

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

La fresa o frutilla, es un género de plantas rastreras estoloníferas de la familia Rosáceas. Agrupa unos 400 taxones descritos.

El cultivo semi hidropónico permite a los agricultores controlar el suministro de nutrientes, mediante el ajuste de la concentración de la solución nutritiva, recientemente se ha llevado a cabo numerosas investigaciones a nivel mundial, para mejorar la productividad de frutillas en invernadero, en sistemas hidropónicos.

En estas condiciones, las frutillas consumen poca cantidad de agua y requieren pocas aplicaciones de herbicidas. La fruta se mantiene limpia y aumenta su tamaño, incrementa el rendimiento, mejorando su precocidad y calidad.

Existen diferentes sistemas hidropónicos en la actualidad. Las técnicas más usadas en la hidroponía son: Técnicas de medio líquido, donde el líquido circula mediante tubos de pvc, por ejemplo, la Aero ponía, hidroponía en flotación.

Técnicas con sustrato, donde a los cultivos se les agrega arena, grava y rocas porosas de origen volcánico u otros sustratos. La solución nutritiva se suministra por medio de un sistema de riego por goteo.

Para esta investigación se realizó una técnica con sustrato y en un sistema de caballete.

Las frutillas han sido cultivadas extensivamente de manera semi-hidroponica durante los últimos 100 años, y se ha notado que las plantas se benefician más con este método de cultivo. Resulta ser un método respetuoso del medio ambiente, porque los abonos aplicados no están directamente expuestos al aire libre.

## **JUSTIFICACIÓN**

Con esta investigación tecnológica novedosa se pretende innovar las nuevas alternativas de producción de la frutilla, con técnicas diferentes de sustrato en diferentes regiones del país.

En este sistema de caballetes, el cultivo de frutilla no permite el desarrollo de malezas, por consecuencia, reduce la mano de obra, no requiere de muchas labores como en otros sistemas.

Los invernaderos nos dan un mayor control sobre el ambiente y el crecimiento de las plantas, se puede controlar la temperatura, luz y sombra, riego, aplicación de los fertilizantes.

Para la producción de frutilla en sistema de caballetes, el cultivo de frutilla permite una mayor cantidad de plantas y el daño es menor que en el sistema convencional, lográndose una cosecha más saludable.

La producción de frutillas con el reciclaje de botellas descartables, en el sistema de caballetes, actúa de forma responsable con el medio ambiente.

## **OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Evaluar el rendimiento de dos variedades de frutilla con dos tipos de sustrato en el cultivo de la frutilla bajo condiciones de micro invernadero.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar el de rendimiento en gr./parcela de las dos variedades de la frutilla.
- Determinar el mejor sustrato en el rendimiento de la frutilla.
- Evaluar el rendimiento de la frutilla en la interacción de las variedades y sustratos.

## **HIPÓTESIS**

La producción de frutilla con la utilización de sustratos alternativos en semi hidroponico y en sistema de caballete, ofrece rendimientos elevados.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.MARCO TEÓRICO**

### **2.1DEFINICIÓN DE UN INVERNADERO**

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener una condición artificial de microclima y con ello cultivar plantas fuera de estación, en condiciones óptimas. (Erazo y Sánchez, 2011).

### **2.2 EQUIPAMIENTO DEL INVERNADERO**

El invernadero puede ser muy complejo o muy simple, desde un túnel con cubierta de plástico hasta uno de la más alta tecnología. La decisión se sustenta en gran parte en el análisis beneficio-costos, la disponibilidad de un mercado adecuado y de recursos materiales y económicos necesarios para una eficiente operación (Martínez y León, 2004)

### **2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN INVERNADERO**

Según Obregón et. al (2010)

#### **Ventajas**

- \* Precocidad de los frutos
- \* Aumento de calidad y rendimiento
- \* Producción fuera de época
- \* Ahorro de agua y fertilizantes
- \* Mejor control de plagas y enfermedades

#### **Desventajas**

- \* Alta inversión inicial
- \* Alto costo de operación
- \* Requiere personal especializado de operación práctica y conocimientos teóricos

## **2.4 IMPORTANCIA DEL RECICLAJE**

Hoy en día disponemos de esta regla para contaminar menos. Cabe destacar la regla de las cuatro erres. (Arcas, 2014)

**Reducir:** Consiste en disminuir la cantidad de residuos, por ejemplo, evitando comprar productos que no son necesarios y que tienen elementos que se transforman rápidamente en basura. (Arcas, 2014)

**Reutilizar:** Se trata de volver a utilizar un producto, ya sea con el mismo objetivo para el que ha sido construido o bien con función distinta a la que tenía. Debemos intentar dar el mayor uso posible a las cosas. Muchos de los elementos que tiramos pueden seguir utilizándose, (Arcas, 2014)

**Reciclar:** Es el proceso mediante el cual se seleccionan los residuos o deshechos que generamos todos. Partiendo de estos se elaboran nuevos productos. (Arcas, 2014)

**Recuperar:** Consiste en recuperar elementos que puedan servir como materias primas. Esta erre se relaciona sobre todo con los procesos industriales. (Arcas, 2014)

## **2.5 ORIGEN DE LA FRUTILLA**

La planta de frutilla es originaria de las costas del Pacífico en América, principalmente la Universidad de California, Estados Unidos y Chile. (Lavín y Maureira, 2000)

## 2.6 HISTORIA DE LA FRUTILLA

Los primeros en cultivarla fueron los mapuches, en Chile. En 1614, Don Alonso de Ovalle conoció estos frutos blancos, perfumados y dulces, y los clasificó como *Fragaria chilensis*. En 1712, Amédée François Frézier, ingeniero militar al servicio de Luis XIV, llevó algunos ejemplares a Europa. En aquel entonces, el viaje duraba seis semanas, sólo llegaron cinco plantas vivas. (Lavín y Maureira, 2000)

Los primeros híbridos documentados entre *F. virginiana* y *F. chilensis* fueron obtenidos a principios del siglo XVIII en Francia. Ambas especies son octoploides y la descendencia que se origina al cruzarlas, presenta características intermedias entre las dos. Finalmente, la frutilla moderna surgió en Brest, Francia, en 1766, tras el cruce de *Fragaria virginiana*, proveniente de Estados Unidos, y la Bianca chilensis (*Fragaria ch.*). Este primer híbrido, *Fragaria x ananassa*, ha sido el propulsor de todas las distintas formas de frutillas comerciales o fresones que conocemos. (Lavín y Maureira, 2000)

## 2.7 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FRUTILLA

Desde el punto de vista taxonómico la frutilla se clasifica en:

**Reino:** Vegetal

**División:** Tracheophytae

**Clase:** Angiosperma

**Orden:** Rosales

**Familia:** Rosaceae

**Subfamilia:** Rosoideae

**Género:** *Fragaria*

**Especie:** *chilensis*

**Nombre científico:** *Fragaria chilensis* Duch Herbario Universitario. (Acosta, 2019)

## **2.8 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA FRUTILLA**

La planta de fresa o frutilla es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras, presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un tiempo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, depende de factores, como el tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. (Icamex, 2006)

### **2.8.1 PROPAGACIÓN DE LA FRUTILLA**

Estolones son ramas verdes o rosadas, cilíndricas, algo vellosas, que nacen en las axilas de las hojas y se alargan horizontalmente. (Ospina, 1995)

Para el mismo autor, tiene nudos de trecho en trecho, a partir de los cuales se forma nuevas plantas; un estolón puede dar origen a cuatro o más plantas.

### **2.8.2 LA RAÍZ**

Las plantas de frutilla tienen dos tipos de raíces, las primarias que son largas y las secundarias que son cortas y abundantes derivadas de las primeras. (Ospina, 1995)

Las raíces están compuestas por una cabellera de raicillas de aspecto fibroso, surgen de la corona, el 70% se desarrollan principalmente en los primeros 15 centímetros, llegando a la punta hasta los 30centímetros. (Morales, 1998).



### **2.8.3 EL TALLO**

Está constituido por un eje corto de forma cónica denominado corona. (Icamex; 2006).

La frutilla es una planta perenne considerada como herbácea, presenta un tallo de tamaño reducido llamado corona, lleva las yemas tanto vegetativas como florales y de ella nacen las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. (Gonzales, 2011)

### **2.8.4 LA HOJA**

Las hojas de las frutillas tienen tres folíolos de bordes aserrados y la parte inferior de las hojas es pubescente. Están sostenidas por un peciolo largo que las une a la corona, que forma el tallo de la planta y de ellas se origina distintos tipos de yemas que generan hojas, flores y estolones, son de matiz verde brillante en el haz, el envés es más claro y ligeramente vellosos (Mendoza, 2013)

### **2.8.5 FLORES E INFLORESCENCIAS**

Las flores de las frutillas están agrupadas en inflorescencias, las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. (Icamex, 2006)

La flor de la frutilla es simétrica actinomorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta. (Gonzales, 2011)

Se distinguen tres tipos de flores, macho o estaminada, hembra o pistilada y perfecta o hermafrodita. La flor perfecta, tiene cinco sépalos, cinco pétalos blancos o amarillos y numerosos estambres, los pistilos de la misma forma son numerosos, dispuestos en espiral sobre el receptáculo (Pérez, 1999).

### **2.8.6 POLINIZACIÓN**

Una polinización efectiva es un factor crítico en el éxito o falla de la producción de frutillas en invernadero. (Martínez y León, 2004)

No obstante que la polinización en frutillas puede acontecer por autopolinización cruzada, es vital el asegurar la natural mediante el movimiento de aire o insectos tan pronto aparezcan las primeras flores. Los dos métodos más prácticos de promoverla son: abejas comunes, y abejorros, con preferencia por las primeras horas del día. (Martínez y León, 2004)

### **2.8.7 EL FRUTO**

La parte comestible se la denomina vulgarmente frutilla y botánicamente "eterio" (Corzo, 1990)

El fruto comestible, denominado botánicamente "eterios", es un falso fruto formado por el receptáculo, en el que están insertados los aquenios, frutos indehiscentes, (pepitas). (Tarquino, 2018)

El Peso del fruto puede variar entre 2 y 60 gramos. (Agroes, 2013)

El fruto es un aquenio (cada frutilla está formada aproximadamente de 150 a 200 aquenios) cuyo desarrollo estimula el crecimiento y la coloración de la parte comestible o frutilla propiamente dicha, que resulta ser un receptáculo carnoso, muy desarrollado, que contiene a los aquenios, el fruto es un poliaquenio, y en su conjunto adquieren formas diferentes: Globulosas, acorazonados o puntiagudo de color rojo, violeta o salmón de tamaño variable. (Tonelli, 2010)

### **2.8.8 FASES FISIOLÓGICAS DE LA FRUTILLA**

Maroto y López, (1988) distinguen el desarrollo en las siguientes fases:

- ✓ Fase A o de reposo vegetativo: Estadio en el que hay poco crecimiento foliar y se observan hojas rojizas y secas (dormancia).
- ✓ Fase B o de iniciación de la actividad vegetativa: Manifiesta por la aparición de brotes turgentes y formación incipiente de las hojas en estadio rudimentario.
- ✓ Fase C o de brotes verdes: En el cual entre las hojas en estadio rudimentario se observa aquellos.
- ✓ Fase D o de botones blancos: En el que se observan estos de forma sostenible, sin que los pétalos se hayan desplegado.
- ✓ Fase E o de iniciación de la floración: Cuando se constan de 3 a cinco flores abiertas por planta
- ✓ Fase F o de floración: Cuando un 50% de flores están abiertas.
- ✓ Fase G o de fin de la floración: Cuando se observa la caída de los pétalos y se inicia el cuajado de los frutos.

## **2.9 VARIEDADES DE DIA NEUTRO**

### **2.9.1 VARIEDAD ALBIÓN**

Es la variedad con mayor superficie y desarrollo en Chile; variedad moderadamente neutra, buena aptitud para el mercado fresco, es la variedad que acumula mayor cantidad de azúcar, muy demandada también para congelados, la planta de tamaño intermedio y de lento crecimiento inicial con temperaturas bajas en primavera, el fruto es de color rojo externo de hombros más claros con bajas temperaturas y pulpa de color moderado, con gran acumulación de azúcar (10-14° Brix), fruto muy firme, con excelente vida de post cosecha. Es de mayor resistencia a oídio, variedad cultivada en Chile desde la temporada 2008-2009.

Densidad de plantación: 62.000 plantas/ha (27 cm entre plantas) (Villagrán y Zschaus, 2012)

## **2.9.2 VARIEDAD SAN ANDREAS**

Variedad moderadamente neutra, con mayor precocidad, lo que representa una cualidad interesante para la producción de frutos bajo cultivo forzado (túnel), tiene una muy buena aptitud para el mercado fresco, ya que es la variedad que presenta el mayor tamaño y homogeneidad de frutos. Es una planta de tamaño intermedio, de rápido crecimiento vegetativo inicial, por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), plantada con mucho frío presenta exceso de vigor y un período vegetativo más largo, el fruto de color rojo externo parejo y pulpa más clara, el fruto muy firme con excelente vida de post cosecha. Enfermedades: en general es la variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades de follaje y suelo, Es una nueva variedad, en introducción en Chile. Densidad de plantación: 62.000 plantas/ha (27 cm entre plantas). (Villagrán y Zschau, 2012)

## **2.10 REQUERIMIENTOS EDAFOCLÍMICOS**

### **2.10.1 CLIMA**

La frutilla es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -20 ° C, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a 0 ° C. Al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de 55° C. Los valores óptimos para una fructificación adecuada se sitúan en torno a los 15-20 ° C de media anual. (Paca, 2015)

### 2.10.2 TEMPERATURA

La temperatura mínima de crecimiento de las plantas es de 5 ° C, estando la óptima entre los 20 y 26°C y la temperatura para el crecimiento y maduración de las frutillas son dadas por 17°C (Maroto y López, 1988)

**Tabla 2- 1 Temperaturas óptimas durante el desarrollo**

<b>Desarrollo</b>	<b>Temperaturas diurnas</b>
Germinación	23-27 ° C
Crecimiento	20-26 ° C
Floración	9-24 ° C
Fructificación	16-18 ° C

**Tabla 2- 2 Temperaturas críticas**

<b>Temperaturas críticas</b>	
Se congelan las plantas	3-5 ° C
Detienen su desarrollo	2-5 ° C
Arraigue mínimo	10 ° C
Arraigue perfecto	18 ° C
Cuaje día	35 ° C
Cuaje noche	15-18 ° C
Maduración día	18-25 ° C
Maduración noche	10-13 ° C

(Mendoza, 2013)

### **2.10.3 TEMPERATURAS POR ESTACIONES DEL AÑO**

La mayoría de los cultivos de frutilla provienen de clima templado, por lo que requieren de cantidades moderadas de calor y no responden a altas temperaturas como otros cultivos. (Martínez y León, 2004)

En primavera, en invernadero las temperaturas deseables son de 12°C en el día y 8°C en la noche, para el crecimiento inicial en enero y febrero. Una vez que aparecen yemas, la temperatura se incrementa gradualmente a 16°C en el día y se disminuye a 10° C en la noche, cuando se observan frutos de color verde. (Martínez y León, 2004)

En la floración, la ventilación debe operar cuando la temperatura sea mayor a 20°C, de lo contrario se obtendrá un crecimiento pobre y frutos mal formados.

En verano y otoño la temperatura del aire no debe exceder los 24°C, disminuyéndose con excelente ventilación para evitar que se altere la polinización, se reduzca el contenido de materia seca, y aumente la presencia de frutos pequeños. En septiembre, se mantiene a 16° C durante el día y 10° C por la noche hasta finalizar la cosecha. (Martínez y León, 2004)

En el invierno, las plantas deben recibir adecuadas cantidades de frío, de otra manera el crecimiento y vigor de la planta se reducirá en la siguiente primavera con un retraso en el cultivo. Para satisfacer las necesidades de frío de la planta es necesario un período de enfriamiento de 30 a 35 días por debajo de 7°C.

(Martínez y León, 2004)

#### **2.10.4 HÚMEDAD RELATIVA**

La humedad relativa más o menos adecuada es de 60 y 75%, cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario, cuando es deficiente, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción, en casos extremos las plantas pueden morir. (Ingeniería agrícola, 2008)

La frutilla necesita de una humedad en el ambiente cuando aparecen las primeras flores 70-80% de humedad relativa, después durante la polinización requiere un ambiente más seco 60% de HR. (Mendoza, 2013)

#### **2.10.5 VIENTO**

Si la presencia de vientos es significativa, se puede contrarrestar su acción plantando cortinas cortavientos de unas 2 ó 3 filas de especies forestales de comprobada adaptación a los suelos en que se cultiva frutilla (Ingeniería Agrícola, 2008)

#### **2.10.6 SUELO**

La influencia del suelo, su estructura física y contenido químico, es una de las bases para el desarrollo de la frutilla. Éste prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. El equilibrio químico de los elementos nutritivos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos. Niveles bajos de patógenos son igualmente indispensables para el cultivo. La granulometría óptima de un suelo para el cultivo de la frutilla aproximadamente es: 50% de arena 20% de arcilla 15% de calizas 5% de materia orgánica. (Muñoz, 2011)

### **2.10.7 LA ARENA**

La arena es una de las sustancias más utilizadas en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del suelo, no debe tener elementos nocivos, tales como arcillas o plagas. La arena del río, es la mejor, debe ser limpia, para ser utilizada en los sustratos. La arena utilizada en la construcción no es tan buena porque lleva mucha arcilla y se compacta. (Calderón, 2011)

La turba, es el material más utilizado en la elaboración de sustratos para maceta, debido a sus cualidades. La turba rubia o poco descompuesta, debido a su estructura posee una excelente porosidad y es buena receptora de soluciones nutritivas y proporciona gran aireación a las raíces. (Calderón, 2011)

### **2.10.8 EL PH DEL SUELO**

La frutilla vegeta adecuadamente entre los valores de 6 y 7 (Verdier, 1987)

El pH óptimo está entre 5,5 y 6,5 (Maroto y López, 1988)

Los sustratos cambian su composición química a través del ciclo de producción, tal es el caso del pH, en el momento de la siembra el sustrato empieza con el rango óptimo de pH, pero es probable que cambien con el transcurso del tiempo. (Tarquino, 2018)



## 2.11 REQUERIMIENTOS DE MACRO Y MICRO MINERALES

**Tabla 2- 3** Requerimiento de minerales

pH	5,5- 6,5
materia orgánica	4-6%
nitrógeno asimilable	100 a 120ppm
fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	20a 30 ppm
potasio K <sub>2</sub> O	120a 180ppm
Calcio Ca	1000 a 4500ppm
magnesio Mg	150 a 200ppmm.
sulfatos SO <sub>4</sub>	100 a200 ppm.
cloruros Cl.	< 20ppm.
sodio Na	<100ppm.
Manganeso Mn.	4ppm
fierro Fe	10 ppm.
zinc Zn	3 ppm.
boro B	2 ppm.
Cobre Cu	1ppm.

(Arredondo, 2015)

## **2.12 PRÁCTICAS CULTURALES**

### **2.12.1 SIEMBRA**

Raidán (2011) describe que la frutilla se cultiva en parcelas de tamaños y formas variables y bien preparadas, en los cuales se pueden utilizar fertilizante orgánico de base (estiércol de vaca el equivalente a 5 kg/m<sup>2</sup>) o en su efecto gallinácea 2-3 kg/m<sup>2</sup>. La densidad de las plantas es muy importante para evitar la competencia entre plantas. La distancia normal es de 30 x 30 centímetros, pudiendo ser hasta de 40 x 40 centímetros.

### **2.12.2 LA PODA**

#### **2.12.2.1 PODA DE ESTOLONES**

Los estolones ejercen un efecto limitante sobre el desarrollo de la parte aérea, reduciendo la formación de coronas secundarias, por esto es fundamental realizar su control eficiente, a través de cortes periódicos. Si se permite el desarrollo de los estolones, se debilita la planta, con la consiguiente menor producción de frutos. Además, hay una disminución de la producción, ya que la planta tiene una respuesta vegetativa y disminuye la respuesta a la inducción floral. (INIA, 2013)

#### **2.12.2.2 PODA DE HOJAS**

Consiste en eliminar todas las hojas adultas que ya no son funcionales, denominadas “hojas parásitas”, como también todos los restos de inflorescencias, cuidando de no dañar las coronas de la planta. La intensidad de la poda dependerá del vigor de la planta y del objetivo perseguido. (Villagrán y Zschaus, 2012)

### 2.12.3 TIPOS DE PODA

- a) De formación:** Consiste en eliminar las primeras flores (desflora) que aparecen para darle más vigor a la planta estimulando la formación de nuevas raíces las cuales van a incidir en la producción. (Angulo, 2009)
- b) De producción:** Los brotes productivos que ya dieron frutos, deben ser eliminados, para dar paso a los nuevos brotes vegetativos y reproductivos, los cuales, a su vez, van a estimular las nuevas inflorescencias y estolones secundarios. (Angulo, 2009)
- c) De mantenimiento:** O deshoje, consiste en eliminar las hojas secas o que ya cumplieron con su función, aumentando la aireación, disminuyendo los problemas de hongos ocasionados por alta humedad relativa y estimulando la formación de nuevas inflorescencias y por supuesto nuevos frutos. (Angulo, 2009)
- d) Fitosanitaria:** Consiste en eliminar todas las hojas con ataques de hongos o bacterias y que presenten ataque de ácaros u otro artrópodo plaga. También se deben eliminar las flores que presenten ataque de Botrytis y los estolones débiles. (Angulo, 2009)

### 2.12.4 COSECHA

Se inicia normalmente en 40 a 45 días después del trasplante, prolongándose durante cuatro a cinco meses hasta que el calor sea fuerte. El punto ideal de cosecha es cuando el 75 % de la superficie del fruto presenta coloración roja, no debiendo cosecharse cuando esta coloración no alcanzó el 50% de madurez fisiológico, el mejor fruto es aquel que cuenta con más de 35- 40 gramos de peso, con forma regular y bien coloreada. (Raidan, 2011)

### 2.13 RENDIMIENTO

Trabajando con plántulas de frutilla libre de virus, alcanzan un rendimiento de hasta 40t/ha en cultivos forzados, mientras que con el material convencional los rendimientos son de solo 20t/ha, (Agrolibertad, 2010).

## **2.14 MANEJO AGRONÓMICO**

### **2.14.1 Esterilización del sustrato**

A la fecha, en la zona de influencia no es común la práctica de la desinfección del suelo. Por lo mismo, será importante llevar a cabo una esterilización del suelo en un horno a más de 85 °C, para este tipo de plantaciones. El suelo desde un punto de vista biológico, puede representar un riesgo considerable para el cultivo, por la incidencia de hongos patógenos, nematodos parásitos, ácaros, insectos y maleza en general, (Agrolibertad, 2010).

### **2.14.2 Los sustratos**

Zapp, (1991), afirma que los sustratos deben reunir requerimientos ideales

- ✓ Tener una textura y tamaño que permita la circulación libre del aire para la oxigenación de las raíces, como ser arena y turba.
- ✓ Debe ser capaz de retener la máxima humedad posible tanto en la parte externa como en la parte interna del sustrato.
- ✓ Debe ser de menor costo

### **2.14.3 Densidad de plantación.**

Sí la instalación es bajo riego tecnificado la cinta tiene que ir en medio de la cama y las plantas a un distanciamiento de 0.30m. De la cinta. (Carrazón, 2007)

### **2.14.4 Fertilización.**

Es recomendable realizar un previo análisis para dar una fertilización más cercana a las necesidades de cultivo, el nivel de fertilización que se recomienda es de 300-150-150 NPK. Es importante fraccionar los fertilizantes nitrogenados para lograr un mejor aprovechamiento por parte de la planta. (Antaurco, 2013)

Los fertilizantes foliares son recomendables para un mejor desarrollo y producción de la planta. Debiéndose aplicar foliares ricos en: nitrógeno en la etapa de desarrollo vegetativo, fósforo en la etapa de prefloración y floración y potasio para la fructificación, además productos ricos en micronutrientes sobre todo en zinc, hierro y manganeso. (Antaurco, 2013)

### **2.14.5 Riegos**

Los riegos se dan de acuerdo al tipo de suelo pudiendo ser ligeros y frecuentes, tratando de que el sustrato no esté demasiado húmedo para evitar daños por botrytis. (Agrolibertad, 2010)

Normalmente el manejo del agua se realiza mediante riego localizado (goteo o cinta) aunque también puede ser por surcos, el cual debe permitir que el cultivo reciba la cantidad de agua adecuada, puesto que el exceso de riego conduce a un crecimiento lento de raíces y pérdidas de nutriente, además de pudrición de raíces por exceso de humedad, particularmente en suelos pesados. Provocan estrés hídrico que reduce el tamaño y rendimiento de los frutos y su calidad, esta situación se puede graficar mediante las funciones de producción, que muestran como el nivel de riesgo afecta el rendimiento del cultivo. (INIA, 2013)

#### **2.14.5.1 Sistema de riego -**

La frecuencia y duración del volumen de riego por día depende del sustrato, condiciones del cultivo y época del año. (Carrazón, 2007)

El riego y la fertilización son factores clave en el buen desarrollo y éxito del cultivo de la frutilla, como se mencionó al comienzo las plantas tienen un sistema de raíz superficial, razón por la cual se requiere suministros permanentes, dosis bajas, para esto se debe establecer un sistema de riego por goteo o por cinta, (Angulo, 2009)

El sistema de riego por goteo, tiene su inconveniente, consiste en que pueden presentar problemas de afloramiento de sales por los bajos caudales de agua aplicados, los cuales no permiten que las sales se laven, afectando las raíces y por consiguiente el buen desarrollo. La planta de frutilla en plena producción, requiere de 250mm. diarios de agua, para mantener una productividad estable y de buena calidad, para una cama sembrada de 30cm entre plantas. (Angulo, 2009)

### **2.15 Enriquecimiento con CO<sub>2</sub>.**

En cultivos tempranos y tardíos es posible aumentar de 6 al 10% el rendimiento al inyectar en la atmósfera CO<sub>2</sub> entre 350 a 900ppm, poco después del amanecer y una hora y media antes de la puesta del sol. Esta acción propicia un mayor crecimiento de las hojas, que beneficia el tamaño de frutos, su contenido de azúcar y ácido, mejorando el sabor y vida. (Martínez y León, 2004)

### **2.16 Nutrición del cultivo**

Evitar sustratos, que tengan exceso de fertilizante, ya que afecta el establecimiento de las plantas propiciando un crecimiento vegetativo no controlable.

No fertilizar dos semanas después del planteo, (Martínez y León, 2004)

Para el mismo autor. Es necesario ajustar la fórmula de fertilización de acuerdo a la composición química del agua. El pH óptimo en la solución a la salida del gotero se ajusta a ser 5.8 pudiendo variar de 5.3 a 6.3 y la CE en el rango de 1.2 a 1.5.

Al llevar a cabo el programa de fertilización, considerar lo siguiente: Al principio del año reducir el contenido de nitrógeno. El potasio incrementando durante la fructificación (para mejorar sabor y vida de las fresas) fósforo para fortalecer el sistema radicular y hierro para mejorar el color de las hoja. (Martínez y León, 2004)

## 2.17 Componentes de solución hidropónica.

**Tabla 2- 4** Componentes minerales de una solución en hidroponía

Nutriente	pp	mMoL
Nitrato-N(NO <sub>3</sub> -N)	161	10.30
Nitrato de amonio(NH <sub>4</sub> -)	14	3.00
Fósforo (P)	45	1.40
Potasio (K)	284	7.30
Calcio (Ca)	125	3.10
Magnesio (Mg)	31	1.30
Hierro (Fe)	1.5	
Manganeso (Mn)	0.8	
Zinc (Zn)	0.6	
Boro(B)	0.2	
Cobre(Cu)	0.0	
Molibdeno (Mo)	0.0	
PH	5.8	
CE	1.6	

Relación: K: N 1.7 Ca: N 0.7 7 N: P 3.6 N: Mg 5.2 K: Mg 9.2 K: P 6.3 8

(Martínez, y León 2004)

## 2.18 Monitoreo de la nutrición

Se Registra diariamente la conductividad de la solución a la salida de los goteros, entrada del sustrato y drenaje, para asegurarse de que el sistema de riego trabaje adecuadamente y detectar la acumulación probable de sales (alta CE) en el sustrato. La CE en la solución no debe exceder entre entrada y salida de 0.3m. Su monitoreo no revela información de si existe una deficiencia o acumulación de algún elemento. (Martínez y León, 2004).

## 2.19 PLAGAS

### Principales Plagas comunes

#### **Arañitas** (*Tetranychus urticae* y *cinnabarinus*)

La arañita causa la decoloración cerca de las nervaduras centrales, debido a la erosión causada por las larvas que se protegen extendiendo una telaraña fina. La forma de manejo es por medio de la eliminación de árboles secos aledaños, retirando los residuos de cosechas anteriores y de podas, evitar tener cerca caminos secos y polvorientos, alternar acaricidas con hidrolato de ajo que actúa con efecto repelente y asfixiante. (Flórez y Mora, 2010)

#### **Pulgón de la fresa** (*Chaetosiphon fragaefolii*)

El pulgón de la fresa es de color verde claro a amarillento. Tanto los adultos como las ninfas parecen tener rayas transversas sobre el abdomen y están cubiertos con pelos que tienen una protuberancia en el extremo, los cuales se ven fácilmente con una lupa, los depósitos de la mielecilla causan el desarrollo de fumagina (moho negro) y hacen que las pieles blancas, mudadas por las ninfas se peguen a la fruta, esta contaminación causa que no se pueda vender las frutillas como fruta fresca, los pulgones transmiten varios virus que pueden causar pérdidas económicas significativas. (Tarquino, 2018)

El pulgón de la frutilla (*Pentatrachopus fragaefolii*), daña por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas y además transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones. Se pueden controlar con insecticidas sistémicos y de contacto. (Cano ,2015).



## 2.20 ENFERMEDADES:

### **Verticilosis** (*Verticillium alboatrum*)

Ataca la corona y el tejido cortical de las raíces, en un corte transversal, se observa un anillo café rojizo con el centro de coloración normal, hojas externas toman un color café en las áreas marginales e intervenales y colapsan, las hojas internas se atrofian pero permanecen verdes y turgentes, para controlar la enfermedad es necesario y recomendable utilizar variedades resistentes, hacer rotaciones largas de cultivos, evitar lotes húmedos y garantizar buen drenaje de los suelos y desinfectar el suelo con 1,3-dicloropropeno y cloropicrina. (Cano, 2015)

### **Botrytis** (Moho gris),

Se desarrolla en condiciones de alta humedad y temperaturas inferiores a 20 C. Pudrición de raíz y de corona (*Phytophthora fragariae*), ésta enfermedad se introduce al invernadero con planta infectada y se reproduce en condiciones de alta humedad y temperatura. Ambas enfermedades pueden controlarse por medio de un manejo adecuado del medio ambiente y en su caso es posible reducir la infección con el uso de hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* o *Gliocladium virens* (Agrolibertad, 2010)

### **Antracnosis**

#### **Patógeno:** *Colletotrichum acutatum*

El síntoma más obvio de la antracnosis en el campo puede ser la marchitez y el colapso de las plantas, las lesiones en los tallos aparecen como manchas redondas de color café oscuro o negro en los pecíolos y los estolones (guías); cuando el tejido de la corona está infectado y llega a descomponerse, la planta entera puede marchitarse y morir. La fruta podrida causada por la antracnosis es común en las áreas de producción. Si hay plantas infectadas, la pudrición puede desarrollarse después de períodos de clima caluroso y lluvioso. La fruta en cualquier etapa de madurez puede ser afectada. Manchas pequeñas, hundidas, ovaladas a redondas de color café se desarrollan y pueden extenderse hasta cubrir la mayor parte o toda la superficie de la fruta. (Tarquino, 2018)

### **2.21 Importancia del consumo de la frutilla.**

La frutilla es un poderoso antioxidante y contiene bastantes vitaminas y minerales, es una fruta que no debe de faltar en una dieta sana, la frutilla contiene una variedad de propiedades: (Unasur, 2016)

- ✓ Estimula la memoria a largo plazo.
- ✓ Fortalece el sistema inmune.
- ✓ Ayuda a evitar el estreñimiento.
- ✓ Combate las arrugas.
- ✓ Combate el colesterol malo en la sangre.
- ✓ Ayuda a mejorar el estado de la piel.
- ✓ Ayuda a controlar el peso.
- ✓ Disminuye el dolor e inflamación.
- ✓ Ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres.
- ✓ Mejora el estado anímico.
- ✓ Es un poderoso antioxidante.
- ✓ Ayuda a controlar la hipertensión.
- ✓ Es antiinflamatoria.
- ✓ Es astringente.
- ✓ Es diurética.
- ✓ Es laxante.
- ✓ Contienen vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, B9, mucha C y un poco de E y K.

Sus minerales son calcio, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio y zinc.  
(Unasur, 2016)

**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODO**

### **3.MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

La presente investigación de producción de dos variedades de frutilla con dos tipos de sustrato bajo micro invernadero en sistema de caballete se llevó a cabo en el barrio Catedral urbanización Cartelones Cima de la Provincia de Cercado, Tarija - Bolivia situado a 21° 32' 43" de la latitud Sur y 64° 45' 04" Latitud Oeste a una altura de 1854 m. s. m. s. m.

#### **3.2 CARACTERÍSTICAS DEL MICRO INVERNADERO**

El micro invernadero consta de 6,00 metros de largo y 3,00 metros de ancho y 2.00 metros de altura cenital. La estructura consta de hierro galvanizado de 8,00 mm. y el material utilizado como cubierta es de agrofilm.

Consta de 6 ventanas con una dimensión de 40,00cm. de alto y 50,00 cm. de largo. Cada una ubicada en los laterales, para la mejor ventilación las mismas ventanas. Tiene mallas anti plagas de las mismas dimensiones.

#### **3.3 MATERIALES**

##### **3.3.1 MATERIAL VEGETAL**

Para la realización de esta investigación se utilizó la variedad Albión y la variedad San Andreas, fueron obtenidas de la empresa trópica del Depto. de Santa Cruz.

##### **Características de la variedad Albión**

Es la variedad con mayor superficie y desarrollo en Chile; variedad moderadamente neutra, buena aptitud para el mercado fresco, es la variedad que acumula mayor cantidad de azúcar, muy demandada también para congelados, la planta de tamaño intermedio, de lento crecimiento inicial con temperaturas bajas en primavera, el fruto es de color rojo externo, de hombros más claros, con bajas temperaturas y pulpa de color moderado, con gran acumulación de azúcar (10-14° Brix), fruto muy firme, con excelente vida de postcosecha. Enfermedades: es de mayor resistencia a oídio. (Villagrán y Zschaus, 2012)

### 3.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD SAN ANDREAS

Es la variedad moderadamente neutra, con mayor precocidad, lo que representa una cualidad interesante para producción de frutos bajo cultivo forzado (túnel). Tiene una muy buena aptitud para el mercado fresco, ya que es la variedad que presenta el mayor tamaño y homogeneidad de frutos. Es una planta de tamaño intermedio, de rápido crecimiento vegetativo inicial, por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), plantada con mucho frío presenta exceso de vigor y un período vegetativo más largo, el fruto de color rojo externo parejo y pulpa más clara, el fruto muy firme con excelente vida de post cosecha. Enfermedades: en general es la variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades de follaje y suelo, Es una nueva variedad, en introducción en Chile (Villagrán y Zschaus, 2012)

### 3.3.3 MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MICRO INVERNADERO.

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| ✓ Pico            | ✓ Badilejo          |
| ✓ Machete         | ✓ Balde de albañil  |
| ✓ pala            | ✓ Regla de albañil  |
| ✓ Carretilla      | ✓ Martillo          |
| ✓ Inflador        | ✓ tenaza            |
| ✓ Hilo de albañil | ✓ Hierro de 8mm.    |
| ✓ Estacas         | ✓ Máquina de soldar |
| ✓ Flexo           | ✓ Electrodo         |
| ✓ Cemento         | ✓ Agrofilm          |
| ✓ Grava           | ✓ Alambre de amarre |
| ✓ Piedra          | ✓ Madera            |
| ✓ arena           | ✓ Malla antiáfido   |
| ✓ Escuadra        |                     |
| ✓ plomada         |                     |

Fuente, propia de la investigación 2017

### 3.3.4 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA INVESTIGACION

- ❖ Aplanado y nivelado del terreno
- ❖ Se ha fijado la orientación del invernadero para la construcción
- ❖ Se ha marcado con hilo para el cavado de cimiento
- ❖ Se ha realizado la cimentación en el cavado
- ❖ Armado del encofrado para el sobre cimiento o ciclópeo
- ❖ Vaciado y delimitado con los hierros las distancias a un metro, para las estructuras de la cobertera.
- ❖ Se ha retirado las maderas después de los 3 días del vaciado
- ❖ Se ha realizado el empedrado y se lo dio un desnivel recomendado
- ❖ Vaciado del piso
- ❖ Se ha regado tarde, mañana el vaciado y el pircado los 3 primeros días
- ❖ Se ha construido una cobertera
- ❖ Construcción de un sistema de caballete de 1.60metros de alto y a una densidad de siembra de 40cm.
- ❖ Se ha instalado un cabezal de riego para la irrigación.

### 3.3.5 INSUMOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| ➤ Arena                                       | ➤ Alambre galvanizado            |
| ➤ Abono caprino                               | ➤ Razormin                       |
| ➤ Botellas descartables                       | ➤ Triple 20-20-20                |
| ➤ Tanque de H <sub>2</sub> O                  | ➤ Hidrogel (Acrilato de potasio) |
| ➤ Tijera                                      | ➤ Fertil mix                     |
| ➤ Cintas de riego con sus respectivos goteros |                                  |

### 3.3.6 LA ARENA

La arena fue utilizada para mezclar los sustratos uno y dos.

En el sustrato uno se utilizó 750 gramos de arena y 250 gramos de tierra vegetal de prosopis alba.

En el sustrato dos se utilizaron 800gramos de arena y 200gramos de estiércol caprino.

En la investigación se utilizó un total de 186000gramos de arena (Calderón 2011), define que la arena es una de las sustancias más utilizadas en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades .La arena mejora estructura del suelo pero aumenta al mismo. La arena utilizada no debe tener elementos nocivos tales como arcillas o plagas. La arena del rio es la mejor, debe ser limpia para ser utilizada en los sustratos. La arena utilizada en la construcción no es tan bueno porque lleva mucha arcilla y se compacta.

### 3.3.7 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| ❖ Bomba             | ❖ Venturi         |
| ❖ Higrómetro        | ❖ Balanza digital |
| ❖ PH metro en cinta | ❖ Vernier         |
| ❖ Termómetro        | ❖ Atomizador      |

### 3.3.8 MATERIAL DE GABINETE

- |               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| ✓ Escritorio  | ✓ Cuaderno de registro de datos |
| ✓ Computadora | ✓ Cámara fotográfica            |
| ✓ Calculadora | ✓ Bolígrafo                     |
| ✓ Tablero     | ✓ Cinta adhesiva                |
| ✓ Hojas boom  | ✓ Marcador                      |

### **3.4 METODOLOGÍA. -**

Para la presente investigación primero, se ha nivelado el terreno y se ha fijado la orientación Este- Oeste, utilizando la aplicación de una brújula digital, para el nivelado del terreno se hizo de forma manual, utilizando una pala, una picota, y una carretilla.

Para el armado y encofrado del ciclópeo, se utilizaron las herramientas, como ser un combo, un serrucho manual, balde, un martillo, y clavos para armar la madera. Durante el desencofrado del ciclópeo o retirado de las maderas se realizó mediante la utilización de un martillo.

Una vez terminado de desencofrar, se realizó el empedrado del piso con piedra tamaño manzana, para posteriormente nivelar las piedras. Se hizo con la ayuda de una regla de albañil, badilejo y un combo.

Una vez terminando de empedrar el piso, se realizó el vaciado del piso del micro invernadero, con una mezcla de 1:2:3. La pared del micro invernadero se elevó 80cm. de altura, con tres filas de ladrillo para darle una mayor resistencia al micro invernadero, para picar el ladrillo se utilizó una mezcla de 1:4.

Se construyó un micro invernadero túnel, con una dimensión de 6m de largo, 3 m. de ancho y 3metros de altura cenital.

La estructura del almacén se ha construido con hierro de 8 mm. Con una distancia en los laterales de arco a arco de hierro de 1metro de distancia Para una mejor resistencia a posibles fuertes vientos.

Pintado del hierro de 8mm. Se realizó con pintura anticorrosiva, mediante la ayuda de una brocha manual.

Por encima de los hierros se colocó el agrofilm y con la ayuda de una aguja se costuro. A los hierros de 8mm.en las ventanas se les coloco malla anti plaga.



### **3.4.1 ARMADO DE CUATRO CABALLETES**

Una vez que se ha terminado la infraestructura del micro invernadero, se inició el armado de cuatro caballetes de 2,10m. de largo y una altura de 1,60m

Las distancias de las maderas de 2pulgadas se pusieron a 40cm. Como las normas estándares de producción de frutilla.

Una vez que se ha terminado de armar los caballetes, se cortaron los descartables mediante la ayuda de una tijera, se recortaron de 10cm. de diámetro y una altura de 20cm.

La arena y el abono Prosopis alba y el abono caprino fueron esterilizados en un horno de cocina casera durante 30 minutos a una temperatura de 84-85°C

### **3.4.2 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO UNO**

Para la preparación del sustrato uno, se pesó en una bandeja con la ayuda de una balanza digital. Se pesó 750grs. de arena y 250grs. de abono de Prosopis alba. Luego se procedió a mezclar las mismas de forma homogénea

### **3.4.3 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO DOS**

Para la preparación del sustrato dos, se pesó en una bandeja con la ayuda de una balanza digital. Se pesó 800grs. de arena y 200grs. de abono caprino, luego se procedió a mezclar las mismas de forma homogénea.

Posteriormente se llenaron ambos descartables de 10 cm. de diámetro por 20cm.delargo, ya con sustrato desinfectado.

### **3.4.4 Siembra**

Para realizar la siembra de la frutilla de esta investigación, se utilizó variedad Albión y San Andreas, adquiridas de la empresa Trópica provenientes del departamento de Santa cruz.

### **3.4.5 Densidad de plantación:**

Sí la instalación es bajo riego tecnificado, la cinta tendrá que ir en medio de la cama y las plantas a un distanciamiento de 0.30m. de la cinta, (Carrazón, 2007)

Para esta investigación, la densidad de plantación se hizo de 40cm. de surco a surco y de 30cm. de planta a planta, para formar una densidad de plantación de 40cm, de surco a surco y 30cm. de planta a planta. Se colocaron envases descartables a 30cm. de distancia, de descartable a descartable, los envases descartables fueron sujetos por un alambre inoxidable de 2 pulgadas a las maderas.

### **3.4.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO Y TRASPLANTE DE PLANTINES**

A cada envase descartable se le instalo un sistema de riego por goteo, para acelerar el prendimiento. Una vez que se ha humedecido el sustrato, a capacidad de campo se realizó el trasplante de las frutillas con las densidades ya establecidas

La frecuencia y duración del volumen de riego por día, depende del sustrato, condiciones del cultivo y época del año. (Carrazón ,2007)

Para esta investigación, se construyo un sistema de cabezal preciso de riego, capaz de otorgar necesidades de agua y nutrientes a intervalos cortos y bajo volumen, un adecuado sistema de filtrado acorde a necesidades de flujo. A cada planta se instaló una cinta de riego con su respectivo gotero con capacidad de flujo de 0,5 -1lts/hora.

### **3.4.7 Presencia de enfermedades**

Se observó a simple vista la presencia de Verticillium y oídium.

Para la detección del oídium se observó en laboratorio de fitopatología. Posteriormente se hizo control con taspá 0,5ml/2litros de agua mediante un atomizador.

### 3.4.8 Calculo de riego Kr- Freman y Garzoli

$$K_r = (p+0,5(1-p))$$

#### Requerimiento de agua planta día

$$Rq.H_2O/planta/día = NRBdiario * DL * d/planta$$

$$Rq.H_2O/planta/día = 3,15mm * 0,4m * 0,3m$$

Requerimiento de agua en la fase inicial (Trasplante)

$$Rq.H_2O/planta/día = 0,378L./Planta/día$$

#### Frecuencia de riego en la fase inicial

$$Fr = L_n / RNRdiario$$

$$Fr = 6,1mm / 2,84mm/día = 2días$$

#### Requerimiento de riego en la fase de desarrollo del cultivo de la frutilla (inicio de floracion)

$$Rq.H_2O/planta/día = 0,41L. /Planta /día$$

#### Frecuencia de riego en la fase de desarrollo del cultivo de la frutilla (inicio de floración)

$$Fr = L_n / RNRdiario$$

$$Fr = 6,1mm / 3,09mm/día = 1,97 = 2días$$

#### Requerimiento de riego en el cultivo de la frutilla

$$Rq.H_2O/planta/día = 0,168L./Planta /día$$

#### Frecuencia de riego en el cultivo de la frutilla

$$Fr = L_n / RNRdiario$$

$$Fr = 6,1mm / 1,26mm/día = 4 días.$$

### 3.4.9 LA FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó según normas estándares de producción de frutilla, respetando los prospectos adjuntos de los fertilizantes.

La primera aplicación de fertilizantes se inició a partir de los 15 días después del trasplante de las frutillas. La dosis aplicada fue de una cucharilla de razormin para 10 litros de agua. Para que este posteriormente succione el venturizador y mediante la tubería madre hasta llegar a la cinta de riego.

Así posteriormente mediante el venturizador fueron aplicados los demás fertilizantes

Como nitrógeno, fósforo y potasio, se aplicó triple 20-20-20 con la ayuda de una cucharilla, un balde de diez litros, luego a través del Venturi se suministró hasta llegar a las plantas.

#### 3.4.10 Fertilizantes utilizados en la investigación:

Se utilizó fertilizantes: triple 20-20-20 y fértil mix

Fertilizante hidrosoluble triple 20-20-20

**Tabla 3- 1** Composición química de fertilizante quelatizado

Composición química		
elemento	abreviación	% en peso
nitrógeno total	N	20,00%
fosforo total	P2O5	20,00%
potasio total	K2O	20,00%
Boro	B	0,02%
Cobre	Cu	0,05%
Hierro	Fe	0,10%
manganeso	Mn	0,05%
molibdeno	Mo	0,00%
Zinc	Zn	0,05%

### 3.4.10.1 Fértil mix

El fértil mix es un fertilizante foliar con micro elemento quelatizados altamente solubles

**Tabla 3- 2** Composición química de fertilizante foliar

composición química		
Elemento	Abreviación	% en peso
Magnesio	MgO	9,00%
Manganeso	Mn	4,00%
Hierro	Fe	4,00%
Cobre	Cu	1,50%
Zinc	Zn	1,50%
Molibdeno	MO	0,10%
Boro	B	0,50%
Azufre	S	3,00%

La aplicación del fértil mix se hizo con la ayuda de una cucharilla en un balde 10litros para posteriormente suministrar por el venturizador.

Posteriormente se lo aplico acrilato de potasio directamente a las plantas con una ayuda de una cucharilla. Cabe rescatar que el acrilato de potasio absorbe 500 veces su peso en agua. Si hay sequia se puede colocar el agua solidificada allí donde se necesite y no necesita regar la planta, ya que la humedad puede durar meses en algunos casos. Aquaradix, (2014)

Mediante el sistema Venturi se los aplico todos los restantes fertilizantes a excepto del acrilato de potasio que se colocó a cada una de las plantas.

### 3.4.11 FLORACIÓN

En esta investigación la primera flor apareció a los veinte y un días después del trasplante. La flor de la frutilla es simétrica actinomorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta.

### **3.4.12 Numero de infrutescencia por planta**

El número de infrutescencia, se registró una vez que los frutos hayan llegado a la madurez comercial.

### **3.4.13 Peso del fruto**

Los frutos se pesaron con la ayuda de una balanza digital de precisión en el momento de la cosecha de las frutillas.

### **3.4.14 Determinación del calibre mediante el vernier**

La de determinación del calibre ecuatorial de los frutos se hizo con el instrumento de precisión vernier.

### **3.4.15 Cosecha**

La cosecha de los frutos se hizo de forma manual en unas bandejas descartables, posteriormente se hizo una proyección a Ton/ hectárea.

## **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL:**

Se trabajó con bloques completamente al azar con arreglo bi factorial ( $2 * 2$ ) con 4 tratamientos, 3 repeticiones y 12 unidades experimentales

### **3.5.1 FACTORES EN ESTUDIO**

#### **Variedades**

V1= Albión

V2= San Andreas

#### **Sustratos**

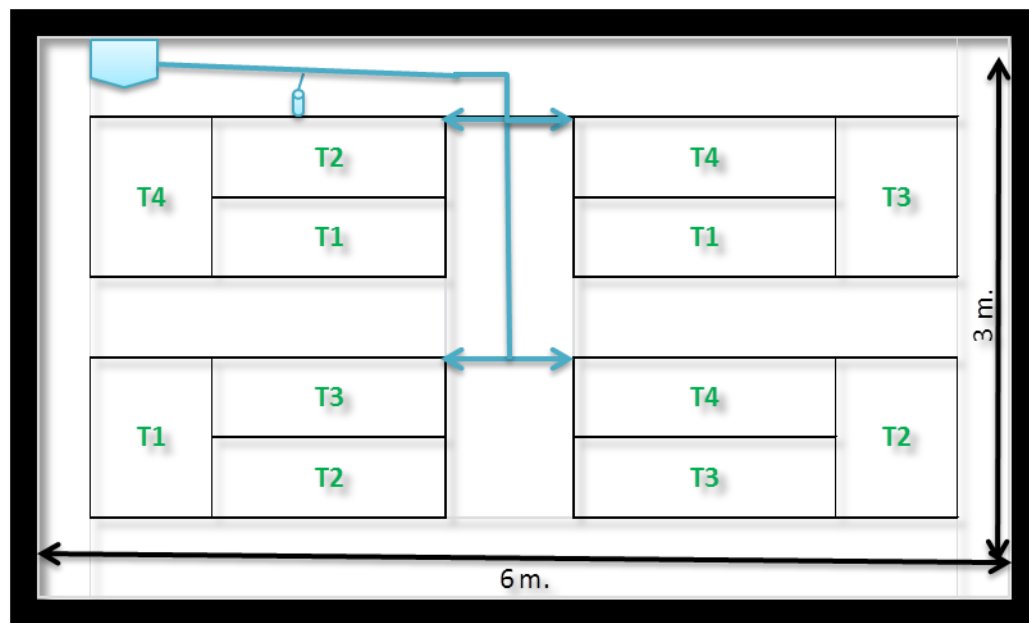
S1= Arena 750gramos más 250gramos de Prosopis Alba

S2= Arena 800 gramos más 200gramos de estiércol caprino

**Tratamientos :** T1= V1 S1; T2 = V1 S2; T3 = V2 S1; T4 = V2 S2

### 3.5.2 DISEÑO DE CAMPO BAJO INVERNADERO

Figura 3- 1 diseño de campo bajo invernadero



### 3.5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.5.3.1 ESTABLECIMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Se establecieron 4 caballetes, cada caballete con 3 bloques, 4 tratamientos 3 réplicas, 12 unidades experimentales, en cada unidad experimental 20 plantas por parcela.

#### 3.5.3.2 Construcción de los caballetes

Se realizó la construcción de los 4 caballetes con dimensiones de 2,10 metros de largo por 1,60 metros de alto, las cuales estaban compuestas de cuatro escalones para la colocación de los envases descartables.

#### 3.5.3.3 Llenado de los envases descartables

Se llevó a cabo el llenado de los envases descartables con tierra vegetal de prosopis, alba y arena. Además del estiércol caprino de acuerdo al tratamiento desarrollado.

#### **3.5.3.4 Dosificación de arena y sustrato**

A cada uno de los envases descartables se les aplicó la dosis específica según el tratamiento a evaluar.

#### **3.5.3.5 Colocación de las macetas descartables**

Se colocaron las macetas descartables sobre cada uno de los escalones de los caballetes con una distancia de 0.30 cm entre planta y 0.40 cm entre surco

#### **3.5.3.6 Trasplante**

- a) Previo al trasplante se realizó la esterilización del sustrato por termo desinfección en una cocina a 84-85 °C durante 30 minutos
- b) El Trasplante de los estolones se hizo en las macetas descartables, en horas de la tarde trasplantado un estolón por cada maceta descartable.

#### **3.5.3.7 Riego**

El sistema de riego implementado fue por goteo, los primeros 15 días se hizo con pura agua, después del día 15 del trasplante, el riego se realizó con un intervalo de cuatro días, posteriormente se hizo a cada tres días, hasta el momento de la floración y a partir de la floración se llevó a cabo con un intervalo de dos días, tomando lecturas de la temperatura ambiente dentro del invernadero, la toma de la temperatura sirvió para determinar la frecuencia de riego para evitar estrés en las plantas, la frecuencia de riego se aumentó cuando la temperatura del micro-invernadero sobrepasó los 27 °C



### **3.5.3.8 Podas**

La poda se llevó a cabo cada quince días, después de la primera cosecha se realizaron 2 podas. Esta práctica consistió en la eliminación de hojas viejas, hojas dañadas, enfermas y algunos brotes o hijuelos, evitando así la producción de demasiada biomasa y mejor producción de flores y frutos. La frecuencia de las podas se realizó con intervalos de 13 días entre cada una a partir de los 45 días después del trasplante.

### **3.5.3.9 Manejo fitosanitario**

Se llevó a cabo mediante un programa fitosanitario, considerando aplicaciones preventivas. Durante la mayor parte del ciclo del cultivo no se observó incidencia de plagas ni enfermedades, se realizó 1 sola aplicación de insecticida la primera a los 21 días del trasplante.

### **3.5.3.10 Monitoreo de producción**

Esta actividad se hizo desde la primera cosecha, 45 días después del trasplante en cada unidad experimental, se realizó por medio del monitoreo del porcentaje de coloración rojiza de los frutos.

### **3.5.3.11 Cosecha**

La cosecha de los frutos se realizó al llegar los mismos a su madurez. La madurez se determinó al momento que los frutos presentaban una coloración rojiza en un 75% y se consiguió a los 45 días después del trasplante, luego se realizó el pesado de los frutos que se obtenían de la parcela.

### 3.5.4 VARIABLES EVALUADAS

- a) **Nro. Infrutescencia /Planta.-** Para este parámetro se ha realizado el conteo de forma manual, al momento de recoger las primeras frutillas de cada tratamiento.
- b) **Calibre de los frutos.-** Para esta variable se ha realizado la medición diámetro ecuatorial mediante la ayuda de un vernier
- c) **Peso del fruto.-** Para esta variable se ha pesado en gramos, cada fruto por planta, mediante la balanza digital de precisión en el momento de la cosecha de la frutilla.
- d) **Rendimiento.-** Para esta variable, se ha determinado por tratamiento, en el momento de la cosecha de la frutilla. Luego se hizo una proyección a toneladas por hectárea.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EVALUADAS

#### 4.1.1 Número de Infrutescencias por Planta

El número de infrutescencias demuestra la vigorosidad de la planta, esta cualidad está ligada directamente a las características propias de la variedad en cuestión, que inmediatamente proporciona una idea sobre el rendimiento del cultivo.

**Tabla 4- 1** Datos recogidos en campo del Número de infrutescencias por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 S1)	9	7	11	27	9
T2 (V1 S2)	7	6	7	20	6,66
T3 (V2 S1)	10	8	6	24	8
T4 (V2 S2)	4	5	5	14	4.66
SUMA	30	26	29	85	7

En la tabla 4-1 se presenta el número de infrutescencias en cada planta, observándose promedios por unidad experimental de hasta once frutos y una media general en el estudio de siete frutos por planta. En los tratamientos los promedios varían de cinco frutos (Tratamiento 4) a 9 frutos (Tratamiento 1), mientras que los tratamientos 2 y 3 se hallan con promedios intermedios, con siete y ocho frutos respectivamente.

#### 4.1.1.1 Número de infrutescencias en las Variedades y los Sustratos

Las variedades poseen características agronómicas diferentes unas de las otras y su desarrollo varía en función a una serie de factores, uno de ellos es el tipo de sustrato, para conocer la magnitud de estas diferencias es menester realizar un análisis de manera aislada.

**Tabla 4- 2** Número de infrutescencias por planta en las variedades y los sustratos

	<b>S1 (Arena 75% + Tierra vegetal 25%)</b>	<b>S2 (Arena 80% + Estiércol caprino 20%)</b>	<b>Σ</b>	<b>MEDIA</b>
<b>Albi3n</b>	27	20	<b>47</b>	<b>7,83</b>
<b>San Andreas</b>	24	14	<b>38</b>	<b>6,33</b>
<b>Σ</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>85</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>8,50</b>	<b>5,67</b>		

Presentados en la tabla 4- 2el promedio de infrutescencias en la variedad Albi3n es de 7,83 frutos, en tanto que en la variedad San Andreas este n3mero se reduce en 1,50 frutos por planta. En los tipos de sustratos la diferencia es m3s acentuada que en las variedades, porque en el sustrato 1 se logr3 8,50 frutos promedio por planta, mientras que el sustrato 2 tan solo 5,67 frutos.

#### 4.1.1.2 An3lisis de Varianza del n3mero de infrutescencia por planta

**Tabla 4- 3** An3lisis de Varianza del N3mero de infrutescencias por planta

<b>FUENTES DE VARIACI3N</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F tabulada</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	31,58	10,53	<b>4,16<sup>NS</sup></b>	<b>4,76</b>	<b>9,78</b>
<b>BLOQUES</b>	2	2,17	1,08	<b>0,43<sup>NS</sup></b>	<b>5,14</b>	<b>10,9</b>
<b>ERROR</b>	6	15,17	2,53			
<b>FAC. VARIEDAD (V)</b>	1	6,75	6,75	<b>2,67<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>FAC. SUSTRATO (S)</b>	1	24,08	24,08	<b>9,53*</b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>INTERACCION V/S</b>	1	0,75	0,75	<b>0,30<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>TOTAL</b>	11	48,92	.....	.....	.....	.....

\* = Diferencias al 5% de probabilidad de error  
<sup>NS</sup> = Sin diferencias significativas

#### 4.1.1.3 El Análisis de Varianza.

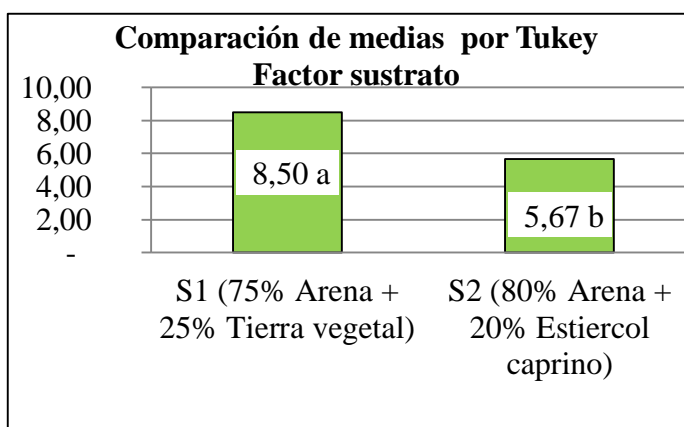
Exhibido en la tabla 4-3, muestra que las diferencias no son significativas entre los tratamientos, como también en los bloques y las variedades; sin embargo, las diferencias entre los tipos de sustratos son significativas al 5% de probabilidad de error. Se puede evidenciar que no existe interacción considerable entre los factores, por lo que se concluye que los efectos de los factores se producen de manera independiente sobre el número de infrutescencias por planta. Según el INIA (2013), dentro las variedades de día neutro, se destacan los cultivares ‘San Andreas’, ‘Albión’, ‘Monterey’ y ‘Aromas’. Es probable que a razón de lo enunciado, las diferencias estadísticas entre las variedades sean despreciables.

#### 4.1.1.4 Comparación de medias por Tukey factor sustrato

Observando los resultados del Análisis de Varianza se verifica que no existe la necesidad de ejecutar una prueba de comparación de medias, a excepción del factor Tipo de sustrato.

**Figura 4- 1** Promedios seguidos de letras idénticas no poseen diferencias al 5% de probabilidad, según Tukey al 5%

**TUKEY = 2,25**



Como se refleja en la Figura 4-1, el mejor sustrato es el compuesto por un 75% de arena (p/p) y un 25% de tierra vegetal de *Prosopis alba* (S1), en tanto que el sustrato compuesto por un 80% de arena y 20% de estiércol caprino (S2), posee un promedio de infrutescencias inferior estadísticamente al S1.

#### 4.1.2 Calibre de los frutos

Con un instrumento de medición de buena precisión (vernier) se midió el calibre de los frutos, datos que describen el tamaño de los mismos, esta evaluación fue realizada cuando los frutos alcanzaron la coloración señalada por el INIA (2013).

**Tabla 4- 4** Datos recogidos en campo del Calibre de los frutos

TRATAMIENTO S	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 S1)	15,50	17,10	17,70	<b>50,3</b>	<b>16,77</b>
T2 (V1 S2)	15,20	16,30	16,50	<b>48</b>	<b>16,00</b>
T3 (V2 S1)	18,50	15,10	21,30	<b>54,9</b>	<b>18,30</b>
T4 (V2 S2)	15,80	15,50	15,70	<b>47</b>	<b>15,67</b>
<b>SUMA</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>71,2</b>	<b>200,2</b>	<b>16,68</b>

Como se detalla en la tabla 4-4, el promedio general es de 16,68mm; en tanto que los promedios en las unidades experimentales no superan los 21,30mm, ni tampoco caen por debajo de los 15,1mm. Los tratamientos poseen promedios que superan los 15mm, teniendo al T3 con 18,3mm siendo este el promedio más elevado.

Los resultados en la presente investigación, se encuentran muy por debajo a los hallados por Ibadango (2017), el mismo que encontró diámetros ecuatoriales de entre 2,91 a 2,94mm, utilizando las variedades Albión, Monterrey y San Andreas en un sistema hidropónico vertical.

#### 4.1.2.1 Calibre de los frutos en las Variedades y los Sustratos

**Tabla 4- 5** Calibre de los frutos en las variedades y los sustratos

	<b>S1 (Arena 75% + Tierra vegetal 25%)</b>	<b>S2 (Arena 80% + Estiércol caprino 20%)</b>	$\Sigma$	<b>MEDIA</b>
<b>Albi3n</b>	50,3	48	<b>98,3</b>	<b>16,38</b>
<b>San Andreas</b>	54,9	47	<b>101,9</b>	<b>16,98</b>
$\Sigma$	<b>105,2</b>	<b>95</b>	<b>200,2</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>17,53</b>	<b>15,83</b>		

Presentados en la tabla 4-5, las variedades poseen calibre de frutos muy cercanos, la variedad Albi3n con 16,38mm y la variedad San Andreas con una ligera superioridad (0,60mm). En el caso de los Sustratos, la diferencia entre los mismos es m1s acentuada, porque en el sustrato 1 se hall3 calibre de frutos de 17,53mm y 15,83mm en el sustrato 2.

Ibadango, (2017) utilizando la variedad Albi3n encontr3 un promedio de 2,84mm, y con la variedad San Andreas 2,74mm de di1metro, resultados que se muestran muy por encima a los encontrados en esta investigaci3n.



#### 4.1.2.2 Análisis de Varianza del calibre de los frutos

**Tabla 4- 6** Análisis de Varianza del Calibre de los Frutos

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	12,36	4,12	<b>1,62<sup>NS</sup></b>	<b>4,76</b>	<b>9,78</b>
<b>BLOQUES</b>	2	7,61	3,80	<b>1,49<sup>NS</sup></b>	<b>5,14</b>	<b>10,9</b>
<b>ERROR</b>	6	15,29	2,55	.....	.....	.....
<b>FAC. VARIEDAD (V)</b>	1	1,08	1,08	<b>0,42<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>FAC. SUSTRATO (S)</b>	1	8,67	8,67	<b>3,40<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>INTERACCION V/S</b>	1	2,61	2,61	<b>1,03<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>TOTAL</b>	11	35,26	.....	.....	.....	.....

<sup>NS</sup> = Sin diferencias significativas

Mediante el Análisis de Varianza mostrado en la tabla 4-6, se evidencia que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos al 5% y 1% de probabilidad de error, de igual forma en los bloques, el factor variedad y el factor tipos de sustratos; la interacción entre los dos factores es despreciable, comprendiéndose de esta manera que cada factor actúa de manera aislada.

Observando los resultados del ANOVA, se descarta la comparación de los promedios mediante Tukey, considerándose que todos los tratamientos están ubicados en una sola categoría de significación.

#### 4.1.2.3 Clasificación por categoría de los frutos

**Tabla 4- 7** Clasificación por categorías de los frutos en porcentajes. Ibarra, 2007

TRATAMIENTOS	CATEGORÍAS			
	Extragrande $\varnothing > 3,2\text{mm}$	Grande $\varnothing 2,6-3,1\text{mm}$	Mediano $\varnothing 2,0-2,6\text{mm}$	Pequeño $\varnothing 1,6-1,9\text{mm}$
<b>T1 (V1 S1)</b>	0	1,5	12,3	86,2
<b>T2 (V1 S2)</b>	0	2,9	17,1	80,0
<b>T3 (V2 S1)</b>	0	5,6	14,1	80,3
<b>T4 (V2 S2)</b>	0	0,7	6,5	92,8

En la tabla 4-7, se presenta la clasificación de frutos por categorías, observándose que ninguno de los tratamientos mostro frutos dentro la categoría extra grande; en tanto que en la categoría grande se observó al tratamiento 3 con el 5,9% de frutos como el más alto porcentaje y 0,7% en el T4, siendo este el porcentaje más bajo en esta categoría; dentro de la clasificación Mediano, se resalta el T2 con un 17,1%, y ubicado con el porcentaje más bajo nuevamente el T4. Prácticamente en todos los tratamientos el 80% o más de los frutos fueron clasificados dentro la categoría Pequeño, teniendo al T4 con un 92,8% como el tratamiento con los frutos más pequeños en el presente estudio.

### 4.1.3 Peso del fruto

El cultivo de la frutilla ofrece pesos de frutos relativamente bajos, como una característica propia del conjunto de cultivos denominados *berries*, con pesos evaluados en gramos.

**Tabla 4- 8** Datos recogidos en campo del Peso del fruto en gramos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 S1)	11,56	14,43	13,36	<b>39,35</b>	<b>13,12</b>
T2 (V1 S2)	11,55	11,80	12,14	<b>35,49</b>	<b>11,83</b>
T3 (V2 S1)	14,50	12,88	15,33	<b>42,71</b>	<b>14,24</b>
T4 (V2 S2)	13,75	11,10	11,97	<b>36,82</b>	<b>12,27</b>
<b>SUMA</b>	<b>51,36</b>	<b>50,20</b>	<b>52,81</b>	<b>154,37</b>	<b>12,86</b>

Visible en la tabla 4-8 el promedio general del peso de frutos es de 12,86g, alcanzando un máximo de 15,33g en la réplica 3 del tratamientos 3. Los promedios de los tratamientos en forma ascendente van de 11,83g en el tratamiento 2, 12,27g en el tratamiento 4, 13,12g en el tratamiento 1 y el promedio más elevado en el tratamiento 3 con 14,24g.

Los resultados encontrados se manifiestan superiores a los de Ibadango (2017), el mismo que logró promedios bordeando los 12mm, utilizando un sistema hidropónico vertical.

#### 4.1.3.1 Peso del fruto en las Variedades y los Sustratos

El desenvolvimiento de las variedades utilizadas, aun no son muy conocidas en un cultivo semihidropónico, en sistema de caballetes. De igual forma el uso de tierra vegetal procedente de la especie *Prosopis alba*, sin embargo, en el siguiente cuadro se muestran los resultados del presente experimento.

**Tabla 4- 9** Peso del fruto en las variedades y los sustratos

	<b>S1 (Arena 75% + Tierra vegetal 25%)</b>	<b>S2 (Arena 80% + Estiércol caprino 20%)</b>	<b>Σ</b>	<b>MEDIA</b>
<b>Albi3n</b>	39,35	35,49	<b>74,84</b>	<b>12,47</b>
<b>San Andreas</b>	42,71	36,82	<b>79,53</b>	<b>13,26</b>
<b>Σ</b>	<b>82,06</b>	<b>72,32</b>	<b>154,37</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>13,68</b>	<b>12,05</b>		

Como se expone en la tabla 4-9, los promedios en las variedades respecto al peso de los frutos son similares, con 12,47gr. para la variedad Albi3n y ligeramente superior la variedad San Andreas con 13,26gr. En el caso de los sustratos, de manera semejante que en las variedades la diferencia entre los dos tipos de sustratos fue cercano a 1gr., con 13,68gr. para el sustrato 1 (75% arena, 25% tierra vegetal) y 12,05gr. para el sustrato 2 (80% arena, 20% estiércol caprino).

Respecto a la var. Albi3n, EUROSEMILLAS (2017), menciona que su principal característica es su excepcional calidad de fruta, tanto por tama3o (32gr. por fruta) como por sabor y firmeza; de similar manera San Andreas es muy parecida a Albi3n en cuanto a calidad de fruta. Los resultados encontrados se muestran muy por debajo de los 32 gr./fruta.

El peso de los frutos est3 directamente ligado al di3metro ecuatorial de los frutos, sin embargo, existen ejemplares de frutas que varían en su densidad, por lo que existe los resultados hallados discrepan con los de Ibadango (2017). Las diferencias entre un sistema de producci3n u otro, inciden en la calidad de los fruto.

#### 4.1.3.2 Análisis de Varianza del peso del fruto

**Tabla 4- 10** Análisis de Varianza del Peso del fruto

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	10,08	3,36	<b>1,95<sup>NS</sup></b>	<b>4,76</b>	<b>9,78</b>
<b>BLOQUES</b>	2	0,85	0,43	<b>0,25<sup>NS</sup></b>	<b>5,14</b>	<b>10,9</b>
<b>ERROR</b>	6	10,32	1,72	.....	....	.....
<b>FAC. VARIEDAD (V)</b>	1	1,83	1,83	<b>1,07<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>FAC. SUSTRATO (S)</b>	1	7,91	7,91	<b>4,60<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>INTERACCION V/S</b>	1	0,34	0,34	<b>0,20<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>TOTAL</b>	11	21,25	-----	-----	.....	.....

Los datos respecto al peso de frutos sometidos a un Análisis de Varianza se mostraron muy semejantes a los datos del número de frutos y el calibre de los mismos (Tabla 4-10), debido a que no evidenció diferencias significativas en los tratamientos, tampoco en los bloques, ni en los factores variedad y tipos de sustratos, y la interacción entre estos dos factores es nula.

Se hace inútil una prueba de comparación de medias, porque no se halló diferencias estadísticas en los tratamientos, las variedades y los tipos de sustratos; por lo tanto se puede suponer que los promedios de los tratamientos y los factores en estudio se encuentran en un mismo rango de significación.

#### 4.1.4 Rendimiento

La manifestación más clara de la productividad de un cultivo es el Rendimiento del mismo, considerándose la variable de respuesta más importante del presente trabajo de investigación, por lo que se ofrece un estudio minucioso respecto a esta variable. En el presente trabajo simplemente se consideró un cuarto de año (3 meses) de plena producción.

##### 4.1.4.1 Rendimiento gramos por planta

**Tabla 4- 11** Datos del Rendimiento en gramos/planta

TRATAMIENTO S	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1 S1)</b>	104	101	147	<b>352,00</b>	<b>117,33</b>
<b>T2 (V1 S2)</b>	81	71	85	<b>237,00</b>	<b>79,00</b>
<b>T3 (V2 S1)</b>	145	103	92	<b>340,00</b>	<b>113,33</b>
<b>T4 (V2 S2)</b>	55	55,5	60	<b>170,50</b>	<b>56,83</b>
<b>SUMA</b>	<b>385,00</b>	<b>330,50</b>	<b>384,00</b>	<b>1099,5</b>	<b>91,63</b>

En la tabla 4-11, se muestran rendimientos promedios de hasta 104gr./planta, esto en el Tratamiento 1, en el tercer bloque, sin embargo, en el otro extremo el T4 del primer bloque alcanzando simplemente 55 gr./planta. En los promedios de los tratamientos, el T1 destacó más que los demás con 117gr./planta, con un promedio similar el T3 (113,33gr./planta), mientras que los otros dos tratamientos no superaron los 80gr., con 79,00gr. y 56,83gr./planta en el Tratamiento 2 y 4 respectivamente. El promedio general fue de 91,63gr./ planta.

#### 4.1.4.2 Rendimiento gr./planta en las Variedades y los Sustratos

**Tabla 4- 12** Rendimiento en las variedades y los sustratos en gr./planta

	<b>S1 (Arena 75% + Tierra vegetal 25%)</b>	<b>S2 (Arena 80% + Estiércol caprino 20%)</b>	$\Sigma$	<b>MEDIA</b>
<b>Albi3n</b>	352,00	237,00	<b>589,00</b>	<b>98,17</b>
<b>San Andreas</b>	340,00	170,50	<b>510,50</b>	<b>85,08</b>
$\Sigma$	<b>692,00</b>	<b>407,50</b>	<b>1099.50</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>115,33</b>	<b>67,92</b>		

Como se refleja en la tabla 4-12, las variedades mostraron un rendimiento similar, con 98,17 gr./planta en la variedad Albi3n y reducido en casi 14gr. la variedad San Andreas con solo 85, gr./planta. La diferencia entre los tipos de sustratos es m3s acentuada que en las variedades, porque en el sustrato 1 se pudo evidenciar un rendimiento promedio de 115,33gr./planta, reduci3ndose este promedio en casi 48gr. en el sustrato 2, con tan solo 67,92gr./planta.

La tierra vegetal ofrece un porcentaje de materia org3nica muy bien descompuesta junto con los microorganismos, los mismos que propician un buen desarrollo de las ra3ces, concordando con Primavesi (s.f.) quien menciona que las plantas no solo requieren 15 o 16 elementos, sino que podr3an necesitar hasta 45 elementos minerales para una adecuada nutrici3n.

#### 4.1.4.3 Análisis de Varianza del Rendimiento en gr./planta

**Tabla 4- 13** Análisis de Varianza del Rendimiento (gr./planta)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	3,01	1,00	<b>5,96*</b>	<b>4,76</b>	<b>9,78</b>
<b>BLOQUES</b>	2	0,19	0,10	<b>0,58<sup>NS</sup></b>	<b>5,14</b>	<b>10,9</b>
<b>ERROR</b>	6	1,01	0,17	.....	....	.....
<b>FAC. VARIEDAD (V)</b>	1	0,20	0,20	<b>1,21<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>FAC. SUSTRATO (S)</b>	1	2,71	2,71	<b>16,09**</b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>INTERACCION V/S</b>	1	0,10	0,10	<b>0,58<sup>NS</sup></b>	<b>5,99</b>	<b>13,7</b>
<b>TOTAL</b>	11	4,21	-----	-----	....	....

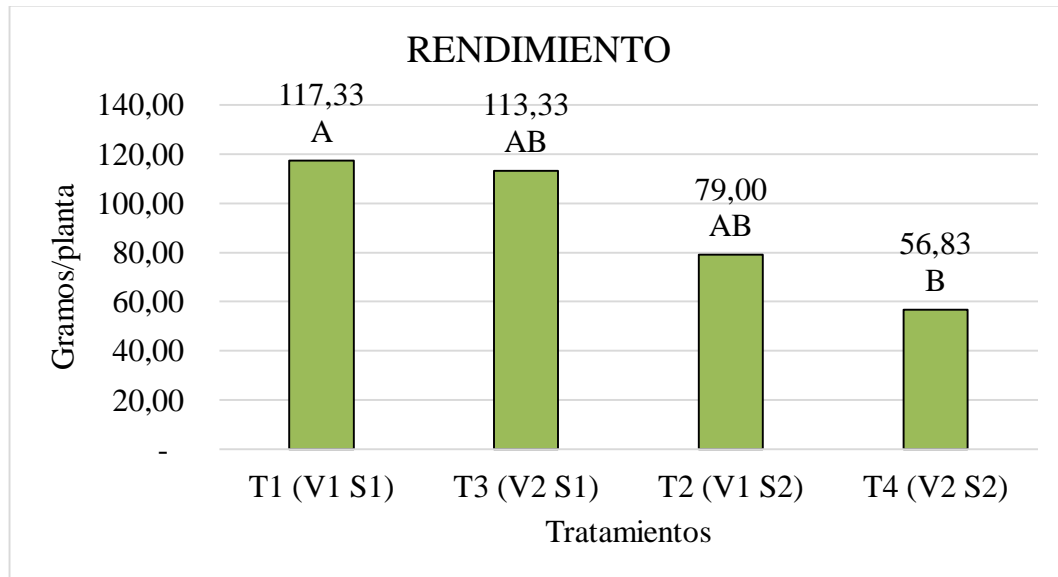
Respecto al Rendimiento se pudo vislumbrar que los resultados del Análisis de Varianza de la tabla 4-13, no son similares a los resultados encontrados respecto a las anteriores variables de respuesta, porque los tratamientos manifiestan diferencias significativas al 5% de probabilidad de error, de igual modo en el factor Tipo de sustratos, encontrándose diferencias tanto 5% como al 1% de probabilidad de error; mientras que las diferencias entre los bloques no tienen significancia, del mismo modo en las variedades y la interacción entre los factores es mínima, no considerable desde el punto de vista estadístico.



#### 4.1.4.4 Comparación de medias del Rendimiento (gr./planta)

**Figura 4- 2** Prueba de Tukey al 5% para el Rendimiento (gr./planta). Promedios con letras iguales, no difieren entre ellos según Tukey

**TUKEY (5%) = 1,16**

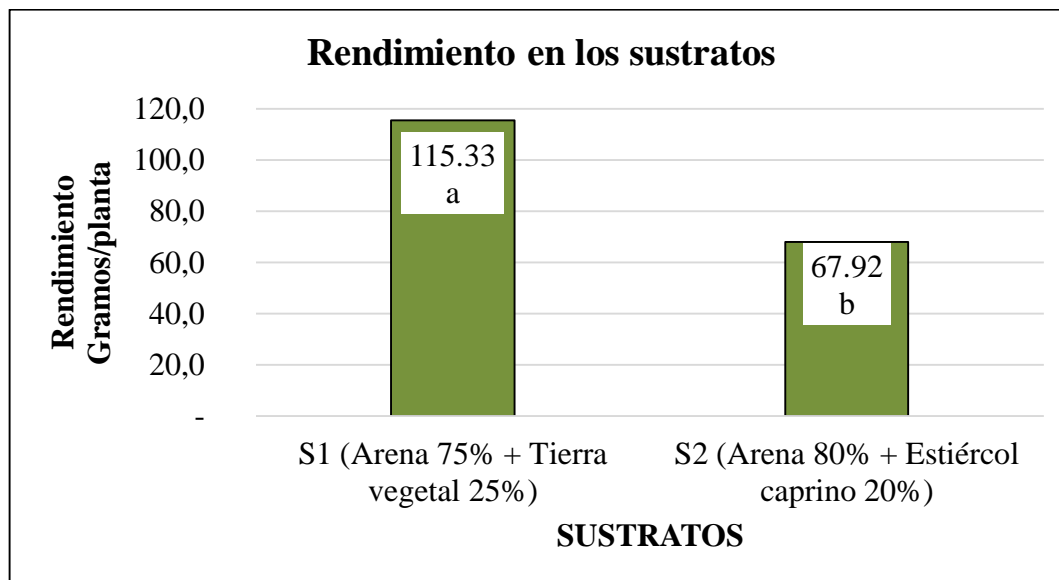


Mediante la Prueba de Tukey (Figura 4-2), se define que los tratamientos 1, 3 y 2 son los mejores, establecidos en el rango de significancia "A", por otra parte los tratamientos 3, 2 y 4 se encuentran en el rango de significación "B". No obstante, se puede ver claramente que el mejor tratamiento es el T1 y el de los más bajos rendimientos el T4, divididos según Tukey en dos rangos diferentes.

**Figura 4- 3** Prueba de Tukey al 5% para el Rendimiento en los Sustratos (gr./planta).

Promedios con letras iguales, no difieren entre ellos según Tukey

**TUKEY (5%) = 0,58**



Los sustratos utilizados mostraron diferencias estadísticas acentuadas y mediante Tukey se subdividió en dos rangos de significación muy definidos (Figura 4-3), el Sustrato 1 compuesto por un 75% de arena y 25% de Tierra vegetal, demostró mejores rendimientos que el Sustrato 2 compuesto por un 80% de arena y 20% de Estiércol caprino. Por otro lado, se puede evidenciar que los Rendimientos ofrecidos por el Sustrato 1 son superiores al Sustrato 2, indistintamente a la variedad cultivada.

#### 4.1.4.5 Rendimiento por hectárea

Se realizó una estimación del Rendimiento en Toneladas por Hectárea, para el ciclo de un año, datos estimados simplemente con fines comparativos, considerando que el sistema utilizado albergó más plantas por unidad de superficie, alcanzando las 142 mil plantas por hectárea.

**Tabla 4- 14** Datos del Rendimiento en Tn/Ha/Año

TRATAMIENTOS	BLOQUES			MEDIA
	I	II	III	
<b>T1 (V1 S1)</b>	59,16	57,46	83,63	<b>66,75</b>
<b>T2 (V1 S2)</b>	46,00	40,28	48,36	<b>44,88</b>
<b>T3 (V2 S1)</b>	82,49	58,60	52,34	<b>64,47</b>
<b>T4 (V2 S2)</b>	31,29	31,57	34,05	<b>32,31</b>

En el Cuadro 4-14, se observan los rendimientos en cada uno de los tratamientos expresado en Tn/Ha por el ciclo de un año, en donde se muestran valores sobrepasando las 80 Tn/Ha en el T1 (Bloque 3) y el T3 (Bloque 1). En los promedios de los tratamientos, destacan los tratamientos 1 y 3 con 66,75 y 64,47 Tn/Ha respectivamente; el tratamiento menos convincente es el Tratamiento 4 con solo 32,31 Tn/Ha.

Rosero (2011), en su investigación demostró que en un cultivo convencional echando mano de un fungicida biológico (*Trichoderma harzanium*), se puede lograr rendimientos más prometedores o igual que los hallados en la presente investigación; esto desvirtúa el hipotético aumento del rendimiento en un cultivo semihidropónico en sistema de caballetes, sin embargo, existen múltiples factores que en la presente investigación se pasaron de largo.

A todo esto, como lo mencionan Furlani y Fernandez (2004) que, si bien la producción de frutos en un sistema convencional fue mayor que en los sistemas hidropónicos utilizados, es evidente que existe un mejor aprovechamiento interno del ambiente protegido, con reflejos positivos en el rendimiento por área y una mayor facilidad en el manejo del cultivo, incluyendo las operaciones de trasplante, limpieza de plantas, cosecha de frutos y las operaciones de poda.

#### 4.1.4.6 Rendimiento Toneladas por Hectárea en las Variedades y los Sustratos

**Tabla 4- 15** Rendimiento en las variedades y los sustratos en Tn/Ha/Año

	<b>S1 (Arena 75% + Tierra vegetal 25%)</b>	<b>S2 (Arena 80% + Estiércol caprino 20%)</b>	<b>MEDIA</b>
<b>Albi3n</b>	66,75	44,88	<b>55,81</b>
<b>San Andreas</b>	64,47	32,31	<b>48,39</b>
<b>MEDIA</b>	<b>65,61</b>	<b>38,59</b>	

La variedad Albi3n con 55,81 Tn/Ha es m3s productivo que la variedad San Andreas con solo 48,39 Tn/Ha; en el caso de los sustratos, se observa que los que se usaron se encuentran ampliamente distanciados, con 65,61 Tn/Ha con el Sustrato 1 y con solo 38,59 Tn/Ha con el Sustrato 2 (Tabla 4-15).

BOLIVIA RURAL (2015), reporta que en Bolivia (Comarapa) se tiene rendimientos medios de 24 toneladas por hect3rea, esto en una producci3n convencional. El promedio obtenido en la variedad Albi3n se muestra superior al obtenido por Rosero (2011), quien utiliz3 la variedad Chadler. Por otro lado, la variedad San Andreas se mostr3 inferior a este.

No se realiz3 un An3lisis de Varianza para el rendimiento por hect3rea, puesto que los datos no fueron recolectados en campo, sino simplemente estimados en funci3n al rendimiento por planta.

## **CAPÍTULO V**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos planteados, se concluye que:

- La variedad Albión demuestra un mejor comportamiento en el cultivo semi-hidroponico en el sistema de caballetes, superando a la variedad San Andreas en el rendimiento en más de 12 gr./planta; sin embargo, sin diferencias estadísticas entre las mismas.
- Se muestran un mejor calibre de frutos (frutos de mejor calidad) en la variedad San Andreas (16,98mm), inferior a esta la variedad Albión con 16,38mm; aunque estadísticamente son iguales entre ellas.
- Los rendimientos logrados en el sustrato 1 (75% arena + 25% tierra vegetal), se muestran por demás superiores a los del sustrato 2 (80% arena + 20% estiércol caprino), con diferencias significativas entre ellas.
- Los frutos muestran una mejor calidad en el sustrato 1 (75% arena + 25% tierra vegetal) con un promedio en el calibre de frutos de 17,53mm, mientras que en el sustrato 2 (80% arena + 20% estiércol caprino), esto se ve reducido a 15,83mm.
- No existe interacción entre los factores, ejerciendo influencias independientes sobre el número de infrutescencias, el calibre de los frutos, el peso promedio de los frutos y por ende el rendimiento.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomiendan utilizar ambas variedades (Var. Albión y Var. San Andreas), ya que con ambas se lograran rendimientos similares, en el sistema de producción empleado.
- Se recomienda el sustrato 1 (75% arena + 25% tierra vegetal), porque ofrece una mejor respuesta que el sustrato 2 (80% arena + 20% estiércol caprino), en cuanto al rendimiento, en este cultivo semi-hidroponico en sistema de caballetes.
- Se recomienda continuar con más investigaciones, con diferentes tipos de sustratos y la misma densidad de siembra, porque existen múltiples factores que se deben tomar en cuenta en un sistema de producción como el utilizado en el presente estudio.
- Se recomienda tomar en cuenta las características físicas y químicas de los soportes utilizados, tales como la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de retención de humedad, etc.
- Se recomienda realizar una desinfección más efectiva que la termo desinfección utilizada en esta investigación para evitarse la aparición de enfermedades radiculares.