



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE FRUTILLA
(*Fragaria x ananassa* Duch) EN DOS SISTEMAS
SEMI HIDROPÓNICOS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

CRISTIAN DAVID INGA AGUAGALLO

Riobamba-Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE FRUTILLA
(*Fragaria x ananassa* Duch) EN DOS SISTEMAS
SEMI HIDROPÓNICOS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: CRISTIAN DAVID INGA AGUAGALLO

DIRECTOR: Ing. JUAN EDUARDO LEÓN RUIZ PhD.

Riobamba-Ecuador

2021

©2021, Cristian David Inga Aguagallo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Cristian David Inga Aguagallo declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular: el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de diciembre de 2021.



Cristian David Inga Aguagallo

060332459-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: tipo: Proyecto de investigación **EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE FRESA** (*Fragaria x ananassa* Duch) **EN DOS SISTEMAS SEMIHI DROPÓNICOS**, realizado por el señor: **CRISTIAN DAVID INGA AGUAGALLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Armando Espinoza Espinoza PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ARMANDO ESTEBAN ESPINOZA ESPINOZA	2021/12/17
Ing. Juan Eduardo León Ruiz PhD. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	JUAN EDUARDO LEON RUIZ <small>Firmado digitalmente por: JUAN EDUARDO LEON RUIZ DN: cn=JUAN EDUARDO LEON RUIZ, c=EC, o=SECURITY DATA S.A. 1 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2022-03-17 15:44:05.00</small>	2021/12/17
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: VICTOR ALBERTO LINDAO CORDOVA	2021/12/17

DEDICATORIA

A mis padres, Abel Inga Tenesaca y María Zoila Aguagallo Duchi, por su apoyo y comprensión incondicional durante toda mi formación académica, a mis hermanos Juan y Fernando Inga Aguagallo, por su cariño y buenos consejos, y a mi esposa, Jessica Gabriela Cacoango Cuji, y a mi hijo, Francisco David Inga Cacoango, por brindarme su amor incondicional.

Cristian

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por bendecirme con su sabiduría para llegar a cumplir mis metas en este largo camino.

Al equipo del Centro Experimental del Riego dirigido por el Ing. Juan León Ruiz PhD, por su apoyo, quienes con su conocimiento han sabido guiarme en la elaboración de este trabajo de investigación.

A la Agrícola Llahuen, Ecuagroimport, Bioproducción y la Casa del riego, por la confianza depositada en mi persona, para poder llevar a cabo la presente investigación.

Cristian

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Semihidroponía.....	3
<i>1.1.1. Ventajas.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Desventajas.....</i>	<i>3</i>
1.2. Sustrato.....	4
<i>1.2.1. Propiedades físicas.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1.1. Porosidad.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1.2. Capacidad de retención de agua.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1.3. Densidad aparente.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Propiedades químicas.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH).....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.2. Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.3. Conductividad eléctrica (CE).....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.4. Salinidad.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.3. Tipos de sustrato.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.3.1. Inorgánicos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.3.2. Orgánicos.....</i>	<i>6</i>
1.3. Sistemas semi hidropónicos.....	7
<i>1.3.1. Canal abierto.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2. Mangas.....</i>	<i>8</i>
1.4. Cultivo de frutilla.....	8
<i>1.4.1. Clasificación taxonómica.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2. Características botánicas.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2.1. Raíz.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2.2. Corona.....</i>	<i>9</i>

1.4.2.3.	<i>Hojas</i>	9
1.4.2.4.	<i>Flores</i>	9
1.4.2.5.	<i>Fruta</i>	9
1.4.3.	<i>Fases fenológicas del cultivo</i>	10
1.4.4.	<i>Variedades</i>	10
1.4.4.1.	<i>Albión</i>	10
1.4.4.2.	<i>Cabrillo</i>	11
1.4.4.3.	<i>Monterey</i>	11
1.4.4.4.	<i>San Andreas</i>	11
1.4.5.	<i>Manejo del cultivo</i>	11
1.4.5.1.	<i>Propagación del cultivo</i>	12
1.4.5.2.	<i>Fertirriego</i>	12
1.4.5.3.	<i>Polinización</i>	12
1.4.5.4.	<i>Poda</i>	12
1.4.5.5.	<i>Cosecha</i>	12
1.5.	<i>Necesidades hídricas</i>	13
1.5.1.	<i>Medición del contenido de humedad</i>	13
1.5.1.1.	<i>Método gravimétrico</i>	13
1.5.1.2.	<i>Método de resistencia eléctrica</i>	13
1.5.2.	<i>Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto)</i>	13
1.5.3.	<i>Evapotranspiración del cultivo (Etc)</i>	14
1.5.4.	<i>Factor de cultivo (Kc)</i>	14
1.6.	<i>Solución nutritiva (SN)</i>	14
1.6.1.	<i>Presión osmótica</i>	15
1.6.2.	<i>Fuentes nutricionales para preparar solución nutritiva SN</i>	15
1.6.2.1.	<i>Procedimiento para preparar la solución nutritiva</i>	15
1.6.3.	<i>Control de la solución nutritiva</i>	16
1.6.3.1.	<i>pH</i>	16
1.6.3.2.	<i>Conductividad eléctrica</i>	16
1.6.3.3.	<i>Compatibilidad</i>	16

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Caracterización del lugar	17
2.1.1.	<i>Localización</i>	17
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	17

2.2.	Materiales y equipos.....	17
2.2.1.	<i>Material experimental</i>	17
2.2.2.	<i>Materiales de campo</i>	17
2.2.3.	<i>Materiales de oficina</i>	18
2.2.4.	<i>Materiales de laboratorio</i>	18
2.3.	Metodología	18
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	18
2.3.2.	<i>Factores en estudio</i>	18
2.3.3.	<i>Tratamientos en estudio</i>	18
2.3.3.1.	<i>Factor A (Variedades).....</i>	18
2.3.3.2.	<i>Factor B (Sistemas semi hidropónicos).....</i>	18
2.3.4.	<i>Especificaciones del campo experimental.....</i>	19
2.3.5.	<i>Esquema de análisis de varianza.....</i>	19
2.3.6.	<i>Análisis funcional.....</i>	20
2.4.	Métodos de evaluación y datos registrados.....	20
2.4.1.	<i>Condiciones climáticas</i>	20
2.4.1.1.	<i>Temperatura y humedad relativa en el invernadero</i>	20
2.4.2.	<i>Coefficiente de cultivo (Kc) de las variedades de frutilla</i>	20
2.4.3.	<i>Porcentaje de prendimiento.....</i>	21
2.4.4.	<i>Altura de la planta</i>	21
2.4.5.	<i>Días a la floración</i>	21
2.4.6.	<i>Contenido de sólidos solubles</i>	21
2.4.7.	<i>Rendimiento por categoría</i>	22
2.4.8.	<i>Rendimiento total</i>	22
2.4.9.	<i>Análisis económico</i>	22
2.5.	Manejo del ensayo	22
2.5.1.	<i>Labores pre culturales</i>	22
2.5.1.1.	<i>Construcción de camas semihidropónicas.....</i>	22
2.5.1.2.	<i>Hidratación del sustrato</i>	23
2.5.1.3.	<i>Medición del agua en el sustrato</i>	23
2.5.2.	<i>Labores culturales</i>	24
2.5.2.1.	<i>Trasplante</i>	24
2.5.2.2.	<i>Fertirriego.....</i>	24
2.5.2.3.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	24
2.5.3.	<i>Cosecha.....</i>	24

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
3.1.	Condiciones climáticas	25
3.1.1.	<i>Temperatura y humedad relativa</i>	25
3.2.	Coefficiente de cultivo (Kc) de las variedades de fresa	26
3.2.1.	<i>Variedad Albión</i>	26
3.2.2.	<i>Variedad Cabrillo</i>	27
3.2.3.	<i>Variedad Monterey</i>	28
3.2.4.	<i>Variedad San Andreas</i>	29
3.3.	Porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (DDT)	30
3.3.1.	<i>Altura de la planta</i>	31
3.3.1.1.	<i>Altura de la planta a los 30 días después del trasplante</i>	31
3.3.1.2.	<i>Altura de la planta a los 60 días después del trasplante</i>	32
3.3.1.3.	<i>Altura de la planta a los 90 días después del trasplante</i>	34
3.3.2.	<i>Días a la floración</i>	36
3.3.2.1.	<i>Primera floración</i>	36
3.3.2.2.	<i>Segunda floración</i>	37
3.3.3.	<i>Contenido de sólidos solubles</i>	39
3.3.4.	<i>Rendimiento por categoría</i>	41
3.3.4.1.	<i>Peso de fruta para categoría primera</i>	41
3.3.4.2.	<i>Peso de fruta para la categoría segunda</i>	43
3.3.4.3.	<i>Peso de fruta para la categoría tercera</i>	44
3.3.4.4.	<i>Peso de fruta para la categoría cuarta</i>	46
3.3.5.	<i>Rendimiento total expresado en gramos por planta</i>	48
3.4.	Análisis económico	50
	CONCLUSIONES	52
	RECOMENDACIONES	53
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Nutrientes recomendados para una solución nutritiva en ppm	15
Tabla 1-2:	Tratamientos en estudio	19
Tabla 2-2:	Esquema de análisis de varianza (ADEVA).....	20
Tabla 3-2:	Tabla arbitraria para la categorización de frutilla de acuerdo con el mercado local 22	
Tabla 1-3:	Características de las cuatro variedades de frutilla (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch), duración (días) y coeficiente de cultivo (Kc)	29
Tabla 2-3:	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 15 DDT.	30
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 DDT	31
Tabla 4-3:	Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante 31	
Tabla 5-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante	32
Tabla 6-3:	Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 60 DDT	33
Tabla 7-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días después del trasplante	34
Tabla 8-3:	Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 días después del trasplante 34	
Tabla 9-3:	Análisis de varianza para los días a la primera floración	36
Tabla 10-3:	Prueba Tukey al 5% para los días a la primera floración	36
Tabla 11-3:	Análisis de varianza para días a la segunda floración	37
Tabla 12-3:	Prueba Tukey al 5% para los días a la segunda floración.....	38
Tabla 13-3:	Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles	39
Tabla 14-3:	Prueba Tukey al 5% para contenido de sólidos solubles	40
Tabla 15-3:	Análisis de varianza el peso de la fruta de categoría primera.....	41
Tabla 16-3:	Prueba Tukey al 5% para fruta de categoría primera	41
Tabla 17-3:	Prueba Tukey al 5% para la variable sistemas semi hidropónicos fruta de primera 42	
Tabla 18-3:	Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría segunda	43
Tabla 19-3:	Prueba Tukey al 5% para el peso de fruta de categoría segunda	44
Tabla 20-3:	Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría primera	45
Tabla 21-3:	Promedios y prueba Tukey al 5% para el peso de fruta de categoría tercera	45

Tabla 22-3:	Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría cuarta.....	46
Tabla 23-3:	Prueba Tukey al 5% para el peso de la fruta de categoría cuarta.....	46
Tabla 24-3:	Análisis de varianza para el rendimiento total	49
Tabla 25-3:	Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total	49
Tabla 26-3:	Análisis económico mediante la relación beneficio/costo	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3.	Temperatura y humedad relativa durante el ciclo de producción del cultivo de frutilla	25
Gráfico 2-3.	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Albión	26
Gráfico 3-3.	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Cabrillo	27
Gráfico 4-3.	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterey	28
Gráfico 5-3.	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad San Andreas	29
Gráfico 6-3.	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 30 días después del trasplante....	32
Gráfico 7-3.	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 60 días después del trasplante....	33
Gráfico 8-3.	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 90 días después del trasplante....	35
Gráfico 9-3.	Días a la primera floración.	37
Gráfico 10-3.	Días a la segunda floración.....	38
Gráfico 11-3.	Sólidos solubles (%).....	40
Gráfico 12-3.	Producción de fruta de primera de acuerdo con las variedades.....	42
Gráfico 13-3.	Producción de fruta de primera de acuerdo con los sistemas semi hidropónicos..	43
Gráfico 14-3.	Producción de fruta de segunda de acuerdo con las variedades	44
Gráfico 15-3.	Producción de fruta de categoría tercera de acuerdo con las variedades.	45
Gráfico 16-3.	Producción de fruta de categoría cuarta de acuerdo con las variedades.	47
Gráfico 17-3.	Producción de fruta de acuerdo con las categorías según las variedades.	48
Gráfico 18-3.	Rendimiento total expresado en gramos por planta de acuerdo con las variedades	49
Gráfico 19-3.	Análisis Económico	50

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A: RECOLECCIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR PARA LA PREPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
- ANEXO B: VISITA DE TÉCNICOS DE AGRÍCOLA LLAHUEN Y REPRESENTANTES DE ECUAGROIMPORT AL ENSAYO
- ANEXO C: INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA LOS TRATAMIENTOS
- ANEXO D: LLENADO DE LOS CANALES ABIERTOS Y MANGAS CON EL SUSTRATO
- ANEXO E: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO
- ANEXO F: DESINFECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA SU TRASPLANTE EN LOS TRATAMIENTOS
- ANEXO G: TRASPLANTE DEL MATERIAL VEGETAL
- ANEXO H: REGISTRO DE DATOS BIOMÉTRICOS Y COSECHA
- ANEXO I: ANÁLISIS DE AGUA
- ANEXO J: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 1 (T1)
- ANEXO K: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 2 (T2)
- ANEXO L: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 3 (T3)
- ANEXO M: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 4 (T4)
- ANEXO N: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 5 (T5)
- ANEXO O: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 6 (T6)
- ANEXO P: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 7 (T7)
- ANEXO Q: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 8 (T8)

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar cuatro variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en dos sistemas semi hidropónicos. Esta investigación se realizó en el Centro Experimental del Riego (CER) de la ESPOCH. Mediante un diseño de bloques completos al azar (DBCA) bifactorial con cuatro repeticiones por tratamiento; de 10 plantas elegidas al azar por tratamiento se realizó la evaluación de la altura a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, las cosechas se realizaron por un tiempo de 14 semanas, donde en cada cosecha se realizó la clasificación del fruto de acuerdo a las categorías que son comercializadas en el mercado municipal de la ciudad de Riobamba, además se seleccionó 5 frutos maduros de cada tratamiento y con la ayuda de un refractómetro manual se evaluó el porcentaje de acumulación de los sólidos solubles, El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo, considerando los ingresos y costos totales de cada tratamiento. Para los días a la floración, las variedades Cabrillo y Albión fueron las variedades que en menor tiempo alcanzaron esta fase fenológica con una media de 63 y 64 días después del trasplante. La mayor producción total obtenida fue por parte de la variedad San Andreas con un acumulado de 611.23 gramos de fruta por planta. La variedad San Andreas en canal abierto obtuvo la mayor relación beneficio/costo con 2.78 dólares, lo que corresponde a una rentabilidad de 178%. Para cultivar en semihidroponía se recomienda la variedad San Andreas en canal abierto ya que se obtuvo la mayor producción, relación beneficio/costo y rentabilidad.

Palabras clave: <AGRONOMÍA>, <SISTEMAS SEMI HIDROPÓNICOS>, <FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch)>, <CER>, <COEFICIENTE DE CULTIVO>, <CANAL ABIERTO>, <MANGAS HORIZONTALES>, <VARIEDAD SAN ANDREAS>, <SÓLIDOS SOLUBLES>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.02.02
15:18:09 -05'00'



0193-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

This investigation aimed to evaluate four varieties of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) in two semi-hydroponic systems which was carried out at the Experimental Irrigation Center (CER), ESPOCH using a bifactorial randomized complete block design (RCBD) with four replications per treatment. The height of 10 randomly selected plants per treatment was evaluated 30, 60 and 90 days after transplanting. The harvests were carried out for a period of 14 weeks and in each harvest the fruit was classified according to the commercialization categories in the municipal market in Riobamba. In addition, 5 ripe fruits were selected from each treatment to evaluate the percentage of accumulation of soluble solids by using a manual refractometer. The economic analysis was carried out using the benefit/cost ratio, considering the total income and costs of each treatment. For days to flowering, Cabrillo and Albión varieties reached this phenological stage in the shortest time with an average of 63 and 64 days after transplanting. The highest total production was obtained by San Andreas variety with an accumulated 611.23 grams of fruit per plant. This variety in open channel obtained the highest profit/cost ratio with 2.78 dollars, which corresponds to a profitability of 178%. For cultivation in semi-hydroponics, San Andreas variety in open channel is recommended because it obtained the highest production, benefit/cost ratio and profitability.

Key words:

<AGRONOMY>, <SEMIHYDROPONIC SYSTEMS>, <FRUIT (*Fragaria x ananassa* Duch)>, <CER>, <COEFFICIENT CROP>, <OPEN CHANNEL>, <HORIZONTAL BEAM>, <SAN ANDREAS VARIETY>, <SOLUBLE SOLIDS>.



Firmado electrónicamente por:
ESTHELA ISABEL
COLCHA GUASHPA

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Beltrano y Gimenez (2015, pp. 10-13) la hidroponía o cultivo sin suelo permite cultivar plantas en estructuras simples o complejas aprovechando áreas reducidas, suelos infértiles, terrenos pedregosos e inclusive invernaderos. Para la producción en este sistema es necesario añadir al agua de riego una serie de nutrientes los mismos que ayudaran al cultivo a tener un buen desarrollo.

Cuando hablamos de semihidroponía se aplica la misma definición y el mismo método de producción que para hidroponía, la diferencia entre estos dos métodos es que en semihidroponía se utiliza un medio físico o sustrato para que en este la raíz de la planta pueda anclarse y desarrollar.

El resultado de la ejecución de estos sistemas productivos es la cosecha de productos libre de químicos nocivos para la salud humana, y productos de muy buena calidad organoléptica (Castillo et al., 2015, p. 205).

De acuerdo con Tonelli (2010, p. 2) el centro de origen más conocido de este cultivo es Chile, con “*Fragaria chiloensis*”, sin embargo, la fruta que se consume en la actualidad es el producto de un cruzamiento entre “*Fragaria chiloensis*” y “*Fragaria virginiana*”, teniendo como resultado “*Fragaria x ananassa*” siendo esta es una planta con mayor vigor, de hojas grandes y peciolo largo.

Estados Unidos, México, Turquía y España son los países con mayor producción de fresa a nivel mundial, de estos México en los últimos años ha incorporado invernaderos destinados a la producción de esta fruta, lo que le ha permitido tener cultivos más eficientes, este cambio de tecnología ha permitido bajar considerablemente los costos de producción de la fresa, haciendo muy atractivo la inversión en la tecnificación del cultivo (Pefaur, 2014, pp. 2-3).

La fresa es un cultivo de gran importancia económica para muchos agricultores del Ecuador, es un cultivo agradable para el mercado en fresco y también para la agroindustria. Este cultivo en los últimos años ha tenido un crecimiento importante en el país, donde la mayor parte de la producción nacional se concentra en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay (El Comercio, 2011, párr. 1-3).

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Evaluar cuatro variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en dos sistemas semi hidropónicos.

Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento en los sistemas semi hidropónicos de canal abierto y mangas para la producción de fresa.
- Evaluar el rendimiento de cuatro variedades de fresa en dos los sistemas semi hidropónicos.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Hipótesis

Hipótesis nula

Ninguna variedad de fresa en los dos sistemas de producción semi hidropónicos presentará diferencias significativas en el rendimiento agrícola.

Hipótesis alterna

Por lo menos una variedad de fresa en un sistema de producción semi hidropónico presentara diferencias significativas.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Semihidroponía

La semihidroponía es un sistema que es utilizado para la producción de frutales, flores, etc. Donde se puede usar canales, bolsas o vasos con material inerte (Rodríguez, 2018, párr. 12). Este sistema de producción es la combinación de lo mejor entre cultivar en suelo y la hidroponía. La semihidroponía permite sin lugar a duda el ahorro de agua, aprovechamiento de los nutrientes necesarios para el cultivo y de áreas reducidas (Marulanda e Izquierdo, 2003, p. 8).

En los últimos años la semihidroponía ha despertado un gran interés en grupos de personas de todas las edades, considerado como un sistema no tradicional y contribuyendo al avance de la ciencia y tecnología.

1.1.1. Ventajas

La semihidroponía permite obtener productos saludables, una mayor concentración de plantas por metro cuadrado, existe un mayor control sobre la nutrición vegetal debido al uso de soluciones nutritivas, lo que permite la obtención de frutos estandarizados de mejor tamaño y calidad (Beltrano y Gimenez, 2015, pp. 18-19).

A demás el cultivo bajo este sistema no depende de fenómenos meteorológicos, se puede cultivar la misma especie vegetal por varios ciclos sin que se vea afectada la producción, permite corregir posibles deficiencias o excesos de fertilizantes, se acorta el tiempo de la cosecha, reduce los costos de producción, facilita la limpieza e higiene de las instalaciones, promueve el reciclaje de materiales nativos o de desechos y elimina el gasto de maquinaria agrícola (Zárate, 2014, pp. 9-11).

1.1.2. Desventajas

En cultivos comerciales, se requiere tener conocimiento de las especies que se siembran y de química inorgánica; la inversión inicial relativamente alta, requiere mantenimiento y cuidado de las instalaciones, solución nutritiva y materiales (Zárate, 2014, pp. 9-11).

1.2. Sustrato

Sustrato es un medio que es utilizado para cultivar plantas en contenedores, siendo este un recipiente cualquiera y que se encuentra a una altura determinada (Cruz et al., 2013, pp. 17-26). Sin embargo, Pastor (1999, pp. 1-6) define el término “sustrato” a todo material sólido que permita el desarrollo radicular de las plantas, este material puede ser natural, mineral u orgánico.

Vence (2008), señala que sustrato es todo material poroso, mismo que se puede usar de forma individual o a la vez combinado con otros materiales, proporcionando a la planta: anclaje, niveles adecuados de humedad y oxigenación.

1.2.1. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los sustratos tienen una enorme importancia, ya que de ellas dependen el correcto desarrollo de las plantas, ya que una vez colocado el sustrato en el o los contenedores resulta imposible cambiar sus propiedades físicas iniciales (Pastor, 1999, pp. 1-6).

1.2.1.1. Porosidad

De acuerdo con Cabrera (1999, pp. 5-11), la porosidad es la propiedad más importante de los sustratos y que en general este deberá tener una porosidad de al menos un 70%, sin embargo, el valor mínimo recomendado es del 10%, esto dependerá de la especie que se vaya a implementar y también del grado de tolerancia que tenga a los niveles bajos de aireación. Mientras tanto, Cruz et al. (2013: pp. 17-26) señalan que el espacio poroso debe ser mayor a 85%.

1.2.1.2. Capacidad de retención de agua

Se refiere a la cantidad de agua retenida en el sustrato, puede ser medida después de haber drenado el agua que previamente se añadió al contenedor o maceta, esta variable depende del tamaño de partícula y del material utilizado como sustrato (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

Partículas menores a 0,5 mm disminuye la porosidad y aumenta la capacidad de retención de agua a diferencia de las partículas mayores de 0,5 mm donde se ve incrementada la porosidad, pero la capacidad de retención de agua disminuye (Cruz et al., 2013: pp. 17-26). Así mismo, se desea que el volumen de agua total disponible para la planta debe de ser por lo menos 30 % del volumen total del sustrato (Cabrera, 1999, pp. 5-11).

1.2.1.3. Densidad aparente

Se puede definir como la masa de suelo o sustrato contenido en un centímetro cúbico, esta medida dependerá del grado de compactación y tamaño de partícula (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

La densidad aparente debe ser considerada, ya que puede resultar en aumentos importantes en el peso final de los contenedores, especialmente aquellos de tamaño grande (Cabrera, 1999, pp. 5-11).

En los invernaderos, donde el viento no es un factor limitante, la densidad aparente del sustrato puede ser tan baja como $0,19 \text{ g/cm}^3$, como es el caso de la mayoría de las cascarillas utilizadas en invernaderos, mientras que las plantas que crecen al aire libre deben ser cultivadas con sustratos más densos, con densidades aparentes comprendidas entre $0,50$ y $0,75 \text{ gcm}^3$, como es el caso de la escoria de carbón (Quintero et al., 2011, pp. 79-108)

1.2.2. Propiedades químicas

A diferencia de las propiedades físicas, estas pueden ser, modificadas a lo largo del ciclo de producción, cuando se recurre a programas de fertirriego y a la utilización de fertilizantes de liberación lenta (García et al., 2001, pp. 249-258).

1.2.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

Las plantas pueden sobrevivir a un amplio intervalo de pH, sin sufrir desordenes fisiológicos, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable (Teres, 2001; citado por Quintero et al., 2011, pp. 79-108). Sin embargo, el nivel de pH influye sobre la absorción de nutrientes por la planta, pH con valores de 5.5 a 7.0 existe mayor disponibilidad de nutrientes, lecturas fuera de este rango resulta perjudicial para la planta ya que los nutrientes serán inaccesibles para las plantas (Gilsanz, 2007, p. 15).

1.2.2.2. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Depende fundamentalmente del pH y del contenido y composición de la materia orgánica y arcilla de la fase sólida (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

Resulta ser un proceso donde las partículas sólidas del suelo o sustrato adsorben iones de la fase acuosa y des adsorben al mismo tiempo equivalentes de otros cationes para establecer el equilibrio entre ambas fases (Quintero et al., 2011, pp. 79-108).

1.2.2.3. Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica (CE) expresa de una manera aproximada la concentración de sales en la solución del sustrato, tal concentración afecta el potencial osmótico, el mismo que está relacionado con la concentración iónica de la fase líquida (Quintero et al., 2011, pp. 79-108).

La respuesta de las plantas a la salinidad variará de acuerdo a la edad, condiciones ambientales, manejo del cultivo y características de la especie (Quintero et al., 2011, pp. 79-108).

1.2.2.4. Salinidad

Se refiere a la concentración de sales solubles en la solución del sustrato, la cual suele ser elevada en sustratos orgánicos como es el caso de la fibra de coco, por ende, cultivos en sustratos tienen una mayor probabilidad de acumulación de sales en comparación al suelo (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

El uso excesivo de sales de fertilizantes puede afectar el crecimiento de las plantas (por inducción o estrés hídrico o toxicidad específica a ciertos iones), puede también ocasionar daños al follaje (quemaduras) o incluso la muerte de las plantas (Cabrera, 1999, pp. 5-11).

1.2.3. Tipos de sustrato

1.2.3.1. Inorgánicos

A su vez se pueden subdividir en sustratos de origen natural que se obtienen a partir de rocas o de minerales de diverso origen, como, por ejemplo, rocas volcánicas, arena, grava. Otro grupo son los materiales transformados que se obtienen a partir de rocas o minerales que a través de un tratamiento físico o químico se modifican sus características, como, por ejemplo, la perlita, vermiculita y lana de roca (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

1.2.3.2. Orgánicos

Los materiales que son utilizados como sustratos deben ser acondicionados mediante procesos de compostaje o vermicompostaje, dentro de este tipo de materiales tenemos: el gabazo de caña, bagazo de agave, aserrín, corteza de árboles, residuos sólidos urbanos, cascarillas de arroz, paja de cereales, fibra y polvo de coco (Cruz et al., 2013: pp. 17-26).

Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz resulta ser un sustrato económico ya que es un subproducto de la industria arroceras, esta cascarilla puede utilizarse como sustrato de forma directa o después de someterla a un proceso de descomposición (Quintero et al., 2011, pp. 79-108).

La cascarilla de arroz es un material ligero de porosidad elevada, así como aireación y capacidad de retención de agua además de ser rico en potasio y fósforo, aunque pobre en nitrógeno (López et al., 2008, pp. 4347-4357).

Compost de pino

La corteza de pino puede constituir entre el 25 y 100% de las mezclas para la producción de plantas en maceta, dado a su baja reducción de volumen en el tiempo, sin embargo, su capacidad de retención de agua es relativamente baja (García et al., 2001, pp. 249-258).

Fibra de coco

La fibra de coco es un material orgánico de lenta descomposición, este material consiste en partículas de lignina y celulosa, por lo que tiene una larga durabilidad pudiendo alcanzar más de cinco años, la fibra de coco incrementa la capacidad de retención de humedad y aumentan también la tasa de infiltración (Quintero et al., 2011, pp. 79-108).

1.3. Sistemas semi hidropónicos

Pueden ser contenedores que pueden ser contruidos o reciclados de acuerdo al espacio y al presupuesto económico que se disponga (Marulanda e Izquierdo, 2003, p. 59).

1.3.1. Canal abierto

En este sistema se utiliza madera, plástico u otro material, estos deben estar elevados sobre la superficie del suelo, donde se coloca el sustrato y se instala el cultivo (Marulanda e Izquierdo, 2003, p. 27).

1.3.2. Mangas

Consiste en llenar de sustrato unas bolsas plásticas, de aproximadamente 0.30 m de ancho y el largo varía de acuerdo de la disponibilidad del área de implementación del cultivo, estos sistemas son aptos para especies como tomate, pepino, pimiento y fresas, pueden ser instaladas por sobre la superficie o a ras del suelo, evitando que el cultivo tenga algún contacto con el suelo (Marulanda e Izquierdo, 2003, p. 27).

1.4. Cultivo de frutilla

1.4.1. Clasificación taxonómica

El botánico francés Antoine Nicolas Duchesne se acredita con la identificación del híbrido natural *Fragaria x ananassa*. La frutilla cultivada *Fragaria x ananassa Duch*, es un miembro de la familia Rosaceae, subfamilia Rosoideae (Ñahuinlla, 2018, p. 3).

1.4.2. Características botánicas

La frutilla corresponde a un híbrido entre *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*, ambas especies de origen americano del tipo octoploide (es decir 8 juegos de cromosomas). En relación a otras especies del género *Fragaria*, este híbrido destaca por ser de hábito muy vigoroso y presentar frutos de gran tamaño de buen color y aroma (Bañados et al., 2015, pp. 8-65).

1.4.2.1. Raíz

Su sistema radicular es fibroso y de desarrollo superficial, pudiendo alcanzar unos 0.30 m en sentido lateral y aproximadamente de 0.30 a 0.50 m de profundidad, esto dependerá de las condiciones de suelo, humedad y variedad (Tonelli, 2010, p. 3).

Emerge de la corona en la zona cercana al nivel del suelo, es muy importante tener en cuenta que debido a la cantidad de raicillas que posee la frutilla se requiere de suelos muy sueltos, bien aireados y con buen drenaje para impedir la presencia de pudriciones del sistema radicular (Angulo, 2009, pp. 5-43).

El sistema radical además de absorber agua y nutrientes, son estructuras de reserva de sustancias nutritivas, la plantas al momento de su establecimiento deben poseer sustancias de reserva suficientes que junto con las sustancias de reserva de la corona deben ser capaces de sostener la

primera floración y fructificación del cultivo, por lo que se sugiere utilizar plantas con un buen desarrollo radicular y con un diámetro de corona superior a 8 mm (Bañados et al., 2015, pp. 8-65).

1.4.2.2. Corona

La corona o tallo es el eje principal con forma de cilindro de 2 a 6 cm de longitud, a partir del cual nacen las hojas de cada nudo y una yema en las axilas de cada hoja (Bañados et al., 2015, pp. 8-65).

Si la yema se encuentra en estado vegetativo evoluciona como corona vegetal o estolón, por otro lado, si la yema se encuentra en estado reproductivo evolucionará como un racimo floral, una planta vigorosa puede producir entre 10 a 15 estolones (Tonelli, 2010, pp. 1-9).

1.4.2.3. Hojas

Las hojas son compuestas, trifoliadas, los foliolos son redondeados u ovales, los márgenes son aserrados, de color verde intenso en el haz, y de verde grisáceo y pubescente en el envés (Bañados et al., 2015, pp. 8-65). Poseen muchas estomas para poder realizar una intensa transpiración siendo la frutilla un cultivo susceptible al estrés por deficiencia de agua (Angulo, 2009, pp. 5-43).

1.4.2.4. Flores

Se disponen en inflorescencias de tipo corimbo o racimos, son perfectas o hermafroditas (Tonelli, 2010, p. 5). La inflorescencia típica posee un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios, pero cada variedad puede presentar diferentes tipos de inflorescencias (Angulo, 2009, pp. 5-43).

La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal, la flor está constituida por un número variable de sépalos, con 5 a 6 pétalos, 20 a 35 estambres y un número variable de pistilos, estos se encuentran dispuestos en espiral sobre el receptáculo de la flor y cada uno está constituido por un ovario y un óvulo en su interior (Bañados et al., 2015, pp. 8-65).

1.4.2.5. Fruta

El fruto, en realidad es un falso fruto constituido por el receptáculo engrosado sobre el cual se encuentran insertos los aquenios. Cada frutilla está formada aproximadamente de entre 150 a 200 aquenios, desde que aparece la flor hasta que el fruto llega a su madurez comercial transcurre

aproximadamente treinta días (Tonelli, 2010, pp. 1-9). Los frutos se pueden presentar en forma de corazón lleno o corazón vacío (Angulo, 2009, pp. 5-43).

La primera flor da origen al primer fruto, este es de mayor tamaño y no siempre presenta forma regular, para que los frutos tengan un desarrollo adecuado, es necesario que todos los pistilos hayan sido fecundados, caso contrario, cualquier problema en el momento de la fecundación, (diferencias marcadas de temperatura, exceso de humedad, ausencia de insectos polinizantes, exceso de fertilización, entre otros factores dará como resultado frutos deformes (Bañados et al., 2015, pp. 8-65).

1.4.3. Fases fenológicas del cultivo

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación) en el estudio titulado “Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos” (Allen et al., 2006, pp. 95-97), menciona que:

- La etapa inicial del cultivo está comprendida desde el momento del trasplante hasta el momento en que el cultivo alcanza el 10% de cobertura foliar.
- La etapa de desarrollo del cultivo se lleva a cabo desde el fin de la etapa inicial del cultivo hasta que la cobertura foliar sea completa, es decir a inicios de la floración.
- La etapa de mediados de temporada comprende desde el fin de la etapa de desarrollo hasta el comienzo de la madurez es decir el comienzo de la vejez amarillamiento y senescencia de las hojas.
- La etapa de fin de temporada comprende desde el periodo del comienzo de la madures hasta la completa senescencia del cultivo.

1.4.4. Variedades

1.4.4.1. Albión

Es una variedad de día neutro, con potencial para cultivo en suelo como en hidroponía, es de tamaño intermedio, debido a que esta variedad acumula mayor cantidad de azúcar (10-14°Brix) tiene buena aceptación en el mercado fresco y muy demandada para la agroindustria, su densidad de plantación es de 65000 plantas/ha, con un potencial rendimiento de 75 t/ha (Agrícola Llahuen, 2017, párr. 1).

1.4.4.2. Cabrillo

Esta variedad tiene el comportamiento productivo similar a Albión, puede ser cultivada en suelo o en hidroponía, los pedúnculos florales son largos, lo que facilita el proceso de cosecha, esta variedad tiene una tolerancia media a oídio, sin embargo, es muy susceptible a (*Phomosis spp.*) tizón de las hojas (Agrícola Llahuen, 2017, párr. 2).

1.4.4.3. Monterey

El comportamiento en producción es igual a la de Albión, es una variedad de mayor tamaño y crecimiento inicial rápido, muy apetecido en el mercado fresco y agroindustria. Posee una adecuada tolerancia a *Botrytis cinerea*, sin embargo, es susceptible a oídio y al ataque de ácaros y trips, su densidad de población es de 62000 plantas/ha, con un potencial rendimiento de 81 t/ha (Agrícola Llahuen, 2017, párr. 2).

1.4.4.4. San Andreas

Esta variedad tiene alto potencial para ser cultivada en suelo y en hidroponía, presenta frutas de gran tamaño y la producción es homogénea durante todo el ciclo, en general San Andreas es una variedad que presenta resistencia a oídio y tiene mejor tolerancia al complejo de hongos de suelo (Agrícola Llahuen, 2017, párr. 3).

1.4.5. Manejo del cultivo

Temperatura: El rango óptimo para el desarrollo de este cultivo oscila entre los 15 a 20° Centígrados (°C), si se tiene temperaturas menores a 12°C se obtendrá fruta deforme por acción del frío, sin embargo, si hay temperaturas mayores a los 25°C y estas se prolongan por periodos largos, existe una maduración muy rápida de la fruta, impidiendo que alcance este su tamaño normal (InfoAgro, 2021, párr. 6).

Humedad: El rango óptimo de humedad relativa (HR) oscila entre los 65 y 70%, en casos donde la HR sea excesiva se favorece la proliferación de enfermedades de carácter fúngico, por otro lado, si hay un ambiente seco existe daños en la producción (InfoAgro, 2021, párr. 7).

1.4.5.1. Propagación del cultivo

Desde el punto de vista botánico la frutilla puede propagarse vía sexual (semilla) o a su vez en forma vegetativa a través de estolones (Grez y Gambardella, 2018, p. 140).

1.4.5.2. Fertirriego

La frutillas debe ser regadas con volúmenes bajos de agua pero con mayor frecuencia, esto evitará que haya acumulación de agua en el sistema radicular de la planta, la CE de la solución nutritiva debe oscilar entre los rangos de 1.0 a 1.5 mS/cm, mientras que el pH debe mantenerse entre 5.5 y 6.0, en este sistema productivo el cultivo de frutilla resulta ser susceptible a la deficiencia de hierro por lo que se recomienda realizar aportes de este microelemento vía foliar a la planta (Agtechamérica, 2019, párr. 4).

1.4.5.3. Polinización

Aunque las frutillas pueden auto polinizarse, el viento y la polinización asistida puede ayudar en este proceso, ya que es importante asegurar una polinización completa para obtener frutos bien formados, sin embargo, la utilización de abejorros para la polinización de este cultivo ha sido una gran opción para plantaciones a gran escala, ya que son más efectivos y no se requiere de una mínima mano de obra (Undurraga y Vargas, 2018, p. 104).

1.4.5.4. Poda

Consiste en la eliminación de hojas adultas que ya no son funcionales para la planta, además de hojas se eliminan restos de las inflorescencias, cabe precisar que al momento de realizar las podas se debe tener cuidado en no maltratar o dañar las coronas de la planta (Undurraga y Vargas, 2018, p. 31).

1.4.5.5. Cosecha

Teniendo en cuenta que la frutilla es un fruto climatérico, por lo que no aumenta el contenido de azúcar, solo se registra aumento en la coloración y disminución de la firmeza debido al incremento de la tasa respiratoria del fruto, la fruta debe ser cosechada cerca a la madurez comercial o de consumo (Morales et al., 2017, p. 97).

1.5. Necesidades hídricas

1.5.1. Medición del contenido de humedad

De acuerdo con León (2020, pp. 22-34) existen diversos métodos que se pueden emplear para la determinación del contenido de humedad de un suelo o sustrato, entre los cuales se destacan los siguientes:

1.5.1.1. Método gravimétrico

El contenido de humedad es determinado por la diferencia en peso de la muestra húmeda con la seca. La muestra es recogida y pesada, posterior a esto se seca la muestra en una estufa u horno por 24 horas a 105 °C y finalmente se pesa la muestra seca (León, 2020, pp. 22-34).

1.5.1.2. Método de resistencia eléctrica

La resistencia al flujo de la electricidad en un material porosa es una función del contenido de agua. Los bloques de resistencia eléctrica consisten en dos electrodos colocados dentro de un bloque (usualmente de yeso). El flujo de agua dentro o fuera del bloque es desde la más baja a la más alta presión capilar. La resistencia del material poroso medida por un resistor, es proporcional al contenido de humedad y por tanto a la presión capilar del suelo (León, 2020, pp. 22-34).

1.5.2. Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto)

Es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia que corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas (Allen et al. 2006, p. 7). La Eto es un concepto que fue establecido para indicar la cantidad de agua que es transferida hacia la atmósfera por parte de un suelo que permanece húmedo, depende exclusivamente de las condiciones del ambiente: temperatura media, humedad relativa, velocidad del viento, etc.

$$E_{to} = E_v * K_p$$

Donde:

Kp, se calcula a partir de datos climáticos como humedad relativa y velocidad del viento (Allen et al., 2006, p. 7).

1.5.3. Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Hurtado (2002, p. 428), indica que la evapotranspiración o necesidad (consumo) de agua por los cultivos se refiere al agua usada por las plantas en la transpiración más la evaporada directamente desde la superficie del suelo.

Normalmente se mide en mm/día o mm/mes, y depende de la interacción entre factores climáticos, botánicos, edáficos y de manejo del cultivo.

La evapotranspiración es baja en los primeros estadios de la etapa de crecimiento de la planta; se incrementa a medida que la planta crece en altura y en área foliar, hasta alcanzar un máximo en la etapa de fructificación y luego disminuye progresivamente hasta la etapa de cosecha.

La evapotranspiración del cultivo (ETc) varía fundamentalmente según el estado fenológico del cultivo y el clima. Se calcula con la fórmula (Hurtado, 2002, p. 428):

$$Etc = Eto * Kc$$

1.5.4. Factor de cultivo (Kc)

Llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se requiere evaluar su consumo de agua (Vásquez et al., 2017, pp. 10-32). El coeficiente de cultivo (Kc) es un valor que varía en el tiempo que varía además del estado de desarrollo del cultivo, de las características del suelo y su humedad, además también de las prácticas agrícolas y del riego.

1.6. Solución nutritiva (SN)

De acuerdo con Steiner (1968; citado en Lara, 1999, pp. 221-229), la solución nutritiva (SN) consiste en agua con oxígeno y los nutrientes esenciales disueltos en forma iónica, de forma que estos nutrientes se encuentren disponibles para las plantas.

En hidroponía, las necesidades nutrimentales de las plantas son aportadas con los nutrientes que son suministrados en la solución nutritiva (Lara, 1999, pp. 221-229).

1.6.1. Presión osmótica

Para que la respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo sea favorable a la solución nutritiva se debe tomar en cuenta la concentración total de iones que se expresa como presión osmótica esto depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos en la SN. El aumento del contenido de nutrientes en la SN provoca que la planta realice un mayor esfuerzo para absorber agua lo que desencadena en un desgaste de energía (Juárez et al., 2006, pp. 246-253).

1.6.2. Fuentes nutricionales para preparar solución nutritiva SN

En la tabla 1-1, se indica los valores mínimos y máximos que pueden ser utilizados para preparar soluciones nutritivas para diferentes cultivos.

Tabla 1-1: Nutrientes recomendados para una solución nutritiva en ppm

Elemento	Rango (mín - máx)	Óptimo
Nitrógeno	150 – 1000	250
Calcio	100 – 500	200
Magnesio	50 – 100	74
Fósforo	50 – 100	80
Potasio	100 – 400	300
Azufre	200 – 1000	400
Cobre	0.1 – 0.5	0.5
Boro	2 – 10	1.0
Hierro	2 – 10	5.0
Manganeso	0.5 – 5.0	2.0
Molibdeno	0.01 – 0.005	0.02
Zinc	0.5 – 1.0	0.5

Fuente: Arcos, 2013, pp. 97-99

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

1.6.2.1. Procedimiento para preparar la solución nutritiva

De acuerdo con Arcos (2013, pp. 97-99) el procedimiento para realizar la solución nutritiva es el siguiente:

- 1) Elegir o establecer las fuentes.
- 2) Conocer el grado de concentración de las fuentes.
- 3) Establecer la concentración deseada o el requerimiento del cultivo.
- 4) Dosificar primero los elementos limitantes.

5) Repetir el procedimiento anterior, hasta llegar a la concentración deseada.

1.6.3. Control de la solución nutritiva

1.6.3.1. pH

Los fertilizantes en la solución nutritiva tienen un efecto sobre el pH del agua. El pH óptimo de la solución está entre 5.5 y 7.0, si los valores del pH son altos (> 7.5) existe la disminución de la disponibilidad del fósforo, hierro y zinc para las plantas, valores de pH demasiado bajos (< 4.5) pueden aumentar la concentración de aluminio y manganeso hasta niveles tóxicos (Beltrano y Gimenez, 2015, p. 92).

1.6.3.2. Conductividad eléctrica

La CE es un estimador de la concentración total de sales y debe ser mantenida a lo largo del cultivo. No entrega información de cada uno de los elementos, por esta razón es importante la adición de concentraciones de fertilizantes que puedan absorber los cultivos, después de cada medición de conductividad eléctrica (Graves, 1983: citado en Carrasco et al., 2007: pp. 59-62).

1.6.3.3. Compatibilidad

Por supuesto deberá tenerse cuidado de no incluir en una fórmula elementos incompatibles o que pudieran producir efectos nocivos en las plantas ya que, en la hidroponía a diferencia de los cultivos en el suelo, este tipo de respuestas es inmediata. La incompatibilidad entre los fertilizantes por calor y/o humedad, por producción de gas. La compactación e higroscopicidad, etc. (Arcos, 2013, pp. 97-99).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental del Riego (CER) de la Escuela de Ingeniería Agronómica, de la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, ubicado en la parroquia Licto, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud: 9806363 UTM 17M

Longitud: 0763931 UTM 17M

Altitud: 2724 m.s.n.m

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Material experimental

En la investigación se utilizó los siguientes materiales:

- Cuatro variedades de frutilla: Albión, Cabrillo, Monterey y San Andreas.
- Dos sistemas semi hidropónicos: canal abierto y mangas.

2.2.2. Materiales de campo

Invernadero, GPS, estacas, cinta métrica, piola, azadón, machete, motosierra, sierra eléctrica, taladro, hoyadora, rastrillo, martillo, clavos, tornillos, brocas para madera, engrapadora industrial, grapas industriales, sistema de riego, plástico negro, alambre galvanizado, carevacas, bomba de mochila, equipo de protección para aplicaciones fitosanitarias, botas, rótulos de identificación, cámara fotográfica, libreta de campo, fertilizantes, fungicidas e insecticidas.

2.2.3. Materiales de oficina

Hojas de papel bond, folders, esferos gráficos, lápiz, borrador, laptop, pen drive e impresora.

2.2.4. Materiales de laboratorio

Balanza analítica, refractómetro manual, estufa, calibrador pie de rey.

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) bifactorial, con cuatro repeticiones

2.3.2. Factores en estudio

Los factores que se estudiaron fueron: cuatro variedades de frutilla y dos sistemas semi hidropónicos

2.3.3. Tratamientos en estudio

2.3.3.1. Factor A (Variedades)

A1: Albión

A2: Cabrillo

A3: Monterey

A4: San Andreas

2.3.3.2. Factor B (Sistemas semi hidropónicos)

B1: Canal abierto

B2: Mangas

Tabla 1-2: Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	Albión*Canal abierto
T2	A1B2	Albión*Mangas
T3	A2B1	Cabrillo*Canal abierto
T4	A2B2	Cabrillo*Mangas
T5	A3B1	Monterey*Canal abierto
T6	A3B2	Monterey*Mangas
T7	A4B1	San Andreas*Canal abierto
T8	A4B2	San Andreas*Mangas

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

2.3.4. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	32
Área de investigación	
Forma	rectangular
Longitud	16 m
Ancho	2.80 m
Área total del tratamiento	44.80 m ²
Densidad de trasplante	
Entre hileras	0.30 m
Entre plantas	0.15 m
Número total de plantas en el ensayo	40000
Número de plantas evaluadas por tratamiento	10
Número de plantas por tratamiento	125
Número total de plantas a evaluarse	320
Área total del ensayo	500 m ²

2.3.5. Esquema de análisis de varianza

El esquema de varianza (ADEVA) que se empleó para cada tratamiento en estudio se presenta en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Esquema de análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación (F.V)	Fórmula	gl
Repeticiones	(r-1)	3
Factor A	(a-1)	3
Factor B	(b-1)	1
A *B	(a-1) * (b-1)	3
Error	(ab-1) * (r-1)	21
Total	(a * b * r) -1	31

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: > 0.01 y > 0.05 = ns (No significativo)

p-valor: >0.01 y < 0.05 = * (Significativo)

p-valor: <0.01 y < 0.05 = ** (Altamente significativo)

2.3.6. Análisis funcional

- Se determinó el coeficiente de variación el mismo que se expresó en porcentaje (%).
- Cuando las diferencias fueron significativas para separar medias para el factor variedades, sistemas semi hidropónicos y la interacción se utilizó la prueba de Tukey al 5%.
- El análisis económico se determinó mediante la relación beneficio costo.

2.4. Métodos de evaluación y datos registrados

Para su seguimiento y evaluación se sortearon 10 plantas dentro de cada parcela neta en todos los tratamientos.

2.4.1. Condiciones climáticas

2.4.1.1. Temperatura y humedad relativa en el invernadero

Para la obtención de la información de las condiciones ambientales dentro del invernadero se utilizó la estación meteorológica portátil Weather Station. De acuerdo con García et al. (2015, pp. 249-258) la estación meteorológica debe ubicarse en la parte central de la estructura donde se vaya a implementar el cultivo.

2.4.2. Coeficiente de cultivo (K_c) de las variedades de frutilla

Para determinar el K_c se utilizó con la fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985; citado en Sánchez, 2017. pp. 1-2):

$$Kc = 0.01335 + 0.04099 * (\text{Etapa del cultivo}) - 0.0004 * (\text{Etapa del cultivo})^2$$

Para aplicar esta fórmula se necesitó conocer la duración del ciclo del cultivo de frutilla desde el trasplante hasta su senescencia.

Luego de calcular el Kc, se graficó la curva de coeficiente de cultivo de la frutilla, colocando en el eje de las abscisas los días de cada estado fenológico y en el eje de las ordenadas el valor de Kc obtenido en cada fase fenológica.

2.4.3. Porcentaje de prendimiento

Para saber si la planta ha prendido se observó que la corona presente una coloración verde y la presencia de la primera hoja, esto se determinó a los quince días después del trasplante (DDT), para la evaluación de esta variable se contabilizó el número de plantas prendidas y se relacionó con el número de plantas trasplantadas expresando el resultado en porcentaje.

2.4.4. Altura de la planta

Con la ayuda de una cinta métrica, se midió la altura de las diez plantas sorteadas al azar, para determinar la altura se midió desde la base de la planta hasta la parte aérea más alta, para las unidades de medida se utilizó en centímetro (cm), esto se realizó a los 30, 60 y 90 DDT.

2.4.5. Días a la floración

Se registró el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50% del total de plantas evaluadas presentaron la primera y segunda inflorescencia.

2.4.6. Contenido de sólidos solubles

Para el contenido de sólidos solubles, en cada cosecha se tomó 5 frutas al azar de cada tratamiento, de las cuales en la parte apical de cada fruta se realizó un pinchazo con el fin de obtener néctar necesario para que con la ayuda del refractómetro manual obtener las lecturas del contenido de sólidos solubles (%).

2.4.7. Rendimiento por categoría

Para este indicador se clasificó la fruta de cada tratamiento de acuerdo con la tabla 3-2, para obtener esta tabla se acudió al mercado local de la ciudad y se muestreó 10 frutas al azar de cada categoría que se comercializan en él obteniendo rangos mínimos y máximos de pesos.

Tabla 3-2: Tabla arbitraria para la categorización de frutilla de acuerdo con el mercado local

Categoría	Peso (g)
Primera	>30
Segunda	25-29
Tercera	20-24
Cuarta	<19

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

2.4.8. Rendimiento total

Se sumó toda la fruta cosechada durante el periodo de la investigación y se la proyectó en gramos por planta.

2.4.9. Análisis económico

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo, considerando los ingresos y costos totales de cada tratamiento.

2.5. Manejo del ensayo

2.5.1. Labores pre culturales

2.5.1.1. Construcción de camas semihidropónicas

Las camas tuvieron una elevación de 1,30 m del suelo, se utilizó postes de eucalipto y tablas de la misma procedencia, para el canal abierto se utilizó estructuras metálicas con orejas (carevacas), por donde se atravesó un cable de acero, esto con el fin de dar la forma de una canal, con la ayuda de tensores se ajustó los cables para evitar el pandeo y tener un riego uniforme, posteriormente se recubrió con plástico negro y finalmente se rellenó con sustrato.

Para las mangas se utilizó el mismo tipo de plástico que el del canal, con la ayuda de una engrapadora industrial se modeló en forma de una funda, cada manga tenía un metro de largo y 0.30m de diámetro y finalmente se lo relleno de sustrato y se selló completamente.

2.5.1.2. Hidratación del sustrato

Esta actividad se la realizó con dos semanas de anterioridad a la fecha planificada de trasplante, para esto, se utilizó el sistema de riego instalado y además una manguera de jardín la misma que se conectó directamente a la bomba eléctrica de agua. Con el sistema se dio riegos cortos con frecuencias altas es decir se dotó de agua por un tiempo de cinco minutos con una hora de corte, con la manguera de jardín se dio periodos largos de agua una vez al día.

2.5.1.3. Medición del agua en el sustrato

Contenido gravimétrico de agua en el sustrato “Porcentaje de humedad”

El porcentaje de humedad se determinó recolectando muestras diarias de cada tratamiento a una profundidad de 15 centímetros por un lapso de 30 días y luego aplicando la fórmula de:

$$\text{Humedad del suelo (\%)} = \frac{P.S.H. - P.S.S.}{P.S.S.} * 100$$

Donde:

P.S.H. = Peso sustrato húmedo, pesado inmediatamente tomada del sustrato.

P.S.S. = Peso sustrato seco, muestras de sustrato pesada después de colocar en la estufa (105°C) durante 24 horas.

Potencial mátrico del sustrato “bloques de yeso”

Los bloques de yeso (sensores de resistencia eléctrica) permiten determinar el potencial matricial del suelo y su contenido de agua a partir de las lecturas de resistencia obtenidas en los bloques.

Los bloques de yeso fueron enterrados a una profundidad de 15 centímetros en el sustrato en cada uno de los tratamientos con la finalidad de obtener las lecturas de la tensión de la humedad del suelo para correlacionar con los datos obtenidos del método gravimétrico que permiten estimar el contenido de humedad en el sustrato.

2.5.2. Labores culturales

2.5.2.1. Trasplante

La distribución de las variedades se realizó de acuerdo con el diseño experimental presentado, a la raíz de las plantas se las cortó procurando dejarla con unos 0.5m de longitud, posteriormente se las sumergió en una solución de Carboxim + Thiram (Vitavax) al 1% + enraizante por un lapso de cinco minutos.

2.5.2.2. Fertirriego

El fertirriego se lo realizó de acuerdo con las necesidades nutricionales del cultivo y en base a las recomendaciones realizadas por la Agrícola Llahuen, además, se envió una muestra del agua de la zona al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP para su análisis químico, se realizó la preparación de la solución nutritiva, la misma que se inyectó en todos los riegos, a excepción de los días domingo, en este día se dotó de agua normal.

2.5.2.3. Control de plagas y enfermedades

Para el control de ácaro se utilizó ácaros benéficos (*Fitoseilus californicus*) además se realizó la instalación de trampas monocromáticas de color azul para trips y color amarillas para el control de mosca blanca.

2.5.3. Cosecha

Las cosechas de los tratamientos se realizaron dos veces por semana, a la fruta se la clasificó de acuerdo con su categoría, se pesó y se empacó en envases plásticos para su posterior venta.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Condiciones climáticas

3.1.1. Temperatura y humedad relativa



Gráfico 1-3. Temperatura y humedad relativa durante el ciclo de producción del cultivo de frutilla

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

En el gráfico 1-3 se presentan los promedios de la temperatura y humedad relativa registrados durante los meses de agosto 2019 hasta marzo 2020. Se aprecia un incremento gradual de temperatura desde el primer mes agosto 2019 con un promedio de 20.36°C hasta el mes de marzo 2020 con un promedio de 24.25°C. mientras que el rango de la humedad relativa oscila entre 70.67% y 72.62% lo que concuerda con lo propuesto por Agrolalibertad (2012, párr. 1-9) donde el rango de temperatura ambiental se sitúa entre los 15-20°C, si se supera el rango de los 25°C la fruta madurará muy rápido impidiendo que esta adquiera su tamaño adecuado.

3.2. Coeficiente de cultivo (Kc) de las variedades de fresa

3.2.1. Variedad Albión

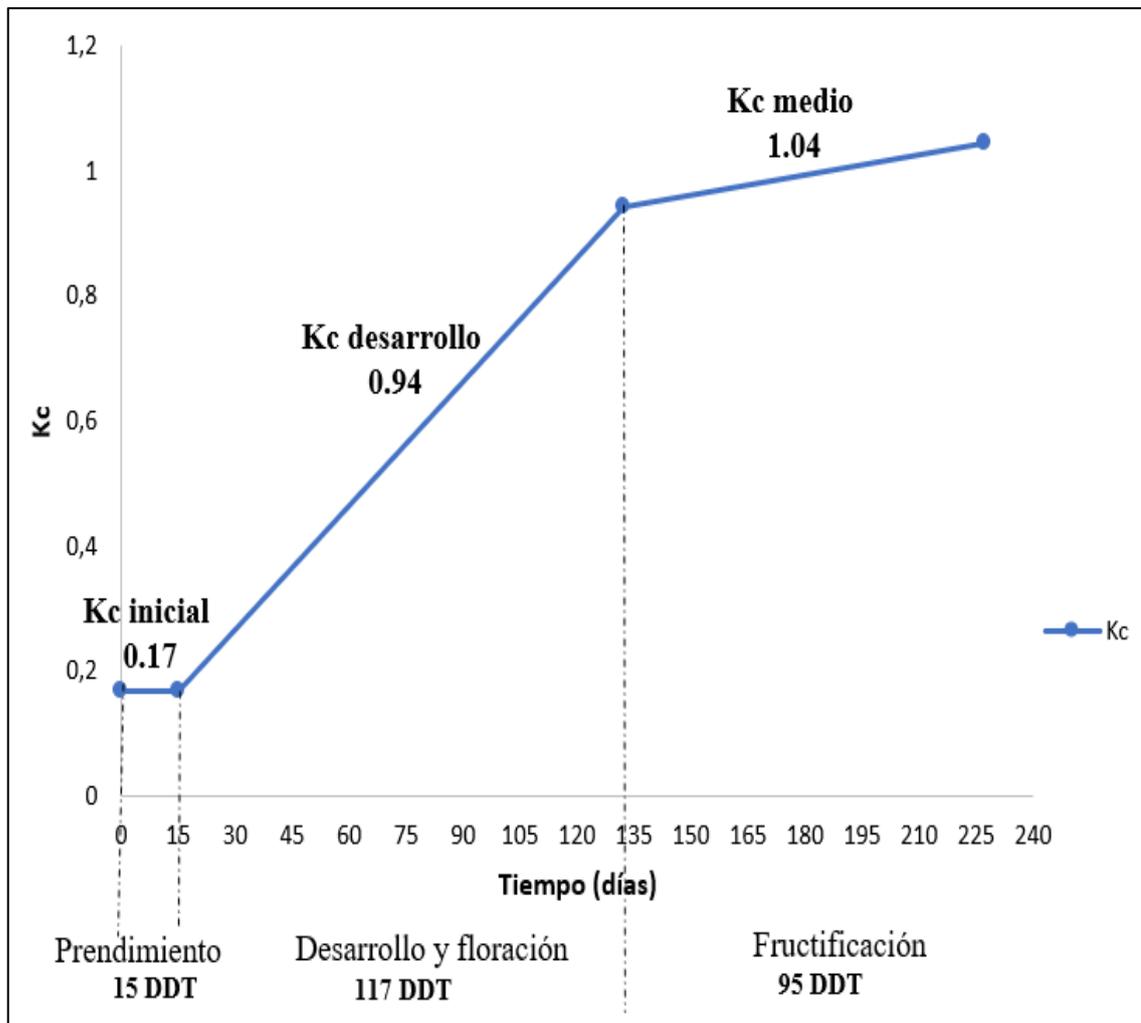


Gráfico 2-3. Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Albión

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

En el gráfico 2-3. Correspondiente al coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Albión se puede apreciar que la etapa inicial tuvo una duración de 15 días a partir de su trasplante cuyo Kc fue de 0.17, la etapa de desarrollo tuvo una duración de 117 días con un Kc de 0.94 y la etapa intermedia 95 días con Kc de 1.04.

3.2.2. Variedad Cabrillo

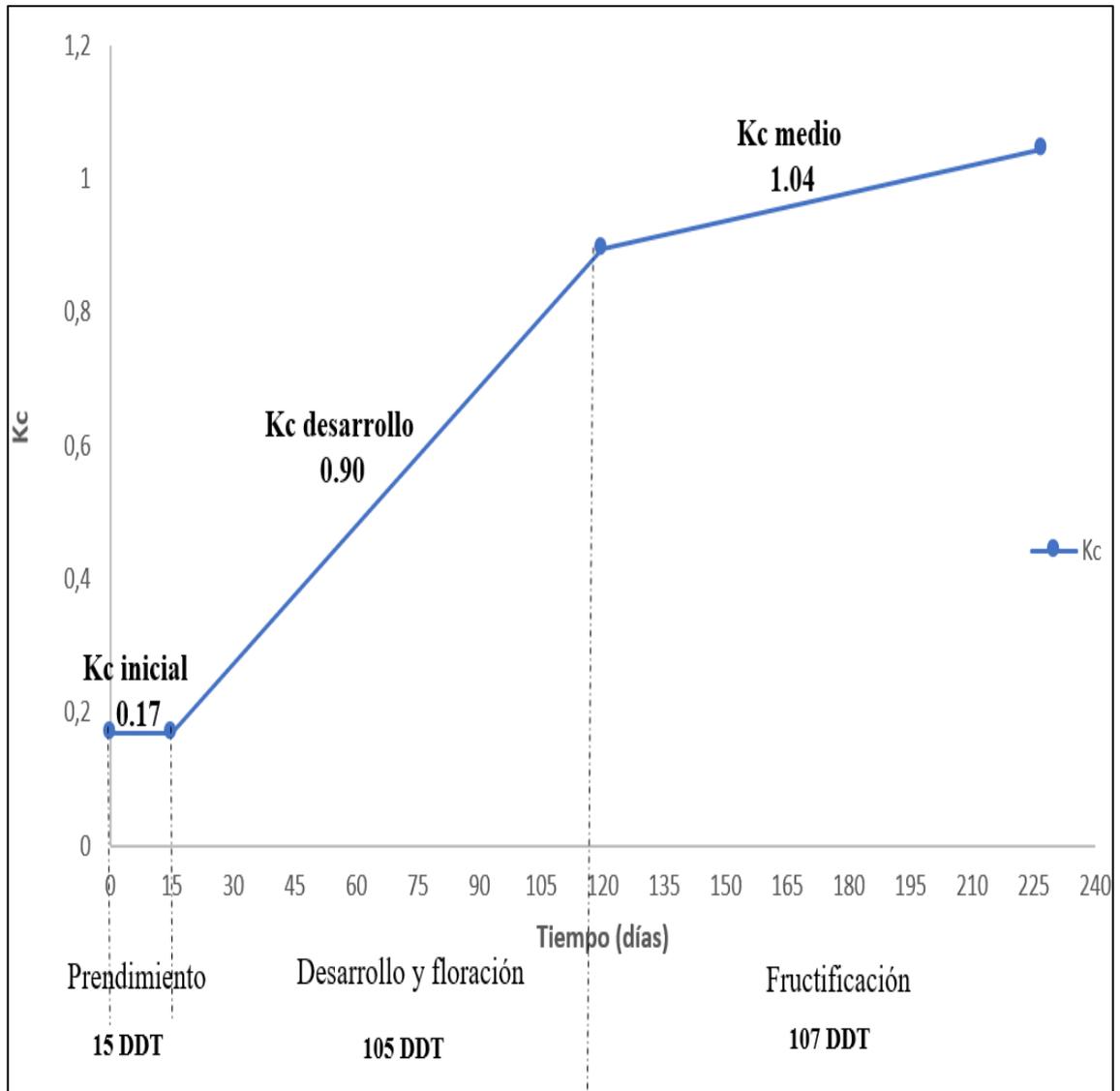


Gráfico 3-3. Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Cabrillo

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

En el gráfico 3-3. Correspondiente al coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Cabrillo se puede apreciar que la etapa inicial tuvo una duración de 15 días a partir de su trasplante cuyo Kc fue de 0.17, la etapa de desarrollo tuvo una duración de 105 días con un Kc de 0.90 y la etapa intermedia 107 días con Kc de 1.04.

3.2.3. Variedad Monterey

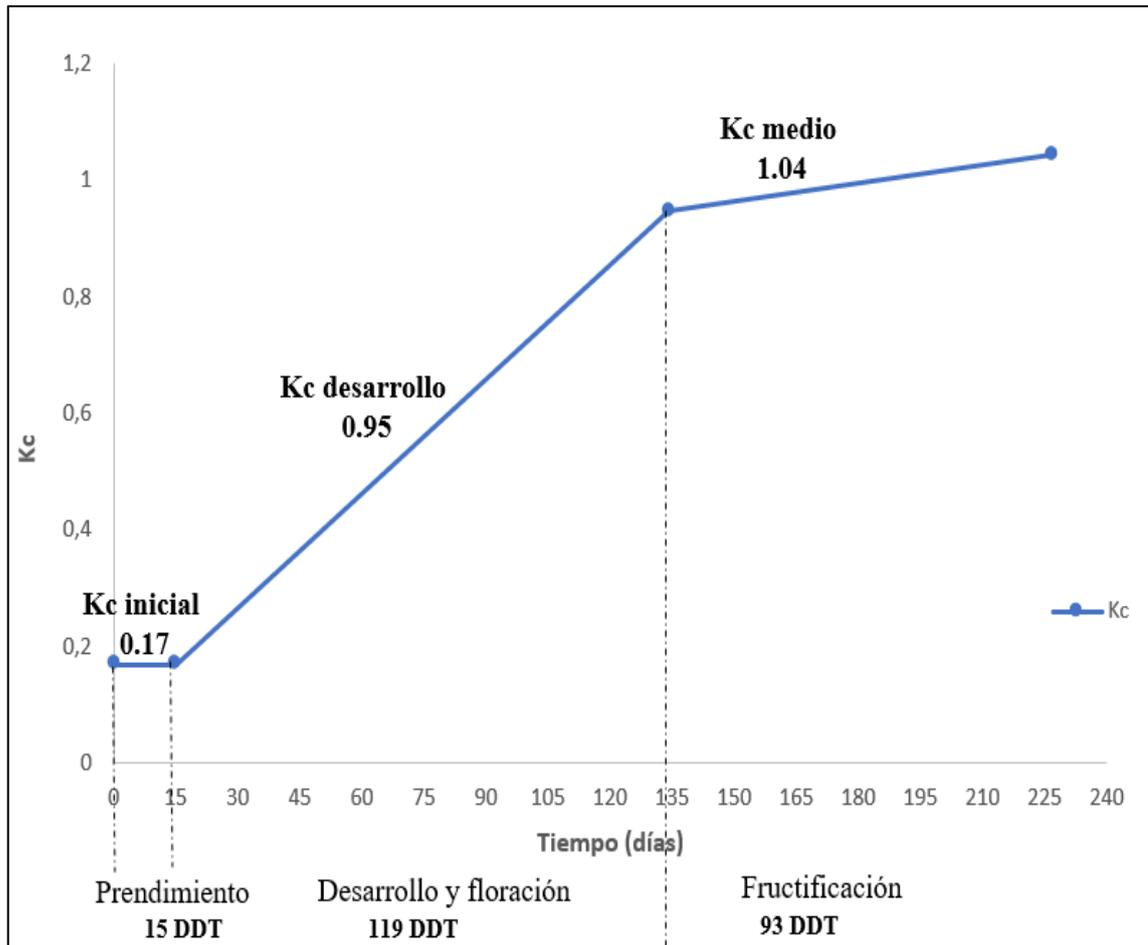


Gráfico 4-3. Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterey

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

En el gráfico 4-3. Correspondiente al coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Monterey se puede apreciar que la etapa inicial tuvo una duración de 15 días a partir de su trasplante cuyo Kc fue de 0.17, la etapa de desarrollo tuvo una duración de 119 días con un Kc de 0.95 y la etapa intermedia 93 días con Kc de 1.04.

3.2.4. Variedad San Andreas

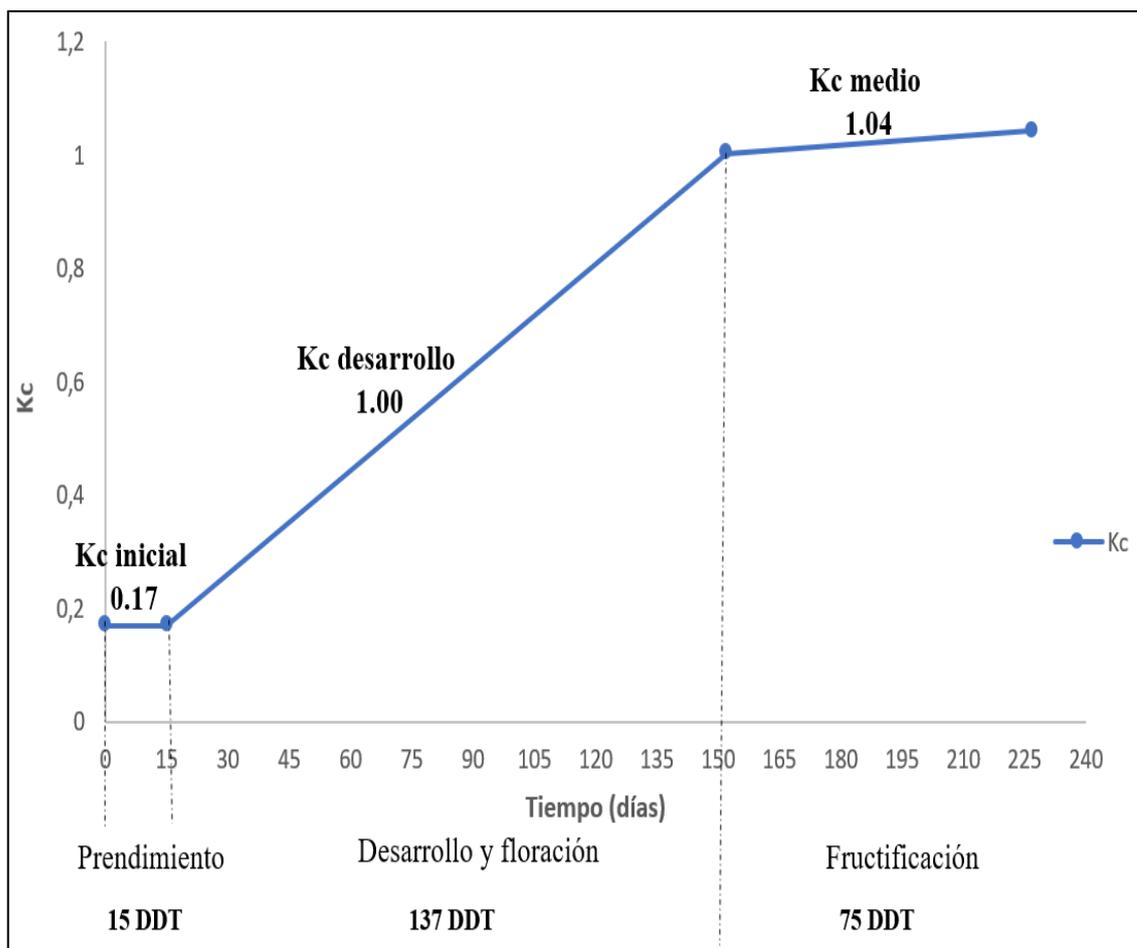


Gráfico 5-3. Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad San Andreas

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

En el gráfico 5-3. Correspondiente al coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad San Andreas se puede apreciar que la etapa inicial tuvo una duración de 15 días a partir de su trasplante cuyo Kc fue de 0.17, la etapa de desarrollo tuvo una duración de 137 días con un Kc de 1.00 y la etapa intermedia 75 días con Kc de 1.04.

Tabla 1-3: Características de las cuatro variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch), duración (días) y coeficiente de cultivo (Kc)

Variedad	Característica	Fase		
		Inicial	Desarrollo	Intermedia
Albi3n	Duraci3n de la fase (días)	15	117	95
	Coeficiente del cultivo (Kc)	0.17	0.94	1.04
Cabrillo	Duraci3n de la fase (días)	15	105	107
	Coeficiente del cultivo (Kc)	0.17	0.90	1.04
Monterey	Duraci3n de la fase (días)	15	119	93

	Coeficiente del cultivo (Kc)	0.17	0.95	1.04
San Andreas	Duración de la fase (días)	15	137	75
	Coeficiente del cultivo (Kc)	0.17	1.00	1.04

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Como podemos observar en la tabla 1-3 la variedad Albión bajo el sistema semi hidropónico en condiciones de invernadero, obtuvo los siguientes valores: etapa inicial un Kc de 0.17 con una duración de 15 días, la etapa de desarrollo un Kc de 0.94 con una duración de 117 días y la etapa intermedia un Kc de 1.04 con una duración de 95 días.

Para la variedad Cabrillo se obtuvo los siguientes valores: etapa inicial un Kc de 0.17 con duración de 15 días, la etapa de desarrollo un Kc de 0.90 con una duración de 105 días y la etapa intermedia un Kc de 1.04 con una duración de 107 días.

Para la variedad Monterey se obtuvo los siguientes valores: etapa inicial un Kc de 0.17 con una duración de 15 días, la etapa de desarrollo un Kc de 0.95 con una duración de 119 días y la etapa intermedia un Kc de 1.04 con una duración de 93 días.

Para la variedad San Andreas se obtuvo los siguientes valores etapa inicial un Kc de 0.17 con una duración de 15 días, la etapa de desarrollo un Kc de 1.00 con una duración de 137 días y la etapa intermedia un Kc de 1.04 con una duración de 75 días.

3.3. Porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (DDT)

En el análisis de varianza realizado para el porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (DDT), no existe diferencias significativas entre variedades y sistemas semi hidropónicos, con un coeficiente de variación de 1.38 % tabla 2-3.

Tabla 2-3: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 15 DDT.

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	2.40	0.3029	ns
Variedades	3	0.69	0.7764	ns
Sistemas semi hidropónicos	1	0.01	0.9540	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	0.27	0.9319	ns
Error	21	1.86		
Total	31			
C.V		1,38%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

3.3.1. Altura de la planta

3.3.1.1. Altura de la planta a los 30 días después del trasplante

En el análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días después del trasplante (DDT) se encontró diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación del 6.06%.

Tabla 3-3: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 DDT

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.11	0.6928	ns
Variedades	3	12.49	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	0.13	0.4521	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	0.14	0.6118	ns
Error	21	0.22		
Total	31			
C.V		6.06%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 4-3: Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante

Variedad	Media (cm)	
Monterey	8.76	A
San Andreas	8,73	A
Cabrillo	7.48	B
Albi3n	6,13	C

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

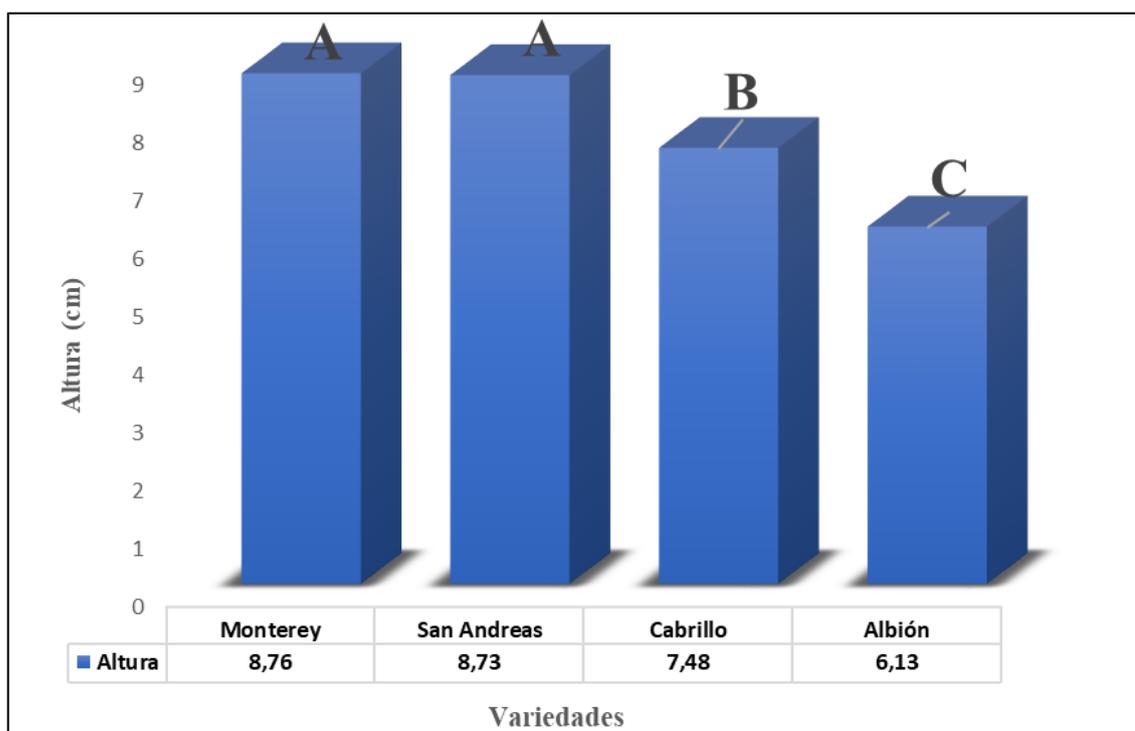


Gráfico 6-3. Altura de la planta en centímetros (cm) a los 30 días después del trasplante

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante (DDT), se obtiene tres rangos, en el rango A se encuentran las variedades Monterey con una altura media de 8.76 centímetros y San Andreas con una altura media de 8.73 centímetros, la variedad Albión se encuentra en el rango C con una altura media de 6.13 centímetros.

3.3.1.2. Altura de la planta a los 60 días después del trasplante

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante (DDT) presenta diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 3.51%.

Tabla 5-3: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante

	F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición		3	0.02	0.9723	ns
Variedades		3	33.76	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos		1	1.21	0.0565	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos		3	0.11	0.7752	ns
Error		21	0.30		
Total		31			
C.V					3.51%

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 6-3: Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 60 DDT

Variedad	Media (cm)	
Monterrey	17.38	A
San Andreas	17.01	A
Albi3n	14.45	B
Cabrillo	13.11	C

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

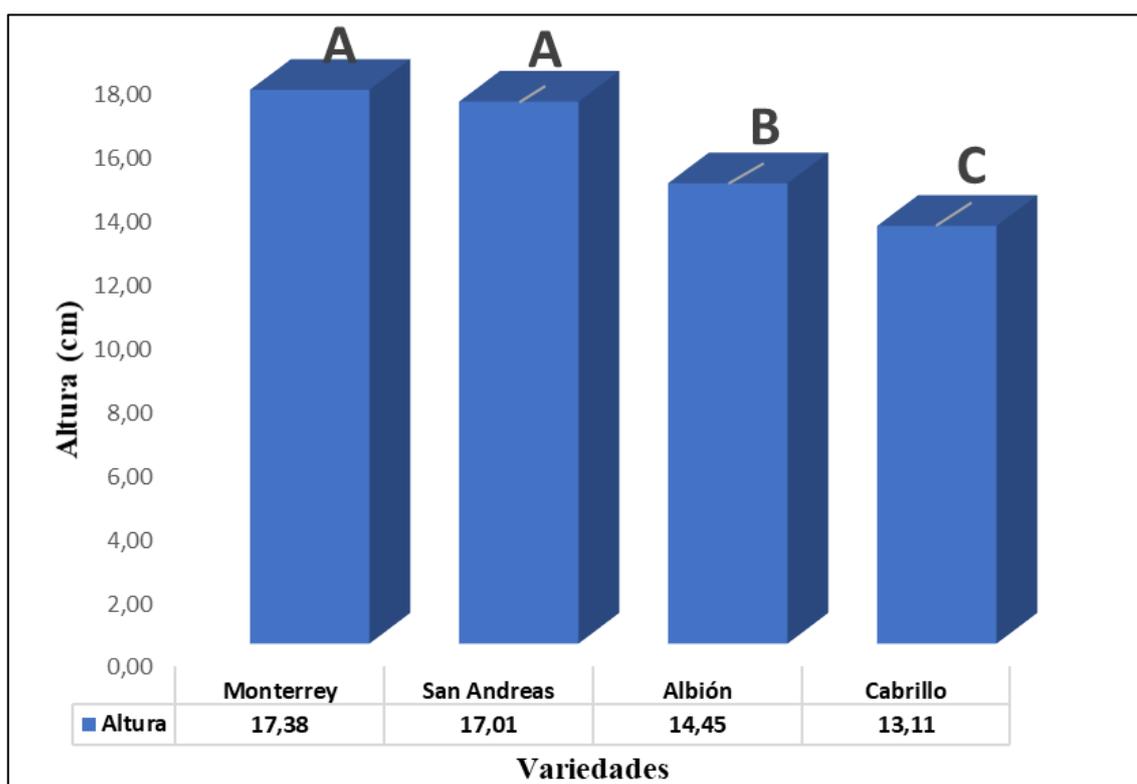


Gráfico 7-3. Altura de la planta en centímetros (cm) a los 60 días después del trasplante

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% a la altura a los 60 días después del trasplante (DDT) se obtiene tres rangos, en el rango A se encuentran las variedades Monterrey con una altura media de 17.38 centímetros y San Andreas con una altura media de 17.01 centímetros, en el rango C se encuentra la variedad Cabrillo con una altura media de 13.11 centímetros.

3.3.1.3. Altura de la planta a los 90 días después del trasplante

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días después del trasplante (DDT) muestra que existen diferencias altamente significativas entre variedades y diferencias significativas entre sistemas semi hidropónicos (Tabla 7-3), con un coeficiente de variación de 2.39%

Tabla 7-3: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días después del trasplante

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.32	0.3817	ns
Variedades	3	21.69	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	1.03	0.0759	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	0.03	0.9634	ns
Error	21	0.29		
Total	31			
C.V		2.39%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 8-3: Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 días después del trasplante

Variedad	Media (cm)	
Monterey	24.47	A
San Andreas	23.52	B
Albi3n	22.00	C
Cabrillo	20.74	D

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

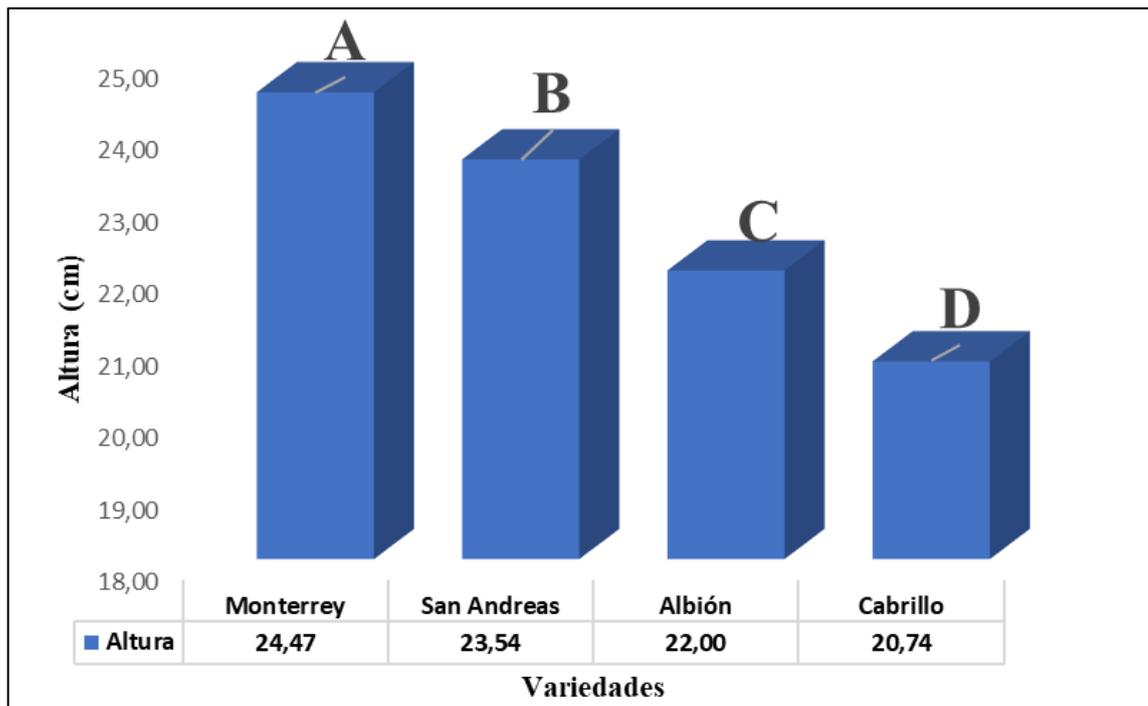


Gráfico 8-3. Altura de la planta en centímetros (cm) a los 90 días después del trasplante

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% a la altura a los 90 días después del trasplante (DDT) se obtiene cuatro rangos, en el rango A se encuentra la variedad Monterey con una altura media de 24.47 centímetros, en el rango D se encuentra la variedad Cabrillo con una altura media de 20.74 centímetros.

Para la altura de la planta, entre 30 y 60 días después del trasplante (DDT) no se evidenció diferencias estadísticas entre las variedades Monterey y San Andreas, siendo estas las variedades que mejor crecimiento tuvieron por lo que se ubicaron en el rango A, sin embargo a las 90 días después del trasplante (DDT) se evidenció diferencias estadísticas entre estas dos variedades siendo Monterey la variedad que tuvo un mayor crecimiento con una media de 24.47 centímetros mientras que San Andreas tuvo un crecimiento medio de 23.54 centímetros, la mayor altura en las variedades Monterey y San Andreas puede deberse a las características genéticas de las variedades lo que concuerda con Agrícola Llahuen (2017, párr. 4) quien manifiesta que las variedades Monterey y San Andreas presentan un rápido crecimiento vegetativo, a diferencia de Albión que tiene un crecimiento inicial lento.

3.3.2. Días a la floración

3.3.2.1. Primera floración

De acuerdo con el análisis de varianza realizado a la variable días a la primera floración, existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 5.86%.

Tabla 9-3: Análisis de varianza para los días a la primera floración

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	1.42	0.6158	ns
Variedades	3	68.33	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	2.00	0.3639	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	6.00	0.0803	ns
Error	21			
Total	31			
C.V	5.86%			

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 10-3: Prueba Tukey al 5% para los días a la primera floración

Variedad	Media (días)	
Cabrillo	23.23	A
Albión	23.75	A
Monterey	28.00	B
San Andreas	29.00	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

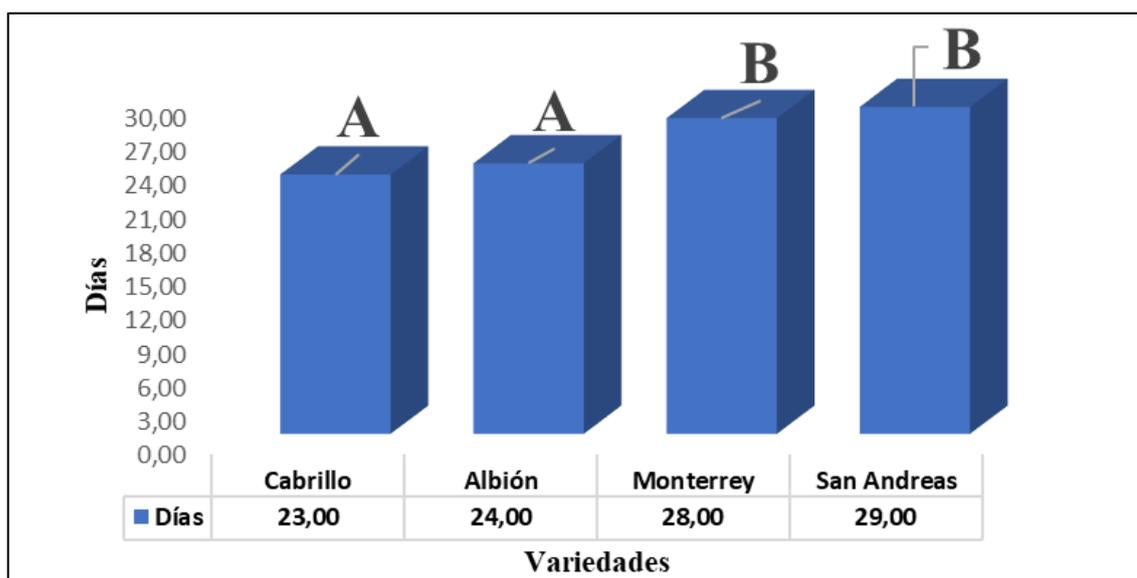


Gráfico 9-3. Días a la primera floración.

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para días a la primera floración, se encontró dos rangos, con el menor número de días a la floración ubicándose en el rango A se encuentran las variedades Cabrillo con 23 días y Albión con 24 días, con el mayor número de días en el rango B se ubican las variedades Monterrey con 28 días y San Andreas con 29.

3.3.2.2. Segunda floración

De acuerdo con el análisis de varianza realizado a la variable días a la segunda floración, existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 3.05%.

Tabla 11-3: Análisis de varianza para días a la segunda floración

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	7.70	0.2520	ns
Variedades	3	1375.86	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	3.78	0.4054	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	1.45	0.8420	ns
Error	21	5.25		
Total	31			
C.V		3.05 %		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 12-3: Prueba Tukey al 5% para los días a la segunda floración

Variedad	Media (días)	
Cabrillo	63.00	A
Albi3n	64.00	A
Monterrey	86.00	B
San Andreas	87.00	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

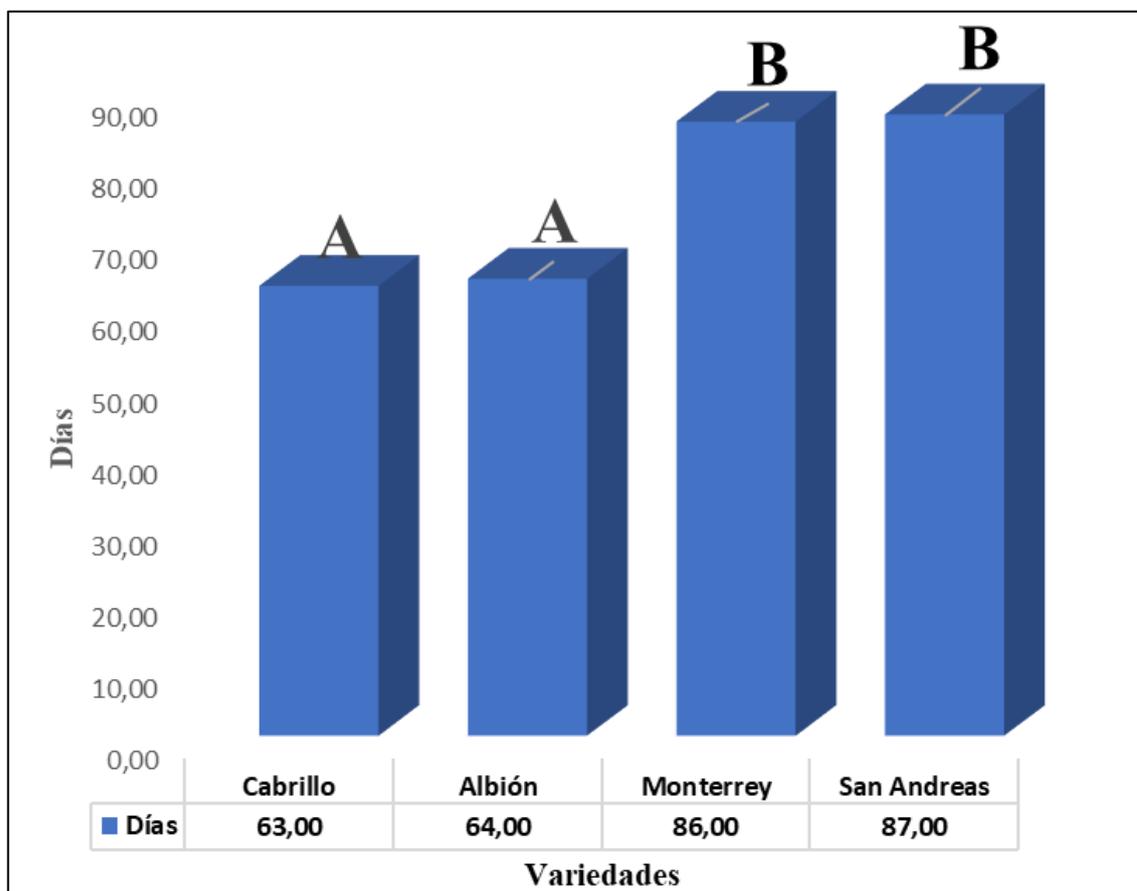


Gráfico 10-3. Días a la segunda floración

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para días a la segunda floración, se encontró dos rangos, con el menor número de días a la floración ubicándose en rango A se encuentran las variedades Cabrillo con 63 días y Albi3n con 64 días, con el mayor número de días en el rango B se ubican las variedades Monterrey con 86 días y San Andreas con 87 días.

Para los días a la primera floración se evidenció que Cabrillo y Albi3n fueron las variedades más precoces en entrar a floración con una media de 23 y 24 días transcurridos a partir del trasplante no existiendo diferencias estadísticas entre ellas, mientras que las variedades Monterrey y San Andreas entraron en floración con una media de 28 y 29 días, esta información obtenida no

concuenda con la de Quishpe (2013, pp. 51-76) el mismo que en sus resultados obtiene que la variedad Albión fue la variedad más precoz con una media de 20 días después de su trasplante y la variedad San Andreas tuvo una media de 24 días después de su trasplante.

Para los días a la segunda floración se obtuvo que las variedades Cabrillo y Albión fueron las más precoces con una media de 63.00 y 64.38 días por lo que no se encontró diferencias estadísticas, mientras que Monterey y San Andreas obtuvieron una media de 86.00 y 86.75 días.

3.3.3. Contenido de sólidos solubles

En el análisis de varianza realizado al contenido de sólidos solubles se tiene que existen diferencias altamente significativas entre variedades con un coeficiente de variación de 4.88%.

Tabla 13-3: Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.26	0.4300	ns
Variedades	3	2.37	0.0006	**
Sistemas semi hidropónicos	1	0.43	0.2237	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	0.09	0.7958	ns
Error	21	0.27		
Total	31			
C.V		4.88%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

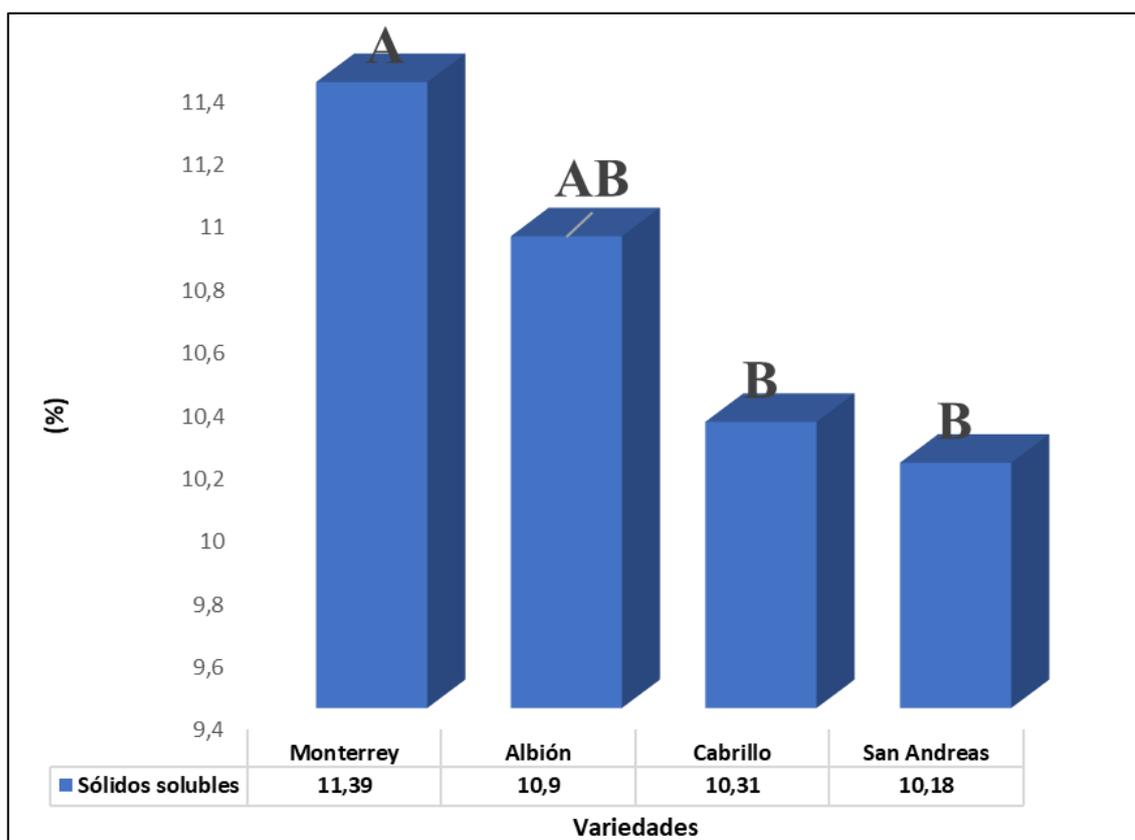


Gráfico 11-3. Sólidos solubles (%)

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Tabla 14-3: Prueba Tukey al 5% para contenido de sólidos solubles

Variedad	Media	Significación
Monterrey	11.39	A
Albi3n	10.90	A B
Cabrillo	10.31	B
San Andreas	10.18	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para contenido de sólidos solubles, aplicado a la variable variedades se obtiene que, Monterey obtuvo la mayor concentración de sólidos solubles con una media de 11.39 % por lo que se ubica en un rango A, mientras que las variedades Cabrillo con una acumulación media de 10.31% y San Andreas con una acumulación media de 10.18% se ubican en un rango B, estos resultados difieren a los obtenidos por Trujillo (2019, pp. 1-79) el cual en su trabajo de investigación determinó que los frutos de la variedad Albión con mayor cantidad de acumulación de sólidos solubles se encontraron en un rango de 7,97% a 8.62%, muy por debajo a los resultados obtenidos en esta investigación, Sin embargo Agrícola Llahuen (2017, párr. 5) en su ficha técnica determina que las cuatro variedades plantadas en suelo poseen una gran

acumulación de sólidos solubles con un rango de 10% a 14%, posiblemente esta diferencia se deba a que esta investigación se realizó en suelo.

3.3.4. Rendimiento por categoría

3.3.4.1. Peso de fruta para categoría primera

De acuerdo con el análisis de varianza de peso de la fruta para categoría primera, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre variedades y diferencias significativas entre sistemas semi hidropónicos, con un coeficiente de variación del 17.44%.

Tabla 15-3: Análisis de varianza el peso de la fruta de categoría primera

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	443.69	0.6399	ns
Variedades	3	15102.44	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	3409.73	0.0484	*
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	195.62	0.8590	ns
Error	21	776.11		
Total	31			
C.V		17,44%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 16-3: Prueba Tukey al 5% para fruta de categoría primera

Variedad	Media (gramos x planta-1)	
San Andreas	202.31	A
Cabrillo	176.47	A
Albión	137.17	B
Monterey	113.46	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

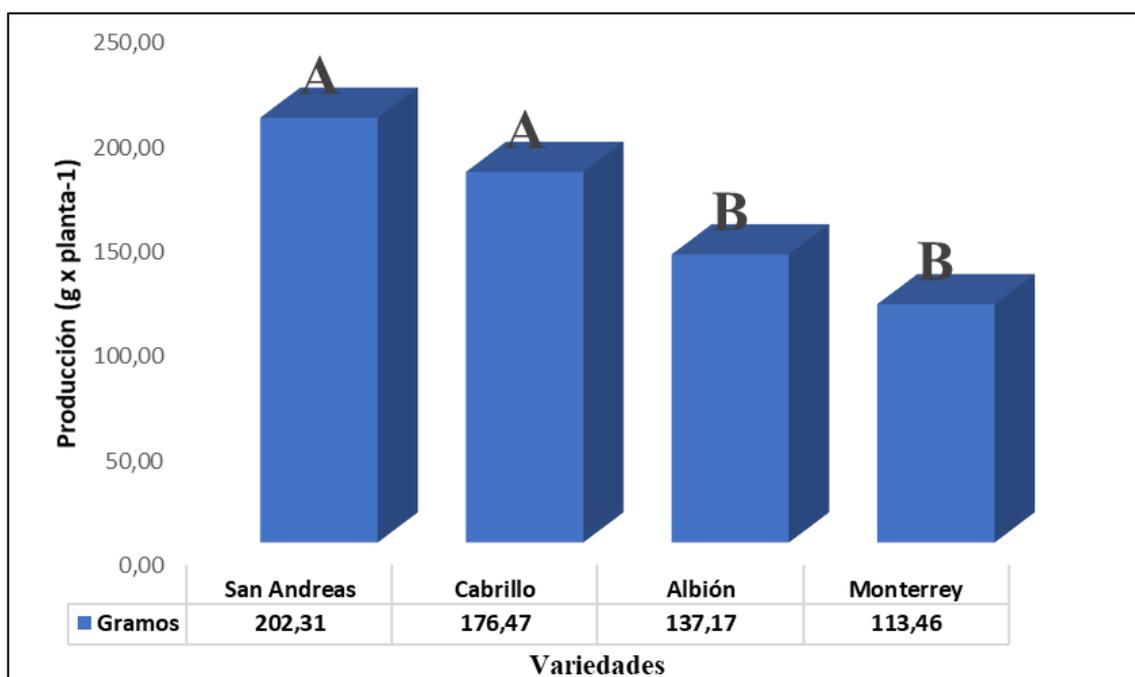


Gráfico 12-3. Producción de fruta de primera de acuerdo con las variedades

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para peso de fruta de categoría primera se encontró dos rangos, donde, en el rango A se encuentran las variedades San Andreas con una producción media de fruta de categoría primera de 202.31 (g x planta-1) y la variedad Cabrillo con una producción media de 176.47 (g x planta-1), mientras que en el rango B se encuentran las variedades Albión con una producción media de 137.17 (g x planta-1) y la variedad Monterrey con una producción media de 113.46 (g x planta-1) en 14 semanas de cosecha.

Tabla 17-3: Prueba Tukey al 5% para la variable sistemas semi hidropónicos fruta de primera

Sistemas semi hidropónicos	Media (gramos x planta-1)	
Mangas	170.10	A
Canal abierto	149.45	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

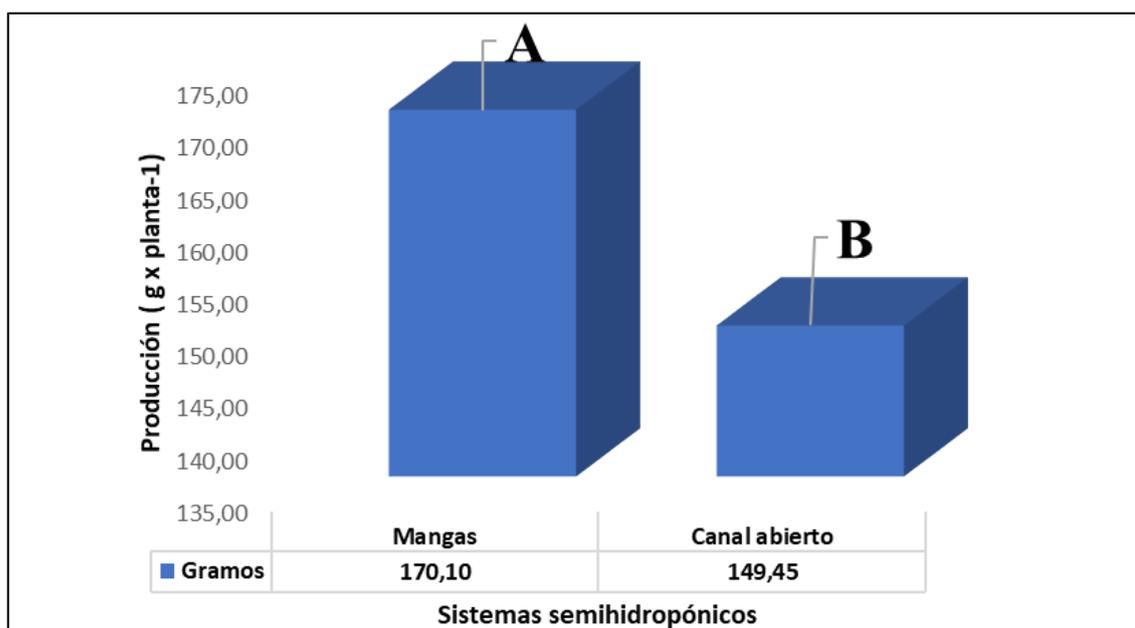


Gráfico 13-3. Producción de fruta de primera de acuerdo con los sistemas semi hidropónicos.

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey a 5% aplicado a la variable sistemas semi hidropónicos se encontró dos rangos, en el A se encuentra el sistema en mangas con una media de 170.10 (g x planta-1) de fruta de primera, mientras que en el rango B el sistema de canal abierto obtuvo una media de 149.45 (g x planta-1) de fruta de primera.

3.3.4.2. Peso de fruta para la categoría segunda

De acuerdo con el análisis de varianza existe diferencias altamente significativas entre variedades con un coeficiente de variación de 20.60%.

Tabla 18-3: Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría segunda

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	362.29	0.3466	ns
Variedades	3	4916.65	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	2.62	0.9277	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	160.69	0.6753	ns
Error	21	310.98		
Total	31			
C.V		20.60 %		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 19-3: Prueba Tukey al 5% para el peso de fruta de categoría segunda

Variedad	Media (g x planta ⁻¹)	
San Andreas	157.09	A
Cabrillo	74.73	B
Albi3n	73.08	B
Monterrey	71.82	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

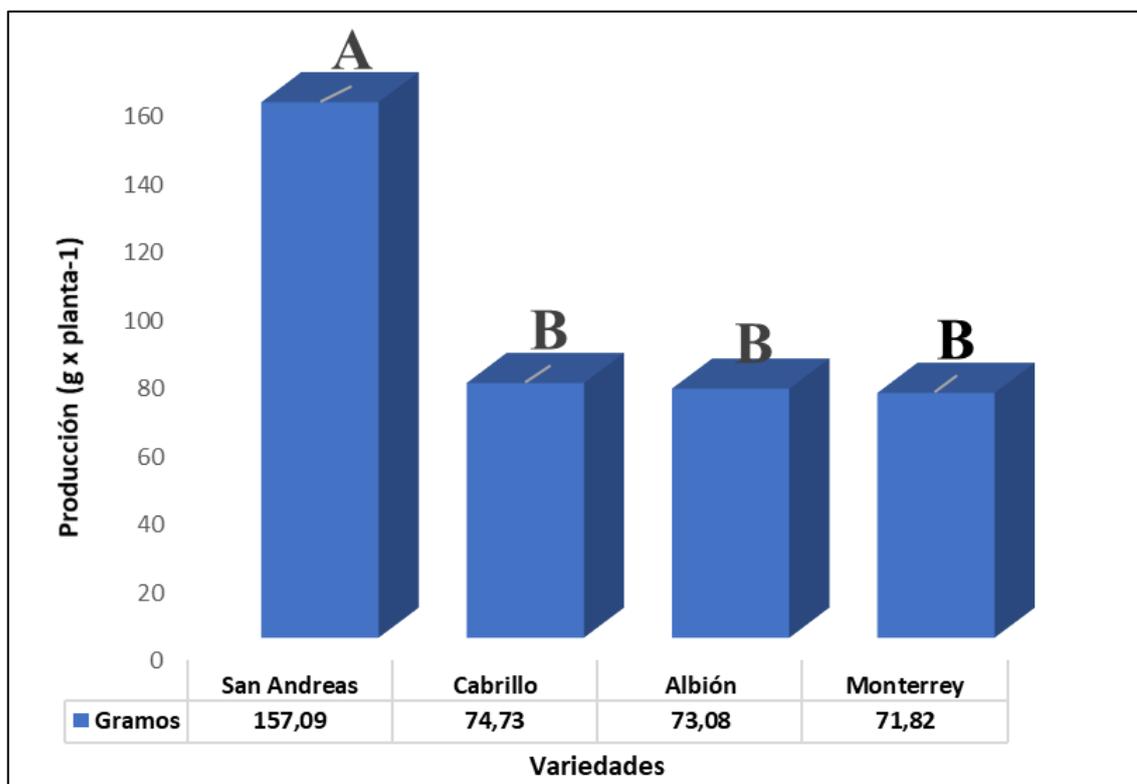


Gráfico 14-3. Producción de fruta de segunda de acuerdo con las variedades

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo a la prueba Tukey al 5% para la producción de fruta de categoría segunda aplicada a las variedades, se diferenci3 dos rango, en el rango A se ubica la variedad San Andreas la cual tuvo mayor producción de fruta de categoría segunda, con una producción media de 157.09 (g x planta-1), mientras tanto en el rango B se ubican las variedades Cabrillo con 74.73 (g x planta-1), Albi3n con 73.08 (g x planta-1) y Monterrey con 71.82 (g x planta-1) de fruta por planta en 14 semanas de cosecha.

3.3.4.3. Peso de fruta para la categoría tercera

De acuerdo con el análisis de varianza se encontr3 diferencias significativas entre variedades con un coeficiente de variaci3n de 17.09%

Tabla 20-3: Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría primera

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	906.48	0.0903	ns
Variedades	3	1371.55	0.0270	*
Sistemas semi hidropónicos	1	208.04	0.4601	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	417.60	0.3572	ns
Error	21	367.42		
Total	31			
C.V		17.09%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 21-3: Promedios y prueba Tukey al 5% para el peso de fruta de categoría tercera

Variedad	Media (g x planta ⁻¹)	
San Andreas	120.04	A
Cabrillo	118.60	A B
Monterrey	117.46	A B
Albi3n	92.69	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

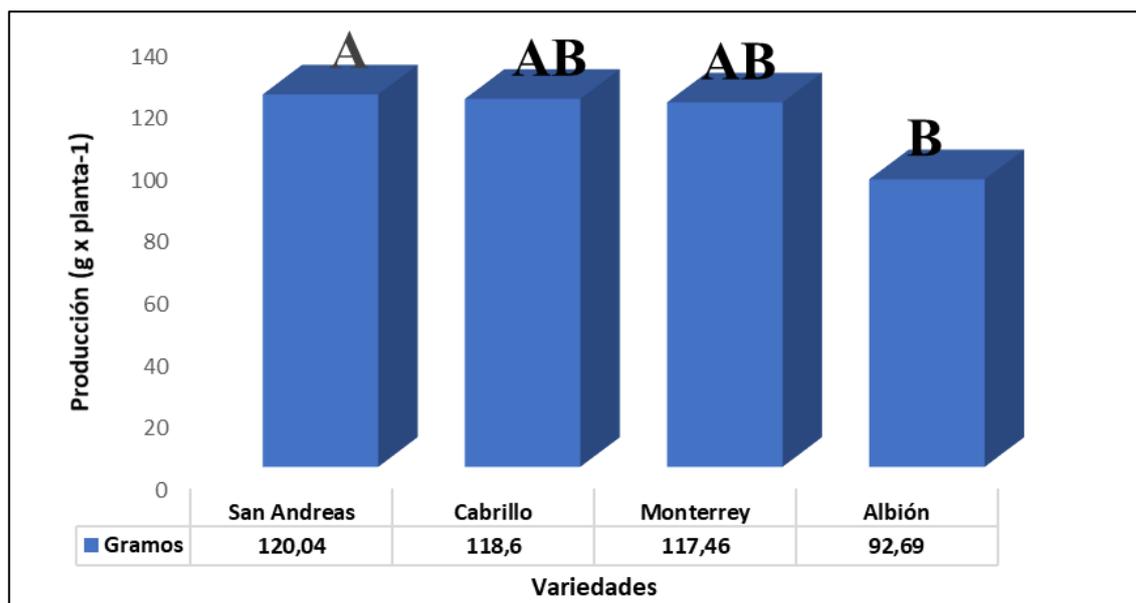


Gráfico 15-3. Producción de fruta de categoría tercera de acuerdo con las variedades.

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para la producción de fruta de categoría, se obtuvo 2 rangos, en el rango A se ubica la variedad San Andreas con una media de producción de fruta de 120.04 (g x planta⁻¹), siendo la variedad que mayor cantidad de fruta obtuvo, mientras que Albión obtuvo la menor cantidad de fruta de categoría tercera con una media de 92.69 (g x planta⁻¹) de fruta ubicándose en el rango B en 14 semanas de cosecha.

3.3.4.4. Peso de fruta para la categoría cuarta

De acuerdo con el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación del 26.26%.

Tabla 22-3: Análisis de varianza para el peso de la fruta de categoría cuarta

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	518.01	0.5351	ns
Variedades	3	12487.88	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	210.57	0.5869	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	392.13	0.6429	ns
Error	21	691.67		
Total	31			
C.V		26.26%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 23-3: Prueba Tukey al 5% para el peso de la fruta de categoría cuarta

Variedad	Media (g x planta ⁻¹)	
San Andreas	156.45	A
Albión	95.03	B
Monterey	84.14	B
Cabrillo	65.06	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

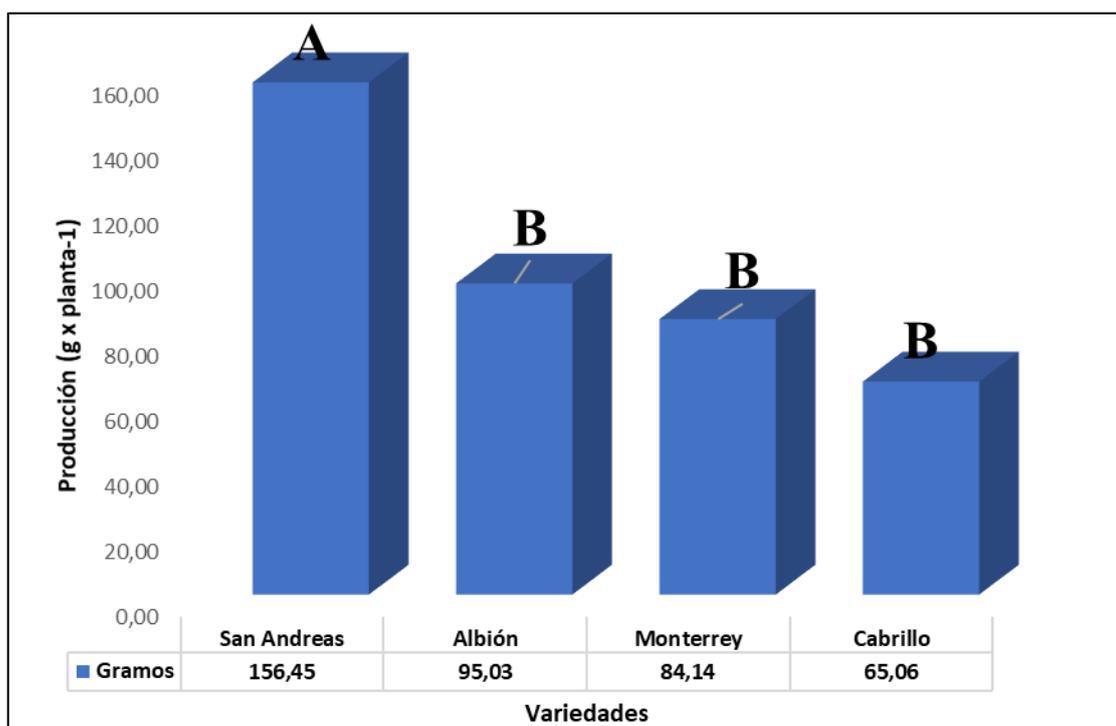


Gráfico 16-3. Producción de fruta de categoría cuarta de acuerdo con las variedades.

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para la producción de fruta de categoría cuarta se identificó dos rangos, en el rango A se encuentra la variedad San Andreas con una producción media de fruta de categoría cuarta de 156.45 (g x planta-1), mientras que en el rango B se encuentran las variedades Albión con una producción media de 95.03 (g x planta-1), Monterrey con 84.14 (g x planta-1) y Cabrillo con una producción media de 65.06 (g x planta-1) en 14 semanas de cosecha.

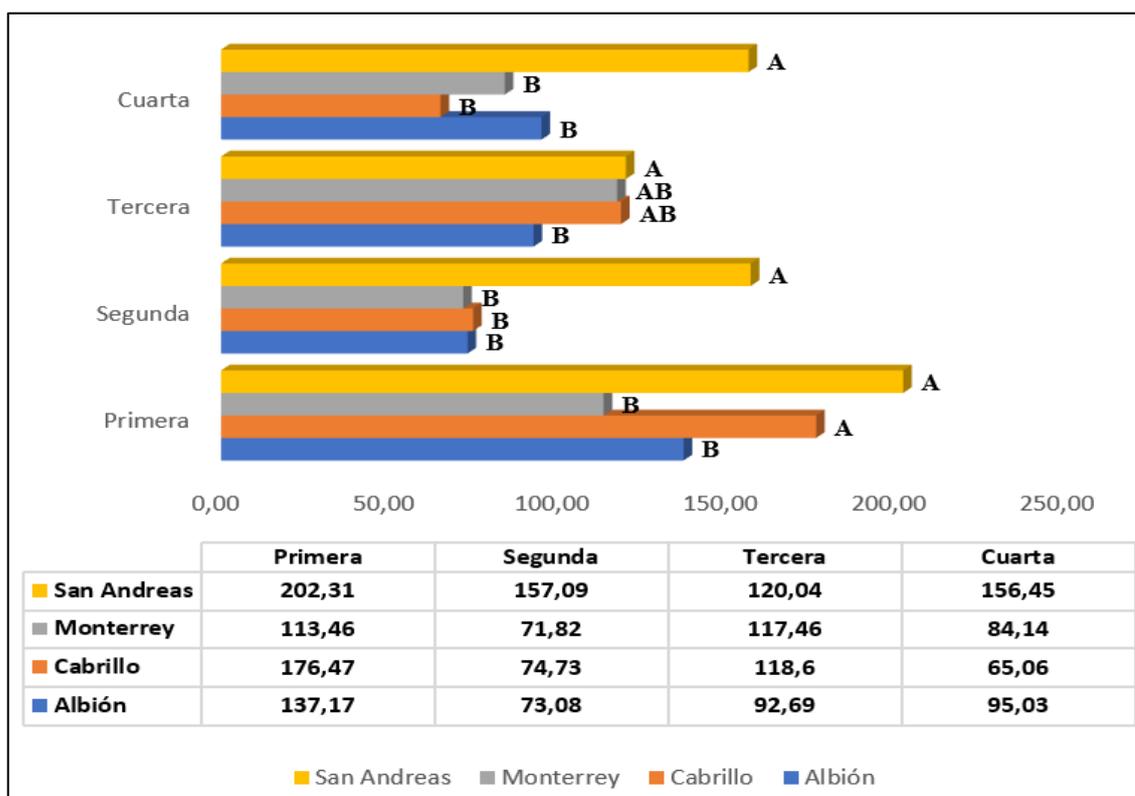


Gráfico 17-3. Producción de fruta de acuerdo con las categorías según las variedades.

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De las variedades evaluadas, San Andreas fue la única que se diferenci3 de las dem3s ya que de acuerdo con las pruebas de Tukey al 5% realizadas, esta variedad present3 rangos altos de producci3n de fruta para los diferentes calibres.

Viansa (2003; citado en Mamani, 2015, pp. 69), afirma que los primeros frutos ser3n de gran tama3o independientemente de la variedad que sea, esto depender3 de las condiciones de aireaci3n, retenci3n de humedad y una baja tasa de descomposici3n que brinde el sustrato, adem3s Abdallah (2015, pp. 1-2) afirma que la soluci3n nutritiva adecuada es indispensable para obtener resultados positivos en el desarrollo del cultivo y porte de la fruta.

3.3.5. Rendimiento total expresado en gramos por planta

En el an3lisis de varianza para el rendimiento expresado en gramos por planta existen deferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variaci3n del 11.40%.

Tabla 24-3: Análisis de varianza para el rendimiento total

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	6985.95	0.0819	ns
Variedades	3	87163.43	<0.0001	**
Sistemas semi hidropónicos	1	775.20	0.5993	ns
Variedades*Sistemas semi hidropónicos	3	234.86	0.9668	ns
Error	21	2723.83		
Total	31			
C.V		11.40%		

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

Nota:

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Tabla 25-3: Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total

Variedad	Media (g x planta ⁻¹)	
San Andreas	611.23	A
Cabrillo	434.86	B
Albi3n	397.88	B
Monterrey	386.88	B

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

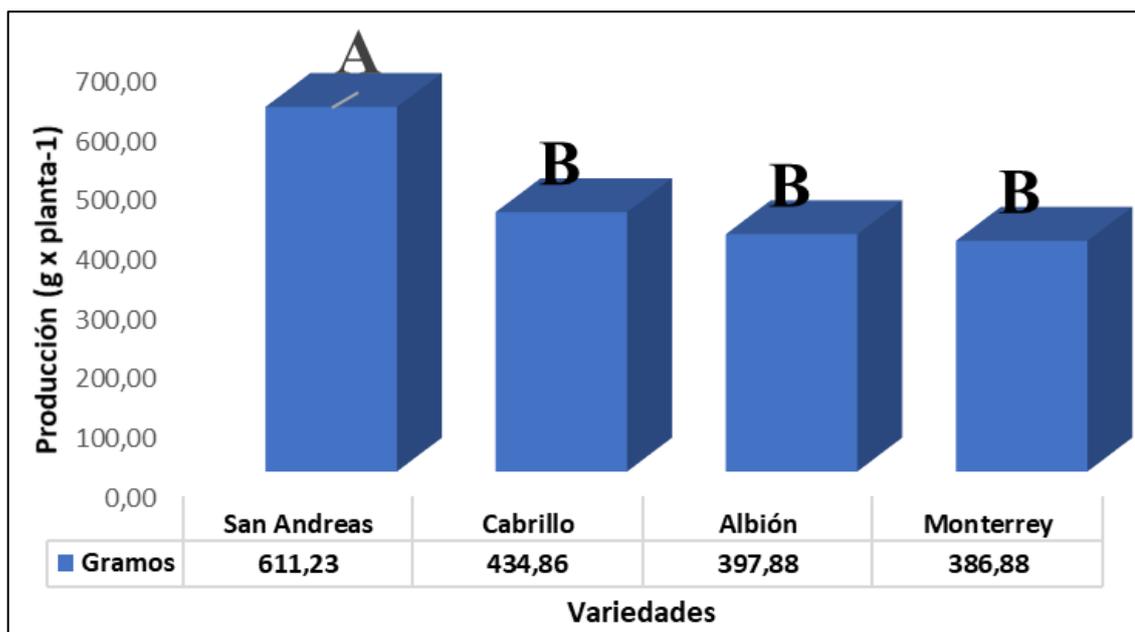


Gráfico 18-3. Rendimiento total expresado en gramos por planta de acuerdo con las variedades

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo con la prueba Tukey al 5% para la producción total se identificó dos rangos, en el rango A se ubica la variedad San Andreas con una producción total de 611.23 (g x planta⁻¹) de

fruta siendo la variedad que mayor producción de fruta obtuvo en 14 semanas de cosecha, en el rango B se ubican las variedades Cabrillo con una producción media de 434.86 (g x planta-1) de fruta, Albión con una media de 397.88 (g x planta-1) y Monterey con una producción media de 386.88 (g x planta-1) fruta (Agrícola Llahuen, 2017, párr.8). En los resultados obtenido por parte de su Centro Experimental afirman que las variedades Cabrillo presenta producción media de 1690 (g x planta-1), Monterey presentan una producción media de 1610 (g x planta-1), mientras que las variedades Albión presenta una producción de 1310 (g) (g x planta-1) y San Andreas presentan una producción de 1220 (g x planta-1) de fruta en un periodo de 9 meses de cosecha.

3.4. Análisis económico

Tabla 26-3: Análisis económico mediante la relación beneficio/costo

Tratamiento	Descripción	B/C	Rentabilidad (%)
T7	San Andreas x canal abierto	2.78	178
T8	San Andreas x mangas	2.68	168
T4	Cabrillo x mangas	2.02	102
T3	Cabrillo x canal abierto	1.98	98
T2	Albi3n x mangas	1.81	81
T1	Albi3n x canal abierto	1.75	75
T6	Monterey x mangas	1.71	71
T5	Monterey x canal abierto	1.68	68

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

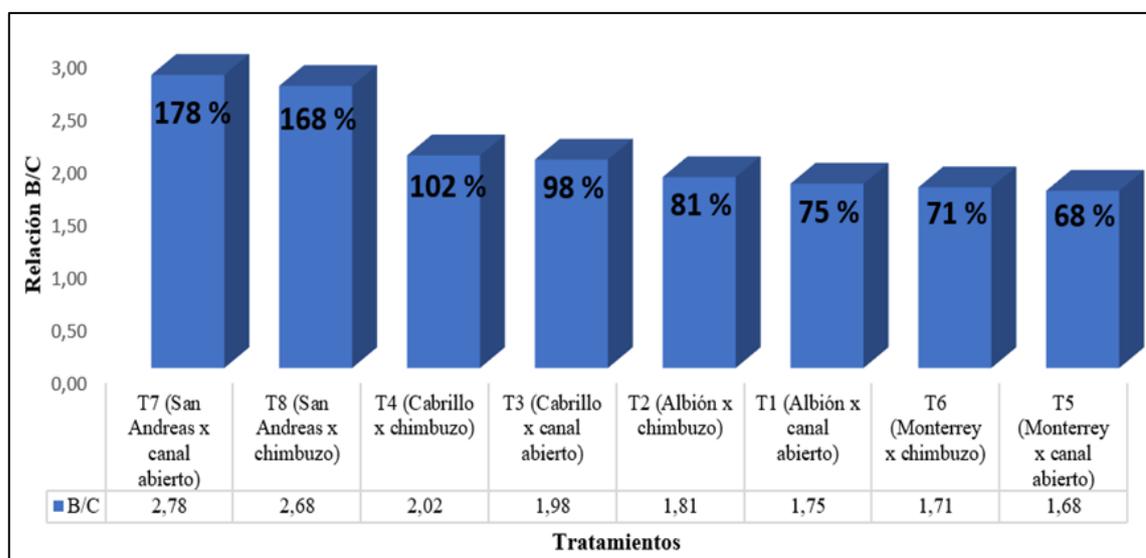


Gráfico 19-3. Análisis Económico

Realizado por: Inga, Cristian, 2021

De acuerdo al análisis económico realizado a los diferentes tratamientos, se obtiene que la relación beneficio/costo para el tratamiento San Andreas en canal abierto (T7) fue de 2.78, lo que significa que recuperamos el dólar invertido y se obtiene una ganancia 1 dólar con 78 centavos con una rentabilidad del 178 %, mientras que el tratamiento Monterey en canal abierto (T5) obtuvo un beneficio/costo de 1.68, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se recupera el dólar y se gana 68 centavos con una rentabilidad del 68%.

CONCLUSIONES

La variedad Albión en su desarrollo inicial tuvo una duración de 15 días después de su trasplante con un coeficiente de cultivo (Kc) de 0.17, su fase de desarrollo tuvo una duración de 117 días después de su trasplante con un Kc de 0.94 y la fase intermedia duró 95 días con un Kc de 1.04.

La variedad Cabrillo su desarrollo inicial tuvo una duración de 15 días desde pues de su trasplante con un Kc de 0.17, su fase de desarrollo duró 108 días con un Kc de 0.9 y su fase intermedia duró 107 días con un Kc de 1.04.

La variedad Monterey su desarrollo inicial duró 15 días con un Kc de 0.17, su fase de desarrollo duró 119 con un Kc de 0.95 y su fase intermedia duró 93 días con un Kc de 1.04.

La variedad San Andreas su desarrollo inicial tuvo una duración de 15 días con un Kc de 0.17 su fase de desarrollo tuvo una duración de 137 días con un Kc de 1.0 y finalmente su fase intermedia tuvo una duración de 75 días con un Kc de 1.04.

La mayor altura alcanzada las obtuvo las variedades Monterey con una media de 8,76 cm a los 30 DDT, 17,38cm a los 60 DDT y 24,47cm a los 90 DDT, y la variedad San Andreas con una media de 8,73cm a los 30 DDT, 17,01cm a los 60 DDT y 23,54cm a los 90 DDT.

En los días a la primera floración las variedades cabrillo tuvo una media de 23 días después de su trasplante y la variedad Albión tuvo una media de 24 días siendo las variedades que en menor tiempo alcanzaron esta fase, en los días a la segunda floración de igual manera las variedades en alcanzar esta fase en menor tiempo fueron Cabrillo con una media de 63 días después de su trasplante y Albión con una media de 64 días después de su trasplante.

La variedad que obtuvo una mayor acumulación de sólidos solubles fue Monterey con un promedio de acumulación de 11.39%.

La mayor producción total de fruta la obtuvo la variedad San Andreas con un acumulado de 611.23 gramos de fruta por planta en un periodo de cosecha de 14 semanas.

En tratamiento 7 (San Andreas en canal abierto) obtuvo la mayor relación beneficio/costo con 2.78 dólares, lo que corresponde a una rentabilidad de 178%.

RECOMENDACIONES

Cultivar en semihidroponía la variedad San Andreas en canal abierto ya que se obtuvo la mayor producción, relación beneficio/costo y rentabilidad.

Realizar estudios para determinar los requerimientos hídricos y nutricionales en las cuatro variedades evaluadas.

Evaluar los parámetros agronómicos de las cuatro variedades estudiadas durante todo el ciclo de la fresa.

GLOSARIO

Agroindustria: Constituyen un medio para transformar materias primas agrícolas en productos con valor añadido generando al mismo tiempo ingresos y oportunidades de empleo y contribuyendo al desarrollo económico global tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (FAO, 2010, párr. 1).

Cationes: Es un ion con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo (García et al., 2001, pp. 249-258).

Compostaje: Es un proceso mediante el cual se transforma la materia orgánica para la obtención de compost, que no es otra cosa que un tipo de abono natural para la tierra y los suelos destinados al cultivo y la agricultura en general (Marulanda e Izquierdo, 2003, p. 36).

Sustratos: Es la superficie en la que una planta o un animal vive. El sustrato puede incluir materiales bióticos o abióticos (Bañados, et al. 2015, pp. 8-65).

BIBLIOGRAFÍA

ABDALLAH, F. *Algunos aspectos sobre nutrición de la Fresa Hidropónica* [en línea]. San José-Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015. pp. 1-2. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1817.pdf>.

AGRÍCOLA LLAHUEM. *Variedad de Frutilla* [en línea]. Paine-Chile: Agrícola Llahuen, 2017. [Consulta: 27 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.llahuen.com/plantas-de-frutillas>.

AGROLALIBERTAD. *Ficha técnica para el cultivo de la fresa (Fragaria x ananassa)* [en línea]. [Consulta: 27 octubre 2020]. Disponible en: http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf

AGTECHAMÉRICA. *13 claves para la producción hidropónica de fresas* [en línea]. Agtechamérica, 2019. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <http://agtechamerica.com/13-claves-para-la-produccion-hidroponica-de-fresas/>.

ALLEN, R., PEREIRA, L., RAES, D.; & SMITH, M. *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. pp. 7-97. [Consulta: 15 julio 2021]. ISBN 978-92-5-304219-7. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>.

ANGULO, R. *Fresa Fragaria ananassa* [en línea]. Bogotá-Colombia: Bayer CropScience S.A., 2009. pp. 5-43. [Consulta: 7 septiembre 2020]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/4968414/fragaria-ananassa---crop-science-colombia>.

ARCOS, F. *Fertilizantes y nutrición vegetal* [en línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013. pp. 97-99. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/270696969/Nutricion-vegetal>.

BAÑADOS, M., BONOMELLI, C., FIGUEROA, R., GAMBARELLA, M., ZAVIEZO, T., ÁVILA, B., SALLATO, B., CORDOVEZ, G., VILLAGRA, D.; GREZ, J. *Manual del Cultivo de Frambuesas y Frutillas en Chile* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Pontificia

Universidad Católica de Chile, 2015. pp. 8-65. [Consulta: 10 julio 2020]. Disponible en: <https://docplayer.es/96744407-Manual-del-cultivo-de-frambuesas-y-frutillas-en-chile-1.html>.

BELTRANO, J.; & GIMENEZ, D. *Cultivo en hidroponía* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad de La Plata. 2015. pp. 10-92. [Consulta: 27 julio 2020]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CABRERA, R. "Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta". Revista Chapingo Serie Horticultura [en línea], 1999, (Estados Unidos) 5(2), pp. 5-11. [Consulta: 27 septiembre 2020]. ISSN: 2007-4034. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Raul-Cabrera/publication/259910311_Propiedades_uso_y_manejo_de_sustratos_de_cultivo_para_la_produccion_de_plantas_en_maceta/links/0046352f13c3e0eb5f000000/Propiedades-uso-y-manejo-de-sustratos-de-cultivo-para-la-produccion-de-plantas-en-maceta.pdf.

CARRASCO, G., PATRICIA RAMÍREZ, P.; & VOGEL, H. "Efecto de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT". IDESIA [en línea], 2007, (Chile) 25(2), pp. 59-62. [Consulta: 13 junio 2021]. ISSN: 0718-3429. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v25n2/art07.pdf>.

CASTILLO, H., HERNÁNDEZ, M.; & RODRÍGUEZ, K. "Importancia del consumo de productos hidropónicos en Guayaquil". Yachana Revista Científica [en línea], 2015, (Ecuador), 4(2), pp. 205-212. [Consulta: 7 enero 2021]. ISSN: 1390-7778. Disponible en: <http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/155/116>.

CRUZ, E., CAN, A., SANDOVAL, M., BUGARÍN, R., ROBLES, A.; & JUÁREZ, P. "Sustratos en la horticultura". Revista Bio Ciencias [en línea], 2013, (México) 2(2). pp. 17-26. [Consulta: 16 enero 2021]. ISSN: 2007-3380. Disponible en: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/29>.

EL COMERCIO. *La frutilla es un cultivo rentable* [en línea]. Grupo El Comercio, 2011. [Consulta: 11 junio 2020]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutilla-cultivo-rentable.html>.

FAO. *Las biotecnologías en la agroindustria en los países en desarrollo* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/agro-industry/es/>.

GARCÍA, C., ALCÁNTAR, G., CABRERA, R., GAVI, R.; VOLKE, H. "Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta". *Terra Latinoamericana* [en línea], 2001, (México) 19(3), pp. 249-258. [Consulta: 16 diciembre 2020]. ISSN: 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319306>.

GILSANZ, J. *Hidroponía* [en línea]. Montevideo-Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, 2007. p. 15. [Consulta: 17 febrero 2020]. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/hidroponia-juan-c-gilsanz-setiembre-2007-.html>.

GREZ, J.; & GAMBARDELLA, M. "Producción de plantas de frutilla blanca" [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2018. p. 140. [Consulta: 27 septiembre 2020]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6658/NR40867.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.

HURTADO, L. *Fundamentos del riego* [en línea]. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2002. p. 428. [Consulta: 02 octubre 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/45164889-Fundamentos-del-riego.html>.

INFOAGRO. *El cultivo de la Fresa* [en línea]. Madrid-España: Infoagro Systems, S.L., 2021. [Consulta: 17 abril 2021]. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp.

JUÁREZ, M., BACA, G., ACEVES, L., SÁNCHEZ, P., TIRADO, J., SAHAGÚN, J.; & COLINAS, M. "Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal". *Interciencia* [en línea], 2006, (México) 31(4), pp. 246-253. [Consulta: 20 marzo 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

LARA, A. "Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía". *Terra Latinoamericana* [en línea], 1999, (México), 17(3), pp. 221-229. [Consulta: 25 marzo 2021]. ISSN 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317306.pdf>.

LEÓN, J. *Manuales para el manejo agronómico de la frutilla o fresa* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: PortalFrutícola, 2020. pp. 22-34 [Consulta: 17 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/06/02/manuales-para-el-manejo-agronomico-de-la-frutilla-o-fresa/>.

LÓPEZ, F., GUÍO, N., FISCHER, G.; & MIRANDA, D. "Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos". *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín* [en línea], 2008, (Colombia), 61(1), pp. 4347-4357. [Consulta: 25 marzo 2020]. ISSN: 0304-2847. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914077011>.

MAMANI, J. Producción de frutilla (*Fragaria vesca*) en un sistema hidropónico con diferentes proporciones de sustratos y la dosificación de tres concentraciones comerciales de soluciones nutritivas (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2015. p. 69. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/5713/T-2068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MARULANDA, C.; & IZQUIERDO, J. *La huerta hidropónica popular* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2003. pp. 8-59. [Consulta: 16 septiembre 2020]. Disponible en: fao.org/3/ah501s/ah501s.pdf.

MORALES, C., PEDREROS, A., RIQUELME, J., URIBE, H., HIRZEL, J., ABARCA, P.; & FRANCE, A. *Manual de manejo agronómico de la Frutilla* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017. p. 97. [Consulta: 11 octubre 2020]. ISSN: 0717-4829. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6713/Bolet%20c3%adn%20INIA%20N%20c2%b0%20382?sequence=1&isAllowed=y>.

ÑAHUINLLA, M. Optimización del protocolo de micropropagación in vitro con cuatro cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Escuela Ingeniera Agronómica. Lima-Perú. 2018. p. 3. [Consulta: 26 septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3102/%C3%B1ahuinlla-arone-monica-endalencia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

PASTOR, J. "Utilización de sustratos en viveros". *Terra Latinoamericana* [en línea], 1999, (México) 17(3), pp. 231-235. [Consulta: 10 marzo 2021]. ISSN: 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317307>.

PEFAUR, J. *El mercado de las frutillas* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Ministerio de Agricultura, 2014. pp. 2-3. [Consulta: 6 enero 2021]. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/Frutillas2014.pdf>.

QUINTERO, M., GONZÁLEZ, C.; & GUZMÁN, J. *Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte* [en línea]. Bogotá-Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia. 2011, pp. 79-108. [Consulta: 11 junio 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Quintero-Castellanos/publication/235999721_Sustratos_para_cultivos_horticolas_y_flores_de_corte/links/0c9605160cd3f33591000000/Sustratos-para-cultivos-horticolas-y-flores-de-corte.pdf.

QUISHPE, J. Evaluación de la respuesta de la frutilla (*Fragaria dioica*) al sistema de cultivo semi hidropónico en El Quinche - Pichincha 2012 (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Quito-Ecuador. 2013. pp. 51-76. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>.

RODRIGUES, E. *En crecimiento: la hidroponía o el cultivo de alimentos sin sustrato* [en línea]. Roca Sanitario, S. A., 2018. [Consulta: 11 junio 2020]. Disponible en: <http://www.rocagallery.com/es/en-crecimiento-la-hidroponia-o-el-cultivo-de-alimentos-sin-sustrato>.

SÁNCHEZ, F. *Hidrología superficial y subterránea* [en línea]. Salamanca-España: Universidad de Salamanca, 2017. pp. 1-2. [Consulta: 1 noviembre 2021]. Disponible en: https://hidrologia.usal.es/practicasyET/ET_Hargreaves.pdf.

TONELLI, B. *Cátedra Horticultura. Cultivo de Frutilla* [en línea]. Concepción-Uruguay: Universidad Nacional de Entre Ríos, 2010. pp. 1-9. [Consulta: 6 enero 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/33133629-Catedra-horticultura-cultivo-de-frutilla.html>.

TRUJILLO, C. Evaluación de cuatro sustratos y ocho combinaciones, en el cultivo de *Fragaria x ananassa* var. Albión, en un sistema semi-hidropónico vertical (trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Vida

y de la Agricultura. Sangolquí-Ecuador. 2019. pp. 1-79. [consulta: 13 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21025/1/T-IASA%20I-005500.pdf>

UNDURRAGA, P.; & VARGAS, S. *Manejo de poda en frutilla* [en línea]. Chillán-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013. pp. 31-104. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/31910/Boletin_INIA_262.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VÁSQUEZ, A., VÁSQUEZ, I., VÁSQUEZ, C.; & CAÑAMERO, M. *Fundamentos de la ingeniería de riesgos*. Lima-Perú: Ambar, 2017. ISBN: 978-612-4147-71-5. pp. 10-32.

VENCE, L. "Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas". *Ciencia del suelo* [en línea], 2008, (Argentina) 26(2), pp. 105-114. [Consulta: 10 febrero 2021]. ISSN: 0326-3169. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v26n2/v26n2a01.pdf>.

ZÁRATE, M. *Manual de hidroponía* [en línea]. México DF-México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. pp. 9-11. [Consulta: 25 octubre 2020]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR PARA LA PREPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



ANEXO B: VISITA DE TÉCNICOS DE AGRÍCOLA LLAHUEN Y REPRESENTANTES DE ECUAGROIMPORT AL ENSAYO



ANEXO C: INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA LOS TRATAMIENTOS



ANEXO D: LLENADO DE LOS CANALES ABIERTOS Y MANGAS CON EL SUSTRATO



ANEXO E: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO



**ANEXO F: DESINFECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA SU TRASPLANTE EN
LOS TRATAMIENTOS**



ANEXO G: TRASPLANTE DEL MATERIAL VEGETAL



ANEXO H: REGISTRO DE DATOS BIOMÉTRICOS Y COSECHA



ANEXO I: ANÁLISIS DE AGUA

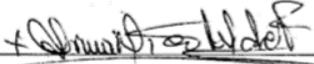
 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gov.ec Mejía -Ecuador</p>	
---	---	---

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : ESPOCH Estación Tunschi Dirección : Riobamba Ciudad : Teléfono : 0984255166 Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Estación Tunschi Provincia : Chimborazo Cantón : Riobamba Parroquia : Licto Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>No. Muestra Lab. : 245 -247 Fecha de Muestreo : 14/08/2019 Fecha de Ingreso : 16/08/2019 Fecha de Salida : 28/08/2019</p>
--	--	--

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mg/l													pH	dS/m		mg/l CaCO ₃
		Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	Fe	Zn	Cu	Mn		C.E.	RAS	Dureza
245	Reservorio 1-Grande	14	10	12.5	2.9	0.0	105.8	9.21	11.0	0.4					7.12	0.23	0.87E	39.1S
246	Reservorio 2	51	2.0	127.5	17.3	0.0	568.7	21.98	111.6	0.6					7.93	1.54	4.76M	135.7M
247	Invernadero 3	15	1.0	23.1	4.8	0.0	138.9	8.51	17.5	0.4					7.12	0.31	1.56B	41.6S

Unidades	RAS	Dureza
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón. dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.	Menos de 1 : Excelente (E). De 1 a 2 : Buena (B). De 2 a 4 : Regular (R). De 4 a 8 : Mala (M). Más de 15 : Inapropiada (I).	De 0 a 15 : Muy suave (MS). De 16 a 75 : Suave (S). De 76 a 150 : Media (M). De 151 a 300 : Dura (D). Más de 300 : Muy dura (MD).



RESPONSABLE DEL LABORATORIO



LABORATORISTA

ANEXO J: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 1 (T1)

Costos T1 (Albi3n x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	20,68
construcci3n estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	20,50
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,67	6,43
Planta					
Planta	unidad	97000	0,215	10427,5	
Sub total				10427,5	14,37
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	17,57
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	1,06
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	0,17
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	10,13
TOTAL				65947,70667	
Imprevistos 10%				6594,770667	9,09
GRAN TOTAL				72542,48	100,00
CATEGORIAS	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	11875,71	1,7	20188,707	50471,77	
SEGUNDA	6830,18	1,4	9562,2552	23905,64	
TERCERA	8757,09	1,2	10508,505	26271,26	
CUARTA	10480,58	1,0	10480,583	26201,46	
TOTAL	37943,56			126850,13	
TOTAL INGRESO BRUTO		126850,13			
BENEFICIO/COSTO					
INGRE SO TOTAL		126.850,13			
COSTO TOTAL		72.542,48			
BENEFICIO/COSTO		1,75			
RENTABILIDAD		75 %			

ANEXO K: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 2 (T2)

Costos T2 (Albión x chimbuzo)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,215	10427,5	
Sub total				10427,5	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				68176,52667	
Imprevistos 10%				6817,652667	
GRAN TOTAL				74994,17933	
CATEGORIAS	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	14735,49	1,7	25050,33	62625,83	
SEGUNDA	7348,26	1,4	10287,563	25718,91	
TERCERA	9206,85	1,2	11048,222	27620,56	
CUARTA	7955,43	1,0	7955,4308	19888,58	
TOTAL	39246,03			135853,87	
TOTAL INGRESO BRUTO				135853,87	
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL				135.853,87	
COSTO TOTAL				74.994,18	
BENEFICIO/COSTO				1,81	
RENTABILIDAD				81 %	

ANEXO L: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 3 (T3)

Costos T3 (Cabrillo x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muerdos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,225	10912,5	
Sub total				10912,5	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				66432,70667	
Imprevistos 10%				6643,270667	
GRAN TOTAL				73075,97733	
CATEGORIAS	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	15767,91	1,7	26805,443	67013,61	
SEGUNDA	6834,26	1,4	9567,9588	23919,90	
TERCERA	12661,65	1,2	15193,983	37984,96	
CUARTA	6224,25	1,0	6224,2475	15560,62	
TOTAL	41488,06			144479,08	
TOTAL INGRESO BRUTO				144479,08	
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL			144.479,08		
COSTO TOTAL			73.075,98		
BENEFICIO/COSTO			1,98		
RENTABILIDAD			98 %		

ANEXO M: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 4 (T4)

Costos T4 (Cabrillo x chimbuza)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,225	10912,5	
Sub total				10912,5	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				68661,52667	
Imprevistos 10%				6866,152667	
GRAN TOTAL				75527,67933	
CATEGORIAS					
	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	18466,87	1,7	31393,674	78484,19	
SEGUNDA	7662,81	1,4	10727,928	26819,82	
TERCERA	10346,99	1,2	12416,388	31040,97	
CUARTA	6397,64	1,0	6397,635	15994,09	
TOTAL	42874,30			152339,06	
TOTAL INGRESO BRUTO				152339,06	
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL				152.339,06	
COSTO TOTAL				75.527,68	
BENEFICIO/COSTO				2,02	
RENTABILIDAD				102 %	

ANEXO N: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 5 (T5)

Costos T5 (Monterrey x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muerdos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,22	10670	
Sub total				10670	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				66190,2067	
Imprevistos 10%				6619,02067	
GRAN TOTAL				72809,227	

CATEGORIAS	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL
PRIMERA	10187,81	1,7	17319,28	43298,21
SEGUNDA	7468,08	1,4	10455,31	26138,27
TERCERA	11018,01	1,2	13221,61	33054,04
CUARTA	7989,57	1,0	7989,575	19973,94
TOTAL	36663,48			122464,45

TOTAL INGRESO BRUTO	122464,45
----------------------------	------------------

BENEFICIO/COSTO	
INGRESO TOTAL	122.464,45
COSTO TOTAL	72.809,23
BENEFICIO/COSTO	1,68

RENTABILIDAD	68 %
---------------------	-------------

ANEXO O: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 6 (T6)

Costos T6 (Cabrillo x chimbuzo)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,22	10670	
Sub total				10670	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				68419,0267	
Imprevistos 10%				6841,90267	
GRAN TOTAL				75260,929	
CATEGORIAS					
	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	11822,82	1,7	20098,8	50246,99	
SEGUNDA	6465,90	1,4	9052,258	22630,65	
TERCERA	11769,25	1,2	14123,1	35307,76	
CUARTA	8333,42	1,0	8333,416	20833,54	
TOTAL	38391,39			129018,93	
TOTAL INGRESO BRUTO		129018,93			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL	129.018,93				
COSTO TOTAL	75.260,93				
BENEFICIO/COSTO	1,71				
RENTABILIDAD	71 %				

ANEXO P: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 7 (T7)

Costos T7 (San Andreas x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,22	10670	
Sub total				10670	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				66190,2067	
Imprevistos 10%				6619,02067	
GRAN TOTAL				72809,227	
CATEGORIAS					
	Kg		PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL
PRIMERA	20156,62		1,7	34266,261	85665,65
SEGUNDA	12188,74		1,4	17064,238	42660,59
TERCERA	12076,16		1,2	14491,393	36228,48
CUARTA	15166,56		1,0	15166,556	37916,39
TOTAL	59588,08				202471,12
TOTAL INGRESO BRUTO		202471,12			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL	202.471,12				
COSTO TOTAL	72.809,23				
BENEFICIO/COSTO	2,78				
RENTABILIDAD					
RENTABILIDAD	178 %				

ANEXO Q: ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL TRATAMIENTO 8 (T8)

Costos T8 (San Andreas x chimbuza)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	97000	0,22	10670	
Sub total				10670	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	11	1221	
Fosfato mono potásico	saco	27	52	1404	
Nitrato de potasio	saco	68	18	1224	
Sulfato de magnesio	saco	88	13	1144	
Sulfato de potasio	saco	35	26	910	
Micro nutrientes	saco	57	120	6840	
Sub total				12743	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				68419,0267	
Improvisos 10%				6841,90267	
GRAN TOTAL				75260,929	
CATEGORIAS	Kg	PVP/Kg	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	20973,32	1,7	35654,637	89136,59	
SEGUNDA	11622,18	1,4	16271,047	40677,62	
TERCERA	11211,21	1,2	13453,454	33633,63	
CUARTA	15183,87	1,0	15183,871	37959,68	
TOTAL	58990,57			201407,52	
TOTAL INGRESO BRUTO		201407,52			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL		201.407,52			
COSTO TOTAL		75.260,93			
BENEFICIO/COSTO		2,68			
RENTABILIDAD		168 %			