

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO VERTICAL DE LA FRUTILLA
(*Fragaria sp.*) EN RELACION A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN
DOS TIPOS DE SUSTRATO EN AMBIENTE PROTEGIDO**

ISMAEL PASCUAL MENDOZA CAREAGA

LA PAZ – BOLIVIA

2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO VERTICAL DE LA FRUTILLA
(*Fragaria sp.*) EN RELACION A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN DOS TIPOS
DE SUSTRATO EN AMBIENTE PROTEGIDO**

*Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

MENDOZA CAREAGA ISMAEL PASCUAL

Asesores:

Ing. Agr. Ph. D. David Cruz Choque

Ing. Agr. M. Sc. Ruben Trigo Riveros

Ing. Agr. Willams Murillo Oporto

Tribunal Revisor:

Ing. Agr. M. Sc. Eduardo Chilon Camacho

Ing. Agr. M. Sc. Juan Carlos Soria Meruvia

Ing. Agr. René Calatayud Valdez

Aprobada

Presidente de Tribunal Examinador:

**La Paz – Bolivia
2013**

DEDICATORIA:

Mi tesis la dedico con todo amor y cariño.

A tí DIOS que me díste la oportunidad de vivir y de bendecirme una familia maravillosa.

Con mucho cariño a mis padres por su vida de amor y comprensión, a tí Vanía Colodro siempre te llevare en mí corazón a mis queridos Ángeles Sacías por tanta bendición.

Se lo dedico a todos mis compañeros, jamás olvidare los momentos felices que hemos compartido los quiero mucho.

No hay que olvidar que la más larga caminata comienza siempre por un paso (Caín Rafiquí)

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés, donde adquirí mi formación con un criterio profesional, y a mis queridos docentes.

Mis más profundos agradecimientos a los asesores Ing. Ph. D. David Cruz Choque Director de Carrera, Ing. Willams Murillo Oporto, que a través de los conocimientos y experiencias aportaron con la ejecución del presente trabajo de investigación por su comprensión y amistad brindada a lo largo de la realización dándome de esta manera una formación digna de mi profesión.

Un sincero agradecimiento al comité revisor Ing. M. Sc. Juan Carlos Soria Meruvia Director del C.E.C.C. quien impulso económicamente y moralmente a la realización de este proyecto de investigación a mi estimado Ing. Eduardo Chilon Camacho, que me asesoraron y me brindaron su apoyo y confianza en todo momento cuya forma de ser motiva a seguir siempre adelante.

Mi más profundo reconocimiento a la comunidad universitaria de nuestra querida Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por quienes tuve la gran oportunidad de profesionalizarme.

Especial agradecimiento a mis padres por su ejemplar vida de amor, de tesón, de virtud y de confianza. A mis hermanos por estar siempre a mi lado. “Gracias chamacos”

Sobre todo a Dios, por la vida y las circunstancias que nos brinda para ser cada día mejores, y de este modo darme las fuerzas de no bajar los brazos en los momentos más difíciles, por bendecirme con el ángel de mi vida Vania Colodro.

A mis queridos amigos casi hermanos, que siempre estuvieron ahí con sus locuras y ocurrencias brindando todo para salir adelante.

INDICE GENERAL

Índice General

Índice de Cuadros

Índice de Gráficos

Índice de Figuras

Índice de Anexos

Resumen

		Pág.
1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General	3
2.2	Objetivos Específicos	3
3	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
3.1	Importancia del Cultivo de Frutilla	4
3.2	Características Generales del Cultivo	4
3.2.1	Origen	4
3.2.2	Clasificación de Frutilla	5
3.2.3	Descripción Botánica de la Especie	5
3.2.3.1	Raíz	5
3.2.3.2	Tallo	5
3.2.3.3	Hojas	6
3.2.3.4	Flor e Inflorescencia	6
3.2.3.5	Fruto y Semilla	7
3.2.3.6	Estolones	7
3.2.4	Fases Fisiológicas	8
3.2.5	Épocas de Plantación	8
3.2.5.1	Rendimiento	10
3.2.6	Plagas	11
3.2.7	Propiedades Nutritivas	11
3.2.7.1	Valor Nutritivo del Fruto	11
3.2.8	Variedades	12
3.2.8.1	Variedad Cultivada Oso Grande	13

3.2.9	Ecología del Cultivo	13
3.2.9.1	Temperatura	13
3.2.9.2	Suelo	15
3.2.10	Labores Culturales	16
3.2.10.1	Riego	16
3.2.10.2	Cosecha	16
3.3	Sistemas Especiales de Producción de Frutilla	18
3.3.1	Carpa Solar y Medio Artificial	18
3.3.2	Cultivos Verticales	19
3.3.3	Métodos de Reciclaje	21
3.4	Los Sustratos	22
3.5	Sistema de Riego por Goteo	22
3.6	Ambiente Atemperado	23
3.6.1	Características de Carpas Solares	23
3.6.2	Tipos de Carpas Solares	24
4	LOCALIZACION	25
4.1	Ubicación Geográfica	26
4.1.1	Clima	26
4.1.2	Topografía y Vegetación	26
4.1.3	Suelo	27
4.2	Características de la Carpa Solar	27
5	MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1	Materiales	28
5.1.1	Material Genético o Biológico	28
5.1.2	Insumos	28
5.1.3	Material de Campo	30
5.1.4	Instrumentos y Equipo	30
5.1.5	Material de Gabinete	31
5.2	Metodología	31
5.2.1	Diseño Estadístico	31

5.2.1.1	Modelo Lineal	31
5.2.1.2	Los Factores de Estudio	32
5.2.1.3	Tratamientos	32
5.2.1.4	Dimensiones del Área Experimental	32
5.2.1.5	Tamaño de Muestra	33
5.3	Procedimiento Experimental	35
5.3.1	Instalación de las Macetas	35
5.3.2	Preparación de los Sustratos	36
5.3.4	Trasplante	37
5.4	Labores Culturales	38
5.5	Variables	39
5.5.1	Variables de Estudio	39
5.5.2	Variables de Respuesta	40
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
6.1	Variables de Estudio	43
6.1.1	Temperatura del Ambiente	43
6.1.2	Temperatura en la Carpa	43
6.1.3	Análisis Químico del Suelo	45
6.2	Variables de Respuesta	49
6.2.1	Días a la Floración	49
6.2.2	Altura de Planta	51
6.2.3	Numero de Hojas	56
6.2.4	Numero de Flores	59
6.2.5	Diámetro de Frutos	62
6.2.6	Longitud de Fruto	64
6.2.7	Peso de Frutos por Planta	67
6.2.8	Rendimiento Total	72
6.2.9	Relación Beneficio /Costo	77
7	CONCLUSIONES	79
8	RECOMENDACIONES	81
9	BIBLIOGRAFIA	82

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Características de la Variedad "Oso Grande"	28
Cuadro 2	Formula de Tamaño de Muestras	33
Cuadro 3	Tamaño de Muestra	35
Cuadro 4	Análisis Físico - Químico de Suelo	45
Cuadro 5	PH de los Sustratos	47
Cuadro 6	Conductividad Eléctrica	47
Cuadro 7	Densidad Aparente, Densidad Real, Porosidad	48
Cuadro 8	Análisis de Varianza para Días a la Floración	49
Cuadro 9	Prueba de Duncan para Sustratos de Días a la Floración	50
Cuadro 10	Análisis de Varianza para Altura de la Planta	52
Cuadro 11	Prueba de Duncan para Sustratos de Altura de Planta	53
Cuadro 12	Prueba de Duncan para Tratamientos de Altura de Planta	55
Cuadro 13	Análisis de Varianza para Número de Hojas	57
Cuadro 14	Prueba de Duncan para Sustratos de Numero de Hojas	58
Cuadro 15	Análisis de Varianza para Número de Flores	60
Cuadro 16	Prueba de Duncan para Densidades de Numero de Flores	61
Cuadro 17	Análisis de Varianza para Diámetro de frutos (mm).	62
Cuadro 18	Prueba de Duncan para Tratamientos de Diámetro de Frutos	63
Cuadro 19	Análisis de Varianza para Longitud de frutos (mm).	65
Cuadro 20	Prueba de Duncan para Sustratos de Longitud de Frutos	66
Cuadro 21	Análisis de Varianza para Peso de Frutos por Planta	68
Cuadro 22	Prueba de Duncan para Sustratos de Peso por Planta	69
Cuadro 23	Prueba de Duncan para Densidades de Peso por Planta	71
Cuadro 24	Análisis de Varianza para Rendimientos Totales (kg).	73
Cuadro 25	Prueba de Duncan para Sustratos de Rendimiento Total	74
Cuadro 26	Prueba de Duncan para Densidades de Rendimiento Total	76
Cuadro 27	Benéfico/ Costo de los Tratamientos	78

INDICE DE GRAFICOS

		Pág.
Grafico 1	Temperaturas ambiente	43
Grafico 2	Temperaturas promedios de la carpa	44
Grafico 3	Efecto de los Tipos de Sustrato en Días a la Floración	51
Grafico 4	Efecto de los Tipos de Sustrato para Altura de Planta	54
Grafico 5	Efecto de los Tipos de Sustrato para Tratamientos	56
Grafico 6	Efecto de los Tipos de Sustrato para Numero de Hojas	58
Grafico 7	Efecto de Densidades de Siembra para Numero de Flores	61
Grafico 8	Efecto de los Tratamientos para Diámetro de Fruto	64
Grafico 9	Efecto de los Tipos de Sustrato para Longitud de Fruto	67
Grafico 10	Efecto de los Tipos de Sustrato para Peso por Planta	70
Grafico 11	Efecto de Densidades de Siembra para Peso por Planta	72
Grafico 12	Efecto de los Tipos de Sustrato para Rendimiento Total	75
Grafico 13	Efecto de Densidades de Siembra para Rendimiento Total	77

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Ubicación Geográfica	25
Figura 2	Instalación de Macetas	35
Figura 3	Preparación de Sustratos	37
Figura 4	Trasplante	37

INDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	CROQUIS DE ÁREA DE TRABAJO	1
1.1	Dimensiones de la carpa solar	1
1.2	Distribución de cultivos	1
Anexo 2	TEMPERATURAS	2
2.1	Temperaturas ambiente	2
2.2	Temperaturas de carpa solar	3
Anexo 3	REGISTRO DE DATOS	4
3.1	Días a la Floración	4
3.2	Altura de la Planta	4
3.3	Numero de Hojas por Planta	5
3.4	Numero de Flores por planta	5
3.5	Diámetro del Fruto	5
3.6	Longitud del Fruto	5
3.7	Peso del Fruto por Planta	6
3.8	Rendimiento Total	6
Anexo 4	COSTOS	7
4.1	Costos de la parcela experimental	7
Anexo 5	PROPIEDADES	8
5.1	Bromatología de la Frutilla	8
5.2	Países Productores del Cultivo de la Frutilla	9
Anexo 6	FOTOGRAFIAS	10
6.1	Construcción de Cimientos con Neumáticos	10
6.2	Construcción de Macetas con Material Reciclado	10
6.3	Preparación de Sustratos	10
6.4	Trasplante de Plantas de Frutilla las Macetas	11
6.5	Plantas de Frutillas en Macetas con Sistema de Riego por Goteo	11
Anexo 6	Análisis Químico- Físico del sustrato	12
6.1	Análisis de Sustrato después del Trabajo de Investigación	12
6.2	Análisis de Suelo antes de la Preparación de Sustratos	13

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el Departamento de La Paz, Provincia Murillo; Centro Experimental de Cota Cota proveniente de la Facultad de Agronomía U.M.S.A. En un invernadero mediante el cual se logró evaluar los sustratos así también las dos diferentes densidades en la producción vertical de frutilla variedad Oso Grande.

Utilizando el espacio aéreo con el objetivo de lograr una mayor producción en poco espacio, facilitando el manejo reduciendo la mano de obra, evitando pérdidas de agua.

Uno de los cultivos más eficientes es el cultivo vertical, sustituyendo de lejos en este cultivo al sistema hidropónico con dos tipos diferentes de sustratos, obteniendo buena capacidad de retención de humedad y excelente permeabilidad debido a la existencia de una vena de cascajo facilitando el drenaje y el lavado de nutrientes esenciales para el cultivo de frutilla. Por otra parte cumple con todas las normas higiénicas para la comercialización de frutos sanos y vigorosos teniendo mayor duración en el almacenamiento.

Se consideran las siguientes variables; Días a la floración, altura de planta, número de hojas por planta, número de flores por planta, peso del fruto por planta, diámetro del fruto, longitud del fruto, rendimiento total, costos de producción.

Los días a la floración presenta entre los sustratos, que para el primer sustrato presenta 60 días a la floración y el segundo sustrato muestra 65 días hasta la formación de las primeras flores.

El promedio de altura de planta para sustratos muestra en el Sustrato 1 presenta 20.80 cm, el sustrato 2 muestra 16.24 cm.

En cuanto al número de hojas entre los sustratos se observa que para el sustrato 1 presenta 14 hojas y en el sustrato 2 muestra 11 hojas.

En cuanto al número de flores entre las densidades de plantación, para la densidad de 15 plantas se obtuvo 8 flores y para 20 plantas se presentó 7 flores.

El diámetro del fruto obtuvo diferencias altamente significativas solo en la interacción de sustratos dentro de densidades y la interacción de densidades dentro de sustratos.

Longitud del fruto obtuvo en el tipo de sustratos; para el sustrato 1 llegó a tener 33.53 mm de largo y en el sustrato 2 presentó 30.60 mm de largo del fruto.

Respecto al peso de frutos por planta obtuvo diferencias significativas entre sustratos llegando a presentar para el sustrato 1 0,40 kg de peso por planta y el segundo sustrato tuvo 0.36 kg de peso por planta, también se presentó diferencias significativas entre densidades mostrando que en la densidad de 15 plantas por pilar tuvo 0,43 kg, y la densidad de 20 plantas presentó 0.32 kg de peso por planta.

Con relación al rendimiento total se presentó diferencias entre sustratos presentó el sustrato 1 de 6,95 kg y el sustrato 2 mostró 6.71 kg de rendimiento total, también las densidades mostraron diferencias significativas donde la densidad de 15 plantas tuvo 6.71 kg de rendimiento y la densidad de 20 plantas llegó a tener 6.99 kg de rendimiento total.

Económicamente el cultivo de vertical de frutilla es rentable, pero los mayores ingresos obtenidos se muestran con el sustrato 1(2 de tierra negra: 1 turba: 1 arena: 1 tierra del lugar) a una densidad de plantación de 20 plantas por pilar, llegando a presentar el tratamiento 2 mayor beneficio costo de 2,26 Bs. Por cada boliviano invertido.

1. INTRODUCCION

La región altiplánica de Bolivia, presenta factores climáticos y ecológicos adversos para el desarrollo de producción hortícola 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 hortícolas, los cultivos en esas condiciones han dado buenos resultados porque se aprovecha la alta radiación existente en el medio.

La frutilla (*Fragaria sp*), es un cultivo diseminado por el mundo con una infinidad de variedades, lo cual se debe a un alto grado de adaptación ecológica y a los modernos sistemas de manejo de cultivo, lo cual hace posible su producción desde las regiones frías hasta las regiones tropicales y sub tropicales, de esta manera fue en aumento la producción de manera significativa a nivel mundial.

Son pocos los que se 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 de abastecimiento de este producto, situación que limita la industrialización interna y se recurre a la importación de países vecinos.

Por la importancia de este cultivo, es necesario 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 de tal forma que mejoren el precio del producto e ingresos al agricultor.

Tradicionalmente la frutilla, por su buen sabor, aroma y por sus propiedades



vitamínicas (muy rica en vitamina C), se utiliza para el consumo en fresco, se procesa para dulces y mermeladas e integra un número importante de productos como son los yogures, confituras y conservas. Este cultivo manifiesta un potencial importante tanto productivo como comercial.



2. OBJETIVOS

2.1 General

- Evaluar el comportamiento productivo vertical de la frutilla con material reciclado a diferentes densidades bajo dos tipos de sustrato en ambiente protegido.

2.2 Específicos

- Evaluar el rendimiento de la frutilla en el sistema de producción vertical.
- Analizar el efecto de las dos densidades de cultivo en el comportamiento agronómico de la frutilla.
- Establecer el sustrato adecuado para la producción vertical.
- Estudiar la interacción entre los dos tipos de sustrato y las dos densidades del cultivo.
- Evaluar los costos de producción del presente ensayo.



3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 Importancia del Cultivo de Frutilla (*Fragaria sp.*)

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).

3.2 Características Generales del Cultivo

3.2.1 Origen

En la antigüedad las frutillas eran conocidas en estado silvestre porque aún no existían como plantas cultivadas. Ovidio y Virgilio las nombran en sus versos. Plinio (79-32 a.C.) menciona a la fresa como uno de los productores naturales de Italia (Ospina, 1995).

Entrando al 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, 1993).

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



3.2.2 Clasificación de la Frutilla

La frutilla corresponde a la siguiente clasificación taxonómica.

Orden	: Rosales
Familia	: Rosácea
Género	: <i>Fragaria</i>
Especie	: <i>Fragaria virginiana</i>
Variedad cultivada	: Var. "Oso Grande"

3.2.3 Descripción Botánica de la Especie

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

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

Para Morales (1998), 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 la punta hasta 30 centímetros de suelo.

3.2.3.2 Tallo. Ospina (1995), menciona que el tallo está 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 "corona2", que



se alarga lentamente formando entre nudos muy cortos y nudos donde se insertan las yemas y las hojas axilares. La corona original se ramifica formando una corona secundaria que puede llegar de 10 a 20 centímetros de longitud a una yema terminal que forma una nueva planta al desarrollarse. El nudo terminal del estolón emite hojas y raíces formando una nueva planta y simultáneamente esta produce estolones secundarios que repite el proceso y así sucesivamente en progresión geométrica una planta madre puede generar ciertos plantines al año (Folquer, 1986).

3.2.3.3 Hojas. En una hoja compuesta se distinguen la “vaina”, que envuelve parcialmente al tallo, con dos “estipulas” puntiagudas, orientadas en dirección distal con respecto al tallo, frecuentemente son de color rojizo; el “peciolo” pubescente, con una longitud de 3 a 20 centímetros según la variedad y las condiciones en que desarrolle la planta; la “lamina”, formada por tres folíolos terminales levemente pedunculados, de borde aserrado y cara inferior finamente pubescente (Ospina, 1995).

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 ella se originan 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 veloso (Juscafresca e Ibar, 1987).

3.2.3.4 Flor e Inflorescencia. Las inflorescencias primarias salen del tallo terminal, 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 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 números, dispuestos en espiral sobre el receptáculo (Pérez, 1999).

La flor es simétrica actinomorfa (radial), pedunculada, con un grueso receptáculo que hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa, comestible de la denominada vulgarmente “Frutilla” y botánicamente “Eterio” o “Onocarpo” (Corzo, 1990).

3.2.3.5 Fruto y Semilla. La frutilla es un fruto múltiple (poli aquenio), denominado botánicamente “eterio”, cuyo receptáculo hipertrofiado constituye la parte comestible.

Su forma según Scott citado por (Folquer, 1986), puede ser achatada, globosa-cónica, cónica alargada, cónica alargada con cuello, en cuña alargada y en cuña corta y su color puede ser rosado, carmín, rojo o purpura. Los “aquenios”, llamados vulgarmente semillas, son frutos secos insertados en la superficie del receptáculo o en pequeñas depresiones más o menos profundas denominadas criptas (Fujita y Jurado, 1990).

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

3.2.3.6 Estolones. Son ramas verdes o 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 cuatro o más plantas (Ospina, 1995).



3.2.4 Fases Fisiológicas

Veschambre et al. Citado por (Maroto 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: manifiesta por la aparición de brotes turgentes y formación incipiente de hojas en estado rudimentario.
- Fase C o de botones verdes: en el cual entre las hojas en estado rudimentario se observa 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 a 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.

3.2.5 Épocas de Plantación

Para CEDEFOA (1989), una carpa solar es un ambiente donde se crean condiciones adecuadas para el cultivo de hortalizas, prácticamente se crea clima artificial con la protección de un plástico, además de una adecuada mezcla de los componentes del suelo y el uso adecuado del agua.



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

- Climas con inviernos fríos, la plantación se efectúa a fines de otoño.
- Climas con inviernos muy fríos, la plantación se realiza en primavera.
- 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.

a) Plantación de Invierno. Al respecto Sobrino et al (1989), indica que aunque se plante entre Abril y Mayo se denomina de invierno porque las plantas crecen en esta estación. Recomendado para las zonas costeras con clima suave libre de heladas, las plantas deben provenir de viveros donde las bajas temperaturas ocurren temprano y las plantas entren en receso antes.

El éxito de esta plantación que la zona este libre de heladas. La fruta que se produce en este tiempo de plantación es más precoz y de gran calidad principalmente porque se produce en plantas jóvenes y aun cuando el rendimiento es menor se obtienen buenos precios PROXEANT (2004).

b) Plantación de Otoño. 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 donde ha satisfecho sus horas frío.



c) Plantación de Verano. Puntación estival o de verano con planta frigo. Se trata de ser arrancada en julio de los lugares de altura o bajura, una planta más o menos adulta y fresca, luego es conservada en cámaras frigoríficas a -2°C con pocas horas hasta febrero o marzo en que es servida o plantada.

3.2.5.1 Rendimiento. Childers (1982), indica que los factores que ejercen influencias sobre los rendimientos son el vigor general de las plantas, la ausencia de virus y nematodos, el cultivar, la estación (incluyendo posibles pérdidas por frío en la floración y la distribución de las lluvias o riego suplementario. En California pueden alcanzarse rendimientos de 50 ton/ha en el primer año y 62 a 74 ton/ha en el segundo año, estado donde las fresas se cosechan durante casi todos los meses del año.

Martínez (2003), la producción mundial de fresa creció, entre 1990 y el 2000, a una tasa anual promedio de 2,4%, mientras que el área lo hizo al 5%, de manera que le rendimiento reporto un aumento promedio anual de 1,9% durante el mismo periodo.

El 95% de producción mundial de fresa se concentra en el hemisferio Norte.

El principal productor es Estados Unidos que en el año 2000 fue responsable de más de una cuarta parte de la producción mundial, equivalente a 882 mil toneladas. España es el segundo productor mundial con 352 mil toneladas y Japón es tercero con 205 mil toneladas.

Ver Anexo 5. Principales Países Productores de Frutillas Año, 2000

La producción de Estados Unidos y la de España aumentaron en promedio al 3,5% y 5,9% anual, respectivamente, mientras que la producción de Japón se mantuvo estable.



3.2.6 Plagas

a) **Arañuela.** Según (Sudsuki, 1992), menciona que la arañita bimaclada *Tetranychus urticae koch* y *Tetranychus cinnabarinus Bois*, ambos atacan también a numerosas leguminosas. Los daños se manifiestan desde comienzos de la primavera, observándose en el envés de la hoja toman una coloración café marrón secándolas a las afectadas; cuando el ataque es severo la planta se enanizan y la mayor parte del follaje se seca.

b) **Pulgones.** (Villagran, 1994), son afidos pequeños correspondientes a *Pentretichopus fragaefollii* (Cokerell), se encuentran en las hojas, por succión de la sábila, hacen que las plantas sufran un empobrecimiento del desarrollo, y provocando el enrollamiento de las hojas acción por la cual trasmite Virosis.

3.2.7 Propiedades Nutritivas

3.2.7.1 Valor Nutritivo del Fruto. Según (Terranova, 1995), el análisis realizado en fresas respecto a su potencial calorífico, contenido químico, el contenido de agua, etc. Han dado, como término medio, en un peso de 100 gramos de fruto comestible.

Ver Anexo 5. Bromatología de la Frutilla (100g.)

Juscafresca e Ibar (1987), respecto a la composición química del fruto indica que el contenido de algunas sustancias puede variar notablemente según la variedad y volumen del fruto, calidad de las tierras donde fueron cultivadas, condiciones climáticas, etc. Por lo regular a mayor tamaño del fruto más contenido de grasas y cenizas y menor ácidos orgánicos y proteínas.



3.2.8 Variedades

Villagrán (1994), indica que la frutilla es una de las especies que posee más variedades debido a que es una planta sensible al clima: su producción está determinada por la temperatura y luminosidad, situación que obliga a seleccionar los cultivares más adecuados a la zona de producción.

Las variedades de frutilla estándar pueden clasificarse de acuerdo con su precocidad, también por la respuesta a las condiciones ambientales o foto periodo como ser: uníferos o no reflorescentes, donde estas plantas solo 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 o para la transformación industrial (Verdier, 1987).

El mismo autor señala que los primeros se recogen con mayores atenciones que los que emplean para la industria (Verdier, 1987).

Para (Juscafresca e Ibar, 1987), existen un gran número de variedades que se clasifican catalogándolos 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:

- Variedad 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.
- Variedad de fruto de tamaño grande, así mismo interesante para el cultivo,



no obstante menos recomendables.

3.2.8.1 Variedad Oso Grande: De color rojo anaranjado, calibre grueso y buen sabor, la planta es vigorosa y presenta buena resistencia al transporte es de follaje oscuro. Presenta buena resistencia al trasplante y es apto para el mercado en fresco. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza en verano para la producción en el año siguiente. Se aconseja una densidad de plantación de 6-7 plantas por metro cuadrado (PROEXANT, 1994).

3.2.9 Ecología del Cultivo

3.2.9.1 Temperatura. Pérez (1999), señala que la frutilla se adapta a una gran variedad de temperaturas como la prueba el hecho de que se encuentra en estado silvestre entre los 15y 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 critica, 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. A continuación se muestra las temperaturas optimas durante el desarrollo de la frutilla en °C.

Desarrollo	Temperaturas diurnas
Germinación	23 – 27°C
Crecimiento	20 – 26 °C
Floración	9 – 24 °C
Fructificación	16 – 18 °C



Branzanti (1989), afirma que la frutilla debido a su amplia variedad se adapta a los ambientes muy diversos desde los sub. Árticos a los sub tropicales 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 m³ (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 por zonas cálidas.

Dichos cultivares no exigen un periodo de frio para llegar a su productividad plena. No obstante estos mejoran sus rendimientos y calidad si reciben frio natural o artificial antes de la plantación.

Según (Serrano, 1979), indica que el calor excesivo, durante el inicio de su desarrollo vegetativo da lugar a un follaje excesivo, con pérdida de floración. A continuación se muestra las temperaturas críticas de la frutilla.

Se hielan las plantas	3 °C a -5 °C
Detienen su desarrollo	2 °C – 5 °C
Arraigue mínimo	10 °C
Arraigue optimo	18 °C
Cuaje día	35 °C
Cuaje noche	15 °C a 18 °C
Maduración día	18 °C a 25 °C
Maduración noche	10 °C a 13 °C

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).



3.2.9.2 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 o 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 arenosos en los que las raíces alcanzan un mayor desarrollo, la maduración se anticipa, pero los mejores fresaes se encuentran en suelos francos con tendencia a sueltos.

De acuerdo a Maroto y López (1988), el pH óptimo para la frutilla esta 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 espontanea, podemos deducir cuáles son sus necesidades respecto a la calidad de tierras donde han de ser cultivados (Juscafresca e Ibar 1987).

Ospina (1995), afirma que la frutilla requiere suelos fértiles bien drenados, arenos-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 terrosa 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 de materia orgánica, la cual facilita el mantenimiento de la humedad.

3.2.10 Labores Culturales

3.2.10.1 Riego. Pandovani (1991), afirma que los riegos deben ser constantes desde el periodo de plantación hasta que se observan algunos botones florales, suprimir totalmente los riegos durante el periodo 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 milímetros de agua/día. (Juscafresca e Ibar, 1987).

3.2.10.2 Cosecha

La época de recolección es de febrero hasta julio, siendo en los meses de febrero y marzo mediante cultivos forzados, la fragilidad del fruto requiere que se recoja con el máximo cuidado y que se le haga en las horas frescas del día. Para



recolectar las fresas de fruto grande se debe cortar el pedúnculo con la tijera de podar.

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 (1987), indican que la recolección de la frutilla resulta de suma importancia determinar el momento óptimo de cosecha, que para mercados lejanos se establece en el instante que ha madurado la mitad geométrica de un fruto. Para mercados próximos este instante puede establecerse en el momento en que tres cuartas partes del fruto se muestren de color rojo.

Juscafresca 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 el receptáculo de escasa fondo que permitirá vaciarlas cómodamente.

La recolección de los 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 aquel perdería su consistencia para el transporte, degenerando el conjunto de una verdadera masa (Alpi y Tognoni 1987).

Branzanti (1987), clasifica a las frutillas en calidad superior, categoría I y categoría II: calidad superior, considera coloración, madurez y formas típicas de la variedad, calibre mínimo de 25 milímetros.



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

a) Características Mínimas de Calidad. Para CORDEP, DAI (1993), las características mínimas de calidad son los siguientes:

- Frescos.
- Enteros.
- 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 extraño.

3.3 Sistemas Especiales de Producción de Frutilla

3.3.1 Carpa Solar y Medio Artificial. Se apela a técnicas artificiales para que la frutilla prospere cuando las condiciones naturales no lo permiten. Se denominan forzadora total, dado que cumple todo el ciclo en estas condiciones.

Según Serrano (1979), indica que los cultivos de frutilla en carpa solar deben 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.

3.3.2 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 mentua, 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 centímetros de diámetro y 2 metros de altura, rellenos con una mezcla de turba, tierra y arena, los cuales son perforados con orificios de 2 centímetros de diámetro, cada 25 centímetros. 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 cultivos verticales tienen especial importancia, no solamente por lo que a costo y duración se refiere, sino 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.

a) 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 de agua hacia abajo).

El mismo autor señala las ventajas para los cultivos verticales.

- Menor cantidad de riego.
- Un excelente control de malezas.
- Fácil y cómoda manutención.
- Poco espacio, mayor producción.
- Resolver el problema del cansancio de suelo.
- Mantener los cultivos en un ambiente fitosanitario extraordinario limpio.

b) Ventajas de Cultivos Verticales Frente al Cultivo en Suelo. Fossati y Howard, citados por (Cortez, 1990), presentan una de pros y contras del cultivo vertical:

- No hay laboreo (malas hierbas)
- Fruto firme y limpio.
- Facilidad de protección cuando están en invernadero.
- Optimiza el uso de agua.



- Riego homogéneo.
- Fruto limpio libre polvo y patógenos.
- Brinda buen manejo y menos tiempo en la cosecha.

c) Métodos y Técnicas de Cultivo. (Porter y Richard, 2002), el reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado (basura), también se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que no necesitamos.

3.3.3 Métodos de Reciclaje. El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las tres erres:

- Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- Reutilizar, acciones que permiten el volver a usar un determinado producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

Colomar (2007), el reciclaje tiene las siguientes cinco consecuencias ecológicas principales:

- Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación, (causada por algunas materias que tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse).
- Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.



Por ejemplo el agua de lluvia puede ser captada y usarse en actividades que no requieren la calidad de potable (lavado de patios y autos).

3.4 Los Sustratos

Zapp (1991), afirma que los sustratos están constituidos por medios solidos 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, 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.
- No 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 otro 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).

3.5 Sistema de Riego por Goteo

Verdier (1987), menciona que los pilares pueden ser irrigados por medio 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·cm² 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 orificios de drenaje de la parte del pilar.

3.6 Ambiente Atemperado

Bernat et al. (1987), recomienda que la construcción de ambiente atemperado se inicia como parte fundamental de una actividad económica para la producción de un tipo de cultivo, ello implica cuidadoso estudio.

Hartman (1990), menciona que los materiales de convertir en los ambientes protegidos son importantes los materiales más utilizados pueden dosificarse en materiales de vidrio y material de plástico.

FAO (1990), indican que las carpas solo surgen en el país como respuesta a la frustración de no encontrar soluciones a problemas estructurales en el altiplano, sin embargo el ambiente atemperados no pueden soluciones a problemas de fondo si pueden tener una función como componentes de desarrollo.

3.6.1 Características de Carpas Solares

Díaz (1993), indica que los invernaderos son ambientes relativamente reducidos que permitan conformar microclimas atemperados a la vez minimizan los efectos y consecuencias de las heladas.

Estrada (1990), menciona que es importante tomar en cuenta el manejo de algunos elementos que prácticamente determinar la producción entre ellos la temperatura y la ventilación.

Lorente (2007), señala que la falta de condiciones ambientales y la mejora del interés del horticultor es conseguir el incremento de la cosecha y de alargar las



épocas de producción ha impulsado a la empresa hortícola a prácticas diferentes técnicas y crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.

3.6.2 Tipos de Carpas Solares

Hartman (1990), manifiesta que en el altiplano boliviano se ha desarrollado diferentes tipos de carpa solar, las más comunes son túneles, medio túnel, dos aguas y el que mejor resultado fue el de media agua. La construcción por lo general es sencilla donde se utiliza adobes para muros de madera o fierro de construcción para el armazón de la cubierta y agroflim o calamina plástica para la cubierta.



4. LOCALIZACION

El presente estudio se desarrolló en los predios de la Facultad de Agronomía ubicado en el Campus Universitario de la zona de Cota Cota, de la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, perteneciente al municipio de Nuestra Sra. de La Paz Provincia Murillo, Departamento de La Paz.

Figura 1. Mapa de ubicación del trabajo de investigación



4.1 Ubicación Geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada a 15 km del centro de la ciudad de La Paz que contempla los siguientes parámetros geográficos: Presenta una altitud de 3445 m.s.n.m. y sus coordenadas referenciales aproximadas son 16°32'04", latitud Sur 68°03'44", longitud oeste del meridiano de Greenwich.

4.1.1 Clima

Según SENAMHI (2000), presenta un clima medianamente frío y semi-seco por lo general con una temperatura máxima de 21,5 °C, temperatura media 11,50 °C, temperatura mínima de 0,6 °C con frecuencia se dan heladas leves, las cuales se registran con mayor incidencia en los meses de mayo y agosto, presentando una precipitación pluvial de 488,53 mm y algunas veces superior de 500 a 600 mm anuales bajo diferentes formas y una humedad relativa de 46% predomina vientos del suroeste en la época de verano y nor-oeste durante el invierno, lluvia granizo y muy raramente nieve.

4.1.2 Topografía y Vegetación

La topografía se caracteriza por ser relativamente accidentada con pendientes regulares a fuertes.

Respecto a la vegetación local existen especies de las familias Poaceae, chenopodeceae, Asteraceae, leguminosae, arbustos y árboles Mirtaceae.



4.1.3 Suelo

IBTEN (2001), menciona que presenta un piso ecológico donde predomina el suelo de tipo coluvial de textura que va desde arcilloso, franco, franco arcillo y arcillo limoso, con bastante presencia de grava en algunos sectores, así mismo presenta un pH promedio de 7,8.

4.2 Características de la Carpa Solar

Las dimensiones de la carpa consta de 33 m de largo por 25 m de ancho la cual tiene una estructura de madera y el material utilizado como cubierta es de Agrofilm de 250 micras y un doble forro por parte de los laterales para evitar el descenso brusco de temperatura, de la misma manera con una segunda cubierta de malla oscura en la parte superior para la obtención acertada de luz. Consta de dos ventanas para la ventilación las cuales están ubicadas en los laterales de la carpa con un tamaño de 25 m por 2,10 m la misma tiene un forro de malla anti afidos.



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1. Material Genético o Biológico

Para la realización del trabajo de investigación se utilizó plantas de frutilla variedad “Oso Grande”, las mismas que fueron extraídas y multiplicadas en el Centro Experimental de Cota Cota. En el Cuadro 1 se observa las características de la variedad utilizada en el trabajo de investigación.

Cuadro 1. Características de la variedad “Oso Grande”

Variedad	Color	Calibre	Densidad de plantación	Comercialización	Estación del Año
“Oso Grande”	Rojo-Anaranjado	Grueso y buen sabor	6-7 plantas por m ² .	Apto para el mercado en fresco	Zonas de invierno frío

Fuente: PROEXANT (1994).

5.1.2 Insumos

a) Arena. Calderón y Ceballos (2001), 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 la estructura del suelo pero aumenta peso al mismo. Las arenas utilizadas no deben tener elementos nocivos tales como sales arcillas o plagas. La arena del río que es la mejor debe estar limpia para ser utilizada en los sustratos. La utilizada en construcciones no es buena, porque lleva mucha arcilla y se compacta.



b) Turba. Calderón y Cevallos (2001), mencionan que 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, proporcionando gran aireación a las raíces.

Sánchez (1981), puntualiza que en su forma original la turba es material de origen vegetal que se produce por un proceso de siglos y constituye la primera etapa de transformación de un vegetal a un mineral (carbón).

Según Penningsfeld kurzman (1982) la turba alta y poco descompuesta debido a su alta calidad física de su estructura, posee una excelente porosidad, es un material orgánico de buena retención de humedad, duración limitada por tender a descomponerse, siendo su mayor problema la poca disponibilidad en el mercado.

Sánchez (1981), también menciona que la turba mezclada con un porcentaje de tierra negra con o sin adición de guano animal, constituye excelente medio de cultivo en invernadero, almacigueras y otros. Esta mezcla permite la forma de bosques en la producción lo que evita daños en su posterior trasplante.

c) Tierra Negra. Chilon (1997), menciona que la tierra negra tiene una textura Franco Arcillosa, no es muy ideal para el desarrollo de las raíces, debido a que pertenece a la clasificación de la textura fina por esta razón se realiza la combinación con materia orgánica en diferentes porcentajes el mismo hace que los sustratos tengan buena fertilidad, buena retención de agua.

d) Tierra del Lugar. Sánchez (1981), es la tierra tierra que existe luego del ciclo de producción en el lugar antes de ser utilizada, se la debe tamizar y desinfectar evitando la presencia de piedras, y cualquier tipo de patógenos, esta tierra del lugar tiene una textura franco-limosa mediante el cual nos permitirá realizar una



buena mezcla.

e) Humus de Lombriz. El humus de lombriz es una sustancia compleja, compuesta por productos de descomposición avanzada, productos re sintetizados por los microorganismos y sustancias estrictamente húmicas. Mediante el cual se incorporó una cantidad de 50kg. Un puño por planta para todo el periodo o etapa del cultivo. El humus es la base de la fertilidad de estos sustratos, porque influencia las características físicas, químicas y biológicas del suelo Chilon (1997).

5.1.3 Material de Campo

- Baldes de plástico de (18 L)
- Almaciguera.
- Regadera.
- Carretilla.
- Pala de jardín.
- Tijera de podar y Navaja
- Tubo Berman de 4 pulg de Largo 1.10 cm
- Red Milimétrica de bonsái.

5.1.4 Instrumentos y Equipo

- Balanza de precisión (5.00 kg)
- Termómetro (°C)
- Vernier (mm)
- pHmetro
- Flexo metro y regla (cm)



5.1.5 Material de Gabinete

- Escritorio
- Computadora
- Calculadora
- Cuaderno de registro y tableros
- Cámara fotográfica
- Marcadores
- Hojas bon
- Cinta adhesiva

5.2 Metodología

5.2.1 Diseño Estadístico. El diseño experimental que se utilizó en el trabajo de investigación fue: Arreglo Factorial en parcelas divididas llevando a cabo en Bloques al Azar.

5.2.1.1 Modelo Lineal

$$X_{ijk} = \mu + s_k + \alpha_i + \nu_{a+} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \nu_b$$

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Media general.

s_k = Efecto de la k-esima bloque.

α_i = Efecto del i-esimo nivel del factor A.

ν_{a+} = Error de la parcela principal.

β_j = Efecto del j-esimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción del i-esimo nivel del factor A con el j-esimo nivel del factor B.

ν_b = Error de sub-parcelas



5.2.1.2 Los Factores de Estudio. Los factores de estudio fueron:

Sustratos: Sustrato 1= 1:1:1:2 = (turba +arena+ tierra negra+ tierra del lugar)

Sustrato 2= 2:1:1:1 = (tierra negra+ turba+ arena+ tierra del lugar)

Densidades: Densidad 1 = 15 plantas

Densidad 2 = 20 plantas

5.2.1.3 Tratamientos

Tratamiento 1= A1B1 = Sustrato 1 x 15 plantas

Tratamiento 2 = A1B2 = Sustrato 1 x 20 plantas

Tratamiento 3 = A2B1 = Sustrato 2 x 15 plantas

Tratamiento 4= A2B2 = Sustrato 2 x 20 plantas

5.2.1.4 Dimensiones del Área Experimental. Las unidades experimentales tienen las siguientes características:



- Área total del campo experimental	39 m ²
- Ancho del campo experimental	1,30 m
- Largo del campo experimental	30 m
- Área total de la parcela experimental	31,02 m ²
- Ancho de la parcela experimental	1,10 m
- Largo de la parcela experimental	28,20 m
- Área total de los bloques	14 m ²
- Ancho de los bloques	1,40m
- Largo de los bloques	10 m
- Numero de repeticiones o bloques	3
- Área de unidades experimentales	2,34 m ²
- Ancho de unidades experimentales	1,30 m
- Alto de unidades experimentales	1,80 m
- Número total de unidades experimentales	12 pilares
- Distancia entre bloques	1,40 m
- Distancia entre unidades experimentales	1,40 m
- Distancia de pasillo con parcela vecina	20 cm

5.2.1.5 Tamaño de Muestra

Conociendo la población total de plantas, se optó por el uso de la fórmula de población finita que es la siguiente, según Martínez (2003), que se muestra en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Formula de tamaño de muestra

$$n = \frac{Z^2 N P Q}{(N-1) E^2 + Z^2 P Q}$$

Fuente: Martínez, 2003



Dónde:

n= Tamaño de muestras

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad éxito

Q= Probabilidad de fracaso

E= Error de estimación

N=Tamaño de la población

Utilizando las dos fórmulas se obtuvieron los siguientes tamaños de muestra, teniendo en cuenta las densidades de siembra:

Nivel de confianza del 94%

Z= 1.88

P= 0.5

Q= 0.5

E= 0.06

N= d1 (15 plantas) = 90 plantas

d2 (20 plantas) = 120 plantas

Realizando los cálculos respectivos, se obtuvieron los tamaños de muestra, para las densidades establecidas.



Cuadro 3. Tamaño de muestras

Densidad de plantas	Numero de muestras
D1 (15 plantas)	6 muestras
D2 (20 plantas)	7 muestras

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Procedimiento Experimental

5.3.1 Instalación de las Macetas

Son baldes de plástico pre fabricados como macetas las mismas fueron elegidas por su consistencia rígida y a la misma vez maleables y por demás aconsejables para el cultivo vertical.

Figura 2. Macetas (baldes de plástico) – Cota Cota, 2012



Altura	36 cm.
Ancho superior	28.5 cm.
Ancho de la base	25.5 cm.



Espesor	3.5 m.m.
Capacidad de maceta	18.000 cc.
Nº de plantas por macetas	D1: 3 plantas D2: 4 plantas

Las macetas fueron fabricadas en baldes de plástico de (18L), con la ayuda de una estufa se formara las 3 y 4 macetas respectivamente en función del diseño.

5.3.2 Preparación de los Sustratos

Todas las macetas tienen como base del sustrato una red milimétrica para evitar la disminución del sustrato y mejorar el drenaje del agua de maceta a maceta tiene una vena de arena tipo columna vertebral, cada columna consta de diferentes sustratos.

Una vez recolectados todos nuestros sustratos, estos fueron seleccionados, tamizados (arena, tierra negra, tierra del lugar), finalmente mezclados.

Todos los sustratos mencionados fueron previamente desinfectados con formol en una solución de 100ml/10litro de solución, con el objetivo de evitar cualquier tipo de enfermedad que pueda atacar a las plantas. Las macetas el mismo tipo de desinfección al estar estas recicladas.

Sustrato 1. El sustrato 1, constituido por una mezcla de tierra del lugar + turba+ arena+ tierra negra en una proporción de: 2:1:1:1, con la aplicación de 1kg de humus por pilar.

Sustrato 2. El sustrato 2, constituido por una mezcla de tierra del lugar+ turba+ arena+ tierra negra, en una proporción de: 1:1:1:2, con la aplicación de 2kg de humus por pilar.



Figura 3. Llenado de macetas con diferentes sustratos – Cota Cota, 2012



Luego de realizar el llenado de las macetas con los sustratos se realizó el riego a capacidad de campo.

5.3.4 Trasplante. Una vez listas las macetas se procedió a realizar el trasplante de las plantas de frutilla (*Fragaria sp*) variedad: Oso Grande, y en cada uno de los sustratos de acuerdo al diseño planteado previamente, al momento de realizar el trasplante se hizo una poda de raíz, como también de hojas secas de las plantas, con el fin de inducir a la emergencia de nuevas raíces y un nuevo follaje durante su crecimiento y de esta forma mejorar el rendimiento del cultivo.

Figura 4. Trasplante de plantas de frutilla – Cota Cota, 2012



5.4 Labores Culturales

a) Abonamiento Orgánico. Humus de lombriz como fuente de materia orgánica. Gros (1986), señala que el humus reviste un triple aspecto; físico químico y biológico. Mejora las propiedades físicas del suelo, regula y estimula la nutrición mineral de los suelos y por último aumenta la actividad biológica de los suelos.

El humus de lombriz es una sustancia compleja, compuesta por productos de descomposición avanzada, productos re sintetizados por los microorganismos y sustancias estrictamente húmicas. El humus es la base de la fertilidad del suelo, porque influencia las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Chilon 1997).

Según Ocampo (1999), citado por Goyzuela (2002), el humus de lombriz es el resultado de la digestión de las lombrices Roja Californiana (*Eisenia foetida*), sustancia de color oscuro, liviano, totalmente inodoro, capaz de la humedad durante un espacio de tiempo prolongado, lo que proporciona a la planta todas las sustancias nutritivas para su desarrollo y máximo rendimiento, es un fertilizante orgánico, asimilable por las plantas, que puede ser suministro con la misma garantía; porque aun colocado en exceso no “quema” ni los más tiernos árboles que están brotando. También poseen buenos porcentajes de nitrógeno, potasio y carbono y enzimas (proteasa, aminasa, lipasa, celulosa) que continúan ayudando a desintegrar la materia orgánica después de haber sido expulsada por las lombrices. Contienen además las hormonas de crecimiento de las plantas (auxinas), en buenas concentraciones fuera de otras.

b) Riego. Se implementó el sistema por goteo en la parte superior de cada columna, el cual por efecto de gravedad riega las demás macetas. El sistema de riego fue implementado en base a recomendaciones emitidas para este tipo de investigación (Morales, 1998).



Inmediatamente después del trasplante se aplicó el riego de acuerdo al requerimiento del cultivo, el tiempo de riego en lo sucesivo fue de 30 minutos, día por medio, a razón de 4 litro por columna (SIPAB, 1995).

c) Deshierbe y Poda. El control en las columnas no fue necesario ningún control debido a que fueron inhibidas por la acción de la forma de las columnas. En cambio la poda de hojas se realizó de forma manual.

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

5.5 Variables

5.5.1 Variables de Estudio

a) Temperatura Ambiente. Los datos de temperatura se obtuvieron del SENAMHI (2013), de la temperatura ambiente fue exactamente de la estación meteorológica de la zona Sur de la ciudad de La Paz.

b) Temperatura en la Carpa Solar. La toma de datos de temperatura se obtuvo dentro de la carpa solar gracias al termómetro instalado dentro de la carpa, que registraba las temperaturas durante el día, tanto máximas como mínimas.

c) Análisis Químico del Suelo. Durante el trabajo de investigación se realizó un análisis Físico – Químico antes de realizar la mezcla de sustratos para observar las cantidad que tenía este suelo de nutrientes para la aplicación de abono orgánico y otros sustratos, análisis realizado en el Instituto de Ecología de la U.M.S.A.

Una vez concluido el trabajo de investigación se realizó otro análisis Físico-



Químico para observar la cantidad de nutrientes aprovechados durante el proceso de investigación y la calidad de suelo que se obtuvo en este tipo de sistema vertical, realizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A.

5.5.2 Variables de Respuesta

a) Días a la floración. Para este parámetro se hizo el conteo del número de días que transcurrieron desde el trasplante siendo este el día 28 de febrero, hasta el 50% de las plantas que ingresaban a esta fase de la floración registrada al 26 de abril. (Apertura total de las flores de una planta) de una unidad experimental.

b) Altura de la Planta. Este factor se obtuvo con la ayuda de una regla milimétrica desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más larga, se realizaron lecturas cada 15 días después del trasplante para establecer el desarrollo de las plantas en cada tratamiento.

c) Número de Hojas por Planta. De la misma forma 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 cada 15 días lecturas a partir de séptimo día después del trasplante.

d) Número de flores por planta. El conteo se realizó de manera escalonada en la fase de la floración de forma manual, menos los botones muy pequeños.

e) Peso de frutos por planta. Para esta variable, se determinó 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.

f) Diámetro del fruto. El diámetro del fruto se determinó con la ayuda de un vernier electrónico utilizando como referencia la parte gruesa del fruto, después de



la cosecha.

g) Longitud del fruto. Se evaluó después de la cosecha, con la ayuda de un vernier electrónico utilizando como punto de referencia la parte superior e inferior de la fruta, de esta forma se pudo determinar el largo de la frutilla de la variedad Oso Grande.

h) Rendimiento total. Se determinó con la ayuda de una balanza de precisión, pasado las cosechas de frutilla por tratamiento.

i) Análisis de costos de producción. En la presente investigación se tomó en cuenta la rentabilidad de la variedad Oso Grande, se realizó el método de costos marginales para la estimación de estos costos comparativos, metodología utilizada para la evaluación económica en campos de la agricultura (CYMMYT, 1988), por lo que se tiene el siguiente desglose económico.

Ingreso Bruto:

$$IB = R \times P$$

Dónde: IB= Ingreso Bruto

R= Rendimiento

P= Precio en el mercado

Ingreso Neto del Cultivo:

$$IN = IB - CP$$

Dónde: IN= Ingreso Neto del Cultivo

CP= Costos de Producción

Relación Beneficio/Costo:

$$B/C = IB/CP$$

Dónde: B/C= Beneficio/Costo

IB= Ingreso Bruto



CP= Costos de producción

La relación beneficio costo se la determina de la siguiente manera:

La relación $B/C > 1$ Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo, el agricultor tiene ingresos.

La relación $B/C = 1$. Los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo no es rentable porque solo cubre los gastos de producción, el agricultor no gana ni pierde.

La relación $B/C < 1$. No existe beneficios económicos por lo tanto el cultivo no es rentable, el agricultor pierde.

Perrin (1981), define a los costos de producción al desembolso o gastos de dinero que se hace en la adquisición de insumos o recursos empleados para producir bienes y servicios; sin embargo el termino costos es muy amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.



6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Variables de estudio

6.1.1 Temperatura del ambiente

En el Grafico 1 demuestra los promedios de temperaturas desde el mes de enero hasta el mes de agosto de la gestión 2012 que duro el trabajo de investigación.

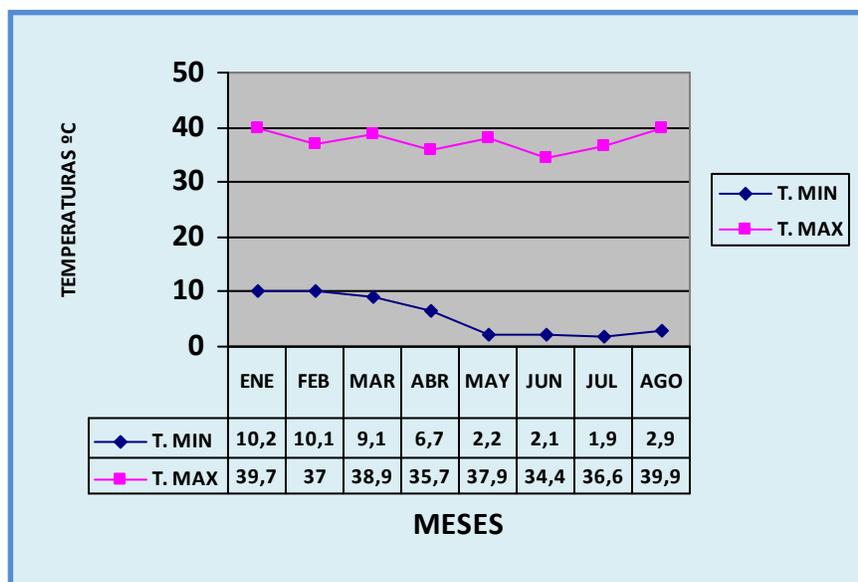


Grafico 1. Temperaturas mensuales promedio del ambiente en la zona de Cota Cota

6.1.2 Temperatura en la carpa

El comportamiento de la temperatura promedio dentro de la carpa durante el ensayo que se observa en el Grafico 2 muestra que la temperatura mínima fue de 5,9 °C, una máxima de 35 °C. Lo que se debe recalcar que durante la investigación las temperaturas mínimas fueron entre 3 a 5 °C. Las temperaturas



dentro de la carpa se muestran en el Grafico 2 en los meses de enero hasta el mes de agosto durante el trabajo de investigación.

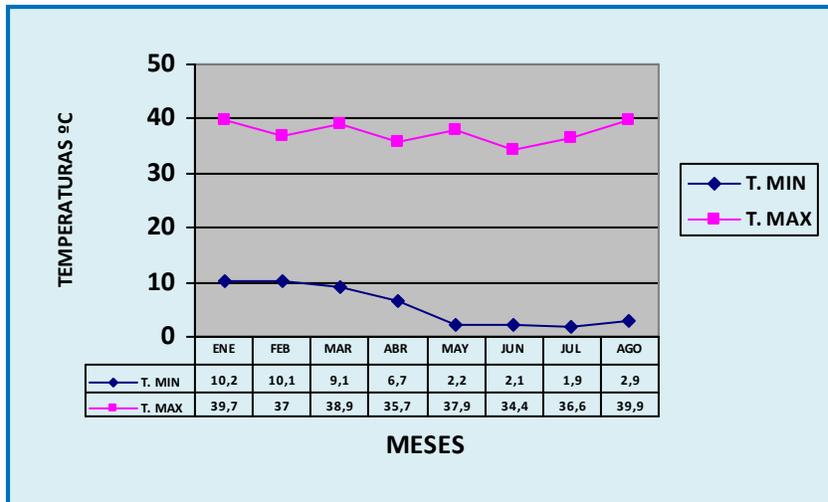


Grafico 2. Temperaturas promedio dentro de la carpa

Flores (1996), menciona que la temperatura en las carpas solares tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, así como la distribución geográfica, afecta a la intensidad y la velocidad de los procesos biológicos.

Yuste (1997), menciona que las temperaturas de arraigo para el crecimiento del cultivo de la frutilla son mínimas 10 °C, óptima de 18°C y máxima de 35 °C.

Maroto (1995), indica que la concurrencia de temperaturas bajas repercute en la aparición de frutos deformados al verse afectada la formación de polen viable. Este fenómeno se presentó durante el ensayo, debido a que la planta se encontraba en pleno desarrollo vegetativo.



6.1.3 Análisis Químico del Suelo

En el primer análisis de suelo que se realizó antes de la preparación de los sustratos tuvo como resultados que se observan en el Cuadro 4 que se muestran a detalle.

Cuadro 4. Análisis Físico - Químico de suelo

Características	Resultados
PH en agua 1:5	6,21
Arena (%)	36
Limo (%)	32
Arcilla (%)	32
Clase textural	Franco arcilloso
Grava (%)	24,2
Conductividad eléctrica (μ s/cm)	0,188
Nitrógeno asimilable (%)	0,33
Fosforo asimilable (mg/kg)	31,31
Potasio (meq/100gr)	0,74
Calcio (meq/100 gr)	13,05
Magnesio (meq/100 gr)	4,61
Sodio (meq/100 gr)	0,22
Materia orgánica (%)	6,07
Carbonatos libres (%)	Presente

Fuente: Análisis efectuado en Instituto de Ecología UMSA



Según el análisis físico- químico el suelo pertenece a la clase textural franco arcilloso, pH de 6,2, ligeramente ácido, 6,07 % de materia orgánica, 0,33 % nitrógeno asimilable, 31,31 ppm de fósforo asimilable y 0,74 meq/100 gr de potasio. Por lo tanto, se ejecuta a lo manifestado por Maroto (1995), que el pH es de 6,0 a 7,0, con suelos franco y franco arcillosos, con buen contenido de materia orgánica.

Mostrando una vez más que el suelo utilizado para la preparación de los sustratos que se preparó para el cultivo de frutilla cumplía con los requerimientos para su crecimiento, llegando a tener un pH de 6,2 que entra en los parámetros de aceptación para su desarrollo y que la clase textural es franco arcilloso lo que permite que el drenaje del agua lo que facilita al encharcamiento del agua lo que exigía esta especie en este sistema de cultivo vertical.

Como se mencionó antes se realizó un segundo análisis de Físico – Químico de suelos una vez concluido el trabajo de evaluación para notar el aprovechamiento del sustrato y la capacidad de que tiene este sistema vertical de asimilación de los sustratos, que se detallan a continuación.

a) PH

Una vez concluida la evaluación experimental los sustratos llegaron a obtener un pH que oscila entre 5.86 y 6.36 como se observan en el Cuadro 5 a continuación.

Así mismo Juscafresca (1977), indica que el cultivo de la frutilla tiene un requerimiento de suelos ácidos de pH de 5,5 a 6,5. Lo que se demuestra que al incrementar el pH, ha existido un incremento de cationes intercambiables en el suelo.



Cuadro 5. pH de los sustratos después del trabajo de evaluación

Sustratos	Post- cosecha
Sustrato 1	5.86
Sustrato 2	6.36

Fuente: Elaboración propia

Yuste (1997), menciona que el pH del suelo influye en la tasa de liberación de nutrientes por meteorización, en la solubilidad de todos los materiales del suelo y en la cantidad de iones nutritivos almacenados en los sitios de intercambio catiónico.

b) Conductividad Eléctrica

La conductibilidad eléctrica como se observa en el Cuadro 6 los sustratos no presentaron problemas de salinidad, sin embargo al final la conductividad eléctrica llegó a términos óptimos se observa en el Cuadro 6 donde la salinidad fue disminuyendo en el segundo sustrato a límites aceptables, debido al enarenado de la superficie del suelo, que controla las sales de la superficie del suelo.

Cuadro 6. Conductividad eléctrica (mS/cm)

Sustratos	Post - cosecha
Sustrato 1	0.306
Sustrato 2	0.147

Fuente: Elaboración propia

Al respecto Villagrán (1994), indica que el coeficiente de conductibilidad, debe



estar al menos a 1.5 mS/cm, antes de la plantación del cultivo de la frutilla.

Este parámetro nos indica que el grado de salinidad y lo que ocasiona bajos rendimientos y una reducción del crecimiento del área foliar. Lo que es confirmada por Villagrán (1994), indicando que la salinidad produce daños desde un bajo rendimiento, sin síntomas visibles de decaimiento en la planta.

c) Densidad Aparente, Densidad Real y Porosidad

la estructura es la disposición de las partículas primaria o individuales del suelo, para dar origen a los agregados del suelo, se habla de estructura como propiedad y es más bien un estado, ya que cuando el suelo está seco, se agrieta y se manifiesta la estructura, pero si está húmedo, el suelo se vuelve masivo, sin grietas y la estructura no se manifiesta.

Los datos obtenidos después de la evaluación de la densidad aparente, densidad real, y porosidad se observan en el Cuadro 7 detallado para los dos sustratos.

Cuadro 7. Densidad aparente, densidad real y porosidad

Sustratos	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Real (gr/cm ³)	Porosidad (%)
Sustrato 1	0.89	1.83	50.11
Sustrato 2	0.82	1.98	54.23

Fuente: Elaboración propia



6.2 Variables de respuesta

6.2.1 Días a la floración

En el Cuadro 8 el análisis de varianza se puede apreciar que para bloques no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en los días a la floración.

En el Factor A (tipos de sustrato) se presentaron diferencias altamente significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato en los distintos tratamientos influyo en el tiempo de floración.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que para la variable de días a la floración no hay diferencias significativas.

La interacción de tipos de sustratos con las densidades no presentó significancia.

Cuadro 8. Análisis de varianza para días a la floración

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F (Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	8,65	4,32	14,66N.S	19	99
Sustrato (A)	1	80,16	80,16	271,72 **	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,59	0,295			
Densidad(B)	1	0,73	0,73	0,290 N.S	7,71	21,2
A*B	1	0,67	0,67	0,267N.S.	7,71	21,2
Error B	4	10,09	2,53			

Fuente: Elaboración propia



CV= 12,54 %

El coeficiente de variación es de (CV= 12,54 %) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

En el Cuadro 9, se muestra los promedios por factores simples con su respectiva prueba de discriminación de medias, para la fuente de variación de tipos de sustratos se puede ver que existen amplias diferencias entre los promedios, lo cual es demostrado con la prueba Duncan al 5%, el cual presento con mayor numero a de días a la floración el sustrato 2 con 65 días y el sustrato 1 presenta 60 días a la floración.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para tipos de sustrato en días a la floración

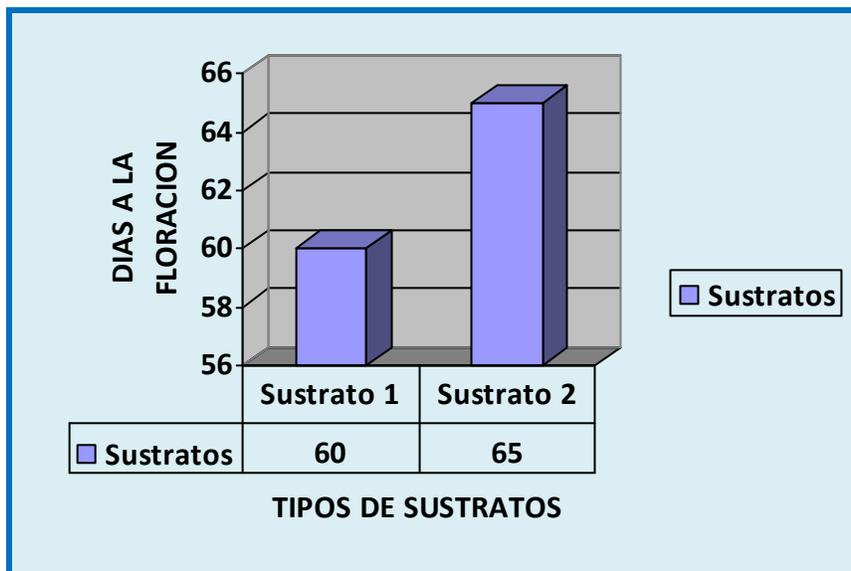
Sustratos	Días a la floración	Prueba Duncan (5%)
Sustrato 2	65	A
Sustrato 1	60	B

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la comparación de medias al 5% se observa que los días a la floración entre los tipos de sustratos en estudio las diferencias son significativas, debido a que en la fase de floración tuvieron diferente comportamiento en sus crecimiento, donde el sustrato 1 floreció a los 60 días a los factores como la humedad y la fertilidad del suelo que fueron determinantes en la etapa vegetativa de la planta. Estas diferencias se observan en el Grafico 3, sobre los tipos de sustratos para esta variable.



Grafico 3. Efecto de los tipos de sustrato en los días a la floración



Al respecto Serrano (1979), indica que desde que se planta la fresa en invernadero hasta que se inicia la recolección suelen transcurrir tres meses y desde que aparece la flor hasta que su fruto alcanza la madurez comercial, suelen transcurrir alrededor de treinta días.

La referencia del anterior nos muestra que el tiempo desde el tiempo de trasplante hasta su floración debería transcurrir alrededor de 60 días, es de notar que los cultivares de la investigación estuvieron en los rangos del tiempo de floración, y el retraso en el sustrato 2 de 65 días puede deberse a las bajas temperaturas registradas en los meses de julio y agosto.

Villagrán (1994), sostiene que la iniciación floral depende de las condiciones del medio ambiente (fotoperiodo y temperatura) y el vigor de la planta.

6.2.2 Altura de planta

Como podemos observar en el análisis de varianza en el Cuadro 10, los



cuadrados medios de las altura de plantas presento para bloques no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en la altura de planta.

En el Factor A (tipos de sustrato) se presentaron diferencias altamente significancias por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 350,9$) en los distintos tratamientos influyo en la altura de las plantas.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de altura de planta no hay diferencias significativas entre las densidades de ($F_c = 0,88$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades presentaron diferencias altamente significativas de ($F_c = 22,85$) por lo que se realizara análisis de varianza para efecto simple.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de la planta

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	0,14	0,07	0,40 N.S	19	99
Sustrato (A)	1	62,47	62,47	350,96 * *	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,37	0,17			
Densidad(B)	1	0,47	0,47	0,88 N.S.	7,71	21,2
A*B	1	12,08	12,08	22,81 * *	7,71	21,2
Error B	4	2,14	0,53			

Fuente: Elaboración propia



CV= 12,28 %

El coeficiente de variación es de (CV=12,28 %) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

La diferencia es altamente significativa entre los sustratos y la interacción de los sustratos y densidades referente a las alturas de planta debida principalmente a la elevada temperatura que inhibía la floración y fructificación y promovía más bien el desarrollo cada vez más profuso del follaje especialmente en altura de tallos.

Realizada la comparación de medias que se observa en el Cuadro 11, utilizando Duncan al 5% podemos observar que existe diferencias significativas entre los niveles del factor A (tipos de sustratos) con 20,8 cm para el primer sustrato y 16,2 cm en el sustratos 2.

Cuadro 11. Promedio de alturas de plantas para sustratos en prueba de Duncan al 5%

Tipos de Sustratos	Altura de Planta (cm)	Duncan al 5%
Sustrato 1	20,8	A
Sustrato 2	16,2	B

Fuente: Elaboración propia

Los promedios de las alturas de plantas presentan diferencias significativas, aquí interviene otro factor, el riego, un exceso de riego por tratar de bajar las altas temperaturas que se registraban perjudicaron el desarrollo normal de las plantas en sus parte foliar presentando mayores diferencias en los sustratos.

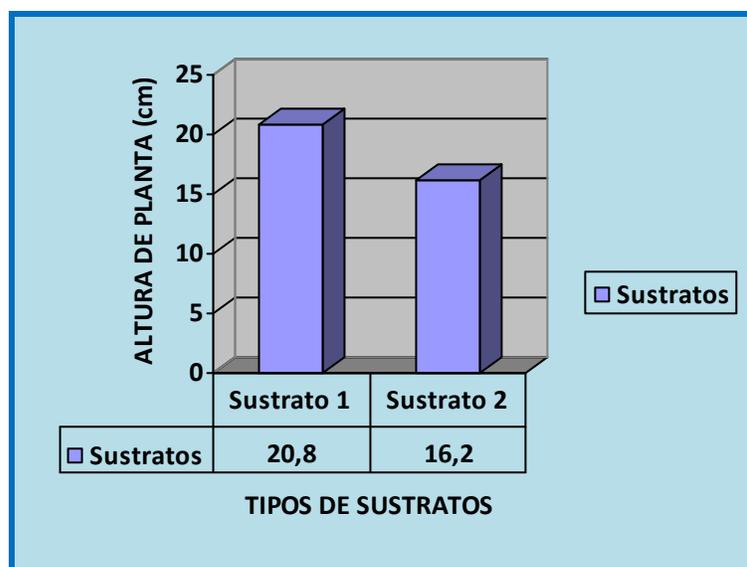
Es importante señalar que la regulación de la temperatura es importante para que



el cultivo no presente este comportamiento, además que la utilización del riego pueda ser importante pero es necesario buscar otras técnicas para la regulación de la temperatura más aun cuando se utiliza la parte aérea de la carpa para la producción.

El efecto del sustrato 1 que presenta mayor cantidad de tierra negra probablemente influyo en la formación de biomasa, la cual está estrechamente relacionada con la altura de planta, por las características de este sustrato al presentar mayor cantidad de nitrógeno, cuyo elemento es esencial para la formación de la biomasa. Tal como se muestra en la Gráfica 4.

Gráfico 4. Efecto de los tipos de sustrato en la altura de planta (cm)



Al respecto Rodríguez (1982), indica que los elementos nitrógeno y fósforo pueden estar disponibles en mayor proporción en el suelo cuando el pH del medio fluctúa entre los valores de 7 y 8, influyendo sobre estos la humedad y temperatura.

En el Cuadro 12, se observa el efecto de la interacción de los sustratos con las densidades de plantación, según la prueba de Duncan presentaron valores



estadísticamente diferentes entre si, donde la mayor altura se muestra en el tratamiento 3 que presenta el sustrato 1 y la densidad de 20 plantas.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para altura de planta en (cm) en los tratamientos

Tratamientos	Altura de Planta (cm)	Duncan al 5%
T2	22	A
T1	19,6	B
T3	17	C
T4	15,4	D

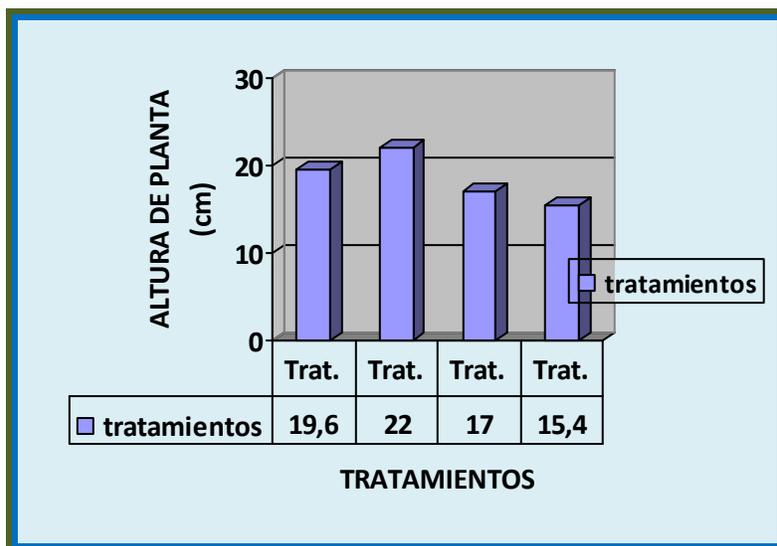
Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que existe una relativa influencia de interacción en los tipos de sustratos y densidades de plantación, estas diferencias se pueden atribuir al efecto de la materia orgánica en el proceso de humificación liberan elementos nutritivos en un mayor o menor grado a la cantidad incorporada.

El otro aspecto que influye es la densidad de siembra, pudiendo observarse que la densidad alta de 20 plantas tiene un mejor desarrollo, en comparación a la densidad baja de 15 plantas, concluyendo que densidades muy altas son recomendables para este tipo de producción vertical. El efecto de los tratamientos en la altura de planta se muestra en el Grafico 5.



Grafico 5. Efecto de la interacción de sustratos con densidades de plantación en la altura de planta (cm)



6.2.3 Numero de Hojas

El análisis de varianza para el carácter de numero de hojas como se ve el Cuadro 13 nos muestra que para bloques no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el número de hojas.

En el Factor A (tipos de sustratos) se presentaron diferencias significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 86,29$) en los distintos tratamientos influyo en el número de hojas.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de numero de hojas no existe diferencias significativas entre las densidades de ($F_c = 4,35$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades no presentaron diferencias



significativas de ($F_c = 6,61$).

Cuadro 13. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	1,47	0,73	8,84 N.S	19	99
Sustrato (A)	1	16,56	16,56	86,29 **	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,83	0,19			
Densidad(B)	1	0,08	0,08	4,35 N.S.	7,71	21,2
A*B	1	0,13	0,13	6,61 N.S.	7,71	21,2
Error B	4	0,08	0,02			

Fuente: Elaboración propia

CV= 11,14 %

El coeficiente de variación es de (CV= 11,14 %) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Se puede observar una diferencia provocada principalmente por la temperatura, que al ser mayor en la parte superior, inhibe la floración y fructificación pero al contrario favorece la formación y desarrollo foliar en tamaño y cantidad, produciéndose lo contrario en las partes bajas de la carpa solar.

Realizada la comparación de medias que se ve en el Cuadro 14, utilizando Duncan al 5% podemos observar que existe diferencia significativa entre los niveles del Factor A (tipos de sustratos) siendo levemente superior el nivel a1 (sustrato 1) con 14 hojas como promedio frente a 11 hojas del nivel a2 (sustrato



2).

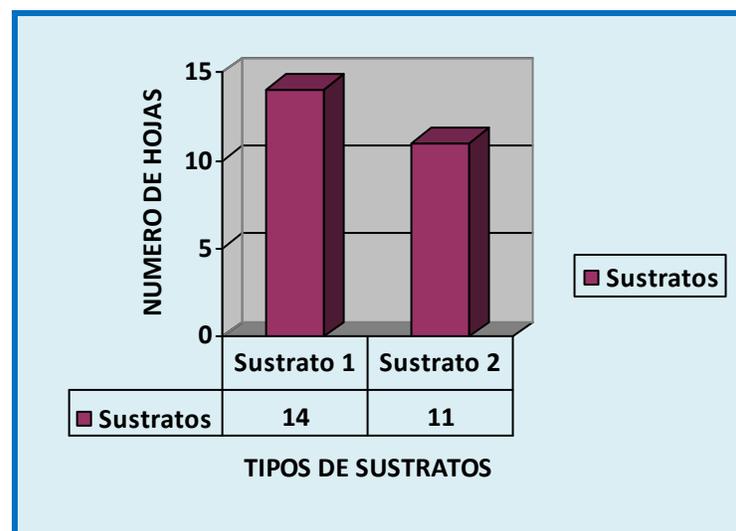
Cuadro 14. Prueba de Duncan en tipos de sustratos para número de hojas

Tipos de Sustrato	Numero de Hojas	Duncan al (5%)
Sustrato 1	14	A
Sustrato 2	11	B

Fuente: Elaboración propia

Los promedios de tipos de sustratos presentan diferencia significativa, siendo el sustrato 1 mayor al sustrato 2 por 3 hojas, debido principalmente a la mayor dificultad que presento el cultivo en esa época, la alta temperatura y la baja humedad relativa al interior de la carpa solar. Las diferencias del efecto del tipo de sustrato en el número de hojas se observas en el Grafico 6.

Grafico 6. Efecto de los tipos de sustrato en el número de hojas



Al respecto Villagrán (1994), nos indica que un buen follaje asegura la nutrición carbonada de la planta. El mismo autor menciona que un normal requerimiento de frío producirá un rápido crecimiento foliar, normal diferenciación de yemas florales y escasa producción de estolones.

Por su parte Chilon (1997), manifiesta que el aumento de la proporción aérea respecto a las raíces con el incremento de suministro de nitrógeno, además favorece el desarrollo de los órganos vegetativos.

Tislade (1991), menciona que cuando hay un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosas crecimientos vegetativos y un intenso color verde y cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas. El nitrógeno de las proteínas se transforma en una forma soluble, es trasladado a las regiones meristemáticas activas y empleado en la síntesis del nuevo protoplasma.

6.2.4 Numero de flores

Como podemos observar en el Cuadro 15 el análisis de varianza los cuadrados medios del número de flores al 5% muestra que para bloques no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el número de flores.

En el Factor A (tipos de sustratos) nos a presentaron diferencias significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 2,4$) en los distintos tratamientos no influyo en el número de flores.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta



variable de numero de flores existe diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c=173,4$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades no se presentaron diferencias significativas de ($F_c = 0,125$).

Cuadro 15. Análisis de varianza para número de flores

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	1,09	0,54	6 N.S	19	99
Sustrato (A)	1	0,22	0,22	2,4 N.S.	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,18	0,09			
Densidad(B)	1	8,67	8,67	173,4 **	7,71	21,2
A*B	1	0,05	0,05	0,12 N.S.	7,71	21,2
Error B	4	1,63	0,40			

Fuente: Elaboración propia

CV= 9,27 %

El coeficiente de variación es de (CV=9,27%) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Las diferencias significativas se mostraron en los niveles del Factor b (densidad de plantas) en el cual el nivel b1 (20 plantas) obtuvo 46 flores promedio respecto al nivel b2 (15 plantas) que llegó a tener 34 flores. Mostrándose estas diferencias en el Cuadro 16 a través de la prueba de Duncan al 5%.



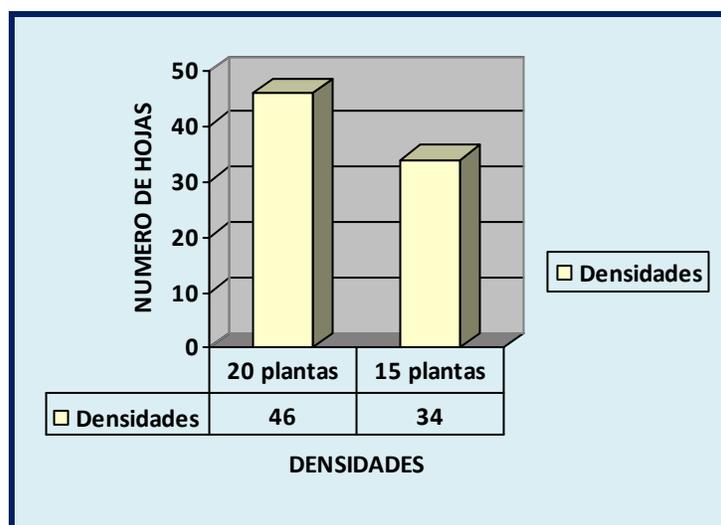
Cuadro 16. Prueba de Duncan en densidades para el número de flores

Densidades de Plantación	Numero de Flores	Duncan al 5%
20 plantas	46	A
15 plantas	34	B

Fuente: Elaboración propia

Lo cual se confirma que durante el desarrollo del ensayo las temperaturas en el interior de la carpa tuvieron una tendencia a subir a niveles óptimos la misma estación de primavera favoreció en la formación de botones florales y la buena fructificación de la planta. Así como los factores que influyeron en la floración, como la aplicación del riego localizado y el anelado del suelo que favoreció en el control de humedad y la temperatura del suelo. Estas diferencias en los niveles de densidades de siembra se observa el Grafico 7.

Grafico 7. Efecto de número de flores en densidades de siembra



Vigliola (1992), menciona que en el estado reproductivo se inicia con temperaturas



crecientes y días largo, donde las flores son termo dependiente.

6.2.5 Diámetro de Fruto

Como podemos observar en el análisis de varianza en el Cuadro 17 los cuadrados medios en el diámetro de fruto se presenta para bloques ($F_c = 7,32$) no se presentaron diferencias significativas es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el ancho de frutos.

En el Factor A (tipos de sustratos) no se presentaron diferencias significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 17,32$) en los distintos tratamientos no influyo en el ancho de frutos.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de ancho de frutos no existe diferencias significativas entre las densidades de ($F_c = 0,18$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades se presentaron diferencias altamente significativas de ($F_c = 45,2$)

Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de frutos (mm).

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	1,69	0,84	7,32 N.S.	19	99
Sustrato (A)	1	2,01	2,01	17,32 N.S.	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,23	0,12			
Densidad(B)	1	0,04	0,04	0,18 N.S.	7,71	21,2
A*B	1	11,26	11,27	45,26 **	7,71	21,2
Error B	4	0,25	0,25			



Fuente: Elaboración propia

CV= 11,79 %

El coeficiente de variación es de (CV= 11,79 %) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Esto es debido al desarrollo y maduración de las plantas de frutilla, es decir que a medida que las plantas de frutilla van madurando, también van proporcionando frutos mejor conformados y de mayor tamaño, tanto en longitud como en diámetro.

Los promedios de diámetro de fruto en los tratamientos presentan leves diferencias, siendo los tratamientos mayores el T4 y T1 con 29.3 mm y 28,36 mm respectivamente y los tratamientos con menor diámetro fueron los tratamientos T3 y T2 con 27,24 mm y 26,54 mm respectivamente, al ser obtenidas de plantas más desarrolladas y más maduras que proporcionan frutos mejor conformadas tanto en tamaño como en consistencia, siendo estas diferencia mostradas en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para tratamientos para diámetro de fruto (mm)

Tratamientos	Diámetro de Fruto (mm)	Duncan al (5%)
Tratamiento 4	29,3	A
Tratamiento 1	28,3	A
Tratamiento 3	27,24	B
Tratamiento 2	26,54	B

Fuente: Elaboración propia

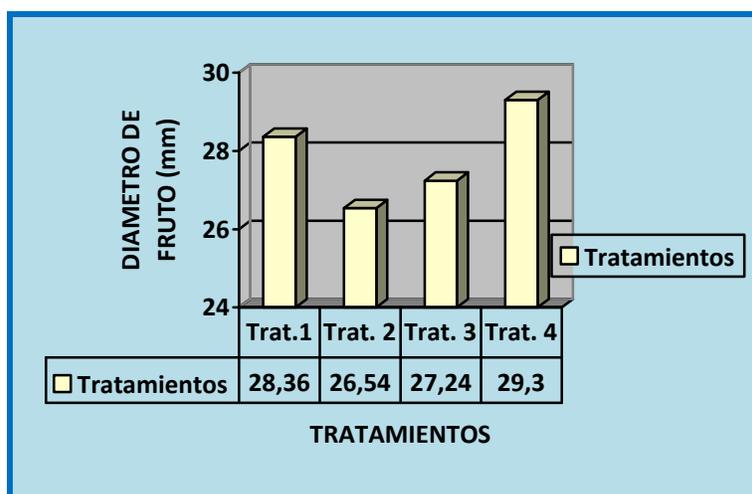
Es necesario mencionar que la mayor dificultad que se tuvo en la evaluación es



sin duda las altas temperaturas que afectaron a los pilares que se encontraban encima del metro de altura, factor también que influyo en los resultados obtenidos, además de la baja cantidad de agua debido a la contracción del pilar factor que también influyo en el comportamiento del cultivo en referencia al diámetro de fruto.

Es notar que en la fase de maduración ha existido un aporte de la cantidad de materia orgánica de fósforo asimilable, durante el crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta que mejoró la calidad del fruto. Los efectos de diámetro sobre el diámetro del fruto sobre los tratamientos se observan en el Grafico 8.

Grafico 8. Efecto de diámetro de fruto en los tratamientos



Kolman, et al. (1996), indica que la deficiencia de este elemento retrasa en la floración y la madurez.

6.2.6 Longitud de Frutos

Como podemos observar en el Cuadro 19 el análisis de varianza los cuadrados medios de longitud de frutos presentan para bloques ($F_c = 0,14$) no se presentaron diferencias significativas es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia



en el largo de frutos.

En el Factor A (tipos de sustratos) se presentaron diferencias significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 19,01$) en los distintos tratamientos influyo en el largo de frutos.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de largo de frutos no existe diferencias significativas entre las densidades de ($F_c = 5,6$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades nos a presentaron diferencias significativas de ($F_c = 0,08$).

Cuadro 19. Análisis de varianza para longitud de frutos (mm).

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	0,38	0,19	0,14 N.S	19	99
Sustrato (A)	1	25,87	25,87	19,01 *	18,51	98,5
Error de (A)	2	2,72	1,36			
Densidad(B)	1	2,44	2,44	5,64 N.S.	7,71	21,2
A*B	1	0,04	0,04	0,08 N.S.	7,71	21,2
Error B	4	1,73	0,43			

Fuente: Elaboración propia

CV=12,07 %

El coeficiente de variación es de (CV= 12,07 %) que se encuentra en los



parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Uno de los factores para la diferencia significativa de la longitud de fruto entre los tipos de sustrato puede deberse a la temperatura, que en esos meses presentan altas temperaturas, que afectaron igual a todo el cultivo, siendo su influencia diferenciada de acuerdo a la altura, registrando mayores temperaturas mayor altura, lo que ocasiono que las plantas que se encontraban a mayor altura presentan menos frutos y frutos más pequeños, influencia que afecto en el factor A.

En el Cuadro 20 se observa los valores promedios de longitud de frutos que vario en los tipos de sustratos , donde se observa que existe diferencias leves en su longitud donde el sustrato 1 presenta mayor longitud de frutos de 33,54 mm y el sustrato 2 mostro una longitud inferior de 30,6 mm.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para longitud de fruto en tipos de sustratos

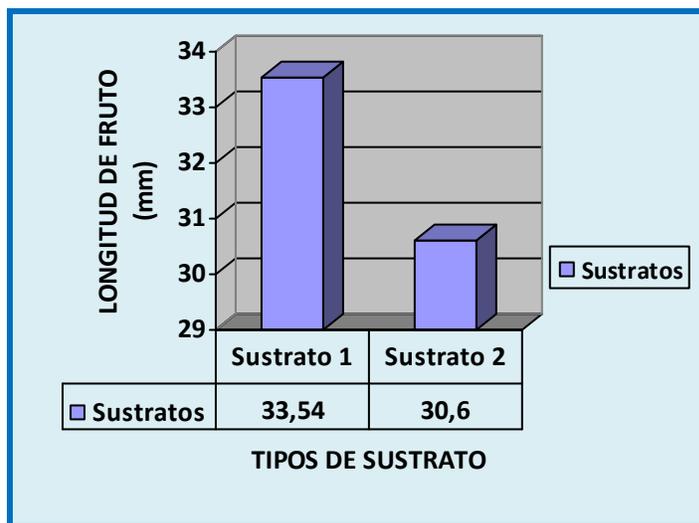
Tipos de Sustratos	Longitud de Fruto (mm)	Duncan al (5%)
Sustrato 1	33,54	A
Sustrato 2	30,6	B

Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 9, se observa el efecto de los sustratos sobre la longitud de frutos que muestra que el sustrato 1 muestra mayores proporciones de longitud esto debido a la proporción de tierra negra que este sustratos tiene en sus constitución, mostrando que este sustrato es el mas apto para la producción de frutilla en sistema vertical.



Grafico 9. Efecto de tipos de sustratos sobre longitud de fruto



6.2.7 Peso de frutos por planta

El rendimiento de la planta desde el trasplante, hasta la cosecha transcurrieron un tiempo promedio de 85 días, la cosecha se llevó a cabo los días lunes y viernes de la semana, realizando el análisis de varianza para esta variable que se observa en el Cuadro 21, donde se presenta para bloques ($F_c = 3$) no se presentaron diferencias significativas es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el peso de frutos por planta.

En el Factor A (tipos de sustratos) se presentaron diferencias significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 65$) en los distintos tratamientos influyo en el peso de frutos por planta.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de peso de frutos por planta existe diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c = 76$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades no se presentaron



diferencias significativas de ($F_c = 1,5$).

En el cuadro 21. Se observa el análisis de varianza para la variables de pesos de frutos por planta en kg.

Cuadro 21. Análisis de varianza para peso de frutos por planta (kg).

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	0,0006	0,0003	3 N.S.	19	99
Sustrato (A)	1	0,006	0,0065	65 *	18.51	98.5
Error de (A)	2	0,0002	0,0001			
Densidad(B)	1	0,038	0,038	76 **	7.71	21.2
A*B	1	0,0007	0,0007	1,5 N.S.	7.71	21.2
Error B	4	0,002	0,0005			

Fuente: Elaboración propia

CV= 13.1 %

El coeficiente de variación es de (CV= 13.1%) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

En trabajos realizados anteriormente reportan rendimientos por planta, con fertilización orgánica con concentración al 100 % de nutricrow en la variedad Pájaro (Castellón, 2001).



6.2.7.1 Peso por planta para sustratos

En el Cuadro 22 se observa los valores promedios de peso por planta de frutos que vario en los tipos de sustratos , donde se observa que existe diferencias leves en su peso donde el sustrato 1 presenta mayor peso por planta de frutos de 0,40 kg y el sustrato 2 mostro un peso por planta inferior de 0.36 kg.

Cuadro 22. Prueba de Duncan para peso por planta de frutos en tipos de sustratos

Tipos de Sustratos	Peso de Frutos por Planta (kg)	Duncan al (5%)
Sustrato 1	0,40	A
Sustrato 2	0,36	B

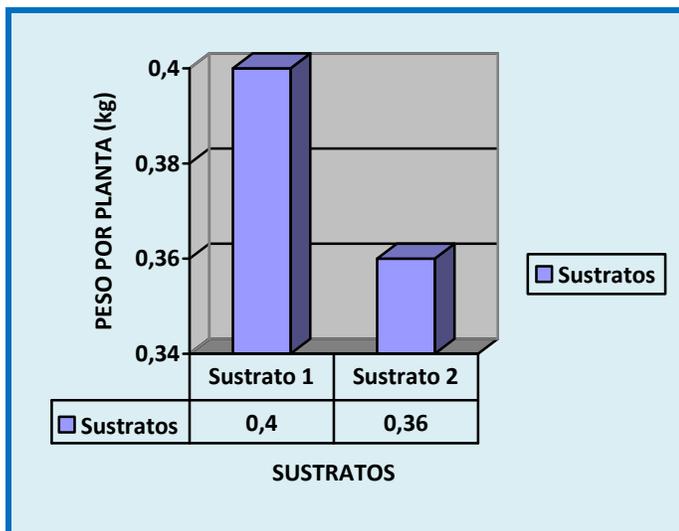
Fuente: Elaboración propia

Lo que se demuestra que el Sustrato 1 tuvo mejores rendimientos con la Variedad Oso Grande, mejorando la cantidad y la calidad de fruta fresca en la cosecha.

Al respecto este rendimiento se debe a la mayor floración que ha existido durante el proceso de reproducción y no la formación de hojas que es un factor que no incide en el rendimiento.



Grafico 10. Efecto de los sustratos en peso por planta



Chilon (1997), menciona que la presencia de cargas negativas superficiales de los coloides determina la propiedad de atraer e intercambiar cationes. Esta propiedad radica integralmente en la fracción de arcilla y en la materia orgánica humificada.

6.2.7.2 Peso por planta promedio para densidad de siembra

Las diferencias significativas se mostraron en los niveles del Factor b (densidad de plantas) en el cual el nivel b1 (20 plantas) obtuvo 0,43 kg de peso promedio respecto al nivel b2 (15 plantas) que llegó a tener 0,32 kg de peso. Mostrándose estas diferencias en el Cuadro 23 a través de la prueba de Duncan al 5%.

La competencia entre plantas, causada por la densidad de población, es un factor importante en el desarrollo y acumulación de materia seca por planta. El rendimiento biológico de la planta aumenta con la reducción de la densidad de población, mientras que los rendimientos por área disminuyen.

Estadísticamente son diferentes las tres densidades, existiendo una diferencia como efecto principal de la densidad de 15 plantas por pilar y 20 plantas por pilar



por unidad de superficie.

Cuadro 23. Prueba de Duncan en densidades para el peso de frutos por planta

Densidades de Plantación	Peso por Planta de Frutos (kg)	Duncan al 5%
15 plantas	0,43	A
20 plantas	0,32	B

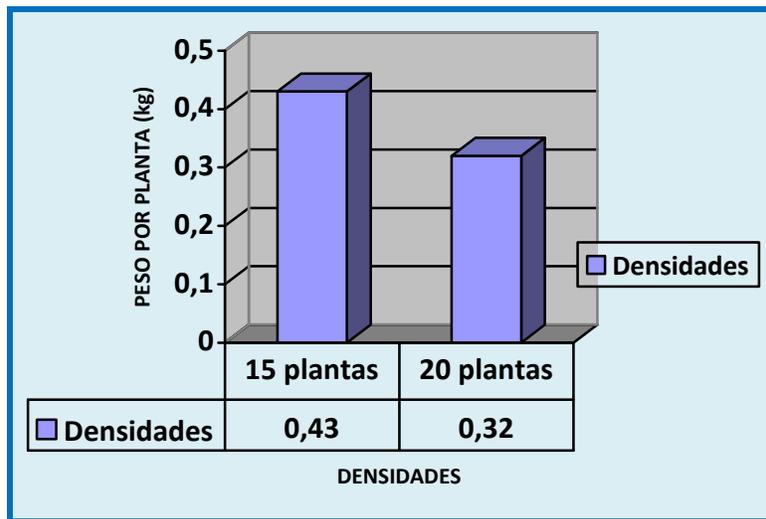
Fuente: Elaboración propia

En la Grafica 11, se puede observar donde la densidad de siembra 1 en el peso por planta es mayor, respecto a las densidades 2 por tanto se puede decir que la cantidad de plantas permitió el establecimiento de una población para obtener pesos por planta elevados.

El motivo por el cual se alcanzó un mayor peso por planta en la densidad D1, se puede deber al razonamiento lógico que al incrementar la cantidad de individuos por metro cuadrado existirá una tendencia a obtener elevados pesos, en una relación eco fisiológica que permita aun desarrollar los procesos de crecimiento y desarrollo individual dentro de los parámetros aceptables comercialmente.



Grafico 11. Efecto de las densidades de siembra en el peso por planta



Entonces se deduce que densidades menores son recomendables por presentar altos pesos por planta debido a la competencia principalmente por nutrientes del suelo, tal como lo indica Ruiz (1993), quien señala que una alta población significa efecto competitivo entre plantas por luz, agua, nutrientes y espacio físico, contribuyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de planta.

Por su parte la FAO (2004), menciona que una densidad de plantación alta aumenta la producción por superficie, siempre y cuando no disminuya en forma significativa el tamaño y peso de las plantas en el momento de la recolección.

La densidad de siembra que corresponde a 15 plantas por pilar obtuvo mayor rendimiento por otra el área del experimento presento alto contenido de nitrógeno y el factor ambiental pudiendo ser favorable en el peso por planta.

6.2.8 Rendimiento total (kg/UE)

Este parámetro fue medido por cada unidad experimental (kg), se sumó los datos y se sacó un promedio de todos los rendimientos, tomando en cuenta todos los



tratamientos. Los datos se obtuvieron desde la primera cosecha hasta la fecha de culminación del estudio donde se obtuvo que para bloques ($F_c = 5$) no se presentaron diferencias significativas es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el rendimiento total.

En el Factor A (tipos de sustratos) se presentaron diferencias altamente significativas por lo que la disposición de tipos de sustrato ($F_c = 116$) en los distintos tratamientos influyo en el rendimiento total.

Para el Factor B (densidades), el análisis de varianza muestra que en esta variable de rendimientos totales existe diferencias significativas entre las densidades de ($F_c = 17,3$).

La interacción de tipos de sustratos con las densidades no se presentaron diferencias altamente significativas de ($F_c = 3,21$).

En el cuadro 24. Se observa el análisis de varianza para las variables de los rendimientos totales en kg.

Cuadro 24. Análisis de varianza para rendimientos totales (kg).

FV	GL	SC	CM	F(Cal.)	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	0,02	0,01	5 N.S.	19	99
Sustrato (A)	1	0,23	0,23	116 **	18,51	98,5
Error de (A)	2	0,005	0,002			
Densidad(B)	1	0,24	0,24	17,3 *	7,71	21,2
A*B	1	0,045	0,04	3,21 N.S.	7,71	21,2
Error B	4	0,056	0,014			



Fuente: Elaboración propia

CV= 12,8 %

El coeficiente de variación es de (CV= 12,8 %) que se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Restrepo (1996), indica que los abonos orgánicos mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a su macro y microbiología. Estimulando el ciclo vegetativo de las plantas y obtener una mejor rentabilidad por área cultivada que otros sistemas de producción.

Las diferencias sean probablemente por las características genéticas que presentan cada variedad para formar tallos de mayor volumen, la arquitectura de la planta para la fotosíntesis, las condiciones climáticas de la región y el muestreo realizado en la cosecha.

6.2.8.1 Rendimiento total de frutos para sustratos

En el Cuadro 25 se observa los valores promedios del rendimiento total de frutos que vario en los tipos de sustratos , donde se observa que existe diferencias leves en su peso donde el sustrato 1 presenta mayor rendimiento de frutos de 6,95 kg y el sustrato 2 mostro un rendimiento inferior de 6,71 kg.

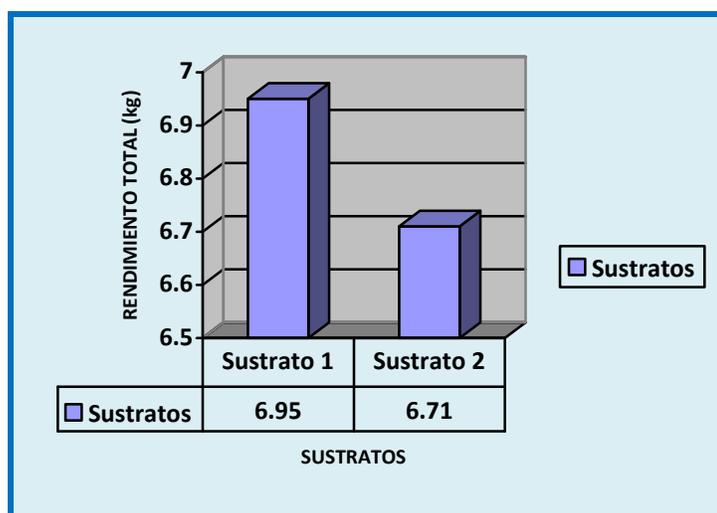
Cuadro 25. Prueba de Duncan para peso por planta de frutos en tipos de sustratos

Tipos de Sustratos	Rendimiento de Frutos (kg)	Duncan al (5%)
Sustrato 1	6,95	A
Sustrato 2	6,71	B

Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia significativa tiene la siguiente explicación, primero en la textura del suelo ha existido una alta capacidad de intercambio catiónico, y en segundo lugar una concentración de elemento primario fue mayor al inicio del ensayo donde las raíces absorbieron los nutrientes disponibles del suelo.

Gráfico 12. Efecto de los sustratos sobre el rendimiento total de frutos



Chilon (1997), menciona que la presencia de cargas negativas superficiales de los coloides determina la propiedad de atraer e intercambiar cationes. Esta propiedad radica integralmente en la fracción de arcilla y en la materia orgánica humificada.

6.2.8.2 Rendimiento promedio para densidad de siembra

Las diferencias significativas se mostraron en los niveles del Factor b (densidad de plantas) en el cual el nivel b1 (20 plantas) obtuvo 6,99 kg de rendimiento total promedio respecto al nivel b2 (15 plantas) que llegó a tener 6,71 kg de rendimiento total promedio. Mostrándose estas diferencias en el Cuadro 26 a través de la



prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 26. Prueba de Duncan en densidades para el rendimiento total de frutos

Densidades de Plantación	Rendimiento Total de Frutos (kg)	Duncan al 5%
20 plantas	6,99	A
15 plantas	6,71	B

Fuente: Elaboración propia

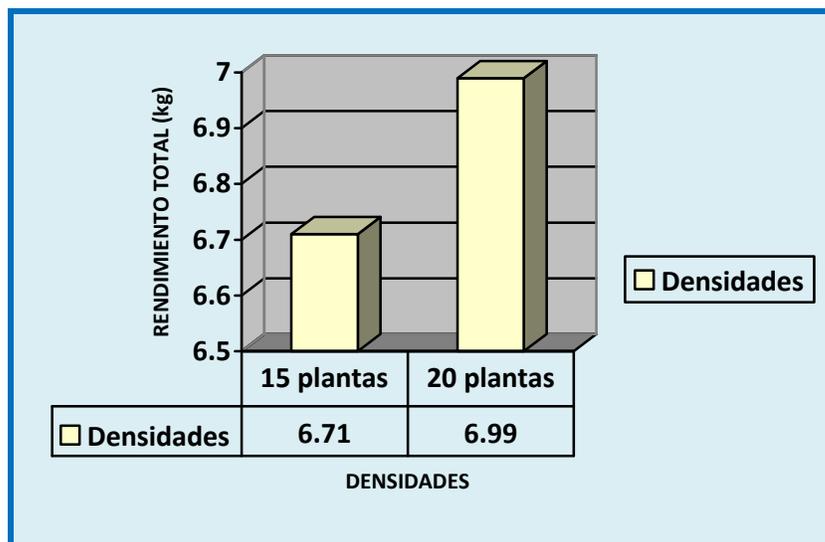
En la Grafica 13, se puede observar donde la densidad de siembra 2 es mayor en rendimiento, respecto a las densidades 1 por tanto se puede decir que la alta cantidad de plantas permitió el establecimiento de una población para obtener rendimientos elevados.

Cuando el crecimiento es exuberante, la acumulación de sustancias de reserva disminuye considerablemente y afecta el rendimiento agrícola, como sucede cuando se aplican fertilizantes nitrogenados y agua en exceso, principalmente en condiciones de cultivo temporal con altas temperaturas, mientras que en condiciones de poco riego tienden a disminuir.

Entonces se deduce que densidades menores no son recomendables por presentar bajos rendimientos debido a la competencia principalmente por nutrientes del suelo, tal como lo indica Ruiz (1993), quien señala que una alta población significa efecto competitivo entre plantas por luz, agua, nutrientes y espacio físico, contribuyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de planta.



Grafico 13. Efecto de las densidades sobre el rendimiento total de frutos



Vázquez (1990), menciona que la competencia que se establece entre plantas, los nutrientes y la luz, es un factor determinante en la producción de la materia seca, el sombreado de las plantas de una población puede ser causa limitante del desarrollo normal de estas. La luz inicia el proceso fotosintético y la producción de materia seca, por lo que es en gran parte el balance existente entre la fotosíntesis y la respiración.

Por otra parte Lira (1994), indica que las plantas cultivadas tienden a reducir su actividad fotosintética aproximadamente a los 40°C, dependiendo de la especie, pues la tasa de evapotranspiración supera la tasa de absorción de agua, provocando el cierre de estomas. Además, los ambientes excesivamente calientes provocan desnaturalización de la enzima RuBP carboxilasa, encargada de la fijación del dióxido de carbono en el mesofilo de las hojas para la fotosíntesis.

6.2.9 Relación Benéfico/Costo

En el Cuadro 27. Presenta la relación benéfico/ costo de los tratamientos.



Cuadro 27. Beneficio/ Costo de los tratamientos

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	COSTOS DE PRODUCCION (Bs/Ha)	BENEFICIO NETO (Bs)	B/C
T1	205600	655666.6	1400333.4	2.13
T2	213900	655666.6	1483333.4	2.26
T3	197200	655666.6	1316333.4	2.00
T4	205800	655666.6	1402333.4	2.13

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento T1 (S1D1), se obtuvo por cada 1 Bs que se invierte, un beneficio de 2.13 Bs.

Por cada boliviano que se invierte en el tratamiento T2 (S1D2), existe un beneficio de 2.26 Bs de ganancia.

En el sustrato 2 se puede observar que los beneficios/costo disminuyen a comparación del sustrato 1, para el tratamiento T3 (S2D1), hubo una ganancia de 2.00 Bs.

El tratamiento T4 (S2D2) reporta una ganancia de 2.13 Bs, por cada boliviano invertido.



7. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados para el presente trabajo, considerando los resultados del análisis estadístico, además de las observaciones hechas en campo se concluyen señalando lo siguiente:

Para los días a la floración hubo diferencias altamente significativas entre los sustratos donde se obtuvo para el primer sustrato presenta 60 días a la floración y el segundo sustrato muestra 65 días hasta la formación de las primeras flores.

El promedio de altura de planta tuvo diferencias altamente significativas entre sustratos mostrando resultados de 20,08 cm para el sustrato 1 y de 16,2 para el sustrato 2, como también hubo diferencias significativas entre la interacción de sustratos y densidades mostrando al tratamiento 2 como superior en altura de planta.

En cuanto al número de hojas existía diferencias altamente significativas entre los sustratos observándose un número de hojas para el sustrato 1 de 14 hojas y en el sustrato 2 muestra 11 hojas.

En cuanto al número de flores presento diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra donde la densidad de 15 plantas obtuvo 34 flores y para 20 plantas se presentó 46 flores.

El diámetro del fruto obtuvo diferencias altamente significativas solo en la interacción de sustratos dentro de densidades mostrando que el tratamiento 4 llegó a obtener un diámetro de fruto mayor de 29.3 mm.

En longitud del fruto obtuvo diferencias significativas entre sustratos; para el sustrato 1 llegó a tener 33.54 mm de longitud y en el sustrato 2 presento 30.60



milímetros de longitud del fruto.

Respecto al peso de frutos por planta obtuvo diferencias significativas entre sustratos llegando a presentar para el sustrato 1 0,40 kg de peso por planta y el segundo sustrato tuvo 0.36 kg de peso por planta, también se presentó diferencias significativas entre densidades mostrando que en la densidad de 15 plantas por pilar tuvo 0,43 kg, y la densidad de 20 plantas presento 0.32 kg de peso por planta.

Con relación al rendimiento total se presentó diferencias entre sustratos presento el sustrato 1 de 6,95 kg y el sustrato 2 mostro 6.71 kg de rendimiento total, también las densidades mostraron diferencias significativas donde la densidad de 15 plantas tuvo 6.71 kg de rendimiento y la densidad de 20 plantas lleo a tener 6.99 kg de rendimiento total.

Económicamente el cultivo de vertical de frutilla es rentable, pero los mayores ingresos obtenidos se muestran con el sustrato 1(2 de tierra negra: 1 turba: 1 arena: 1 tierra del lugar) a una densidad de plantación de 20 plantas por pilar, llegando a presentar el tratamiento 2 mayor beneficio costo de 2,26 Bs. Por cada boliviano invertido.



8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se obtienen las siguientes recomendaciones.

En el cultivo vertical de Frutilla (*Fragaria sp.*), se recomienda la validación de uso de la variedad “Oso Grande” por su mayor adaptación además de una constante producción y buena comercialización debido que es un fruto grande con aroma por demás agradable.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda utilizar el sustrato 1 (2 de tierra negra: 1 turba: 1 arena: 1 tierra del lugar) con densidad de 20 plantas por pilar, porque brinda un buen resultado para obtener frutillas que sean comercializadas en el mercado.

Se recomienda emplear, para este sistema productivo vertical el riego por goteo, debido que mejoraría enormemente la humedad relativa para mejorar la producción del cultivo de Frutilla (*Fragaria sp.*).

Se recomienda realizar más estudios respecto a frecuencia de riego, debido al fácil manejo y alta producción optimizando el espacio aéreo en el interior de la carpa solar.

Se recomienda utilizar otros materiales reciclables para la producción de esta y otras especies ya que genera menores ingresos en materia prima, debido a que es altamente rentable este sistema de producción vertical y el aprovechamiento del espacio aéreo.



9. BIBLIOGRAFIA

ALPI, A. y TOGNONI, F. 1987. Cultivos en invernadero. 2de. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 250 p.

ATLE, G. y CAMARGO, A. 1973. Producción de fresas en Guatemala. Ministerio de Agricultura. Ed. Talleres Gráficos. Guatemala. 2 p.

BERNAST, C. 1987, invernaderos construcción, manejo y rentabilidad. Ed Aedos. Barcelona, España pp. (25-28-40).

BERRAT et al. 1987. Invernaderos editorial aedos Barcelona – España.

BRAZANTI, C. E. 1989. La fresa. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 386 p.

CALDERON S.F, CEBALLOS. F. 2001 Los Sustratos. Laboratorio Ltda. Bogotá D. C. Colombia N° 81-87.

CALDERON, E. A.1993 “fruticultura general, el esfuerzo del hombre. 3ª Edición. México. Limusa. ENCICLOPEDIA MEDICINAL.

CEDEFOA, 1989, cultivos hortícolas. <http://www.foa.gov.ar/pergamino>.Argentina.

COLOMAR MENDOZA, F.J. y Gallardo Izquierdo, A. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Universidad Politécnica de Valencia. Ed. LIMUSA. **2007**

CORDEP- DAI PROYECTO DESARROLLO REGIONAL DE COCHABAMBA 1993. Perfil económico de la frutilla. Cochabamba, Bolivia 34 p.

CORZO, R. 1990. El cultivo de la frutilla y sus recomendaciones, MACA, GTZ, PRIV, maracayá, Punata, Cochabamba, Bolivia. 11 p.



CORTEZ, C. 1990. Cultivos hidropónicos en tomate. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia.

CHILON C.E, 1997. Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de plantas CIDAT. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Departamento de La Paz Bolivia 185p

CHILDDERS, N. 1982 fruticultura moderna; cultivo de frutales y arbustos frutales. Trad. Del Ingles por Sartori, E. Ed. Hemisferio Sur. Tomo II. 824 p.

CHOQUE, C.L.M. 2005 Uso intensivo de invernaderos mediante la producción vertical de lechuga. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz-Bolivia. Pp. 74-80.

CHOQUE, D. 1998 Evaluación de mulch en el cultivo de frutilla. EMI Escuela Militar de Ingeniería La Paz, Bolivia 85 p.

CYMMYT, 1989. Manual de formulación de recomendaciones a partir de agronómicos. México D.F. México. Pp. 79.

FOLQUER, F. 1986. La frutilla o fresa. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires Argentina 149p.

FUJITA, M. y JURADO, P. 1990. Recomendaciones para el cultivo de nuevas especies hortícolas en el valle de Cochabamba. IBTA. Noviembre. Cochabamba, Bolivia. 15 p.

GAMBARDELLA, M. 1998. Ficha técnica del cultivo de Frutilla. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales. Universidad de Chile. 5 p.



HERBAS, A. R. 1981 Manual de fitopatología Ed. Universitaria Oruro - Bolivia p. 288-292.

IBTEN. 2001. Manual de Extensión Agropecuaria. Cultivo de Frutilla. La Paz-Bolivia. Pp. 7-14.

JUSCAFRESA, B.e IBAR, L.1987. Fresa y fresones Ed. AEDOS Barcelona, España 17 2p.

MAROTO, J. V. y LOPEZ, S. 1988. Producción de fresas y fresones. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España 119 p.

MARTINEZ, C.2003. Estadística y muestreo. Eco Ediciones. Bogotá-Colombia. 354 p.

MENDOZA, B. 2006. Efectos de Abono Orgánico en la producción de Variedades de Frutilla (*Fragaria sp*) En condiciones controladas tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. Pp. 55-68.

OSPINA, J. E. 1995. Agricultura I. ed. Terranova. Santa fe de Bogotá, Colombia 95 p.

PANDOVANI, M. 1991. Morango; O dedicado e sabroso fruto de integracao dos poros. Ed. Cono. Sao Paulo, Brasil. 68 p.

PENNINGSTELD, P. KURZMAN, P. 1982 Cultivos Hidropónicos y en Turba Ediciones Mundi-prensa. Madrid España. Pp. 113-122.

PEREZ, A. J. 1999. Cultivo de fresas. Ministerio de agricultura de Madrid, España. 98p.



PERRIN, R. ET.AL. 1988. Manual metodológico de Evaluación Económica: la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. CIMMYT. Ed. Rev. México. D.F. p. 79

PORTER, RICHARD C. (2002). *The economics of waste*. Resources for the Future.

PROEXANT. 2004 Cultivo de la Frutilla o Fresa. Principales variedades en el mundo (en línea). Ecuador-Quito- USAID.

SALINAS, M. y SANCHEZ, C. 1988. Agricultura organizada en pequeña escala; huerto doméstico y huerto comunitario. Ed. Cetal. Valparaíso, Chile. 54 p.

SANCHEZ, J.1993. Control de 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.

SANCHEZ, P. 1981 Suelos del trópico. Características y Manejo 1ra Edición San José. Costa Rica IICA. 118p.

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

SOBRINO, LE.S.V. 1989. Tratado de Horticultura herbácea Editorial. AEDOS. S. A. Barcelona-España. Pp. 121-145.

SUDSUKI, F. 1992. Cultivo de frutales menores. 5 ed. Editorial Universitaria Santiago Chile. Pp. 17-51.

TERRANOVA, A. 1995. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Terranova Editores Volumen 2 Bogotá-Colombia. Pp. 291-293.



VERDIER, M. 1987. Cultivo sin tierra; hidroponía popular. Ed. PNVD. Bogotá, Colombia. Pp. 145-157.

VILLAGRAN, A. V. 1994. El cultivo de la Frutilla: Ministerio de Agricultura de Chile. Ed. Rev. Ed. FIA. p. 90.

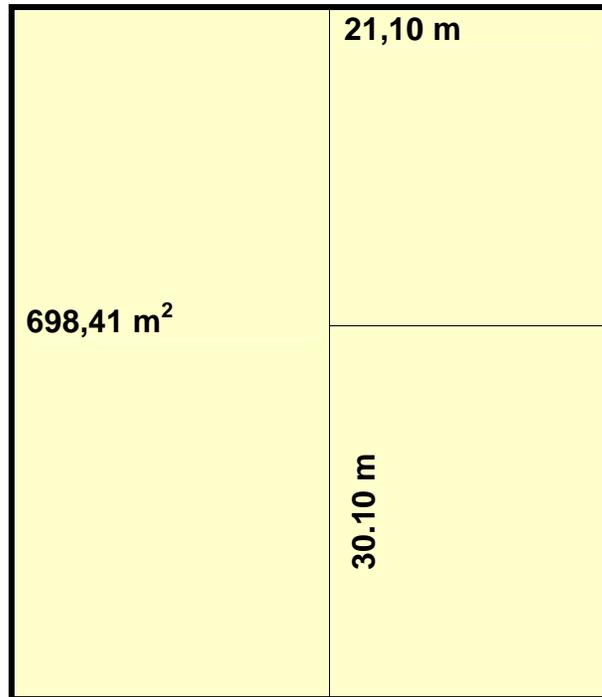
ZAPP, J. 1991. Cultivo sin tierra; hidroponía popular. Ed. PNVD. Bogotá, Colombia. Pp.145-157.



Anexos

ANEXO 1

1.1 Croquis del área de trabajo



1.2 Distribución de cultivos

FRUTILLA	FRUTILLA CULTIVO VERTICAL	FRUTILLA	FRUTILLA	BERRO	RUCULA	TOMATE	PAPICRA	PIMENTON	ALBAHACA
----------	---------------------------	----------	----------	-------	--------	--------	---------	----------	----------

ANEXO 2 TEMPERATURAS

2.1 Temperatura carpa solar

Mes	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Días	Min	Max	Min	Max	Min	Max	min	Max	Min	Max	Mi	Max	Min	Max	Mi	Ma
1	9.9	35.6	11.1	31.4	9.4	36.3	7.2	34.2	2.7	39.0	3.5	21.4	0.5	40.8	3.7	38.7
2	10.7	36.7	11.3	38.0	10	35.9	7.6	35	2.5	41	3.5	35.6	0.5	36	3.8	38.4
3	10.6	38.8	10.8	34.4	9.5	35.6	6.4	36.5	2.2	40	3.1	35.7	1.9	34.5	4.2	39.3
4	11.5	40.8	10.7	39.1	8.7	36.0	7.2	36.8	2.3	40	2.2	41.1	3.8	35.5	4.7	39.2
5	10.8	34.6	10.4	38.9	11	42.1	7.0	26.9	2.3	40	1.8	34.7	3.4	34.5	0.3	43
6	10.8	37.1	10.9	43	9.6	35.6	7.4	35.6	2.5	37	3.1	33.9	3.1	31.5	-1	43
7	8.8	39.4	9.1	41.7	9.2	39.8	7.1	36.7	2.7	39	3.8	3.2	3.2	31.2	-1.3	39.6
8	9.6	38.6	9.2	40.0	8.5	38.6	7.2	43.8	2.4	38.5	4.9	32.9	2.7	32.1	1	40.2
9	10.1	39.5	9.5	40.2	7.6	36.5	6.5	34.7	2.3	39	4.2	33.7	2.6	38.8	-0.4	40.3
10	10.7	42.8	11.1	32.9	7.5	36.0	7.6	34.9	2.3	40	3.7	34.3	2.8	36.1	-1.5	37.5
11	8.8	45.2	10.1	34.0	7.8	36.9	8.7	36.5	3.0	37.9	3.4	27.7	1.7	37.1	1	43.8
12	10.1	42.4	10.9	37.1	8.2	38.9	7.6	36.6	2.5	38	2.2	29.7	0.8	39.1	4.5	43.6
13	10.5	42.6	10.5	32.1	8.3	36.7	7.5	35.6	2.6	38.8	2.2	31.5	0.5	34.1	4.9	36.2
14	11.6	44.7	10.6	31.6	9.0	38.4	7.6	38.7	1.9	38.9	2.2	34.4	3	37.5	1.2	36.1
15	9	42.7	10.4	31.1	9.3	37.9	8.9	35.7	2.4	38.2	2.6	35.4	3	37.5	5.3	41.7
16	7.6	40.5	10.6	35.4	8.2	35.8	8.4	34.3	2.3	37.2	2.4	37.2	3.5	40.1	4.5	40.6
17	11.7	44	8.7	41.4	9.6	39.1	8.2	35.6	2.1	39.9	1.8	38.2	2.4	36	-0.7	36.2
18	8.1	39.8	10.5	38.1	9.7	39.6	6.7	38.3	1.7	39.4	1.7	38.3	0.5	36	4.9	38.7
19	10.1	43.9	10.5	33.7	8.9	38.9	6.4	37.6	1.3	39.3	0.9	33.3	-1	37.5	0.9	39.8
20	11.1	41.5	10.1	40.2	11	48.9	7.6	36.9	0.8	39.2	0.8	38.5	-2	37.5	0.9	39.5
21	10.3	39	10.1	38.9	9.2	42	5.4	39	0.9	39	-1	35.5	-1	38.5	4.8	39.2
22	9.3	40.1	10.1	38.7	9.3	44.5	6.3	38.3	2.3	31.4	-2	35.6	-1	39.5	4.7	40
23	11.8	42.3	10.1	34.7	8.2	46.6	5.3	37	6.1	36	3.8	35.9	0	39.4	5.3	41.4
24	10.9	40.2	9.8	43.7	9.1	44.2	5.1	39.5	4.4	35.2	1.2	35.7	-1	39.5	6.4	40.8
25	10.5	21.9	9.6	38.9	9.5	47.6	5.0	38.7	0.6	37.2	1.3	36.7	3.4	38.4	7.2	39.7
26	9.9	35.6	8.5	39.0	9.7	34.2	5.0	39.2	0.4	34.4	2.3	33	2.8	37.8	7.1	39.6
27	10.3	44.9	7.8	40.1	9.2	36.7	5.0	39.4	0.1	41.1	2.5	35.9	3.5	33.1	7.4	40.6
28	10.2	39.5	10.2	28.3	8.4	35.8	5.0	39	1.8	33.9	2.1	35.8	5.6	38.1	6.7	40.7
29	11.4	37.3	9.9	31.6	8.4	38.7	5.4	38.6	3.1	33.6	0.2	33.4	3.7	42.1	0.8	36.8
30	10.5	40.4	-	-	9.0	29.8	5.2	38.7	2.7	36.6	0.8	34.2	3.9	26.6	0.1	38.3
31	10.7	37.5	-	-	9.2	43.4	-	-	3.1	36.5	-	-	3.5	39	1.2	45.6
Pro	10.3	39.7	10	37.0	9.06	38.9	6.7	35.7	2.2	37.9	2.2	34	1.9	36.6	2.94	39.9

Fuente: Estación experimental de cota-cota

2.2 Temperatura ambiente

Mes	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Días	Min	Max	Mi	Max	Mi	Max	Mi	Max	Min	Max	Min	Max	Mi	Max	Min	Max
1	7.6	20.5	7.2	19.2	8.4	20.2	7.3	18.3	7.6	21.8	3.7	21.3	4.4	19.7	4.3	20.0
2	7.7	19.6	7.4	19.2	7.2	18.3	7.3	19.7	8.3	20.3	3.4	21.6	3.5	18.7	4.3	21.2
3	7.4	21.3	6.2	18.7	7.6	20.8	7.2	18.6	8.3	22.5	3.9	22.3	3.4	17.3	4.8	21.6
4	8.3	21.5	7.6	20.3	7.2	20.7	7.4	18.5	7.6	21.7	3.4	21.4	3.0	18.3	5.0	20.6
5	8.5	21.7	7.2	19.7	6.2	19.4	7.2	20.7	7.6	22.3	4.2	20.3	4.6	18.5	4.7	21.3
6	8.3	20.0	5.4	20.8	5.7	20.3	7.6	17.2	7.6	21.9	3.0	20.2	3.4	18.2	4.5	22.0
7	7.6	20.3	6.3	22.1	6.3	21.3	7.4	21.7	8.3	21.7	3.2	21.4	3.2	17.6	3.7	22.2
8	7.8	22.3	7.8	21.4	6.2	20.4	7.6	21.5	7.8	21.7	3.2	18.4	3.0	15.2	3.6	22.1
9	7.3	20.2	8.2	21.6	7.4	18.3	7.6	18.3	6.7	22.3	2.6	17.3	2.0	17.3	3.7	22.7
10	7.0	20.6	7.3	18.3	5.2	21.4	6.7	19.3	6.4	21.8	2.0	20.4	3.2	18.7	2.8	22.4
11	7.6	21.6	6.1	19.7	6.2	20.2	6.4	17.1	6.5	21.4	3.3	19.3	3.5	21.9	4.1	21.2
12	8.4	21.6	7.4	18.2	7.4	20.8	6.5	18.7	6.2	21.4	2.3	17.2	3.2	22.3	3.8	21.9
13	7.9	21.9	5.2	17.6	7.3	20.8	6.7	17.0	6.0	20.7	3.7	17.6	3.6	21.9	4.2	20.3
14	8.3	22.0	5.3	18.3	7.6	19.3	6.4	17.0	4.8	20.2	3.5	19.3	3.8	21.8	3.0	20.4
15	8.4	22.3	5.3	18.9	6.1	18.6	6.8	17.3	4.2	21.3	3.4	19.4	4.2	21.6	3.2	21.4
16	8.6	21.7	6.7	17.5	6.4	20.6	5.3	20.7	4.0	20.2	3.4	20.6	4.3	21.4	2.8	21.0
17	8.3	20.7	7.4	18.2	7.8	20.7	6.8	21.3	4.1	21.8	3.5	19.7	3.0	18.3	3.2	20.8
18	7.8	20.7	6.0	21.7	7.7	20.6	7.3	19.4	4.7	22.0	3.2	19.3	1.3	18.2	3.0	18.3
19	7.6	20.6	7.5	17.3	8.6	22.7	7.4	20.6	4.6	21.4	2.0	19.7	1.2	18.2	3.4	17.6
20	7.6	20.3	6.3	16.4	8.6	21.7	7.8	22.5	4.3	21.8	3.3	19.4	1.3	18.4	3.2	18.7
21	7.2	20.3	6.2	17.4	8.8	24.6	8.3	20.3	4.3	20.3	3.7	19.8	1.4	21.4	3.2	18.3
22	7.4	20.7	7.2	17.6	9.3	22.6	7.3	20.3	4.3	20.3	3.4	19.6	3.5	21.8	3.6	19.7
23	7.6	20.3	6.2	16.3	7.3	21.7	7.4	20.7	3.4	21.2	3.4	21.4	4.2	20.6	3.5	18.5
24	6.3	20.2	6.7	17.4	8.4	21.3	7.3	19.6	3.7	21.6	3.7	21.2	4.3	21.6	4.5	21.4
25	6.3	15.3	6.7	20.3	9.0	23.4	7.0	18.3	3.8	20.7	3.7	19.6	4.6	20.4	3.8	21.4
26	6.4	16.4	7.3	20.8	8.7	20.6	6.8	21.4	4.2	21.7	3.4	19.2	3.7	19.7	3.0	19.7
27	6.5	19.8	8.2	20.3	7.6	15.0	6.7	20.3	4.3	21.8	3.2	20.3	3.3	17.3	4.3	18.6
28	6.7	18.4	8.3	21.7	6.4	17.2	7.4	21.7	3.7	21.4	3.2	20.2	3.2	21.0	3.8	21.6
29	5.8	17.3	-	-	6.4	17.3	7.2	20.5	3.6	20.8	3.6	21.6	3.4	20.3	4.8	2.4
30	6.7	20.3	-	-	6.7	17.2	8.2	22.3	2.8	20.7	3.6	19.7	3.6	17.2	4.5	21.3
31	7.6	18.3	-	-	7.2	19.6	-	-	3.7	21.2	-	-	2.7	20.5	4.7	21.6
Pro	7.1	20.3	7.0	18.8	7.7	20.1	6.1	19.2	5.4	19.3	3.4	20	3.5	19.5	5.0	20.7

Fuente: Estación meteorológica Senamhi 20012

ANEXO 3 REGISTRO DE DATOS

3.1 Días a la floración

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	59	60	59	178	59.33
T2	1	2	58	62	61	181	60.3
T3	2	1	65	66	64	195	65
T4	2	2	63	65	67	195	65
TOTAL SUSTRATO 1			117	122	120	359	119.6
TOTAL SUSTRATO 2			128	131	131	390	130
TOTAL BLOQUES			245	253	251	749	62,41
PROMEDIO SUSTRATO 1							59.83
PROMEDIO SUSTRATO 2							65.1

3.2 Altura de planta

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	20.04	19.47	19.30	58.81	19.6
T2	1	2	21.02	21.95	23.05	66.02	22
T3	2	1	17.15	17.22	16.77	51.14	17
T4	2	2	15.61	15.11	15.59	46.31	15.5
TOTAL SUSTRATO 1			41.06	41.42	42.35	124.8	41.6
TOTAL SUSTRATO 2			32.76	32.33	32.35	97.45	32.5
TOTAL BLOQUES			73.82	73.75	74.71	222.28	18.5
PROMEDIO SUSTRATO 1							20.8
PROMEDIO SUSTRATO 2							16.2

3.3 Numero de flores

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	8	8.4	9.2	25.6	8.53
T2	1	2	6.7	6.2	7.2	20.1	6.7
T3	2	1	8.5	8.2	7.7	24.4	8.13
T4	2	2	6.2	6	7.5	19.7	6.56
TOTAL SUSTRATO 1			14.7	14.6	16.4	45.7	15.23
TOTAL SUSTRATO 2			14.7	14.2	15.2	44.1	14.7
TOTAL BLOQUES			29.4	28.8	31.6	89.8	7
PROMEDIO SUSTRATO 1							7.61
PROMEDIO SUSTRATO 2							7.48

3.4 Numero de hojas

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	13.67	13.81	13.26	40.74	13,58
T2	1	2	13.69	14.01	13.16	40.85	13,62
T3	2	1	11.16	12	11.16	34.32	11.44
T4	2	2	10.52	11.83	10.83	33.18	11.06
TOTAL SUSTRATO 1			27.36	27.82	26.42	81,6	27.2
TOTAL SUSTRATO 2			21.68	23,83	21.99	67.5	22.5
TOTAL BLOQUES			49.04	51.65	48.41	149.1	12.43
PROMEDIO SUSTRATO 1							13.6
PROMEDIO SUSTRATO 2							11.25

3.5 Diámetro del fruto

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	28.01	28.79	28.33	85.07	28.35
T2	1	2	25.91	27.34	26.38	79.63	26.54
T3	2	1	26.63	27.82	27.26	81.7	27,23
T4	2	2	29.69	29.67	28.54	87.9	29,23
TOTAL SUSTRATO 1			53,93	56,07	54,71	164.7	54,9
TOTAL SUSTRATO 2			56.32	57,49	55,8	169.6	56,53
TOTAL BLOQUES			110.24	113.56	110.51	334.31	27.85
PROMEDIO SUSTRATO 1							27,45
PROMEDIO SUSTRATO 2							28,26

3.6 Longitud de fruto

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	34.32	33.03	34.44	101.79	33.93
T2	1	2	32.29	32.76	34.39	99.44	33.14
T3	2	1	31.46	31.20	30.68	93.34	31.11
T4	2	2	29.64	30.85	29.78	90.27	30.09
TOTAL SUSTRATO 1			66.61	65,79	68.83	201.23	67.07
TOTAL SUSTRATO 2			61,1	62,05	60,46	183.6	61.62
TOTAL BLOQUES			127.71	127.84	129.29	384.84	32.07
PROMEDIO SUSTRATO 1							33,53
PROMEDIO SUSTRATO 2							30,6

3.7 Peso de frutos por planta

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	3.40	3,7	3,28	10,38	3,46
T2	1	2	4.81	4,9	4,41	14,17	4,72
T3	2	1	3.98	4	3,83	11,8	3.9
T4	2	2	4.01	4,5	4,63	13,19	4.4
TOTAL SUSTRATO 1			8,21	8,65	7,69	24,55	8,18
TOTAL SUSTRATO 2			7.99	8,56	8,46	25,9	8,33
TOTAL BLOQUES			16.02	17,2	16,15	49,56	4.13
PROMEDIO SUSTRATO 1							4,09
PROMEDIO SUSTRATO 2							4,16

3.8 Rendimiento total

TRAT	SUST	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	8.97	8.8	8.7	26.56	8.85
T2	1	2	9	9.1	9.2	27,39	9.1
T3	2	1	8.5	9,6	8.5	25,72	8.57
T4	2	2	8.7	8.9	8.8	26,6	8.8
TOTAL SUSTRATO 1			17.98	18	17.97	53.95	17.98
TOTAL SUSTRATO 2			17,35	17,62	17,33	52.3	17,43
TOTAL BLOQUES			35,23	35,62	35.3	106,25	8,85
PROMEDIO SUSTRATO 1							8.9
PROMEDIO SUSTRATO 2							8.7

ANEXO 4 COSTOS

4.1 Costos de producción en la parcela experimental

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
COSTOS VARIABLES				
COSTOS DIRECTOS				
ANÁLISIS DEL SUELO				
Análisis físico-químico del suelo		2	230	460
INSUMOS				
Abono	m3	1		80
Arena	m3	1/4		20
Cal	kg			10
Cascajo	m3			20
Cemento	kg			50
Humus	kg			40
Turba	m3	1		80
MATERIALES				
Agua	m3			30
Alambre galvanizado	m	12m	6	72
Codos	plg	2	1.5	3
Goteros	Lt/seg	12	3	36
Llave de paso	Lt/seg	1	8	8
Llantas en desuso		12	1	12
Poli tuvo	plg	25m	1.5	45
Tapón	plg	1	1.5	1.5
Teflón		3	2.5	7.5
Tés de PVC	plg	12	1	12
Tubo PVC para la base	plg	3 barras	30	90
MANO DE OBRA				
Preparación del sustrato	Jornal	3	90	270
Trasplante	Jornal	2	90	180
Prácticas culturales	Jornal	1	90	90
Cosecha del cultivo	Jornal	2	90	180
COSTO INDIRECTO				1797
Imprevistos			10%	170
Costo Total				1967

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

PROPIEDADES

5.1 Bromatología de la frutilla.

Composición Química y Valor Energético de
100 g de Alimento.

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

Fuente: Instituto de nutrición Italia 1998

5.2 Principales Países Productores de Frutilla

País	Producción (TM)
Estados unidos	822.000
España	352.000
Japón	250.000
Corea	210.000
Polonia	185.000
Mexico	148.000
Italia	127.000
Rusia	115.000
Otros	880.000

Fuente: (Martínez, 2003)

ANEXO 6
FOTOGRAFÍAS

6.1 Construcción de Cimientos con Neumáticos



6.2 Construcción de macetas con material reciclado



6.3 Preparación del Sustrato



6.4 Trasplante de plantas de Frutilla a las Macetas



6.5 Plantas de Frutillas en Macetas con Sistema de Riego por Goteo.



ANEXO 7
ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL SUELOS

7.1 Análisis Físico - Químico de Suelos de la Parcela Experimental del Cultivo Vertical de la Frutilla, luego de la Evaluación Experimental

MUESTRA	PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO
SUSTRATO1DENSIDAD1	Densidad Aparente	0.84	gr/cm3	Probeta
	Densidad Real	1.66	gr/cm3	Picnómetro
	Porosidad	45.48	%	Cálculo matemático
	ph en agua 1:5	6.2	-	Potenciómetro
	Conductividad Eléctrica 1:5	354	μS	Potenciómetro
SUSTRATO1DENSIDAD2	Densidad Aparente	0.95	gr/cm3	Probeta
	Densidad Real	2	gr/cm3	Picnómetro
	Porosidad	54.75	%	Cálculo matemático
	ph en agua 1:5	6.01	-	Potenciómetro
	Conductividad Eléctrica 1:5	259.76	μS	Potenciómetro
SUSTRATO2DENSIDAD1	Densidad Aparente	0.74	gr/cm3	Probeta
	Densidad Real	1.92	gr/cm3	Picnómetro
	Porosidad	52.86	%	Cálculo matemático
	ph en agua 1:5	6.78	-	Potenciómetro
	Conductividad Eléctrica 1:5	142.33	μS	Potenciómetro
SUSTRATO2DENSIDAD2	Densidad Aparente	0.905	gr/cm3	Probeta
	Densidad Real	2.04	gr/cm3	Picnómetro
	Porosidad	55.6	%	Cálculo matemático
	ph en agua 1:5	6.3	-	Potenciómetro
	Conductividad Eléctrica 1:5	153	μS	Potenciómetro

Fuente: Análisis Físico Químico de Suelos Facultad de Agronomía-U.M.S.A.

.....
RESPONSABLE DE LABORATORIO
Ing. Ph. D. ROBERTO MIRANDA CASAS