

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN  
VERTICAL DE TRES VARIEDADES DE FRUTILLA  
(*Fragaria sp.*)**

**YENNY ROSARIO ALANDIA GERÓNIMO**

LA PAZ – BOLIVIA  
2005

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico especialmente a mi mamita Hilda, por todo el esfuerzo que ha hecho para sacarme adelante y poder llegar hasta donde estoy, gracias por ese apoyo incondicional, por que sin tu sacrificio no seria nada y por ese amor que siempre me diste, aunque ella no este con nosotras le agradezco por confiar en mi y darme su amor a mi abuelita Juana que me cuida desde el cielo.

También a mi esposo Nelson por su apoyo que me brindo para terminar este trabajo, te Amo y gracias.

Los ama: Yenny Rosario

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a mi tutor Ing. Ángel Zapata Siles, por sus consejos acertados los cuales contribuyeron para la ejecución de este trabajo y finalización.

A mi Asesor Ing. M. Sc. Yakov Arteaga por su apoyo incondicional, la paciencia que tuvo y sobre todo por creer en mi , gracias Ingeniero por las correcciones dadas para finalizar este trabajo.

Al tribunal revisor, Ing. Celia Fernández, Ing. Jorge Cusicanqui, Ing. Freddy Porco por sus acertadas observaciones y sugerencias que ayudaron a corregir y enriquecer el trabajo de tesis y por transmitirme sus conocimientos profesionales.

De Oruro:

Mil gracias a la familia Zapata, Ing. Shirley. Andreita y Alejandra.

A la familia Lazarte por todo su apoyo y amor Don Oscar, Magali, Fabiana, Angélica, Karina, Andrea, Beto, Corina.

Muchas gracias por tu ayuda, a mi amiga casi hermana Tania y su hijita Lenia.

También a mis amigos (as) de Oruro; Leddy, Julia, Alvaro, Marco, David , Dayner, Daniel; de La Paz en especial a Mónica, Gilda, Juan Carlos, Marcelo, Ramiro, Mario, Ramiro Ochoa. que me alentaron en mi trabajo .

A mis amigos de Karate que me apoyaron siempre a mi Sensei Olvis, Paola, Omar, Maria de los Ángeles.

A la Familia García, en especial a mi primo Álvaro por su colaboración en la culminación de mi trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas.</b>
ÍNDICE GENERAL .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Justificación .....	2
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
2.3. Hipótesis .....	3
3. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	4
3.1. Importancia del cultivo .....	4
3.2. Características generales del cultivo.....	5
3.2.1. Origen.....	5
3.2.2. Sistemática.....	5
3.2.3. Variedades.....	6
3.2.4. Raíz.....	7
3.2.5. Tallo.....	8

	<b>Paginas.</b>
3.2.6. Hojas.....	8
3.2.7. Flor e Inflorescencia.....	9
3.2.8. Fruto y Semilla.....	10
3.2.9. Estolones.....	10
<b>3.3. Bromatología de la Frutilla.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Características del cultivo.....</b>	<b>11</b>
3.4.1. Clima.....	11
3.4.2. Suelo.....	13
3.4.3. Desinfección del Suelo.....	14
3.4.4. Tipos y Cultivares.....	15
3.4.5. Épocas de Plantación.....	16
3.4.6. Fases Fisiológicas.....	17
3.4.7. Sistemas Especiales de producción.....	18
3.4.7.1. Invernaderos.....	18
3.4.8. Cultivos Verticales.....	18
3.4.9. Los Sustratos.....	19
3.4.10 Métodos y Técnicas de Cultivo.....	20
3.4.11 Sistema de Riego .....	21
3.4.12 Fertilización.....	21
3.4.13. Ventajas y Desventajas de Cultivos Verticales.....	22
3.4.14 Ventajas de Cultivos Verticales .....	22
<b>3.5. Labores Culturales.....</b>	<b>23</b>
3.5.1. Fertilización.....	23
3.5.1.1. Nitrógeno.....	24
3.5.1.2. Fósforo.....	24
3.5.1.3. Potasio.....	24
3.5.2. Riego.....	25
3.5.3. Cosecha y Clasificación.....	25
3.6.3.1. Características mínimas de calidad.....	27

	<b>Páginas.</b>
<b>4. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Localización .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1. Ubicación geográfica.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Materiales.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.1. Material Biológico.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.2. Material de Invernadero.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.3. Material de Laboratorio .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.4. Sustratos y Fertilizantes.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.4.1. Arena.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.4.2. Tierra del Lugar.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.4.3. Turba.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.4.4. Cascarilla de Arroz.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.4.5. Material de Gabinete.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Diseño Estadístico.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.1. Modelo Lineal Aditivo.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4. Metodología.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.1. Características de las macetas.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.2. Preparación de los sustratos.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.3. Sustratos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.3.3. Sustrato 1.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.3.3. Sustrato 2.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.3.3. Sustrato 3.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.4. Transplante.....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.5. Fertilización .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4.6. Riego .....</b>	<b>36</b>

	<b>Páginas.</b>
<b>4.5. Prácticas Culturales.....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.1. Control Fitosanitario .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.2. Deshierbe y poda .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.3. Cosecha .....</b>	<b>37</b>
<b>4.6. Variables de respuesta.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.1. Altura de la Planta.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.2. Numero de Hojas por Planta.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.3. Numero de Frutos por Planta.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.4. Peso de Fruto .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6.5. Evaluación Económica.....</b>	<b>39</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1. Altura de la Planta.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2. Numero de Hojas por Planta.....</b>	<b>45</b>
<b>5.3. Numero de Frutos por Planta.....</b>	<b>50</b>
<b>5.4. Peso del Fruto.....</b>	<b>53</b>
<b>5.5. Evaluación Económico .....</b>	<b>56</b>
<b>5.5.1. Calculo de taza de retorno marginal entre sustrato.</b>	<b>56</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>61</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

**ÍNDICE DE CUADROS****Páginas.**

<b>Cuadro 1 : Principales países productores de frutillas frescas. ....</b>	<b>4</b>
<b>Cuadro 2 : Temperaturas optimas durante el desarrollo de la frutilla °C</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 3 : Temperaturas criticas de la frutilla.....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 4 : Determinación de la tasa de retorno marginal.....</b>	<b>56</b>

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

<b>Fotografía 1: Flor y fruto.....</b>	<b>9</b>
<b>Fotografía 2: Fruto y semilla.....</b>	<b>10</b>
<b>Fotografía 3: Invernadero .....</b>	<b>28</b>
<b>Fotografía 4: Localización.....</b>	<b>29</b>
<b>Fotografía 5: Macetas.....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografía 6: Sustratos.....</b>	<b>34</b>
<b>Fotografía 7: Llenado de macetas.....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 8: Transplante.....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 9: Altura de Planta.....</b>	<b>37</b>
<b>Fotografía 10: Numero de hojas.....</b>	<b>38</b>
<b>Fotografía 11: Numero de frutos.....</b>	<b>38</b>
<b>Fotografía 12: Peso de fruto.....</b>	<b>39</b>



**ÍNDICE DE FIGURAS****Páginas.**

<b>Figura 1 : Altura de planta.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 2 : Efectos simples de sustratos dentro variedades.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 3 : Efectos simples de variedades dentro sustratos.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 4 : Numero de hojas.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5 : Efectos simples de sustratos dentro variedades.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6 : Efectos simples de variedades dentro sustratos.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 7 : Numero de frutos.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 8 : Test de duncan.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 9 : Peso de fruto.....</b>	<b>54</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1: ANVA para la variable altura de planta.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 2: ANVA para efectos simples de sustratos dentro variedades...</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 3: ANVA efectos simples de variedades dentro sustratos.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4: ANVA para la variable numero de hojas.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 5: ANVA para efectos simples de sustratos dentro variedades...</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 6: ANVA efectos simples de variedades dentro sustratos.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 7: ANVA para la variable numero de frutos.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 8: ANVA para la variable peso de fruto.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE ANEXOS

	Páginas.
<b>Número</b>	
1. Certificado de análisis químico de los tres sustratos.....	65
2. Ubicación del cultivo de frutilla en el invernadero.....	66
3. Croquis de Campo.....	67
4. Armado de las macetas.....	68
5. Llenado de las macetas con los respectivos sustratos.....	69
6. Transplante de las plantas de frutilla a las macetas.....	70
7. Plantas de frutillas en los sustratos.....	71
8. Fotos del cultivo de frutilla en el invernadero.....	72
9. Fotos de flor y fruto de la frutilla.....	73
10. Bromatología de la frutilla.....	74
11. Datos de variable de respuesta de altura de la planta.....	75
12. Datos de variable de respuesta de numero de hojas.....	76
13. Datos de variable de respuesta de numero de frutos.....	77
14. Datos de variable de respuesta de peso del fruto.....	78
15. ANVA para la variable altura de planta.....	79
16. ANVA para la variable numero de hojas.....	79
17. ANVA para la variable numero de frutos.....	80
17. Comparación medias de Duncan.....	80
18. ANVA para la variable peso de fruto.....	80

## RESUMEN

### EVALUACION DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN VERTICAL DE TRES VARIEDADES DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*)

El presente estudio se llevo a cabo en el Departamento de Oruro, Provincia Cercado; zona Ciudadela Universitaria dentro de un Invernadero, se evaluó los sustratos en la producción vertical de tres variedades de frutilla.

Pretendiendo utilizar los espacios aéreos, con lo que se logro un mejor manejo y la producción de un mayor número de plantas, evitando pérdidas y reduciendo la mano de obra.

Uno de los métodos más eficientes es el cultivo vertical, sustituyendo el sistema hidropónico por tres tipos de sustratos, teniendo en cuenta su capacidad de retención de humedad y excelente permeabilidad, ya que cumple con todas las normas higiénicas para la comercialización de frutos estando sin manchas de tierra, teniendo mayor duración en el almacenamiento.

Se consideraron las siguientes variables: Altura de la planta, Número de hojas, Número de fruto , Peso de fruto , Costos de producción.

Los resultados indican que los tres tipos de sustratos que se utilizaron, son adecuados para las tres variedades de frutillas.

Siendo los sustratos 2 y 3 compuesto el primero por (turba + arena + cascarilla de arroz) y el segundo por (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) ya que estos dos sustratos son diferentes en la proporción de materia orgánica , son los que dieron buenos resultados en las variables altura de planta y número de frutos.

Asimismo realizando los costos de producción el sustrato 3 es el que representa un gasto menor con los sustratos 1 y 2 .

En conclusión se recomienda que los sustratos 2 y 3 tienen un beneficio positivo, recuperando lo invertido en la plantación, cultivo y cosecha de frutillas.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La región altiplánica de Bolivia, presenta factores climáticos y ecológicos adversos para el desarrollo de una producción óptima a campo abierto, por tanto es considerada como una zona marginal para la agricultura, para superar esta adversidad en los últimos años se han iniciado trabajos con sistemas de producción bajo condiciones de invernadero o carpas solares, las que se consideran adecuadas para cultivar un número considerable de especies florales, frutícolas y hortícola, los cultivos en esas condiciones han mostrado buenos resultados por que se aprovecha la alta radiación solar existente en el medio .

En las zonas de los valles interandinos y los yungas de La Paz se cultivan en forma tradicional (a campo abierto) un mayor numero de especies y variedades de flores, frutas y hortalizas cuyos rendimientos no son óptimos, por tanto, los bajos beneficios que obtiene el agricultor son pequeños, además uso de mano de obra que exigen los cultivos, tal es el caso del cultivo de la frutilla.

La frutilla (*Fragaria sp*), es una planta herbácea que produce frutos agregados de aceptable consumo humano, por sus cualidades gustativas y su alto contenido de vitamina C, con mercado dentro y fuera del país, por tanto su producción puede contribuir a la captación de divisas y a la generación de empleos.

Son pocos los fruti cultores dedicados a la producción comercial de la frutilla, que han alcanzado un considerable desarrollo tecnológico, en tanto que otros continúan con sus prácticas tradicionales del cultivo. Las empresas industrializadoras procesan cantidades pequeñas de frutilla comparadas con otras frutas, por la falta desabastecimiento de este producto, situación que limita la industrialización interna y se recurre a la importación de países vecinos.

Por las consideraciones indicadas acerca de ese cultivo, se deben proponer soluciones inmediatas que den lugar a la implementación de nuevas técnicas de producción que ofrezcan ventajas, principalmente en el manejo, optimización del espacio cubierto, calidad de los frutos con los que se obtenga finalmente un buen precio e ingresos al agricultor.

### **1.1. Justificación.-**

La presente investigación, pretende estudiar la evaluación de sustratos en la producción vertical de tres variedades de frutilla dentro de un invernadero en el Departamento de Oruro, con la finalidad de lograr adecuados rendimientos y costos de producción. Con esta alternativa se busca optimizar el espacio interior utilizando los espacios aéreos, con lo que se logrará un mejor manejo y la producción de un mayor número de plantas, evitando pérdidas y reduciendo la mano de obra.

Uno de los métodos más eficientes es el cultivo vertical, el que originalmente está diseñado para un sistema de producción hidropónica, ya que exige materiales como (perlita) y nutrientes (sales) que en nuestro medio resultan demasiado costosos, por ser el 100% importados. Para la presente investigación se utilizó el cultivo vertical, sustituyendo el sistema hidropónico por tres tipos de sustratos, teniendo en cuenta su capacidad de retención de humedad y excelente permeabilidad, de esta manera poder evitar problemas de compactación y la posterior muerte de las plantas.

Por otra parte una de las ventajas que ofrece este sistema en la cosecha, el fruto que se obtiene cumple con todas las normas higiénicas para su comercialización, puesto que los frutos no presentan rasgaduras, ni se encuentran manchados con tierra, por tanto están libres de contaminación, teniendo mayor duración en el almacenamiento.

## **2. OBJETIVOS.-**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL.-**

Evaluar el comportamiento de tres variedades de frutilla en un sistema vertical de cultivo, con tres tipos de sustratos.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.-**

- Establecer el efecto de tres tipos de sustratos, en la producción de tres variedades de frutilla.
- Determinar la variedad de frutilla, que tiene mejor rendimiento en los diferentes tipos de sustratos.
- Evaluar los costos de producción del presente ensayo.

### **2.3. HIPÓTESIS.-**

Los tres tipos de sustratos no tienen efecto en la producción de tres variedades de frutilla.

Las tres variedades de frutilla no difieren en el rendimiento con los diferentes tipos de sustratos.

Los costos de producción son los mismos para cada tratamiento.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.-

#### 3.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO.-

La frutilla (*Fragaria sp.*) es una especie de amplia distribución por el mundo, los trabajos de mejoramiento varietal han desarrollado variedades adaptadas a diferentes condiciones (Maroto, 1988).

Gambardella citado por Choque (1998), menciona que a nivel mundial, se ha visto que los principales productores de frutillas frescas se han incrementado levemente pero de manera constante entre 1990 y 1995. Los principales países productores de frutillas frescas hasta 1995 fueron: España, Italia, Estados Unidos, Polonia, Bulgaria y Francia; como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Principales países productores de frutillas frescas.**

<b>País</b>	<b>Producción (TM)</b>	<b>Precio (\$)</b>
España	159,508	259.589
Italia	63,535	127.305
Estados Unidos	57,450	96.528
Polonia	22,000	21.029
Bulgaria	19,943	Sin datos
Francia	13,561	38.939

Fuente: Choque D. 1998

De acuerdo a estadísticas proporcionadas por la Universidad Católica de Chile, el primer semestre de 1995, el precio internacional de frutillas congeladas decayó debido a una mayor producción norteamericana y una menor demanda en Europa.

Los países que muestran un mayor incremento en la producción entre 1990 y 1995 son España, Italia y Estados Unidos. Los menores incrementos corresponden a Polonia, Bulgaria y Francia.

## **3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO.-**

### **3.2.1 Origen.-**

En la antigüedad las frutillas eran conocidas en estado silvestre por que aun no existían como plantas cultivadas. Ovidio y Virgilio las nombran en sus versos. Plinio (79-34 a.c.) menciona a la fresa como uno de los productores naturales de Italia (Ospina 1995).

Hasta muy entrado el siglo XV no se conocía otra frutilla que la silvestre, que vegetando espontáneamente en los montes de Europa ofrecía un fruto de extraordinaria pequeñez que a pocos interesaba. Fue después del descubrimiento de América cuando el padre Gregorio Fernández de Velasco, al cruzar el bajo monte de Ecuador quedó asombrado al descubrir una especie de frutilla (Calderón, 1987).

Juscafresa e Ibar (1987), indican en referencia a los frutos por su tamaño sabor y aroma, lo bautizaron con el nombre de “fresas equitensis” un tanto latinizado, vulgarizándolas posteriormente con el de “frutillas” denominación que todavía persiste en todos los países hispanoamericanos. Por otro lado Folquer (1986), realizó hibridaciones entre diferentes especies de frutilla y con ello se inicia la producción de variedades mejoradas.

### **3.2.2. Sistemática de la frutilla.-**

La frutilla corresponde a la siguiente clasificación taxonómica (Rojas, 2003) tabla 3.



### Clasificación Botánica:

Reino	Vegetal
Subreino	Cormophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub. Clase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosacea
Genero	Fragaria
Especie	Fragaria virginiana
Variedades Cultivadas:	Var."Pájaro", Var. "Charlie", Var. "Camarosa"

### 3.2.3. Variedades de Frutilla.-

**3.2.3.1. Variedad Pájaro:** Es originaria de California (Estados Unidos), dónde ha tenido una aceptación excelente, es una planta muy vigorosa, resistente a enfermedades comunes y a las heladas que afectan a la flor, de producción tardía, fruto cónico cuneiforme, de tamaño grande, muy firme, dulce y aroma suave, es una de las variedades con mejores perspectivas (Juscafresa, 1987).

Es una variedad muy difundida y cultivada en Bolivia especialmente diseminada por todo el sector del Valle.

Para Folker (1986), esta variedad es de media estación y de día corto. Planta con vigor medio y porte erguido. Floración autofecundada, en parte por su gran producción de polen. El fruto es grueso y cónico, alargado de color rojo brillante, carne firme de color rojo claro, de buen sabor y resistente al transporte.

**3.2.3.2. Variedad Charlie:** Esta variedad es de fruto grande y firme y resistente al transporte.

Tiene buenos resultados en plantaciones de invierno y verano, su fruto es muy rojo tanto por dentro y por fuera.

La planta es muy vigorosa con un buen follaje que cubre muy bien las flores y frutos.

**3.2.3.3. Variedad Camarosa:** Es una variedad erecta, cuyos frutos deben cosecharse en rojo entero, tiene un buen rendimiento de producción casi todo el año si el clima lo permite, tamaño del fruto aceptable, sabroso y aromático.

#### **3.2.4. Raíz.-**

Las plantas tiene dos tipos de raíces figura 1, las primarias que son largas y las secundarias que son cortas y abundantes derivadas de las primarias (Ospina, 1995).

Para Juscafresa e Ibar (1987), la planta que se origina en una semilla (reproducción sexual), emite una raíz principal de color blanco, muy delgada, que se ramifica lentamente; en cambio las que derivan de estolón ó por división de coronas, denominadas plantines ó hijuelos, se desarrollan con mayor rapidez, llegando a producir en pocos meses de 20 a 100 raíces primarias y miles de raíces secundarias, formando una cabellera muy ramificada.

La mayor parte del sistema radical se encuentra en los primeros 20 cm del suelo, si bien hay una serie de raíces que llegan a mayor profundidad tanto la planta madre como los estolones, emiten raíces adventicias en la zona del tallo en contacto con el suelo húmedo ( Maroto 1988).

### **3.2.5. Tallo.-**

Ospina (1995), menciona que el tallo esta compuesto por fragmentos muy cortos, el cual tiende a lignificarse e introducirse verticalmente al suelo.

La planta joven presenta un tallo de tamaño reducido denominado “corona”, que se alarga lentamente formando entre nudos muy cortos y nudos en donde se insertan las yemas y las hojas axilares. La corona original se ramifica formando una corona secundaria que puede llegar a 10 o más (Folquer 1986).

### **3.2.6. Hojas.-**

La planta originada de una semilla produce dos cotiledones redondeados es decir, la germinación es epigea. A continuación aparecen dos hojas simples, bi, tri o penta lobuladas. Posteriormente aparecen las hojas trifoliadas que constituyen el follaje normal de la planta (Pandovani 1991).

En una hoja compuesta se distinguen: la “vaina”, que envuelve parcialmente al tallo, con dos “estípulas” puntiagudas, orientadas en dirección distal con respecto al tallo, frecuentemente rojizas; el “pecíolo” pubescente, con una longitud de 3 a 20 cm según la variedad y las condiciones en que se ha desarrollado la planta; la “lamina”, formada por tres folíolos terminales levemente pedunculados, de borde aserrado y cara inferior finamente pubescente (Ospina 1995) .

Como afirma Folquer (1986), en la base de las inflorescencias, antes que estas se manifiesten, suele aparecer una bráctea monofoliar. Hojas escamosas se presentan en los nudos de los estolones y de las inflorescencias. Un involucre de brácteas acompaña a los sépalos de cada flor.

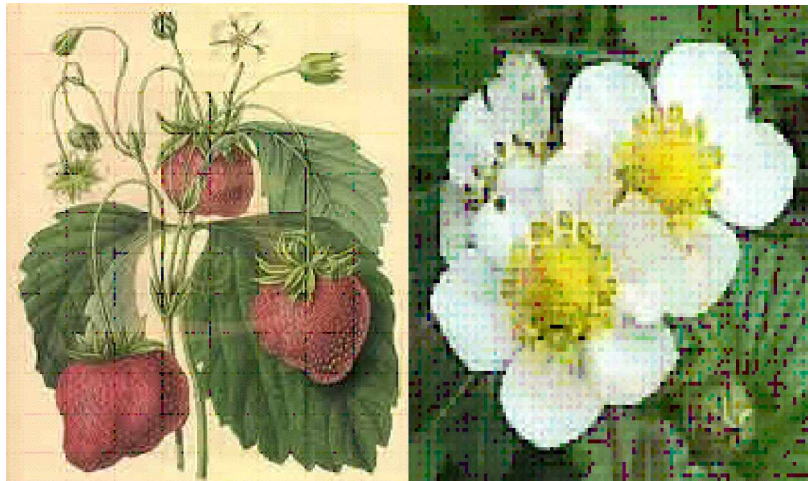
### 3.2.7. Flor e Inflorescencia.-

Las inflorescencias primarias salen del tallo terminal, mientras las secundarias proceden de yemas laterales. El peciolo de la flor primaria es corto y generalmente no ramificado como lo de las secundarias. Las flores que aparecen primero, usualmente dan frutos de mayor tamaño Ospina (1995).

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

La flor es de simetría actinomorfa (radial), pedunculada, con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa, comestible, de la denominada vulgarmente “frutilla” y botánicamente “eterio” ó “oonocarpo” (Corzo 1990).

**Fotografía 1 : Flor y Fruto**



### 3.2.8. Fruto y Semilla.-

La frutilla es un fruto múltiple (poli aquenio), denominado botánicamente “eteerio”, cuyo receptáculo hipertrofiado constituye la parte comestible. Su forma según Scott citado por Folquer (1986), puede ser achatada, globosa, globosa-cónica, cónica alargada, cónica alargada con cuello, en cuña alargada y en cuña corta y su color puede ser rosado, carmín, rojo ó purpuráceo, figura 5. Los “aquenios”, llamados vulgarmente semillas, son frutos secos insertados en la superficie del receptáculo ó en pequeñas depresiones más ó menos profundas denominadas criptas (Fujita y Jurado 1990).

#### Fotografía 2 : Fruto y Semilla.



El color de los aquenios puede ser amarillo, rojo, verde ó marrón. Un fruto mediano suele tener 150 a 200 aquenios, pudiendo llegar hasta 400 en los frutos de gran tamaño (Pérez 1999).

### 3.2.9. Estolones.-

Son ramas verdes ó rosadas, cilíndricas, algo vellosas, que nacen en las axilas de las hojas y se alargan horizontalmente.

Tienen nudos de trecho en trecho a partir de los cuales se forman nuevas plantas; un estolón puede dar origen a 4 ó más plantas (Ospina 1995).

### 3.3. BROMATOLOGÍA DE LA FRUTILLA.-

La materia seca oscila entre 6.1 y 9.1. % tiende a ser más elevada en las últimas cosechas lo que favorece su uso para la industria. Los principales ácidos en orden de importancia son: cítrico, málico, tartárico, salicílico y péptico, la acidez oscila entre 690 y 1249 mg de ácido cítrico equivalente por cada 100 g de fruta, el típico exquisito aroma de las frutillas se debe esenciales volátiles principalmente del acetato de caprilo, además tiene propiedades terapéuticas en la medicina (Juscafresa e Ibar 1987).

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.-

#### 3.4.1. Clima.-

Pérez (1979), señala que la frutilla se adapta a una gran variedad de climas como lo prueba el hecho de que se encuentra en estado silvestre entre los 15 y 55° de latitud.

Maroto y López (1988), mencionan que la temperatura mínima de crecimiento de la planta 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 de foto temperatura y 12°C de micro temperatura crítica, señalan además, que el viento que sobrepasa ciertas intensidades afecta al crecimiento de la planta y su productividad, especialmente si es baja la humedad del aire, produciendo manchas pardas en la hoja.

#### **Cuadro 2. Temperaturas óptimas durante el desarrollo de la frutilla en °C.**

<b>D e s a r r o l l o</b>	<b>T e m p e r a t u r a s d i u r n a s</b>
G e r m i n a c i ó n	23 - 27 °C
C r e c i m i e n t o	20 - 26 °C
F l o r a c i ó n	9 - 24 °C
F r u c t i f i c a c i ó n	16 - 18 °C

Fuente: Folquer (1986).

Branzanti (1989), afirma que la frutilla debido a su amplia variedad se adapta a los ambientes muy diversos desde los sub. árticos a los subtropicales y a las zonas desérticas cálidas desde el nivel del mar a las elevadas altitudes, hasta casi 3200 m.s.n.m., requieren de 4000 a 6000 m<sup>3</sup> (400 a 600) de agua /ha/año.

Además Alpi y Tognoni (1987), indica que aunque la frutilla por sus centros de origen prefiere climas frescos, existen cultivares seleccionados para zonas cálidas. Dichos cultivares no exigen un período de frío para llegar a su productividad plena. No obstante estos mejoran sus rendimientos y calidad si reciben frío natural ó artificial antes de la plantación.

Según Serrano (1979) un calor excesivo, durante el inicio de su desarrollo vegetativo da lugar a un follaje excesivo, con perdida de floración.

### **Cuadro 3. Temperaturas críticas de la frutilla.**

<b>Se hielan las plantas</b>	3°C a - 5°C
<b>Detienen su desarrollo</b>	2°C a 5°C
<b>Arraigue mínimo</b>	10°C
<b>Arraigue óptimo</b>	18 °C
<b>Cuaje día</b>	35°C
<b>Cuaje Noche</b>	15°C a 18°C
<b>Maduración día</b>	18°C a 25°C
<b>Maduración noche</b>	10°C a 13°C

Fuente: Serrano (1979)

La frutilla necesita de una humedad en el ambiente cuando aparecen las primeras flores (70 a 80% de humedad relativa); después, durante la polinización requiere un ambiente más seco (60 % de humedad relativa). (Serrano 1979).

### 3.4.2 Suelo.-

Una buena preparación de suelo es uno de los factores más importantes del cultivo de la frutilla. Las labores de preparación deben estar orientadas a la obtención de camellones ó mesas de tierra molida pero firme, bien aireada, fértil, limpia de patógenos y malezas, buen drenaje y altura suficiente sobre los pasillos Gambardella, citado por (Choque 1998).

Branzanti (1989), con relación a la estructura indica que, son preferibles los suelos sueltos o arenosos en los que las raíces alcanzan un mayor desarrollo, la maduración se anticipa, pero los mejores fresales se encuentran en suelos francos con tendencia a sueltos.

Verdier (1987), menciona que la frutilla tiene una amplia capacidad de adaptación a diversos tipos de suelos, las condiciones mínimas son las siguientes:

- Bajo contenido en caliza activa.
- Bajo contenido en salinidad.
- Niveles razonablemente bajos de patógenos.
- Ausencia de encharcamientos.

De acuerdo a Maroto y López (1988), el pH óptimo para la frutilla está entre 5.5 y 6.5 en cambio Verdier (1987), afirma que la frutilla vegeta adecuadamente entre los valores de pH 6 y 7.

Si tenemos en cuenta que la frutilla proviene, por lo regular de suelos muy ligeros, saturados de materia orgánica procedentes de la vegetación espontánea, podremos deducir cuales son sus necesidades respecto a la calidad de tierras donde han de ser cultivados (Juscafresa e Ibar 1987).



Así mismo Gammardella citado por Choque, (1998) menciona que se debe considerar, que la frutilla es extraordinariamente sensible a la salinidad del suelo y los valores de conductividad eléctrica del extracto de saturación noo deben ser superiores a 0.5 ó 1.0 mmhos/cm.

Ospina (1995), afirma que la frutilla requiere suelos fértiles bien drenados, areno - arcillosos, ricos en materia orgánica .En suelos se obtienen buenas producciones, pero se agotan rápidamente, por esto se necesita aplicar al cultivo mayor cantidad de fertilizantes.

Folquer (1986), recomienda las siguientes condiciones de suelo:

- Estructura terrenosa hasta 30 cm. de profundidad en que se desarrolla la mayor parte del sistema radical.
- Buen drenaje, pues el anegamiento causa la podredumbre de las raíces y coronas.
- Alto contenido en materia orgánica, la cual facilita el mantenimiento de la humedad.
- El contenido en solubles no debe ser mayor a 100 ppm.

### **3.4.3. Desinfección del Suelo.-**

Verdier (1987), menciona de alta rentabilidad estas tienen necesidad de disponer de un suelo de óptimas características físicos, químicas y biológicas, adecuada textura y drenaje, bajo contenido de sales y razonable contenido de nutrientes, nula o al menos mínima presencia de hongos, insectos, nematodos y malas hierbas.

#### **3.4.4. Tipos y Cultivares.-**

Branzanti (1989), indica que la elección del cultivar reviste un papel fundamental en la frutilla (*Fragaria* sp.), en estos últimos tiempos, sucede una rápida evolución, difusión de nuevos y eficientes cultivares capaces de aprovechar las mejores técnicas culturales, dónde se ha hecho la selección dentro de las posibilidades teniendo presente diversos parámetros.

Las variedades de frutilla estándar pueden clasificarse de acuerdo con su precocidad, también por la respuesta a las condiciones ambientales ó foto período como ser: uníferos ó no reflorescentes, dónde éstas plantas sólo forman sus flores cuando existen días cortos u horas menor a 12, las reflorescentes, que forman sus flores cuando existen días largos u horas superiores a 14, y finalmente los de día neutro que son indiferentes. Un tercer criterio para la clasificación de los cultivares es el destino final del fruto, para consumo fresco ó para la transformación industrial (Verdier 1987).

Los primeros se recogen con mayores atenciones que los que se emplean para la industria ( Verdier 1987).

Para Juscafresa e Ibar (1987), existe un gran número de variedades que se clasifican catalogándolas por su interés en tres grupos distintos por ser unas más recomendables que otras, debido a su naturaleza específica difiere el método de cultivo de unas a otras:

- Variedades de frutos de tamaño pequeño denominados genéricamente fresas.
  
- Variedades de fruto de tamaño grande denominado fresones y muy recomendados para un cultivo comercial de cierta importancia.

- Variedades de fruto de tamaño grande, así mismo interesante para el cultivo, no obstante menos recomendables.

### **3.4.5. Épocas de Plantación.-**

Gambardella citado por Choque (1998), menciona que existen tradicionalmente dos épocas de plantación para el cultivo de la frutilla, plantación de verano y plantación de otoño -invierno. Para optar una u otra época se deben considerar las características agro climáticas de la zona y las características de la variedad que será utilizada.

Folquer (1986) , las plantaciones de verano, destinadas a la producción se realizan con platines arrancados en invierno y conservados en frío , a  $-2^{\circ}\text{C}$  durante 5 a 7 meses, dichas plantas denominadas “plantas - conservadas “ o “plantas - frigo “.

Este autor señala también que en el primer caso es tradicional en todo el mundo, debiendo considerarse cuatro condiciones ecológicas principales.

- Climas con inviernos muy fríos, la plantación se realiza en primavera.
- Climas con inviernos fríos, la plantación se efectúa a fines de otoño.
- Climas con inviernos templados, la plantación se realiza a principios de otoño.
- Climas tropicales de altura, las plantaciones se realizan en cualquier época del año.

Según Verdier (1987), las épocas de plantación son:

- Plantación otoñal con planta fresca. Se trata de plantar a finales de mayo y principios de junio, planta fresca arrancada de vivero de altura dónde ha satisfecho sus horas frío.

- Plantación estival ó de verano con planta frigo. Se trata de ser arrancada en julio de los lugares de altura ó bajura, una planta más o menos adulta que la fresca, luego es conservada en cámaras frigoríficas a  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  con pocas hojas hasta febrero ó marzo en que es servida y plantada.

#### **3.4.6. Fases Fisiológicas.-**

Veschambre et al. Citado por Moroto y López (1988), distinguen en el desarrollo de la frutilla 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: Manifestada por la aparición de brotes turgentes y formación incipiente de hojas en estado rudimentario.
- Fase C o de botones verdes: En la cual entre las hojas en estado rudimentario se observan aquellos.
- Fase D o de botones blancos: En la que se observan estos de forma ostensible, sin que los pétalos se hayan desplegado.
- Fase E o de iniciación de la floración: Cuando se constan 3 ó 5 flores abiertas por planta.
- Fase F o de planta floración: Cuando un 50% de las flores están abiertas.
- Fase G o fin de la floración: Cuando se observa la caída de los pétalos y se inicia el cuajado de frutos.
- Fase H o de fructificación: Cuando los frutos verdes son claramente ostensibles.

### **3.4.7. Sistemas Especiales de Producción.-**

#### **3.4.7.1. Invernaderos.-**

Se apela a técnicas artificiales para que la frutilla prospere cuando las condiciones naturales no lo permiten .Se denominan forzada total dado que cumple todo el ciclo en éstas condiciones.

Según Serrano (1979), indica que los cultivos de frutilla en invernadero debe reunir las siguientes características:

- Forma del fruto.
- Sabor del fruto.
- Textura de carne.
- Despezonado del fruto.
- Resistencia a la virosis y otras enfermedades.
- Precocidad y producción por unidad de superficie.

#### **3.4.8. Cultivos Verticales.-**

Zapp (1991), indica que es una forma de cultivo forzado que constituye otra de las alternativas de producción para los países desarrollados si se toma en cuenta el reducido costo de mano de obra y el espacio físico disponible, o para los países en desarrollo si se toma en cuenta que optimiza el uso de agua, disminuye el costo de insumos y eleva la calidad y el rendimiento.

Folquer, citado por Maroto y López (1988), un primer método de producción de frutillas que resulta un sistema un tanto curioso, es el relativo al cultivo en “columna”, este sistema se desarrolló y se puso en práctica en el año 1969 en la región italiana de Mantua, y consiste en cultivar frutillas sobre tubos verticales rellenos con tierra y turba, con los que consiguen hasta 64 plantas por metro cuadrado, obteniendo grandes rendimientos.

En Israel este sistema ha sido estudiado e intentado desarrollar en Bet Dagan, empleando tubos de plástico de 15 cm. de diámetro y 2m de altura, rellenos con una mezcla de turba, tierra y arena, los cuales son perforados con orificios de 2 cm. de diámetro cada 25 cm. en los que se sienta una planta de frutilla, situando las plantas en dos hileras de forma que en cada tubo vertical se colocan 32 plantas. (Maroto y López, 1988).

Alpi y Tognoni (1987), afirma que los sustratos sólidos inertes tienen especial importancia, no solamente por lo que a costo y duración se refiere, si no más bien por las características intrínsecas: tiene que tener una porosidad muy buena y una capacidad hídrica que asegure una aireación perfecta de las raíces de las plantas y que al mismo tiempo les asegure un grado de humedad.

#### **3.4.9. Los Sustratos.-**

Zapp (1991), afirma que los sustratos están constituidos por medios sólidos inertes o que reaccionan muy lentamente con la solución nutriente, generalmente de tipo granular, ofrecen apoyo mecánico a las raíces, para que las plantas puedan crecer libremente, retienen agua y nutrientes para suministrarlos en la medida que los requiera la planta. Los requerimientos ideales de un sustrato son:

-Tener una textura y tamaño que permita la circulación libre del aire para la oxigenación de las raíces.

-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.

-Su textura debe permitir el drenaje fácil de cualquier exceso de solución nutriente que pueda afectar la ventilación de las raíces.

-No debe liberar sustancias tóxicas para la planta ni para quienes se van a alimentar de ella.

-Debe tener buena capilaridad para distribuir adecuadamente el nutriente a partir de los puntos de riego.

Para el manejo de los sustratos, la regla de oro del grado de humedecimiento de un sustrato puede ser expresada así: “el grado de humedad ideal de un sustrato es el equivalente de una esponja que haya sido suavemente escurrida”, es decir, debe existir disponibilidad de solución nutriente libre sobre de sus gránulos. (Alpi y Tognoni 1987) .

#### **3.4.10. Métodos y Técnicas de Cultivo.-**

Folquer (1986), indica que los métodos y técnicas de cultivo consisten en macetas de polipropileno de 15 cm. de alto y 12 cm. de diámetro, con dos pequeños balcones para las plantas de frutilla y fondo cribado, éstas se llenan con una mezcla de tierra, arena, turba y fertilizantes previamente esterilizados y luego se siembra con un bioactivante bacteriano.

Se amarran columnas superponiendo 14 macetas, o sea 28 plantas, disponiendo columnas cada 50 cm. en filas distancias 80cm. El conjunto se instala dentro de carpas plásticas con calefacción y se introducen colmenas para asegurar una buena fecundación de las flores. El rendimiento se calcula en unos 120.000 Kg./ha. Se riega con soluciones nutritivas (Juscafresa 1987).

Salinas y Sánchez (1988), manifiestan que para una máxima economía de espacio se han experimentado técnicas de cultivo vertical, éstas permiten trabajar incluso en un balcón de edificio. Su estructura es en torno a una manga de polietileno de 60 cm. (doble) inflada con una mezcla liviana de nutrientes (tierra vegetal, arena, aserrín y plastofom en una proporción 2:2:2.:1 respectivamente).

#### **3.4.11. Sistema de Riego.-**

Verdier (1987), menciona que los sacos pueden ser irrigados por medios de tuberías con puntos de descarga cada 0.30 m. y caudales de 2.9 l/h/goteo, a la presión de trabajo de 0.7 Kg./cm<sup>2</sup>. Los volúmenes de agua aplicados irán en función de las circunstancias medio ambientales y los requerimientos de la planta, de manera que se consiga la mínima percolación en los orificos de drenaje de la parte del saco.

#### **3.4.12. Fertilización.-**

Verdier (1987), indica que utilizando como vehículo el riego por goteo y de acuerdo con la fase de evolución del cultivo se aplica los fertilizantes con soluciones nutritivas .Una vez al mes, el substrato debe ser regado con solo agua a fin de limpiar las sales.



### **3.4.13. Ventajas y Desventajas de Cultivos Verticales.-**

Salinas y Sánchez (1988), mencionan que entre las desventajas de cultivos verticales están:

- Un alto costo inicial.
- Riego mal distribuido (pasa mayor cantidad hacia abajo).

El mismo autor señala las siguientes ventajas:

- Menor cantidad de riego.
- Un excelente control de malezas.
- Fácil y cómoda manutención.
- Poco espacio.

Alpi y Tognini (1981), mencionan las siguientes ventajas:

- Conseguir una producción unitaria más elevada.
- Disminuir los gastos para las operaciones de cultivo.
- Resolver el problema del cansancio del suelo.
- Mantener los cultivos en un ambiente fitosanitario extraordinario limpio.

### **3.4.14. Ventajas de Cultivos Verticales Frente al Cultivo en Suelo.-**

Fossati y Howard, citados por Cortez (1990), presentan una relación de pros y contras del cultivo vertical:

- Existe mayor densidad de plantas (limitado por la iluminación).
- No hay laboreo (malas hierbas).
- Fruto firme

- Los costos iniciales son elevados para la instalación, son de mayor duración los gastos de herramientas y el mantenimiento es menos elevado.
- Facilidad de protección cuando están en invernadero.

### **3.5. LABOREOS CULTURALES.-**

#### **3.5.1. Fertilización.-**

Gambardella citado por Choque. (1988), indica que para determinar un adecuado programa de fertilización, es indispensable realizar un análisis de suelo previo a la plantación. Normalmente se realiza una primera fertilización junto con la preparación de suelo y posteriormente se aplican dosis parciales durante la época de desarrollo del cultivo, se recomienda realizar ferti-irrigación, es decir, aplicar los fertilizantes a través del sistema de riego utilizando un dosificador.

Según Fujita y Jurado (1990), se debe emplear un nivel de fertilización de 75- 100-75 fraccionado en 2 aplicaciones, ubicando el fertilizante a ambos de la planta, previa apertura de hoyos dónde se deposita el fertilizante, también dar un refuerzo con fertilizante foliar.

Verdier (1987), menciona que utilizando como vehículo el riego por goteo y de acuerdo con la fase de evolución del cultivo se aplica las soluciones nutritivas, una vez al mes, el substrato debe ser regado con sólo agua a fin de limpiarlo de sales.

Childers (1982), indica que los fertilizantes en frutilla pueden aplicarse de la siguiente forma:

- En el momento de la plantación.
- Justo antes de la floración en la estación que van a fructificar.

Ospina (1995), opina que, la frutilla no es muy exigente en fertilizantes, pero el nitrógeno es el elemento más importante en la fertilización para estimular el crecimiento adecuado de la planta, estos aplicados muy oportunamente y en cantidades requeridas, aumenta la producción y la calidad de las frutillas.

La fertilización del cultivo de frutilla de acuerdo con Corzo (1990) esta basada en elementos necesarios como:

**3.5.1.1 Nitrógeno :** Necesario y útil en el desarrollo de la parte vegetativa de la planta y poder obtener elevadas producciones en materia verde, procesos de crecimiento, tamaño, una deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un aspecto enfermizo de la planta, color verde amarillento por pérdida de clorofila, desarrollo lento y escaso, amarillamiento de las hojas.

**3.5.1.2. Fósforo :** Este nutriente influye en la calidad del fruto, especialmente en lo que se refiere al color, dulzor, firmeza de la pulpa, sabor .La aparición de hojas, ramas, tallos de color purpúreo, desarrollo y madurez lento y aspecto raquítico en los tallos, bajo rendimiento en los frutos y semillas son efectos de una deficiencia.

**3.5.1.3. Potasio :** Este nutrimento influye especialmente en el peso de los frutos, incrementa sólidos solubles , endurece las paredes celulares . Se manifiesta una deficiencia con la presencia de hojas quemadas en los bordes y puntas que se enrollan, debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción.

### **3.5.2. Riego.-**

Pandovani (1991), afirma que los riegos deben ser constantes desde el período de plantación hasta que se observan algunos botones florales, suprimir totalmente los riegos durante el período de florecimiento de las plantas.

Folquer (1986), indica que la frutilla es muy exigente en cuanto al nivel de humedad del suelo disminuyendo rápidamente los rendimientos. El sistema de riego adaptado a las características del cultivo es el riego por goteo.

A partir de la reacción vegetativa de primavera, y en particular la frutilla, si no es favorecido por las lluvias, pronto demanda humedad, exigiendo riegos periódicos, cuya necesidad aumenta paralelamente a la elevación de la temperatura(Ospina 1995).

Lo importante es mantener un abastecimiento constante y uniforme de agua, sin someter las plantas a periodos de estrés. Los requerimientos hídricos dependen de diversas características del cultivo y de la zona, en general se puede decir que una planta en óptimo desarrollo y plena producción requiere de 6 m. m. agua /día. (Juscafresa e Ibar 1987).

### **3.5.3. Cosecha y Clasificación.-**

Atlee y Camargo, (1973), mencionan que las frutillas maduran muy rápido en la planta, si es posible la cosecha debe hacerse todos los días durante la época de mayor producción.

Maroto y López (1988), indican que la recolección de la frutilla resulta de suma importancia determinar el momento óptimo de cosecha, que parra mercados lejanos se establece en el instante que ha madurado la mitad geométrica de un fruto. Para mercados próximos éste instante puede establecerse en el momento en que tres cuartas partes del fruto se muestren de color rojo.

Según Juscafresa e Ibar (1987), su estado de madurez debe estar a punto al presionarla, o sea cuando los frutos tengan tres cuartos de maduración ni demasiado verde ni demasiado maduro y a medida que se van recogiendo se coloca en un receptáculo de escaso fondo que permita vaciarlas cómodamente.

La recolección de frutos debe hacerse por la mañana en tiempo fresco, cuando no hay rocío, evitando siempre el golpe de calor, además debe ir acompañado con parte del pedúnculo, ya que desprenderlo de aquél perdería consistencia para el transporte, degenerando el conjunto de una verdadera masa (Alpi y Tognoni 1987)

Brazanti (1989), clasifica a las frutillas en calidad superior, categoría I y categoría II: Calidad superior, considera coloración, madurez y formas típicas de la variedad, calibres un diámetro mínimo de 25 m. m.

-Categoría I, o calidad buena, aspecto, forma, calibre, podrán ser menos homogéneas, podrías presentar una pequeña zona blanquesina en el vértice, exento de tierra, con un diámetro mínimo de 18 m. m.

-Categoría II, con características mínimas, ligeras magulladuras, defectos de forma de maduración con partes blanquecinas o verdosas que no superan la mitad de su superficie, ligeras manchas de tierra con un diámetro no menor a 15 m. m.

Corzo (1990), afirma que la cosecha se realiza escalonadamente, cuando el fruto adquiere su madurez comercial.

#### **3.5.4. Características mínimas de calidad.-**

Para CORDEP - DAI (1993), las características mínimas de calidad son los siguientes:

- Frescos.
- Enteros, sin heridas.
- Provistos de su cáliz y un pedúnculo corto.
- Exentos de ataques de insectos o de trazas de enfermedades.
- Completamente limpios, exentos de materias extrañas visibles.
- Exentos de humedad exterior anormal.
- Desprovistos de olor y /o sabor extraños.

#### 4. MATERIALES Y METODOS.-

##### 4.1 .LOCALIZACIÓN.-

El presente trabajo se realizó en un invernadero, sus dimensiones son 10 x 12 m. tiene estructura de madera y el material utilizado como cubierta es calamina plástica de tipo translúcida de 2 aguas con una segunda cubierta interna de agroflim de 250 micras, en las paredes laterales se ubican las ventanas de ventilación 2,40 x 1,2 m estas ventanas tienen mallas contra áfidos .

Ubicada a una altura 3709 m.s.n.m.

Departamento

Oruro

Provincia

Cercado

Zona

Ciudadela Universitaria

Coordenadas Geográficas

Lat. Sur 17° 59

Long. Oeste 67° 09

#### Fotografia 3 : Invernadero



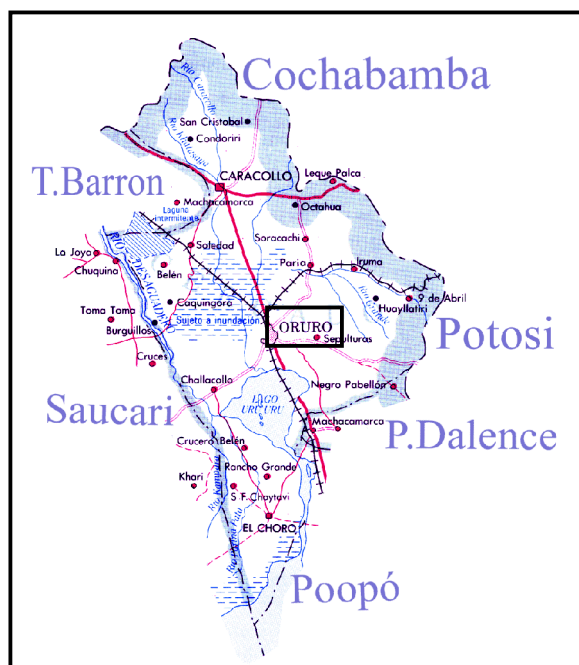
#### 4.1.1. Ubicación geográfica.-

El altiplano central abarca todo el Departamento de Oruro y parte de los departamentos de La Paz y Potosí.

Tiene una altura promedio de 3900 m.s.n.m. con una T° promedio anual 9 a 10°C la precipitación anual es de 250-450 m.m. y Humedad baja durante 6 a 7 meses seco. La velocidad del viento es de 5 m/seg., y se estima en 150 días de heladas distribuidos en no menos de diez meses del año, la duración de día en esta región es variable, durante el invierno varia entre 8 -10 hrs. /día y en verano entre 10 - 12 hrs. / día.

La Fisiografía es levemente ondulada y las características del suelo y su ecología pueden permitir el cultivo de especies perennes bajo cubierta ya que en condiciones de campo abierto se cuenta con un área cultivada aproximadamente 1650 km<sup>2</sup> . En todo el Altiplano Central existen una serie de subcuencas subterráneas pero la calidad de agua decrece hacia el Sur.

**Fotografia 4 : Localización Geografica de Oruro.**





## **4.2. MATERIALES.-**

### **4.2.1. Material Genético o Biológico.-**

Para la realización del trabajo se utilizó plantas de frutillas, del Departamento de Cochabamba provincia Capinota :

- Pájaro
- Camarosa
- Charlie

### **4.2.2. Material de Invernadero.-**

- Macetas de espuma de poli estireno (Plastoform)
- Carretilla
- Rastrillo.
- Pala.
- Pala de Jardín.
- Recipientes.
- Regla.

### **4.2.3. Material de Laboratorio.-**

- Balanza de precisión.

### **4.2.4. Sustratos y Fertilizantes.-**

- Arena.
- Tierra del lugar.
- Turba.
- Cascarilla de Arroz.
- Abono foliar.

#### **4.2.4.1. Arena.-**

La arena que se utilizó para el presente trabajo de investigación, es de fácil adquisición, su buen drenaje evita el encharcamiento del agua procedente del riego, comúnmente llamada arena de río.

#### **4.2.4.2. Tierra del lugar.-**

Es la tierra que existe en el lugar, antes de utilizarla se la tamizó, para que no hubiera piedras muy grandes, tampoco ningún tipo de basuras, dicha tierra tiene una textura franco -limoso.

#### **4.2.4.3. Turba.-**

La turba vegetal, que se utilizó por sus cualidades es la descomposición de masas vegetales, encontrándola a la venta para los jardines .

#### **4.2.4.4. Cascarilla de Arroz.-**

Este es un material de fácil manejo y de lenta descomposición, se la puede comprar de los Yungas, es bastante económica y puede ser transportada en grandes cantidades.

#### **4.2.5. Material de Gabinete.-**

- Marcadores.
- Lápices.
- Calculadora.
- Cuaderno de registro.
- Maquina fotográfica.
- Computadora.

### 4.3. DISEÑO ESTADÍSTICO.-

El diseño experimental que se utilizó en el trabajo de investigación fue Arreglo Factorial en Parcelas Divididas llevado a cabo en Bloques al Azar.

#### 4.3.1 Modelo Lineal Aditivo.-

$$y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_a + \varphi_j + (\alpha\varphi)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde;

$y_{ijk}$  = Una observación cualquiera.

$\mu$  = media general del experimento.

$\beta_k$  = k-ésimo efecto de bloques.

$\alpha_i$  = i-ésimo efecto de variedades.

$\varepsilon_a$  = Error a.

$\varphi_j$  = j-ésimo efecto de sustratos.

$(\alpha\varphi)_{ij}$  = Efecto de interacción entre variedad y sustrato

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental.

#### 4.4. Metodología.-

##### 4.4.1. Características de las macetas:

**Fotografía 5: Macetas**

Altura	20 cm.
Ancho superior	21 cm.
Largo superior	21 cm.
Ancho de la Base	14 cm.
Largo de la Base	14 cm.
Espesor	2 cm.
Capacidad de maceta	3000 cc.
Nº de plantas por macetas	4 plantas.



##### 4.4.2. Preparación de los sustratos.-

Todas las macetas tienen como base del sustrato utilizado arena fina de una altura de 3 cm, esto para poder facilitar el drenaje del agua de maceta a maceta, encima del cual se relleno con cada uno de los tipos de sustratos.

Luego de acopiado los materiales a ser utilizados como sustratos, estos fueron seleccionados, tamizados (arena, tierra del lugar y turba), finalmente mezclados.

Todos los sustratos previamente fueron desinfectados con formol, con una dosis de 100 ml/litro de solución, esto con el objeto de evitar cualquier tipo de enfermedad que pueda atacar a las plantas. Las macetas no recibieron ningún tipo de desinfección por ser estas nuevas.

#### **4.4.3. Sustratos.-**

##### **4.4.3.1. Sustrato 1.-**

El sustrato 1, constituido por una mezcla de tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz, en una proporción de 1:1:1.

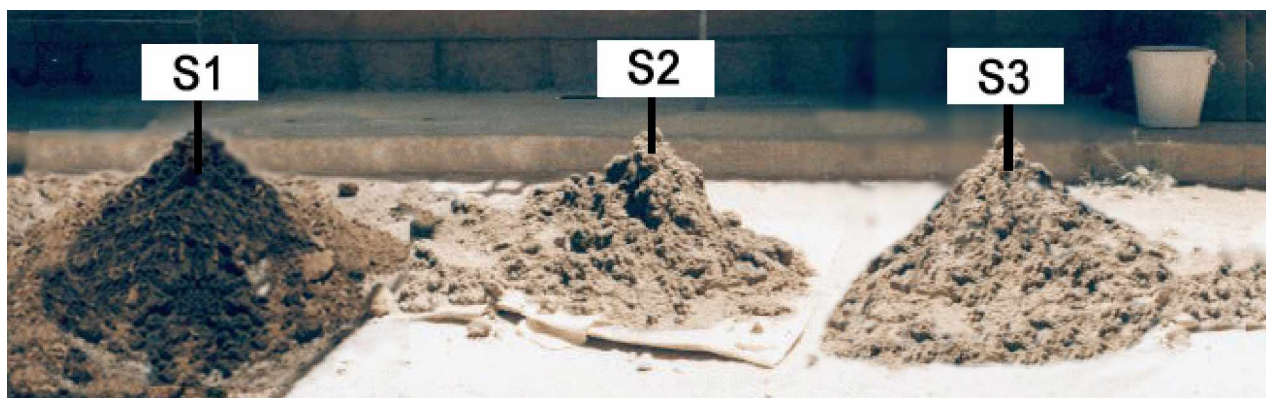
##### **4.4.3.2. Sustrato 2.-**

El sustrato 2, constituido por una mezcla de arena + turba + cascarilla de arroz, en una proporción de 1:1:1.

##### **4.4.3.3. Sustrato 3.-**

El sustrato 3, constituido por una mezcla de tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz, en una proporción de 1:1:1.

**Fotografía 6: Sustratos**



Por tanto en cada maceta se incorporó 2700 cc de los respectivos sustratos. En todo el trabajo se utilizó las siguientes:

**Fotografía 7: Llenado de macetas con los Sustratos**

Arena	68 cc.
Tierra del lugar	68 cc.
Turba	68 cc.
Cascarilla de arroz	68 cc.



Después de realizar el llenado de las macetas con los sustratos se realizó un riego de pre-plantación.

**4.4.4. Transplante.-**

Luego de tener listas las macetas se procedió a realizar el transplante de las plantas de frutilla de las tres variedades, y en cada uno de los sustratos de acuerdo al diseño planteado previamente, al momento de realizar el transplante se hizo una poda de raíz, también una poda de las hojas secas de las plantas, con el fin de inducir que emerjan nuevas raíces y un nuevo follaje y así una mejor producción.



**Fotografía 8: Transplante de Plantas.**

#### **4.4.5. Fertilización.-**

Se aplicó el abono foliar greenzit 1 gr., de fertilizante granulado por maceta, 15 días después del trasplante, para tener plantas vigorosas .

#### **4.4.6. Riego.-**

El invernadero consta con un sistema de riego por goteo en la parte superior de cada columna, él cuál por efecto de gravedad moja todas las demás macetas.

El sistema de riego es accionado por una bomba eléctrica, que se la enciende para regar de acuerdo al período del día.

#### **4.5. Prácticas Culturales.-**

##### **4.5.1. Control Fitosanitario.-**

El control fitosanitario fue preventivo, se realizó aplicaciones semanales de manera alternada de los fungicidas Benlate 1gr/lt y para el control de pulgones y arañuelas se utilizó un insecticida orgánico natural (natureza).

##### **4.5.2. Deshierbe y Poda.-**

El control de las malezas que aparecieron en las columnas de cultivo, se realizó en forma manual. En cambio la poda de hojas se realizo cuando las hojas de las plantas ya estaban viejas.

### **4.5.3. Cosecha.-**

La cosecha fue realizada en forma escalonada, para fines de tabulación se consideró la cosecha con intervalos de días, a medida que iban madurando los frutos y adquiriendo el color característico.

### **4.6. Variables de Respuesta.-**

En las plantas consideradas para evaluar antes de la cosecha de cada unidad experimental, se cuantificaron los siguientes variables de respuesta.

#### **4.6.1. Altura de Planta.-**

Este factor se obtuvo con la ayuda de una regla milimetrada se realizaron varias lecturas en diferentes momentos para establecer el desarrollo de las plantas en cada Tratamiento.

Se hizo la medición desde la corona hasta el ápice de la hoja de la planta, se hizo 6 lecturas con un intervalo de 15 días por lectura a partir del tercer día después del transplante.

**Fotografía 9: Altura de Planta**





#### 4.6.2. Número de Hojas por Planta.-

También se obtuvieron los datos del número de hojas por planta en cada sustrato del trabajo, se hizo el conteo total de hojas por planta, se realizaron 3 lecturas con intervalo de 15 días por lectura a partir del séptimo día después del transplante.

**Fotografía 10: Numero de hojas**



#### 4.6.3. Número de frutos por planta.

Se realizó el recuento del número de frutos por planta, en cada uno de los sustratos del trabajo, ésta evaluación se la hizo al momento de la cosecha durante el periodo de producción.

**Fotografía 11: Numero de Frutos**



#### 4.6.4. Peso del fruto.-

Para esta variable, se determino el peso individual de cada fruto por planta y así obtener un promedio del peso por planta, en cada sustrato del trabajo al momento de la cosecha.

**Fotografia 12: Peso del Fruto.**



#### 4.6.5. Evaluación Económica.-

Para realizar la evaluación económica del presente trabajo, se utilizó el método del análisis Tasa de retorno marginal en los sustratos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-

### 5.1. ALTURA DE PLANTA.-

#### Análisis estadístico para la variable altura de planta (Anexo15)

Realizado el análisis estadístico de los resultados obtenidos para la variable altura de planta, se determinó que existe una diferencia estadística significativa para la interacción variedades por sustratos y para la interacción sustratos por variedad, no existiendo ninguna diferencia estadística para ninguna otra variable de respuesta.

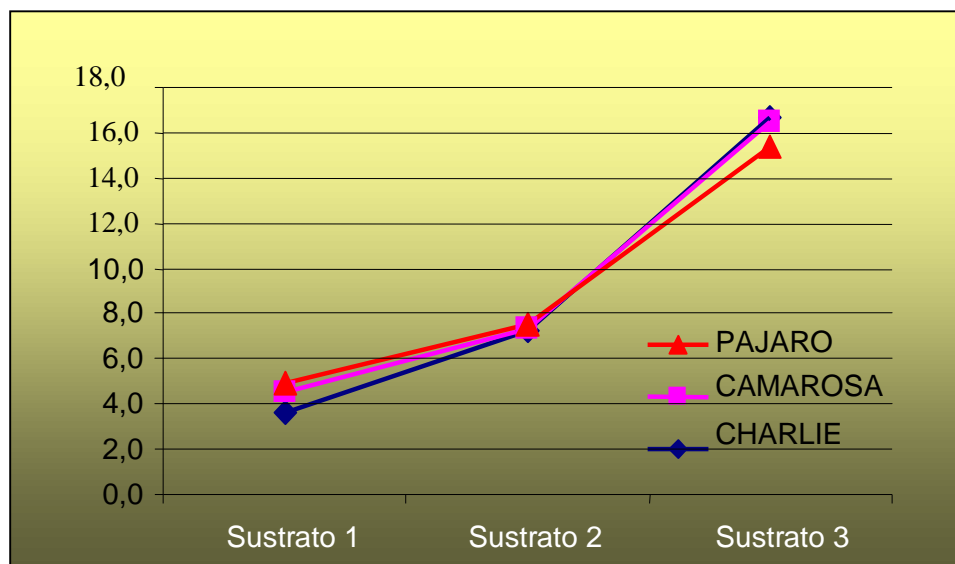
**Tabla 1. : Análisis de varianza para la variable altura de planta.**

<b>F de V</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Repetición</b>	<b>Sust. * Rept.</b>	<b>Variedad</b>	<b>Sust.* Var.</b>
<b>Pr &gt; F</b>	<b>*</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>*</b>	<b>*</b>

**C. V. = 13.4**

Estos resultados demuestran que el efecto de los sustratos tienen influencia sobre el crecimiento en altura de la planta y también que las variedades muestran diferentes respuestas al tipo de sustrato utilizado.

### ALTURA DE LA PLANTA (cm.)



**Figura 1: Altura de planta**

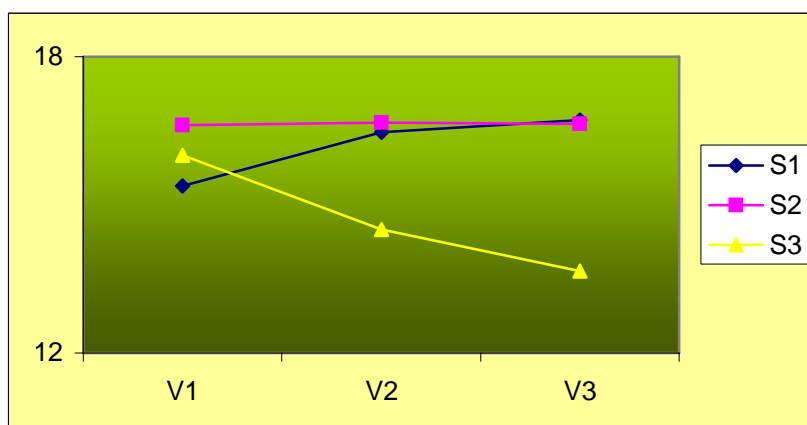
Como la Tabla 2 de ANVA muestra que existe diferencia significativa (\*) en la interacción sustratos dentro variedades, se realizó la respectiva prueba de efectos simples, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 2 : Análisis de Varianza para Efectos Simples de Sustratos dentro Variedades.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT
SUST(V1)	2	3,001	1,501	3,690	6.01 3.55 *
SUST(V2)	2	11,491	5,745	14,128	6.01 3.55 **
SUST(V3)	2	24,315	12,157	29,895	6.01 3.55 **
ERROR	18	7,32	0,407		

En el caso de Sustratos dentro de Variedad 1 se ha determinado que existe diferencia significativa (\*), lo que se muestra en la figura (2) .

**Figura 2. : Efectos Simples de Sustratos dentro Variedades**



Llegándose a notar que el Sustrato 2 conteniendo (turba + arena + cascarilla de arroz) dio una altura de 17 cm. y en los Sustrato 1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz) y el Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) las plantas tuvieron una menor altura de 15 cm. y 16 cm.

Para el efecto de interacción de Sustratos dentro Variedad 2, el resultado fue altamente significativo (\*\*), donde el Sustrato 1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz) y Sustrato 2 (turba + arena + cascarilla de arroz) mostraron diferencias, altamente significativas habiendo alcanzado las mayores alturas de 17 cm. y 16 cm., con respecto al Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) que tuvo una altura de 14 cm.

El Sustrato 3 compuesto por (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz), las plantas solo alcanzaron una altura de 14 cm, siendo 3 cm. menos que en el Sustrato 1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz) y el Sustrato 2 (turba + arena + cascarilla de arroz).

Finalmente en el caso de los Sustratos frente a la Variedad 3, se evidenció diferencia también altamente significativa (\*\*), notándose que una vez más que en el Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) las plantas

alcanzaron una altura pequeña de 13 cm. aproximadamente 4 cm. menos que el Sustrato 1( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ) y Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz ) de 17 cm de altura .

Como la Tabla 3 de ANVA muestra que existe diferencia significativa (\*) en la interacción variedades dentro sustratos, con los siguientes resultados:

**Tabla 3 : Análisis de Varianza para Efectos Simples de Variedades dentro de Sustratos.**

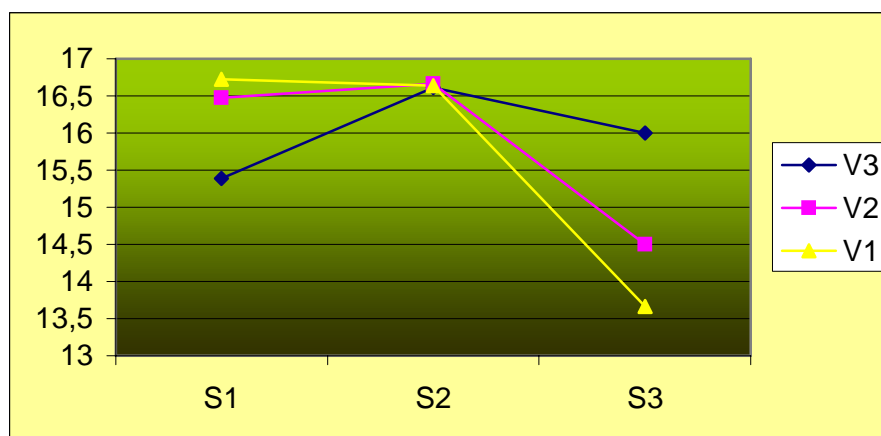
FV	GL	SC	CM	FC	FT	
VAR (S1)	2	0,252	0,1262	0,3104	6.01	3.55 *
VAR (S2)	2	0,0004	0,0002	0,0005	6.01	3.55 NS
VAR (S3)	2	0,7013	0,3506	0,8622	6.01	3.55 **
ERROR	18	7,32	0,4067			

En la tabla de Análisis de Varianza para Efectos Simples muestra una diferencia significativa (\*) en la interacción Variedades dentro Sustrato 1( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ), notándose así que la Variedad 1 (Pájaro) y la Variedad 2, (Camarosa) tuvieron una mayor altura de 16 cm. y 17 cm. de planta, siendo la Variedad 3 (Charlie) la que mostró una menor altura de 15 cm.

En cuanto a la interacción de Variedades dentro Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz ), no se encontraron diferencias significativas (NS), observándose que las tres Variedades (Pájaro), (Camarosa), (Charlie), no existe una diferencia marcada entre cada variedad, respecto a la variable altura de planta.

En cuanto al Sustrato 3 ( tierra del lugar +arena + cascarilla de arroz ), existen diferencias altamente significativas (\*\*), respecto a la Variedad 1 (Pájaro) con una altura de 16 cm. por planta, como se observa en la figura (3) , teniendo una diferencia entre la Variedad 2 (Camarosa) y Variedad 3 (Charlie) con una altura de 14,5 cm. y 13,5 cm, existiendo una diferencia de 2,5 cm. por planta .

**Figura 3. : Efectos Simples de Variedades dentro Sustratos**



Lo que significa que la Variedad 1 (Pájaro) rinde satisfactoriamente en el Sustrato 2 (turba + arena + cascarilla de arroz) que contiene un 8.10% Materia Orgánica y 0.22 % de Nitrógeno, lo que quiere decir que este sustrato contiene un buen porcentaje de nutrientes para la planta, teniendo un buen desarrollo de la misma. Corzo (1990). Es necesario y útil el Nitrógeno y Materia Orgánica, en el desarrollo vegetativo de la planta, como es el proceso de crecimiento.

El Sustrato1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz) que contiene un 8.30 % de Materia Orgánica y 0.21% de Nitrógeno, ya que este tiene 0.20 % más de Materia Orgánica y 0.01 % menos de Nitrógeno, que el Sustrato 2, pero en relación con este sustrato no existe mucha diferencia ya que los dos tuvieron un mejor rendimiento en esta variable de respuesta.

El Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) contiene 6.20% Materia Orgánica y 0.18 % de Nitrógeno, este sustrato no tiene un buen % que los otros dos sustratos teniendo así un bajo rendimiento de altura de planta en relación con el Sustrato 1 y Sustrato 2. Esto quiere decir que a mayor porcentaje de MO. y N. se puede obtener mejor altura en la planta de frutilla Corzo. (1990).

## 5.2. NUMERO DE HOJAS.-

### Análisis estadístico para la variable número de hojas.

Al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenido para la variable número de hojas se determinó que existe una diferencia altamente significativa para la interacción variedad por sustratos y la interacción sustrato por variedad, existiendo diferencia sobre el número de hojas por planta.

**Tabla 4. Análisis de varianza para la variable número de hojas . (Anexo 16)**

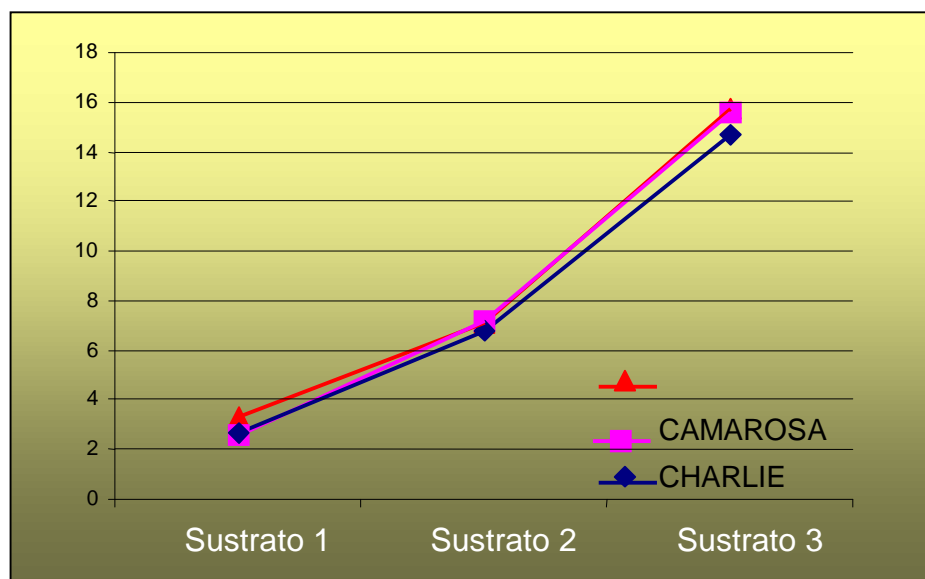
<b>F de V</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Repetición</b>	<b>Sust * Rept.</b>	<b>Variedad</b>	<b>Sust * Var</b>
<b>Pr &gt; F</b>	<b>**</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>**</b>	<b>**</b>

**C.V. = 4.74**

Se observó que el efecto de los sustratos fue notoria en el número de hojas por planta, siendo muy similar la respuesta entre las variedades al tipo de sustrato utilizado.



### NUMERO DE HOJAS



**Figura 4.: Número de hojas por planta**

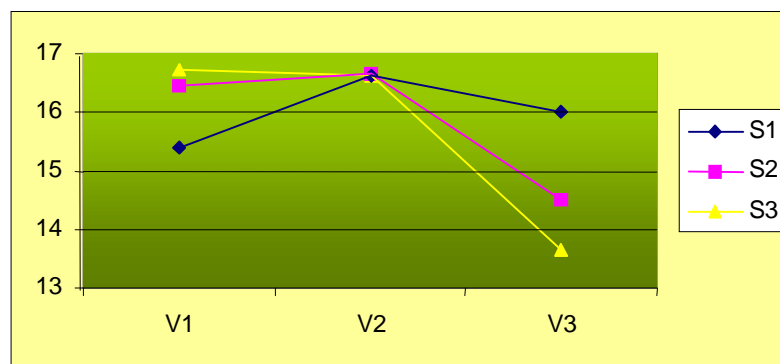
Observando la Tabla 5 de ANVA muestra que existe diferencia significativa (\*) en la interacción sustratos dentro variedades, por lo tanto se realizó la respectiva prueba de efectos simples, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 5.: Análisis de Varianza para Efectos Simples de Sustratos dentro Variedades.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
SUST (V1)	2	0,252	0,126	0,310	6.01 3.55	*
SUST (V2)	2	0,0004	0,0002	0,0005	6.01 3.55	NS
SUST (V3)	2	0,701	0,350	0,862	6.01 3.55	**
ERROR	18	7,32	0,406			

Se observó que los Sustratos dentro la Variedad 1 existe diferencia significativa (\*), viéndose en la figura (5).

**Figura 5.: Efectos Simples de Sustratos dentro Variedades**



Se puede observar que el Sustrato 3 ( tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) las plantas tuvieron un mayor promedio de 16,8 hojas por planta, seguido por el Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz) que tuvo 16,5 hojas por planta y en el Sustrato 1 ( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz) dio un promedio de 15 hojas por planta .

Para el efecto de interacción de Sustratos dentro Variedad 2, el resultado fue no significativo (NS), donde el Sustrato 1 ( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ), Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz ) y el Sustrato 3 ( tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz ) no mostraron diferencias, habiendo alcanzado 16.5 número de hojas por Variedad.

Finalmente en el caso de los Sustratos frente a la Variedad 3, se evidenció diferencia altamente significativa (\*\*), notándose que el Sustrato 1( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ) tuvo un número de 16 hojas por planta.

El Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz ) con un número de 14.5 hojas por planta y el Sustrato 3 ( tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz ) con un número de 13.5 hojas por planta

Como la Tabla 6 de ANVA muestra que existe diferencia significativa (\*) en la interacción variedades dentro sustratos, con los siguientes resultados:

**Tabla 6.: Análisis de Varianza para Efectos Simples de Variedades dentro de Sustratos.**

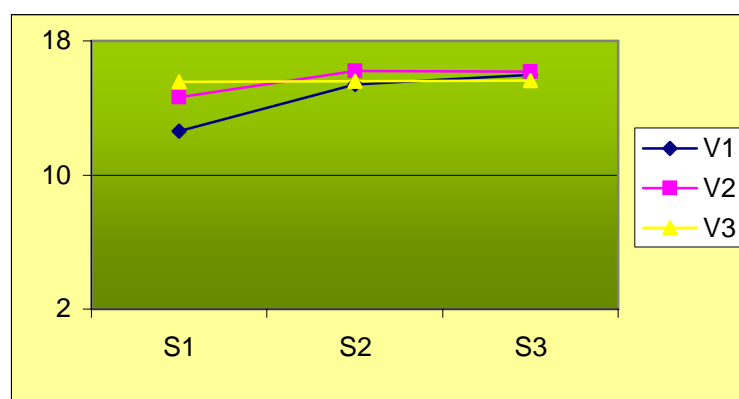
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
VAR (S1)	2	17,804	8,902	21,891	6.01 3.55	**
VAR (S2)	2	1,345	0,672	1,654	6.01 3.55	NS
VAR (S3)	2	0,606	0,303	0,745	6.01 3.55	NS
ERROR	18	7,32	0,406			

En la tabla de Análisis de Varianza para Efectos Simples muestra una diferencia altamente significativa (\*\*) en la interacción Variedades dentro Sustrato 1( tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ), ya que este sustrato contiene 0.21% de Nitrógeno que ayuda a la planta en el follaje, notándose así que la Variedad 1 (Pájaro) tuvo 12 hojas por planta y la Variedad 2, (Camarosa) tuvo 15 hojas por planta y la Variedad 3 (Charlie) mostró 17 hojas teniendo el mayor número de hojas .

En cuanto a la interacción de Variedades dentro Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz), que contiene 0.22% de Nitrogeno no se encontraron diferencias significativas (NS), observándose que las tres Variedades (Pájaro), (Camarosa), (Charlie), no existe una diferencia marcada entre cada variedad, respecto a la variable número de hojas, ya que las tres tuvieron 17 hojas por planta .

En cuanto al Sustrato 3 ( tierra del lugar +arena + cascarilla de arroz )que contiene 0.18 % de Nitrógeno , no existen diferencias significativas (NS), la Variedad 1 (Pájaro), la Variedad 2 (Camarosa) y la Variedad 3 (Charlie) tuvieron el mismo rendimiento en el número de 17 hojas por planta. Figura (6)

**Figura 6.: Efectos Simples de Variedades dentro de Sustratos.**



### 5.3. NUMERO DE FRUTOS

#### **Análisis estadístico para la variable número de frutos.**

Al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos para la variable número de frutos por planta se determinó que existe una diferencia estadística significativa para la variable (sustratos), no existiendo ninguna diferencia estadística para ninguna de las otras variables de respuesta, estos resultados nos demuestran que el efecto de los sustratos tiene influencia sobre el número de frutos por planta. (Anexo 17)

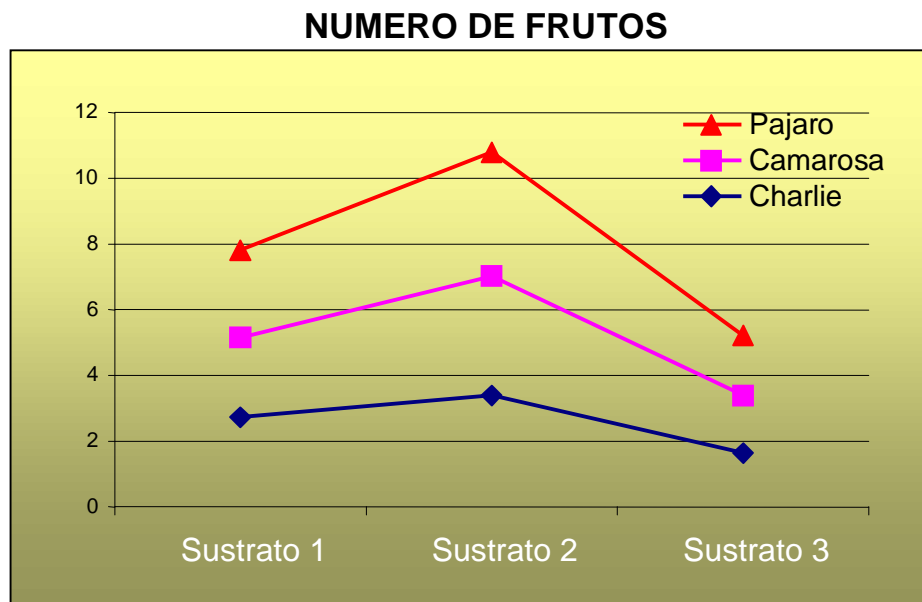
**Tabla 7. Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta**

<b>F de V</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Repetición</b>	<b>Sust * Rept.</b>	<b>Variedad</b>	<b>Sust * Var</b>
<b>Pr &gt; F</b>	<b>*</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

C. V. = 10.2

El resultado demuestra que los Sustratos tienen influencia sobre el número de frutos, ya que estos contienen Fósforo y Potasio. Según Corzo (1990) estos nutrientes son favorables para la formación de las flores y frutos.

En el presente trabajo se observó que no se interrumpió la fase de floración por la formación de estolones, existiendo así por este factor un mayor número de frutos por planta.



**Figura 7: Número de frutos**

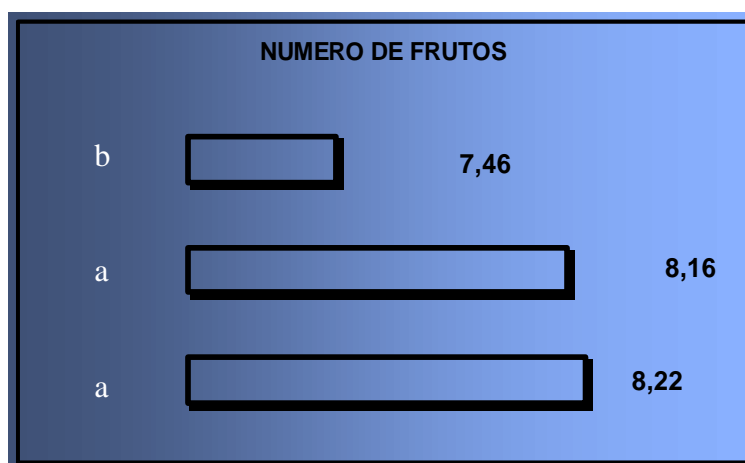
Se puede observar en la figura (7) que el Sustrato 1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz ) el número de frutos por variedad no fue el esperado, ya que este contiene 8.30 % de Materia Orgánica y 301.5 mg/l de Fósforo, siendo este nutriente el que da firmeza a los frutos, ya que la Variedad 1 (Pajaro) tuvo un promedio de 8 frutos por planta, en la Variedad 2 (Camarosa) un promedio de 5 frutos por planta y en la Variedad 3 (Charlie) se tuvo un promedio de 3 frutos por planta.

Mientras que el Sustrato 2 (turba + arena + cascarilla de arroz) que contiene 8.10% materia orgánica y 232.5 mg/l de fósforo, influyendo este en la calidad de fruto, color, sabor, y dulzor, rindiendo mejor la Variedad 1 (Pájaro) con un número de frutos de 11 por planta y la Variedad 2 (Camarosa) con un promedio de 8 frutos por planta y no así la Variedad 3 (Charlie) que tuvo 3 frutos por planta.

El Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) que contiene 6.20 % Materia Orgánica , 232.3 mg/l de Fósforo, no tuvo un buen rendimiento en las tres Variedades, ya que la Variedad 1(Pájaro) solo tuvo un promedio de 5 frutos

por planta, la Variedad 2 (Camarosa) obtuvo un promedio de 3 frutos por planta y la Variedad 3 (Charlie) solo 2 frutos por planta.

Se podría decir que se tiene un mejor rendimiento en el Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz), en esta variable de respuesta. Según Corzo (1990) estos nutrientes, Materia Orgánica y Fósforo influyen en la calidad del fruto.



**Figura 8. Test de prueba de Duncan para Sustratos.**

Observando la figura (8) las medias de los Sustratos la prueba de Duncan al nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5 % se observa que no existe ninguna diferencia estadística entre los Sustratos 2 y 3 los que presentaron una media de producción de 8,22 y 8.16 frutos por planta y ambos son diferentes con el Sustrato 1 que presento una media de 7,46 frutos por planta.

Haciendo una comparación para esta variable se puede observar que el Sustrato 2 con (cascarilla de arroz + tierra + arena) en una proporción 1:1:1 es la mejor para la formación de número de frutos.

## 5.4. PESO DEL FRUTO

### Análisis estadístico para peso del fruto.

Realizado el análisis estadístico de los resultados obtenidos para la variable peso del fruto, muestra que no existe diferencia estadística para ninguna de las variables estudiadas, sustratos, variedad, interacción sustratos por variedad, estos resultados muestran que el efecto de los sustratos y variedades no tienen influencia sobre el peso del fruto. (Anexo 18)

**Tabla 8. Análisis de varianza para la variable peso del fruto**

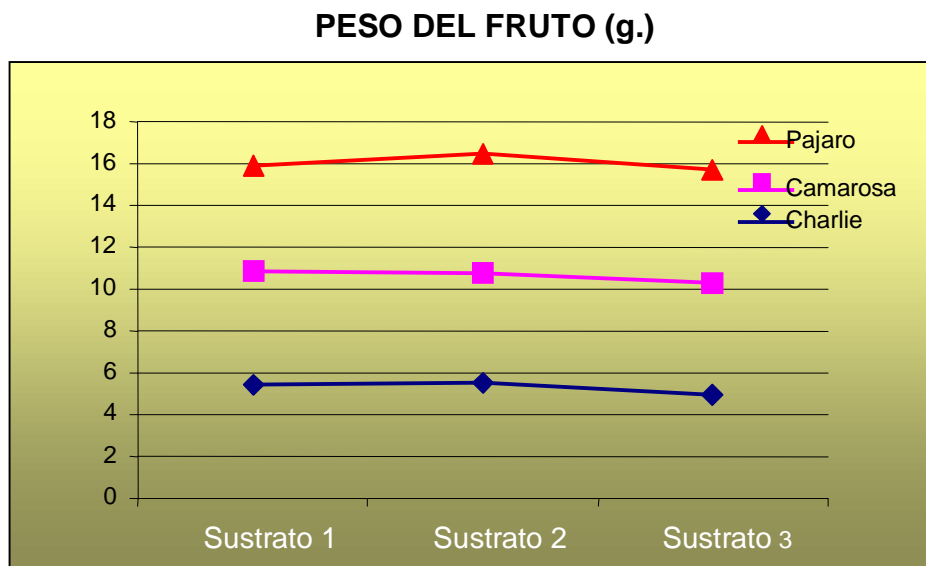
F de V	Sustrato	Repetición	Sust* Rept.	Variedad	Sust* Var
Pr > F	NS	*	NS	NS	NS

C. V. = 5.6

Se puede observar que existe una similitud en las 3 Variedades de estudio (Pájaro),(Camarosa) y (Charlie) para los tres tipos de Sustratos.

Tomando en cuenta que para esta variable de estudio según Corzo (1990), el nutriente necesario para el peso del fruto es el Potasio .





**Figura 9.: Peso del fruto**

El Sustrato 1 (tierra del lugar + turba + cascarilla de arroz), contiene un 8.30 % de Materia Orgánica y 0.10 mg/l de Potasio, el Sustrato 2 con (cascarilla de arroz + tierra + arena) que contiene 8.10 % de Materia Orgánica y 0.90 mg/l de Potasio y el Sustrato 3 (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) con 6.20 % Materia Orgánica y 0.06 mg/l de Potasio.



<b>PRECIO DE CAMPO (\$us./Kg)</b>	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
<b>BENEFICIO NETO</b>	-1840,8	-208,8	-2004,0	394,8	-2991,6	-54,0	3728,2	709,0	97,0
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	0,89	0,99	0,88	1,02	0,83	1,00	1,22	1,04	1,01
<b>TIPO DE CAMBIO : 6,64 Bs (1 \$us)</b>	7.46	6.70	7.54	6.50	8.00	6.64	5.44	6.38	6.57

## 5.5. ANALISIS ECONOMICO.

### 5.5.1 Cálculo de la Tasa de retorno marginal entre Sustratos.

La determinación de la tasa de retorno marginal será realizado solo con los sustratos que representaron un gasto menor. Cuadro

**Cuadro 5. Determinación de las tasa de retorno marginal entre sustratos.**

Sustratos	Beneficios Netos (Bs.)	Beneficios Netos (Bs.)	Costos Variables (Bs.)	Costos Variables (Bs.)	TRM
3	20563,2		16835		
		2978,4		-355	839%
2	17584,8		17190		

La tasa de retorno marginal (TRM) es un índice que se utiliza para evaluar económicamente los resultados de una alternativa o actividad.

Para calcular los retornos marginales y obtener la tasa de retorno marginal, los sustratos son ordenados en orden descendente de beneficios netos con sus correspondientes costos variables.

Con los incrementos en los beneficios netos (\*BN) y los incrementos en los costos que varían (\*CV) se calcula el retorno marginal.

$$TRM = \frac{*BN}{*CV} \times 100$$

Esta relación expresa en cuanto se incrementa el beneficio neto por unidad monetaria adicional en el costo que varia.

- En la evaluación económica (Tabla) del uso de diferentes sustratos en la producción vertical de tres variedades de frutilla muestra en detalle los costos de producción donde el Tratamiento 7, representa un gasto menor en la relación a los demás tratamientos.
- El peso en el Tratamiento 7 (sustrato 2) da como resultado un mayor beneficio bruto de campo, hallando 20563.2 Bs. y en el Costo de producción una inversión de 16.835 Bs. Lo que nos da como resultado un beneficio costo de 1.22.
- Se puede apreciar en la evaluación económica que el uso de la Variedad 1 (Pájaro) combinada con el sustrato 3 (Arena, Cascarilla de Arroz, Tierra) seguido en forma de eficiencia con el tratamiento 8, tratamiento 4, tratamiento 9, tratamiento 6, se halla un beneficio costo positivo recuperando así lo invertido.
- Finalmente en el tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento 5 se hallan pérdidas que conducen a beneficios netos negativos.

## 6. CONCLUSIONES.

- De acuerdo con resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de las variables propuestas altura de la planta, número de hojas por planta, número de frutos por planta y peso del fruto., se puede concluir que los 3 tipos de sustratos que se utilizaron, son adecuados para las tres variedades de frutillas utilizadas.
- Se determinó que se obtuvo un mejor efecto en los tres niveles de sustratos alcanzando una altura de planta máxima de 17 cm, un número de frutos máximo 11, un número de 16 hojas máxima y un peso de fruto de 17gr.
- Se determinó que la Variedad 1 (Pájaro) obtuvo mejor rendimiento en dos niveles de sustratos: Sustrato 2 formado por ( turba + arena + cascarilla de arroz), seguido por el Sustrato3 formado por ( tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz). Teniendo una proporción 1:1:1 para cada tratamiento.
- Alcanzando la Variedad 1 (Pájaro) una altura de 4 cm en la primera lectura, 8cm. en una segunda lectura y 17 cm. en una tercera lectura .
- Para la variable altura de planta las tres variedades de frutilla (Pájaro),(Camarosa) y (Charlie) tuvieron mejor rendimiento en los Sustratos 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz) y Sustrato 3 ( tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz )en la proporción 1:1:1.

- Para la variable número de frutos por planta el Sustrato 2 ( turba + arena + cascarilla de arroz) es el que dio mejor resultado, en una proporción de 1: 1: 1. Mientras para la variable peso de fruto el Sustrato 3 es el que obtuvo mayor número de fruto por planta conteniendo (tierra del lugar + arena + cascarilla de arroz) en una proporción 1:1:1.
- Los sustratos 2 y 3 son los que mejores resultados nos dieron, dentro de la producción vertical de frutilla (*Fragaria sp*) siendo estos dos diferentes ya que uno contiene materia orgánica que ayuda a la planta a que se desarrolle con mayor facilidad y el otro o que no contiene materia orgánica en menor proporción.

## 7. RECOMENDACIONES.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como recomendaciones podemos indicar que para fines prácticos de una buena producción de frutilla y lo que nos interesa para poder sacar al mercado es que dentro una producción vertical debe utilizarse un sustrato que tenga todas las características necesarias para el desarrollo de la planta.
- En el trabajo realizado se puede constatar que el sustrato 2 que tiene turba + arena + cascarilla de arroz en la proporción 1:1:1, es el que da un buen resultado para poder tener frutillas que sean cotizadas en el mercado.
- Dentro de este sistema tienen una mayor cotización dentro el mercado en comparación a los producidos tradicionalmente ya que están listos para el consumo.



## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ALPI, A. y TOGNONI, F. 1987. Cultivos en invernadero. 2de. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 250 p.
2. ATLEE, G. y CAMARGO, A. 1973. Producción de fresas en Guatemala. Ministerio de Agricultura. Ed. Talleres Gráficos. Guatemala. 2p.
3. BRANZANTI, C. E. 1989. La fresa. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 386 p.
4. CORDEP- DAI PROYECTO DE DESSARROLLO REGIONAL DE COCHABAMBA 1993. Perfil económico de la frutilla. Cochabamba, Bolivia 34p.
5. CORZO, R. 1990. El cultivo de la frutilla y sus recomendaciones, MACA, GTZ, PRIV, maracayá, Punata, Cochabamba, Bolivia. 11p.
6. CORTEZ, C. 1990. cultivos hidropónicos en tomate. Tesis Ing Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia.
7. CHILDDERS, N. 1982 fruticultura moderna; cultivo de frutales y arbustos frutales. Trad. Del Ingles por Sartori, E. Ed. Hemisferio Sur. Tomo II. 824 p.
8. CHOQUE, D .1998 Evaluación del uso de mulch en el cultivo de frutilla. EMI Escuela Militar de Ingenieria La Paz, Bolivia 85 p.
9. FOLQUER, F. 1986 .L a frutilla o frresa. Ed. Hemisferio sur. Buenos aires, Argentina 149 p.
10. FUJITA, M. y JURADO, P. 1990. Recomendaciones para el cultivo de nuevas especies hortícolas en el valle de Cochabamba. IBTA. Noviembre. Cochabamba, Bolivia. 15p.

11. GONZALES, E.1990 .Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentena en Chile. Ed. Ograma Santiago, Chile. 325 p.
12. HINOJOSA, R. 1971 Insectos y enfermedades que dañan a los durazneros, manzanos, vides, frutillas. Ministerio de asuntos campesinos agropecuarios. Boletín técnico No. 6. Diciembre. Cochabamba, Bolivia. 3p.
13. JUSCAFRESA, B.e IBAR, L. 1987. Fresa y fresones .Ed. AEDOS Barcelona, España 172p.
14. MAPPES, D. 1982. Reportajes agrícolas. Basf. Limburger hof, República Federal de Alemania. Pp. 18 – 20.
15. MAROTO, J. V. y LOPEZ, S. 1988. Producción de fresas y fresones. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España 119 p.
16. MERCADO, D. 1991. Control de Tetranychus urticae en el cultivo de rosas en invernadero. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias, Cochabamba, Bolivia.
17. OSPINA, J. E. 1995. Agricultura I. Ed. Terranova. Santa fe de Bogota, Colombia 95 p.
18. PANDOVANI, M. I. 1991. Morango; O dedicado e sabroso fruto de integracao dos poros. Ed. Cono. Sao Paulo, Brasil. 68 p.
19. PEREZ, A. J. 1979. Cultivo de fresas. Ministerio de agricultura de Madrid, España. 98 p.

20. SALINAS, M. y SÁNCHEZ, C. 1998. Agricultura organizada en pequeña escala; huerto domestico y huerto comunitario. Ed. Cetal. Valparaíso, Chile. 54 p.

21. SÁNCHEZ, J. 1993. Control del pulgón en el cultivo de alfalfa (Medicago sativa), en tres comunidades del valle de Punata. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. 104 p.

22. SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Ed. AEDOS. Barcelona, España. pp. 181 - 192.

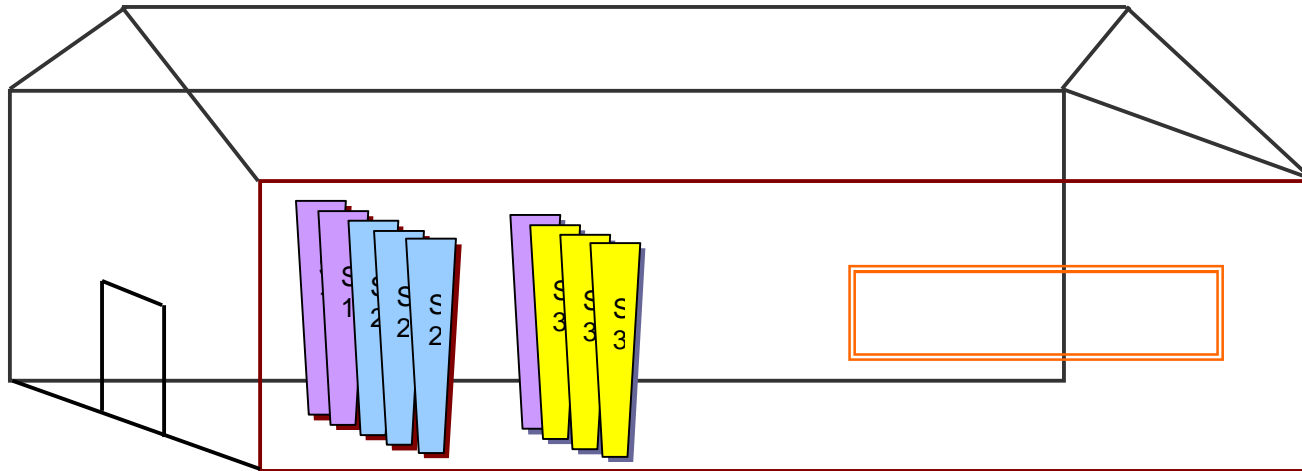
23. VERDIER, M. 1987. Cultivo del freson en climas templados .Ed. Agrarios S.A. Madrid, España. 338 p.

24. ZAPP, J.1991. Cultivos sin tierra; hidroponía popular. Ed. PNVD. Bogotá, Colombia. Pp. 145 – 157.

.

**ANEXOS**

ANEXO 2  
UBICACIÓN DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN EL INVERNADERO



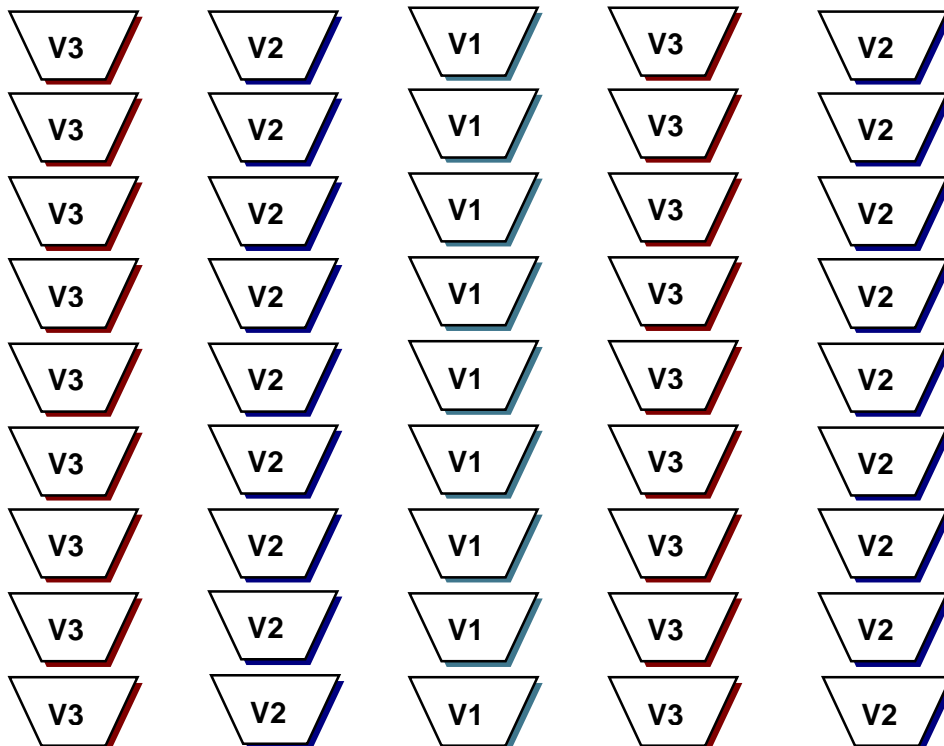


## ANEXO 3

## CROQUIS DE CAMPO

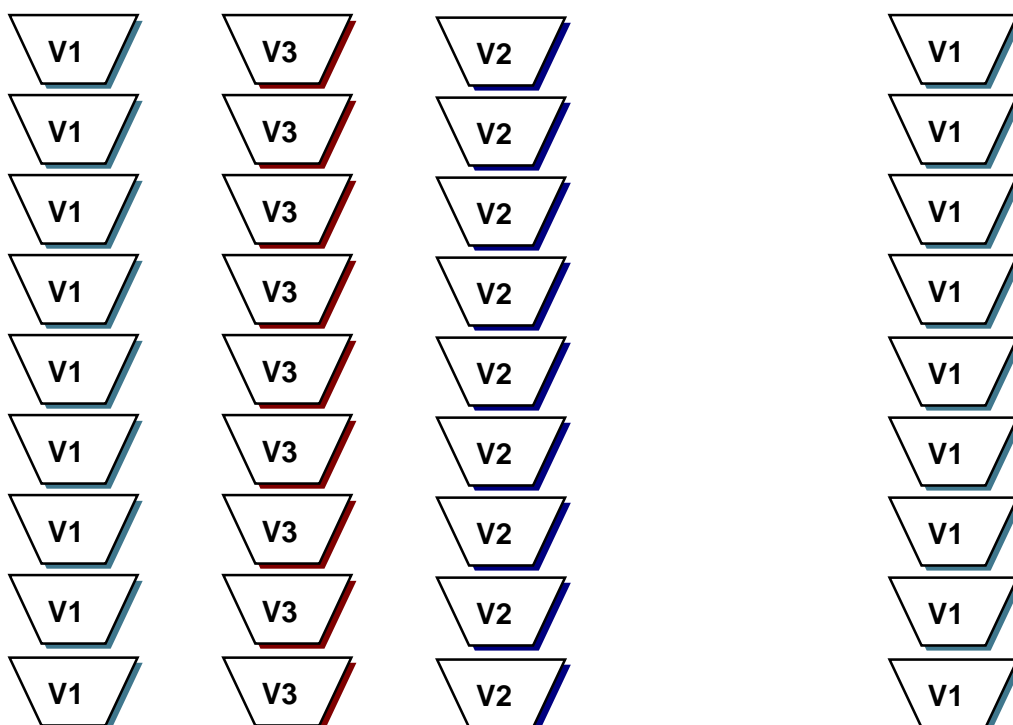
## SUSTRATO 2

## SUSTRATO 1



## SUSTRATO 3

## SUSTRATO 1



## ANEXO 4



Armado de las macetas





## ANEXO 5



Llenado de las  
Macetas con los  
respectivos sustratos



## ANEXO 6



Transplante de plantas de frutilla a las macetas



## ANEXO 7



Plantas de frutillas  
en los sustratos



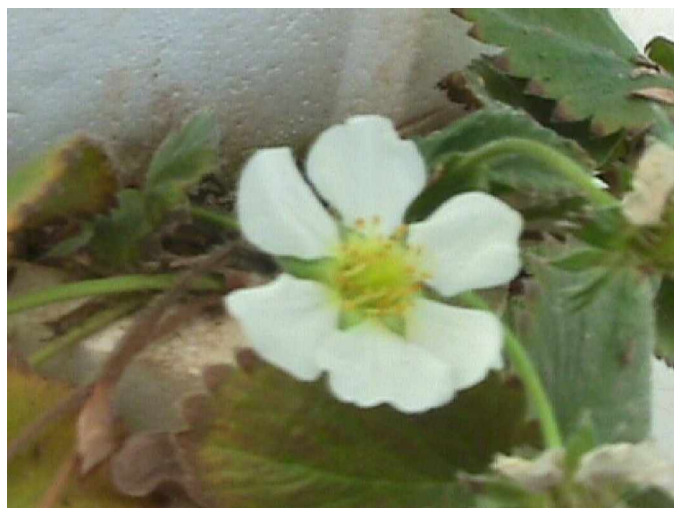
**ANEXO 8****FOTOS DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN EL INVERNADERO.**

Vista de las macetas ubicadas hacia el sur de la puerta del invernadero.



Vista de las macetas ubicadas hacia el norte de la puerta del invernadero.

## ANEXO 9



Fotografía de la flor de Frutilla.



Fotografía del fruto de la Frutilla.

## ANEXO 10

## BROMATOLOGIA DE LA FRUTILLA.

<b>Composición Química y Valor Energético de 100 g de Alimento.</b>
---

<b>Digestión (%)</b>	94
<b>Agua (%)</b>	90,5
<b>Proteína (g)</b>	0,9
<b>Lípidos (g)</b>	0,4
<b>Disponibilidad (g)</b>	5,3
<b>Amído (g)</b>	0
<b>Solubilidad (g)</b>	5,3
<b>Fibra alimenticia</b>	1,6
<b>Kcal</b>	27
<b>Kj</b>	113
<b>Sodio (mg)</b>	2
<b>Potasio (mg)</b>	160
<b>Hierro (mg)</b>	0,8
<b>Calcio (mg)</b>	35
<b>Fósforo (mg)</b>	28
<b>Tiamina (mg)</b>	0,04
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,04
<b>Niacina (mg)</b>	0,5
<b>Vitamina A (mg)</b>	0
<b>Vitamina C (mg)</b>	54

Fuente : Instituto de nutrición Italia 1998.

## ANEXO 11

**DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA  
ALTURA DE PLANTA**

SUST.	VAR.	REPT.	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 3
1	1	1	5,667	7,500	15,000
1	1	2	4,500	6,770	16,980
1	1	3	5,429	8,460	14,555
1	1	4	4,200	7,550	15,000
1	2	1	4,000	6,550	17,886
1	2	2	4,125	7,000	16,440
1	2	3	5,222	8,450	17,554
1	2	4	4,643	7,560	14,000
1	3	1	3,571	6,660	16,000
1	3	2	3,429	7,980	18,666
1	3	3	3,400	6,555	15,222
1	3	4	4,167	7,880	17,000
2	3	1	4,750	8,445	17,886
2	3	2	5,250	9,700	16,440
2	3	3	5,583	8,960	17,554
2	3	4	5,000	6,880	14,555
2	2	1	5,167	7,450	15,000
2	2	2	4,000	7,980	17,000
2	2	3	4,000	6,320	16,000
2	2	4	4,167	7,650	18,666
2	1	1	5,571	6,770	16,000
2	1	2	6,143	9,650	17,000
2	1	3	5,556	8,430	17,000
2	1	4	4,667	7,110	16,555
3	1	1	5,250	6,000	18,000
3	1	2	4,857	7,100	15,000
3	1	3	6,000	8,000	16,990
3	1	4	4,000	7,450	14,000
3	3	1	6,800	9,650	13,000
3	3	2	5,556	8,210	12,000
3	3	3	4,875	8,330	17,000
3	3	4	5,167	7,760	16,000
3	2	1	4,000	8,000	15,555
3	2	2	4,375	6,770	13,560
3	2	3	4,375	8,980	12,450
3	2	4	4,571	7,590	13,000

## ANEXO 12

## DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

## NUMERO DE HOJAS

SUST.	VAR.	REPT.	LEC. 1	LEC. 2	LEC.3
1	1	1	2,333	5,444	12,000
1	1	2	2,833	6,167	11,333
1	1	3	2,571	6,143	12,429
1	1	4	2,000	7,400	14,800
1	2	1	2,667	7,333	14,167
1	2	2	2,250	7,000	14,750
1	2	3	3,000	7,889	15,556
1	2	4	2,429	7,143	14,000
1	3	1	2,143	6,286	15,429
1	3	2	2,714	7,714	15,000
1	3	3	2,200	6,200	16,600
1	3	4	2,167	7,833	15,167
2	3	1	4,750	7,125	16,375
2	3	2	5,250	7,000	15,875
2	3	3	5,583	7,000	14,667
2	3	4	5,000	7,600	14,800
2	2	1	2,833	7,000	16,500
2	2	2	2,600	7,400	16,200
2	2	3	2,500	6,000	15,750
2	2	4	2,429	6,429	16,286
2	1	1	3,250	6,750	16,125
2	1	2	2,571	7,000	15,286
2	1	3	2,667	7,000	15,333
2	1	4	2,500	7,000	15,667
3	1	1	3,000	8,125	15,875
3	1	2	2,286	6,429	15,857
3	1	3	3,222	6,556	15,778
3	1	4	2,667	7,667	16,333
3	3	1	2,800	7,000	16,600
3	3	2	2,556	6,889	15,889
3	3	3	2,500	7,625	16,250
3	3	4	2,333	7,000	16,000
3	2	1	2,286	7,000	15,857
3	2	2	2,500	7,125	7,125
3	2	3	2,625	7,750	15,625
3	2	4	2,429	7,714	15,429



**ANEXO 13  
DATOS DE VARIABLES DE RESPUESTA**

**NUMERO DE FRUTOS**

SUST.	VAR.	REPT.	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 3
1	1	1	2,857	3,000	2,000
1	1	2	2,200	3,000	1,800
1	1	3	2,500	3,429	1,571
1	1	4	2,000	2,000	1,000
1	2	1	2,400	3,667	1,333
1	2	2	2,250	3,250	1,571
1	2	3	2,625	3,444	1,857
1	2	4	2,500	3,571	2,667
1	3	1	1,667	3,571	2,143
1	3	2	2,000	3,714	1,800
1	3	3	2,000	3,600	2,000
1	3	4	2,833	3,500	2,167
2	3	1	3,750	3,375	2,125
2	3	2	2,714	3,625	1,500
2	3	3	2,667	3,750	1,333
2	3	4	3,200	3,400	1,500
2	2	1	2,667	3,833	1,400
2	2	2	2,800	4,200	2,000
2	2	3	2,667	4,000	1,333
2	2	4	2,714	4,000	1,571
2	1	1	3,500	3,125	1,857
2	1	2	2,714	3,857	1,500
2	1	3	2,778	3,556	1,778
2	1	4	2,500	4,167	1,200
3	1	1	2,875	3,750	2,125
3	1	2	2,714	3,286	1,571
3	1	3	3,333	3,667	1,667
3	1	4	2,556	3,667	1,875
3	3	1	3,000	3,400	2,400
3	3	2	3,000	5,000	2,000
3	3	3	2,500	4,000	1,750
3	3	4	2,500	4,000	1,400
3	2	1	2,000	3,429	1,714
3	2	2	2,400	4,000	2,000
3	2	3	2,000	3,750	1,625
3	2	4	2,167	3,000	1,857

**ANEXO 14**  
**DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA**

**PESO DEL FRUTO**

SUST.	VAR.	REPT.	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 3
1	1	1	5,844	5,222	4,375
1	1	2	5,200	5,667	5,200
1	1	3	5,000	5,429	4,429
1	1	4	5,667	5,429	5,429
1	2	1	5,000	4,667	5,167
1	2	2	4,571	4,875	5,286
1	2	3	5,875	4,889	6,429
1	2	4	5,167	4,714	5,667
1	3	1	5,000	5,143	4,571
1	3	2	4,833	5,143	5,200
1	3	3	4,400	4,500	5,833
1	3	4	6,000	5,667	5,333
2	3	1	4,500	5,375	5,875
2	3	2	5,286	5,250	4,875
2	3	3	3,750	4,833	6,000
2	3	4	5,800	5,800	6,000
2	2	1	6,000	5,000	6,000
2	2	2	5,800	6,000	5,800
2	2	3	5,000	5,000	5,333
2	2	4	5,571	5,571	5,857
2	1	1	4,625	4,625	4,857
2	1	2	5,000	5,000	5,500
2	1	3	5,111	5,111	4,111
2	1	4	5,500	5,500	5,400
3	1	1	6,286	6,750	4,125
3	1	2	5,833	4,286	5,143
3	1	3	5,444	5,333	4,444
3	1	4	5,857	5,556	5,125
3	3	1	4,800	6,333	4,400
3	3	2	5,000	5,778	4,667
3	3	3	5,250	5,857	6,000
3	3	4	5,000	6,000	6,400
3	2	1	6,250	5,857	3,857
3	2	2	5,400	6,250	4,750
3	2	3	5,600	6,500	5,000
3	2	4	5,000	6,000	4,714

**Anexo 15. Análisis de varianza para la variable altura de planta**

<b>F de V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Sust</b>	2	3,3016	1,6508	4,06	0.04 *
<b>Repl</b>	3	1,229	0,4096	1,01	0,4
<b>Sust*Repl</b>	6	0,8362	0,1393	0,34	0,9
<b>Var</b>	2	3,7046	1,8523	4,55	0.03 *
<b>Sust*Var</b>	4	5,8007	1,4501	3,57	0,03
<b>Error</b>	18	7,3209	0,4067		

**F.V.:** Fuente de Variación **G.L. :** Grados de Libertad, **S.C. :** Suma de Cuadrados, **C.M.:** Cuadrados Medios, **Fc.:** F calculado.

**Coefficiente de Variacion. = 13.4 %**

**Anexo 16 . Análisis de varianza para la variable número de hojas**

<b>F de V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Sust.</b>	2	21,584	10,792	20,31	0,0001**
<b>Repl</b>	3	0,186	0,062	0,12	0,1
<b>Sust*Repl</b>	6	4,932	0,822	1,55	0,21
<b>Var</b>	2	6,911	3,455	6,5	0,008**
<b>Sust*Var</b>	4	12,125	3,031	5,7	0,004**
<b>Error</b>	18	9,564	0,531		

**F.V.:** Fuente de Variación **G.L. :** Grados de Libertad, **S.C. :** Suma de Cuadrados, **C.M.:** Cuadrados Medios, **Fc.:** F calculado.

**Coefficiente de Variacion. = 4.74 %**

**Anexo 17 . Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta**

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Sust.	2	4,349	2,174	3,32	0,05 *
Repl	3	0,792	0,264	0,40	0,8
Sust*Repl	6	1,667	0,277	0,42	0,9
Var	2	1,609	0,804	1,23	0.3 N.S.
Sust*Var	4	3,943	0,985	1,51	0,2
Error	18	11,782	0,654		

F.V.: Fuente de Variación G.L. : Grados de Libertad, S.C. : Suma de Cuadrados, C.M.: Cuadrados Medios, Fc.: F calculado.

**Coefficiente de Variacion. =10.2%**

**Comparación de Medias Duncan (5%) para sustratos**

Grupo	Media	Trat
a	8,221	2
a	8,164	3
b	7,457	1

**Anexo 18 . Análisis de varianza para la variable peso del fruto**

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Sustrato	2	21,925	10,96	1,3	0,3 N.S.
Repl	3	79,015	26,338	3,13	0,05
Sust*Repl	6	59,474	0,991	1,18	0,4
Var	2	16,404	0,82	0,98	0.4 N.S.
Sust*Var	4	45,984	11,496	1,37	0,3
Error	18	151,243	0,84		

F.V.: Fuente de Variación G.L. : Grados de Libertad, S.C. : Suma de Cuadrados, C.M.: Cuadrados Medios, Fc.: F calculado.

**Coefficiente de Variacion. = 5.6 %**