que fue de 15.80%. Y los valores del error estándar de las medias (SY) y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) fueron de 1901.68 y 2689.38 respectivamente.

GRÁFICO 5: Media del rendimiento total



En el grafico 5 de las medias de tratamientos de la variable de rendimiento total, se puede observar que aquel tratamiento que cuenta con mayor rendimiento es el tratamiento 1 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 25% corteza de pino, 25% fibra de coco), que presenta una diferencia de 352.34 gramos en relación con el tratamiento 2 (semihidropónico – sustrato 50% cascarilla de arroz, 50% corteza de pino), y seguido por el tratamiento 3 (sistema convencional) que es aquel que cuenta con la menor cantidad de gramos con una diferencia con el tratamiento 3 de 4837.41 gramos.

VI. Discusión

Para la variable número de frutos por planta no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, donde se obtuvo un promedio mensual de 5.03 y 4.95 frutos por planta respectivamente para el sistema semi hidropónico con dos sustratos mientras que para el sistema convencional se registró un total de 7.79 frutos por plantas, en el periodo de seis meses en el que se ejecutó el experimento, estos valores son superiores a los reportados por (Guzman, 2021), los mismos que oscilan entre los 2 y 4 frutos por planta, esto puede deberse, a los efectos de la modificación de la fertiirrigación aplicada, provocando una disminución en el número de flores en la etapa de floración, lo que repercutó también en el número de frutos. Por otra parte, los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos por (Zaragoza, 2013), donde en base a diferentes técnicas hidropónicas utilizadas el mejor tratamiento es el realizado con el sistema convencional, obteniendo resultados similares de 6 frutos por planta. Mientras que en el ensayo realizado por (Rea, 2012) reportó únicamente 2 frutos por planta en el tratamiento testigo en suelo, esta diferencia puede deberse a la comparación con los otros tratamientos ya que cuenta con sustratos que presentan menores nutrientes que los utilizados en el presente experimento.

En cuanto a la variable del diámetro del fruto de las diez plantas seleccionadas se obtuvieron resultados para los sistemas semi hidropónicos (T1) y (T2) de 2.88 y 2.76 cm respectivamente, mientras que para el sistema convencional fue de 3 cm de diámetro, siendo estos valores considerados relativamente bajos en relación al estudio realizado por (Ayala, 2013), donde el diámetro fue mayor de 3.20 cm, esta diferencia puede atribuirse a la modificación de la fertilización en el experimento en relación a la segunda floración y a la etapa de producción, motivo por el cual el diámetro del fruto fue menor. Por otro

lado, (Briceño, 2021) encuentro el mayor diámetro con la variedad cabrillo que fue un promedio de 2.56 cm. Las mismas respuestas podemos observar en la longitud del fruto donde para el sistema semi hidropónico con dos sustratos fue de 3.80 y 3.60 cm mientras que para el sistema convencional fue de 3.81 cm, estos resultados son superiores a los obtenidos por (Briceño, 2021) en cuanto a la variedad cabrillo que fue de 3.19 cm. Así mismo (Guzman, 2021) obtuvo un promedio de 3.75 cm, resultado similar obtenido a las longitudes en el presente estudio, esto puede deberse, a una diferente respuesta varietal para esta variable.

En cuanto a la variable de grados brix se obtuvieron para el sistema semi hidropónico con dos sustratos de 8.41 y 9.46 respectivamente para el T1 y el T2 y para el sistema convencional un promedio de 9.10, que son medidas mayores a las obtenidas por (Cazco & Ibadango, 2017) ya que en su estudio cuentan con un valor promedio de 7.06, por lo que se puede considerar que en relación a los valores obtenidos en el presente estudio, tanto en los dos sustratos del sistema semi hidropónico, y en el sistema convencional se obtuvieron mayores valores, estos valores pueden atribuirse a la eficiencia del control de plagas. Así mismo (Guzman, 2021) obtuvo 7.70 grados brix, esto puede atribuirse a las primeras etapas de desarrollo del cultivo en ese experimento. El tipo de control de las plagas y enfermedades, influye en cuanto a la cantidad de sólidos solubles presentes en los frutos, como lo menciona (Quishpe, 2013), el cual reporto grados brix de la variedad Albión de 3.93, cantidad considerada significativamente menor al promedio obtenido en el presente experimento.

Para el rendimiento de las 10 plantas muestreadas, podemos observar que si existe diferencia significativa entre los sustratos del sistema semi hidropónico que se obtuvo para los tratamientos T1 y T2 con valores de 79.1 y 74.9 gr/ planta respectivamente, y para el sistema convencional se obtuvo 91.5 gr/planta, donde podemos observar una

diferencia significativa entre tratamientos. El sistema convencional mostro un mayor rendimiento en las 10 plantas muestreadas. Sin embargo, es importante mencionar que los dos sistemas se manejaron con diferentes densidades de población de plantas. En los resultados obtenidos por (Tarquino, 2018), se observó que el peso más alto fue de 123.2 gr, esta diferencia puede ser atribuida al diferente número de plantas muestreadas así como al sustrato utilizado (cascarilla de arroz). De acuerdo con (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2003) es de suma importancia el uso de la cascarilla de arroz para la filtración de nutrientes. Y es el sustrato utilizado en el estudio de Tarquino que difiere con los sustratos utilizados en el presente estudio que fueron cascarilla de arroz, fibra de coco y corteza de pino

Y en cuanto a la última variable rendimiento total de plantas por tratamiento, podemos observar que la producción obtenida por (Tarquino, 2018) fue de 1340 gr que es menor en relación al rendimiento obtenido en el presente experimento donde se obtuvieron producciones en el sistema semi hidropónico con dos sustratos T1 y T2 de 25794.78 y 25442.44 gr respectivamente, y del sistema convencional de 20956.59 gr, sin embargo, la diferencia entre la producción obtenida se puede ver influenciada por el ciclo productivo en el que se encontraba la frutilla. En relación a los resultados obtenidos por (Briceño, 2021) el rendimiento mayor fue de 6130 gr, lo que es inferior al rendimiento obtenido en los tres tratamientos en el presente ensayo, esto puede verse influenciado por la fertilización utilizada y a las diferentes etapas de desarrollo productivo.

VII. Conclusión y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

- Para el rendimiento total el sistema semi hidropónico con dos sustratos que cuenta con cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco (T1) incrementa el rendimiento en términos porcentuales 18.75% en relación al sistema convencional, y en relación al tratamiento cascarilla de arroz y fibra de coco (T2) muestra un aumento en relación al sistema convencional de 17.63%
- Se considera que el sistema convencional (T3) fue el de mejor desempeño en la variable de rendimiento de las 10 plantas muestreadas con un promedio de 549.09 gr, en relación al sistema semi hidropónico, donde el rendimiento cuyo sustrato incluye cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco (T1) con 474.78 gr y el tratamiento que contiene cascarilla de arroz y fibra de coco (T2) con 449.94 gr. En términos porcentuales el sistema convencional rindió en promedio más de 13.53% en relación a T1 y 18.06% en relación a T2.
- Se considera que el sistema convencional (T3) fue el de mejor desempeño en la variable de frutos por planta con un promedio de 46.75 frutos, en relación al sistema semi hidropónico, donde el tratamiento con cascarilla de arroz, corteza de pino y fibra de coco (T1) obtuvo 30.17 frutos y el tratamiento con cascarilla de arroz y fibra de coco (T2) con 29.68 frutos. En términos porcentuales el sistema convencional rindió en promedio más de 35.47% en relación a T1 y 36.51% en relación a T2.

- Se considera que el sistema convencional (T3) fue el de mejor desempeño en la variable de longitud del fruto con un promedio de 3.81 cm, en relación al sistema semi hidropónico, donde la longitud de fruto del tratamiento (T1) fue de 3.80 cm y el tratamiento (T2) de 3.60 cm. En términos porcentuales el sistema convencional rindió en promedio de 0.26% en relación a T1 y 5.51% en relación a T2.
- Se considera que el sistema convencional (T3) fue el de mejor desempeño en la variable de diámetro del fruto con un promedio de 3.00 cm, en relación al sistema semi hidropónico, donde el diámetro del fruto fue del tratamiento (T1) con 2.88 cm y el tratamiento (T2) con 2.76 cm. En términos porcentuales el sistema convencional rindió en promedio más 4% en relación a T1 y 8% en relación a T2.
- Se considera que el tratamiento que contiene cascarilla de arroz y fibra de coco (T2) fue el de mejor desempeño en la variable de grados brix con un promedio de 9.46, en relación al tratamiento (T1) del sistema semi hidropónico y el sistema convencional, donde la cantidad de sólidos solubles fue para el tratamiento (T1) 8.81 y el (T3) de 9.10. En términos porcentuales el sistema semi hidropónico T2 rindió en promedio de 6.87% en relación a T1 y de 3.81% en relación a T3.

7.2 Recomendaciones

- Realizar evaluaciones teniendo en cuenta de los dos sistemas semi hidropónico y convencional, considerando densidades de siembra similares para tener una mejor estimación de la producción total.
- Considerar otros factores como la dosis de fertirrigación aplicada para mejorar la productividad del cultivo.
- Incrementar el tamaño del experimento, para contar con datos más precisos y una menor variación entre tratamiento y entre bloques.
- Mejorar el ensamblaje de las camas, para mejorar la producción y disminuir el ahorcamiento en algunos de los frutos debido a su peso y la productividad del cultivo.
- Realizar una evaluación más adecuada sobre el control de plagas y enfermedades utilizando productos con un enfoque de agricultura limpia.

VIII. Referencias bibliográficas

- Alvarado, P. (2013). *Estudio investigativo de la frutilla y su aplicación en la gastronomía*.
Obtenido de Universidad Tecnológica Equinoccial:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11759/1/50905_1.pdf
- Ayala, M. (2013). *Comportamiento de tres variedades de fresa (Fragaria vesca) y tres sustratos en el sistema de cultivo hidropónico*. Obtenido de Universidad Tecnica estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2768/1/T-UTEQ-0345.pdf>
- Bañados, M., Bonomelli, C., Figueroa, R., Avila, B., & Sallato, B. (Diciembre de 2015). *Manual de cultivo de frambuesas y frutillas en Chile*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica de Chile: https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-de-cultivo-de-frutilla-en-chile_indap-puc-2015.pdf?sfvrsn=0
- Bloodnick, E. (9 de Noviembre de 2021). *Principios básicos de los sustratos*. Obtenido de ProMix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Bonet, J. (3 de Noviembre de 2010). *Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en Fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa*. Obtenido de Universidad Autónoma de Barcelona :
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/42009/jbg1de1.pdf;sequence=1>
- Briceño, H. (10 de Agosto de 2021). *Evaluación de 3 variedades de frutilla (Fragaria x ananassa) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero*. Obtenido de Universidad San Francisco de Quito:
<file:///C:/Users/LaptopSarduy/Downloads/00134361%20Hernan%20Alfonso%2>

0Bricen%CC%83o%20Armijos%20Evaluacio%CC%81n%20de%203%20variedades%20de%20frutilla%20(Fragaria%20x%20ananassa)%20en%20un%20sistema%20semi%20hidropo%CC%81nico,%20bajo%20condiciones%20de%20

Buechel, T. (24 de Septiembre de 2021). *Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo*. Obtenido de ProMix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo/>

Cazco, C., & Ibadango, F. (23 de Noviembre de 2017). *Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (Fragaria vesca L.) en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <https://cidecuador.org/wp-content/uploads/congresos/2017/ix-congreso-latinoamericano-de-agronomia/diapo/eficiencia%20y%20rentabilidad%20del%20sistema%20hidropo%20nico%20vertical%20frente%20al%20convencional%20en%20la%20produccion%20de%203%20variedades%20de%2>

Contigiani, E. (2019). *Desarrollo de estrategias alternativas para la conservación post-cosecha de frutillas*. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/80078/CONICET_Digital_Nro.d3b620b8-d9a2-4dd3-a295-b235114ba860_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Guzman, A. (3 de Marzo de 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*. Obtenido de Universidad San Francisco de Quito:

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

Intagri. (2017). *La hidroponia: Cultivos sin suelo*. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Jimenez, G., & Paullier, J. (2008). *Producción de frutilla en el Uruguay, la planta de frutilla, la corona, el sistema radicular, las hojas, las flores y los frutos, los estolones, manejo integrado de enfermedades y plagas, monitoreo del cultivo*. Obtenido de INIA: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=UY2006005398>

Koppert. (2022). *Pulgón de la fresa*. Obtenido de Koppert: <https://www.koppert.es/retos/pulgones/pulgon-de-la-fresa/>

Leroy, M. (2019). *Corteza de pino*. Obtenido de Geolia: <https://www.leroymerlin.es/bricopedia/corteza-de-pino>

Llumiquinga, P. (Abril de 2017). *Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne; variedad albión*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9674/1/T-UCE-0004-17.pdf>

Lozada, C. (2017). *“Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en un cultivo establecido de fresa (*Fragaria × ananassa*)”*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24873/1/Tesis-145%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20456.pdf>

Martinez, R. (2014). *Caracterización de parámetros fisiológicos y bioquímicos en plantas de fresa (Fragaria Xx ananassa Duch.) variedad albion, sometidas a diferentes concentraciones de Cadmio*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/49524/790789.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, J. (2015). *Evaluación de cuatro abonos orgánicos en la producción de la fresa (Fragaria chiloensis) variedad albión en la granja educativa del colegio bachillerato San Vicente Ferrer de la parroquia Chuquiribamba, Canton Loja - provincia de Loja*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja:

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13965/1/TESIS%20JUAN%20MEDINA%20difinitiva.pdf>

Mejia, 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.”*. Obtenido de Universidad Tecnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3201/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000062.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mora, J., & Ivars, Y. (Julio de 2019). *“Evaluación de tres variedades de frutilla (Fragaria x ananassa Dutch.) bajo dos sistemas, aire libre y microtúnel, como cultivo intercalar en Los Antiguos, Santa Cruz”*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_tres_variedades_de_frutilla_bajo_dos_sistemas_aire_libre_y_microtunel_como_cultivo_intercalar_en_los_antiguos.pdf

Morales, C., & Vargas, S. (2017). *Manual de manejo agronomico de la frutilla*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovacion Agraria: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6713>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Manual Tecnico, la huerta hidroponica*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): <https://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/10046.pdf>

Quishpe, J. (Junio de 2013). *Evaluacion de la respuesta de la frutilla (Fragaria dioica) al sistema de cultivo semihidroponico en el quinche- Pichincha*. Obtenido de Universidad Politecnica Salesiana sede Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>

Ramos, A. (17 de Junio de 2011). *Calidad de fresa variedad San Andreas producida con vermicompost en invernadero*. Obtenido de Instituto Politecnico Nacional: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8014>

Rea, L. (2012). "Análisis del rendimiento de la fresa (*fragaria chiloensis*) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semi-hidroponico en la parroquia Salinas provincia del Imbabura". Obtenido de Universidad Tecnica de Babahoyo: <https://fdocuments.ec/document/rea-luis-omar-2012tesis-sustratos-fresa.html>

Soluciones urbanas SKY. (2011). *Hidroponia*. Obtenido de Trituradoras personalizadas y soluciones proporcionadas: <https://www.hidroponiasevillana.es/>

Tarquino, R. (2018). *Evaluacion agronomica de la produccion vertical del cultivo hidropónico de frutilla (Fragaria sp.) con dos densidades en carpa solar en el*

centro eperimental de cota - cota. Obtenido de Universidad Mayor de San Andres:

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18365/T->

[2541.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18365/T-2541.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tonelli, B. (2010). *Cultivo de Frutilla*. Obtenido de Cátedra horticultura:

[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/Frutilla.](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/Frutilla.pdf)

[pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/Frutilla.pdf)

Villagra, G. (2016). *El Cultivo De La Frutilla*. Obtenido de Agro Ecuador:

<https://agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/93-el-cultivo-de-la-frutilla>

Villagran, L. (2014). *Introduccion de variedades de frutilla*. Obtenido de Agrícola

Llahuen:

<http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145178/FIA-PI-C->

[1994-1-A-019_ITF1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145178/FIA-PI-C-1994-1-A-019_ITF1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zaragoza, R. (Noviembre de 2013). *Evaluacion de tecnicas hidroponicas de produccion*

en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa) bajo invernadero. Obtenido de

Centro de investigacion en quimica aplicada:

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/67/1/Tesis%20MA>

[P%20Ramon%20Donovan%20Zaragoza%20Nieto%20Dic%2018%202013.pdf](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/67/1/Tesis%20MA)

IX. Anexos

Anexo A: Tablas con los datos de las variables

Anexo A1: Rendimiento por 10 plantas muestreadas

	B1	B2	B3	B4
T1	519,82	459,67	419,77	499,84
T2	441,27	415,16	499,69	443,62
T3	561,94	539,86	491,73	602,83

Anexo A2: Longitud del fruto de las 10 plantas muestreadas

	B1	B2	B3	B4
T1	3,90	3,90	3,44	3,98
T2	3,59	3,63	3,83	3,33
T3	4,04	3,92	3,70	3,59

Anexo A3: Diámetro del fruto de las 10 plantas muestreadas

	B1	B2	B3	B4
T1	2,96	2,90	2,61	3,05
T2	2,39	2,89	3,06	2,68
T3	3,16	3,04	2,93	2,85

Anexo A4: Numero de frutos de las 10 plantas muestreadas

	B1	B2	B3	B4
T1	24,91	19,29	114,02	22,80
T2	22,63	20,67	113,77	21,03
T3	26,57	27,85	101,94	30,65

Anexo A5: Grados brix

	B1	B2	B3	B4
T1	9,51	9,40	8,65	7,67
T2	10,89	9,37	8,88	8,69
T3	8,92	9,08	9,99	8,40

Anexo A6: Rendimiento total

	B1	B2	B3	B4
T1	23570,00	28280,00	29380,00	20050,00
T2	26500,00	24600,00	23630,00	25240,00
T3	17330,00	22450,00	17500,00	24350,00