

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA FRUTILLA
(*Fragaria x ananassa* Duch.) EN CULTIVOS VERTICALES BAJO DOS
DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y TRES NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

Rodrigo Felix COCHI RIVAS

La Paz – Bolivia

2017

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA FRUTILLA
(*Fragaria x ananassa* Duch.) EN CULTIVOS VERTICALES BAJO DOS
DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y TRES NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA.

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

Rodrigo Felix COCHI RIVAS

Asesores:

Ing. Rene Calatayud Valdez

Ing. Willams Alex Murillo Oporto

Tribunal Examinador:

Ing. Freddy Porco Chiri

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

Lic. Cynthia Lara Pizarroso

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2017

Dedicatoria

El presente trabajo dedicado

A mi Papa que está en el cielo,

*A mi mama Victoria, a Braulio, mi
hermana Estela quienes guiaron mi camino
a culminar mis estudios.*

A María Eugenia, Marlene y Fátima por

*Su apoyo para culminar mi carrera, y este
trabajo.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la facultad de Agronomía, por el apoyo brindado en mi formación académica.

A la Estación Experimental de Cota - Cota por brindarme el apoyo y facilitarme el espacio en la carpa para poder realizar este trabajo.

A mis Asesores Ing. Rene Calatayud Valdez y Ing. Williams Alex Murillo Uporto, por guiarme, su apoyo, sugerencias y observaciones para poder culminar este trabajo.

A los miembros del tribunal revisor Ing. Freddy Porco, Ing. Paulino Ruiz, Lic. Cynthia Lara por dedicar su tiempo para las correcciones y observaciones del presente trabajo.

A mis amigos por su amistad brindada durante los años de estudio, a los que colaboraron en el presente trabajo, brindando su ayuda incondicional.

A mi amigo Roomir por su apoyo moral para la culminación de mis estudios y del presente trabajo.

Índice General

Índice de Contenido.....	i
Índice de Cuadro	iv
Índice de Figura.....	v
Abstract.....	vi
Resumen.....	vii

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivos Generales	2
2.2	Objetivos específicos.....	2
2.3	Hipótesis.....	2
3	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1	Cultivo vertical	3
3.1.1	Cultivo vertical de frutilla.....	5
3.2	Humus de lombriz.....	6
3.3	Tipos de sustrato	9
3.3.1	Características de los sustratos.....	10
3.3.2	Retención de humedad	10
3.4	Importancia y características del cultivo	11
3.5	Características generales del cultivo	11
3.5.1	Origen.....	11
3.5.2	Clasificación taxonómica	12
3.5.3	Características botánicas del cultivo	12
3.5.4	Fases fisiológicas	17
3.5.5	Calidad de la fruta	18
3.5.6	Composición del fruto.....	19
3.5.7	Requerimientos Nutritivos.....	20
3.6	Variedades	22

3.6.1	Oso grande.....	22
3.7	Ambientes protegidos.....	22
3.7.1	Carpas solares	23
3.8	Plagas y enfermedades.....	23
3.8.1	Plagas	23
3.8.2	Enfermedades	24
3.9	Manejo del cultivo.....	24
3.9.1	Temperatura.....	24
3.9.2	Riego	25
3.9.3	Riego en cultivo vertical.....	25
3.9.4	Frecuencia de riego.....	26
3.9.5	Desinfección del suelo.....	26
3.9.6	Propagación	27
3.9.7	Plantación.....	27
3.9.8	Suspensión de flores	28
3.9.9	Cosecha	28
3.9.10	Costos de Producción	29
4	LOCALIZACIÓN	33
4.1	Ubicación geográfica	33
4.2	Condiciones edafológicas.....	34
4.3	Pisos ecológicos.....	34
4.4	Riesgos climáticos.....	34
4.5	Fisiografía y Vegetación	34
5	MATERIALES Y METODOS	36
5.1	Materiales	36
5.1.1	Material Vegetal.....	36
5.1.2	Material de campo	36
5.1.3	Instrumentos de trabajo	36
5.1.4	Material de escritorio	36
5.2	Metodología.....	37
5.2.1	Enraizamiento de los plantines.....	37

5.2.2	Preparación del sustrato.....	37
5.2.3	Instalación del sistema de riego	37
5.2.4	Preparación del sustrato.....	37
5.2.5	Llenado del sustrato en las mangas y transplante del plantin	37
5.2.6	Riego	38
5.2.7	Labores culturales	38
5.2.8	Cosecha	38
5.3	Diseño experimental.....	38
5.3.1	Croquis del experimento.....	39
5.3.2	Dimensiones del área experimental	39
5.3.3	Variables Agronómicas.....	40
5.3.4	Variables Económicas	41
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
6.1	Variables agronómicas	43
6.1.1	Porcentaje de prendimiento.....	43
6.1.2	Número de hojas por planta	44
6.1.3	Diámetro del fruto	48
6.1.4	Longitud del fruto.....	51
6.1.5	Calidad del fruto (tamaño)	52
6.1.6	Peso de los fruto.....	53
6.1.7	Número de frutos por planta.....	56
6.1.8	Rendimiento	58
6.2	Variables Económicas	60
7	CONCLUSIONES.....	62
8	RECOMENDACIONES	64
9	BIBLIOGRAFÍA.....	65

Índice de Cuadro

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la frutilla.....	12
Cuadro 2. Clasificación de fruto por Tamaño	18
Cuadro 3 Análisis de varianza porcentaje de prendimiento	43
Cuadro 4. Análisis de varianza de número de hojas	44
Cuadro 5. Comparación de medias para el factor niveles de humus	45
Cuadro 6. Comparación de medias para el factor densidad	46
Cuadro 7. Análisis de Varianza del diámetro de frutos.....	48
Cuadro 8. Comparación de medias del diámetro de frutos de la cosecha 1	49
Cuadro 9. Análisis de varianza de Longitud del fruto	51
Cuadro 10. Análisis de varianza de los pesos de los frutos.	53
Cuadro 11. Comparación de medias para el factor Niveles de Humus	54
Cuadro 12. Análisis de Varianza de número de frutos.	56
Cuadro 13. Análisis de Varianza del rendimiento.....	58
Cuadro 14. Comparación de medias para el factor densidad	59
Cuadro 15 Rendimiento de la frutilla en kg/m ² para 90 días de cosecha	60
Cuadro 16. Relación Beneficio Costo en 90 días de cosecha.....	61

Índice de Figura

Figura 1. Organografía de la planta.....	13
Figura 2. Ubicación de la frutilla con respecto a la superficie del suelo.	28
Figura 3. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Cota - Cota Provincia Murillo del departamento de La Paz.....	33
Figura 4. Calidad del fruto (tamaño) del fruto según categoría	52

ABSTRACT

The research work was carried out on premises of the Cota - Cota Experimental Station belonging to the Faculty of Agronomy UMSA located south to 15 km from the city of La Paz at 3400 m.s.n.m. The objectives were: To evaluate the agronomic behavior of the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) In vertical crops under two planting densities and three doses of worm humus in the Experimental Station of Cota - Cota, Determining the effect of the application of Three levels of humus in the cultivation of strawberry, Evaluating the agronomic behavior of the strawberry cultivation, under two planting densities in vertical system, Carrying out a partial economic analysis, in the production of strawberry cultivation in a vertical system according to the treatments . The plant material used was strawberry seedlings of the large bear variety.

To reach the objective, we used the random block design with bifactorial arrangement with three replications. The factors used were three levels of humus per plant (150 g 200 g 250 g) in two planting densities 10 plants per mango and 15 plants per sleeve. In order to arrive at the objectives, nine variables of response, number of leaves, fruit diameter, fruit length, fruit quality, fruit weight, number of fruits per plant, total yield, production costs were considered.

The following results were obtained at 90 days of harvest, and the treatment 4 with a humus level (200 g) with a density of (15 plants per sleeve) yielded a yield of 23.7 kg / m². Treatment 1 with a dose of (150 g) humus and density 1 (10 plants) per sleeve was the worst treatment yielding a yield of 14.9 kg / m². Economically at 90 days of harvest treatment 2 with a level of humus of 150 g and a density of 15 plants per sleeve gives us greater benefit with a benefit of 1.4 bolivianos of gain.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en predios de la Estación Experimental de Cota - Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía UMSA ubicada al sur a 15 km de la ciudad de La Paz a 3400 m.s.n.m. Donde los objetivos fueron: Evaluar el comportamiento agronómico de la frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) en cultivos verticales bajo dos densidades de plantación y tres dosis de humus de lombriz en la Estación Experimental de Cota - Cota, Determinando el efecto de la aplicación de tres niveles de humus en el cultivo de frutilla, Evaluando el comportamiento agronómico del cultivo de la frutilla, bajo dos densidades de plantación en sistema vertical, Realizando un análisis económico parcial, en la producción del cultivo de frutilla en sistema vertical en función a los tratamientos. El material vegetal utilizado fue plantines de frutilla de la variedad oso grande.

Para alcanzar el objetivo, se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo bifactorial con tres repeticiones los factores utilizados fueron tres niveles de humus por planta (150 g 200 g 250 g) en dos densidades de plantación 10 plantas por manga y 15 plantas por manga. Para llegar a los objetivos planteados se planteó nueve variables de respuesta porcentaje de prendimiento, número de hojas, diámetro del fruto, longitud del fruto, calidad del fruto, peso de los frutos, número de frutos por planta, rendimiento total, costos de producción.

Obteniendo los siguientes resultados en 90 días de cosecha el tratamiento 4 con un nivel de humus (200 g) con una densidad 2 de (15 plantas por manga) obtuvo un rendimiento de 23,7 kg/m². El tratamiento 1 con una dosis de (150 g) de humus y una densidad 1 (10 plantas) por manga fue el peor tratamiento obteniendo un rendimiento de 14,9 kg/m². Económicamente a los 90 días de cosecha el tratamiento 2 con un nivel de humus de 150 g y una densidad de 15 plantas por manga nos genera mayor beneficio con un beneficio de 1.4 bolivianos de ganancia.

1 INTRODUCCIÓN

La producción de frutilla en Bolivia es limitada, esto se debe a un bajo consumo de la población, cuya principal zona productora del país se constituye el departamento de Santa Cruz.

Una alternativa para el cultivo y la producción de esta especie es mediante el uso de carpas solares sin embargo, en estos ambientes por los costos de producción se incrementan, además del espacio utilizado es muy reducido, por lo cual es necesario encontrar alternativas de producción pudiendo utilizarse cultivos más rentables una forma sería la utilización de las columnas verticales que permitan incrementar la producción y las cosechas. El departamento de La Paz posee limitada producción al mismo tiempo mayoría proviene de ambientes atemperados.

El método de cultivo en vertical bajo carpa solar ya sea en mangas, en tubos, o en baldes ayuda a utilizar todo el espacio aéreo de la carpa, de esta manera incrementamos el rendimiento en un mismo espacio, sin degradar el suelo usando una fertilización orgánica, ya que se incorpora el sustrato sin utilizar el suelo.

La frutilla es un cultivo de adaptabilidad extraordinaria por la cantidad de variedades que existe y demuestra que puede ser cultivado en diversas zonas de nuestro país; pero para poder introducir en el altiplano, es necesario crear condiciones similares al sector oriental, así como de los valles. Por las bajas temperaturas, bajas precipitaciones y limitada fertilidad de suelos propios del sector altiplánico del país, repercute en la limitada producción.

Sin embargo para una producción óptima, resulta un cultivo muy exigente en nutrientes por lo que se cuida ese aspecto, puede elevar sus costos de producción.

Así mismo, en nuestra ciudad tradicionalmente resulta muy bajo el consumo de esta fruta ya que la mayor producción del mismo se lo destina para la industrialización como ser mermeladas, yogurt y jugos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Generales

- Evaluar el comportamiento agronómico de la frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) en cultivos verticales bajo dos densidades de plantación y tres dosis de humus de lombriz en la Estación Experimental de Cota Cota.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de tres niveles de humus en el cultivo de frutilla.
- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la frutilla, bajo dos densidades de plantación en sistema vertical.
- Realizar un análisis económico parcial, en la producción del cultivo de frutilla en sistema vertical en función a los tratamientos.

2.3 Hipótesis

- El efecto de la aplicación de tres niveles de humus en el cultivo de frutilla son los mismos.
- El comportamiento agronómico del cultivo de la frutilla, bajo dos densidades de plantación en sistema vertical son similares.
- El análisis económico parcial, en la producción del cultivo de frutilla en sistema vertical en función a los tratamientos arrojan los mismos resultados.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cultivo vertical

Garilio *et al.* Citado por Montaña (2003), señala que el cultivo vertical implica desarrollar la técnica del cultivo sin suelo, ya que asegura condiciones físico-químicas constantes a los largos de la columna para el desarrollo radicular y distribución del agua, lo que se logra con el uso de sustratos adecuados.

Según Douglas (1987) indica, que este es un tipo de cultivo forzado con un costo de mano de obra reducido y en espacio físico disponible, en el que se puede optimizar el uso de agua y la disminución de insumos, además se eleva la calidad y rendimiento.

Es importante mencionar que en estructuras atemperadas se puede tener un sistema hidropónico en cultivos verticales, en columnas, tubos colgantes, lamina de nutrientes y mesones inclinados. (Montes, 1989)

En las mangas verticales solo deben sembrarse especies de trasplante, usando este sistema se han tenido muy buenos resultados con la fresa o frutilla, perejil lechugas y plantas ornamentales porte reducido. Para la preparación del sustrato de estas mangas, se debe disminuir un poco la cantidad del componente más pesado y aumentar el componente más liviano y que retenga la humedad. La nutrición se hace de la misma manera que en un contenedor de madera, regando todos los días con solución nutritiva y con agua cuando es necesario (FAO , 2003).

Soria (1993), indica que existe una forma de cultivo forzado que constituye otra de las alternativas de producción para países desarrollados si se toma en cuenta el reducido costo de mano de obra y el espacio físico disponible. Para países en desarrollo optimiza el uso de agua, el costo de insumos, eleva la calidad y el rendimiento del cultivo.

SIPAB (1994), en su informe anual señala que los cultivos verticales en ambientes atemperados son sistemas de producción que optimizan el espacio reducido y aprovecha la parte aérea con plantaciones caseras y comerciales.

Sanchez *et al.* (1988), señalan que para maximizar un espacio disponible, se han experimentado técnicas de cultivo vertical donde estas permiten trabajar incluso en un balcón de edificio. Se estructura en torno a una manga doble de polietileno de 60 cm, infladas con una mezcla liviana de nutrientes: Tierra vegetal, arena, aserrín, y plastoformo, en una proporción de 2: 2: 2: 1 respectivamente.

Folquer (1986), indica que los métodos y técnicas de cultivo consisten en macetas de 15 cm de alto y 12 de diámetro, con dos pequeños balcones para las plantas de frutilla y fondo cribado. Las macetas se llenan con una mezcla de tierra, arena, turba y fertilizante. Se amarra columnas superponiendo 14 macetas con 28 plantas, disponiendo columnas cada 50 cm en filas distanciadas a 80 cm. El conjunto se instala dentro de carpas plásticas con calefacción, se introduce colmenas para asegurar una buena fecundación de las flores y se riega con soluciones nutritivas.

Seymour (1981), manifiesta que en España existe cultivos de frutilla en barril, que son usados en plantaciones caseras con espacio limitado se hacen orificios de 8 cm de diámetro, de grava el fondo y luego se instala un tubo de fierro vertical de 10 cm de diámetro. Posteriormente se llena los hoyos con compost hasta la primera fila de agujeros, luego se procede a plantar cada una de las plantas frutilla con la vegetación por fuera. Se repite hasta completar el barril regando cada capa una vez concluido

Quino (1994), señala que se utilizan sacos de plástico oscuro de 2 m de longitud por 15 cm de diámetro, los sacos se cuelgan a un soporte, son llenados con un sustrato preparado. Luego son perforados con orificios de 5 cm cada 15 cm para el trasplante de las plantas. El sustrato del cultivo tienen las siguientes proporciones tierra del lugar 50%, estiércol 25% y arena fina 25%.

3.1.1 Cultivo vertical de frutilla

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.

Douglas (1987) y Alphi A. y Togmomo F. (1987), quienes analizaron este tipo de sistema indican, que es un cultivo forzado un costo de mano de obra reducido y espacios físicos disponibles, en él se puede optimizar el uso del agua y la disminución de insumos, además se eleva la calidad y rendimiento, manifiestan algunas ventajas del sistema verticales de producción de la fresa

- Mayor densidad de plantación como en el suelo.
- No hay laboreo como en el suelo.
- Fruto firme.
- Facilidad de protección cuando están en invernadero.
- Conseguir una producción unitaria más elevada.
- Disminuir gastos de operación en el cultivo.
- Mantener los cultivos en un ambiente fitosanitario bueno.

Sanchez Et al. (1988), Indican las siguientes ventajas: menor cantidad de riego excelente control de malezas, poco espacio, fácil y cómoda mantención.

El mismo autor explica que entre las desventajas de los cultivos verticales están: alto costo inicial, mala distribución del riego y mayor índice de percolación.

3.2 Humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico que es resultado de la ingesta y la digestión de la materia orgánica descompuesta (compost) por las lombrices, nutritivamente es más rico que el humus del suelo; puede aplicarse como abono natural, mejorador del suelo o como enmienda orgánica (I N I A , 2008).

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y hormonas como el ácido indol acético y ácido liberálico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de la planta (Sánchez, 2003).

CEFODCA (1995), menciona que el humus es un fertilizante bio - orgánico, es un producto ligero, suelo, fiable, inodoro, con una granulometría parecida al café molido.

Estructura del Humus

Reines *et al.* (1998), mencionan que el humus es un material orgánico de alto peso molecular. Está constituido por un núcleo central, generalmente de compuestos aromáticos (en primer término fenoles) y cadenas laterales de carbohidratos y cadenas alifáticas donde se sitúan los grupos funcionales que determinan su funcionalidad. Según el tamaño del núcleo y las cadenas laterales, el humus puede ser:

Ácido fulvico; núcleo pequeño y cadena larga.

Ácido húmico; núcleo pequeño y cadenas más largas.

Huminas; núcleo grande y cadenas cortas.

Mientras mayores son las cadenas laterales, es más factible que el humus reaccione en grupos libres compatibles, bajan a estratos más profundos y son más solubles en un mayor rango de pH.

Según Ferranda. (1994), los ácidos húmicos son el conjunto de sustancias que se encuentran en fase de transformación bioenzimática, cuyo proceso se ha originado

de polímeros biológicos muy complejos estructuralmente y ricos en energía acumulable.

Las características físico químicas que se aportan al suelo son sin duda fundamentales en la interacción suelo planta al respecto se menciona que los ácidos húmicos y fulvicos ejercerían una serie de mejoras físicas, químicas y biológicas en suelos que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad (Trade corp, 2001).

Características generales del vermicompost o humus de lombriz

Reviste un triple aspecto; físico, químico y biológico. El mantenimiento del contenido en humus de un suelo a un nivel conveniente es esencial para la conservación de su fertilidad; en los suelos bien cultivados el contenido en humus es normalmente del 1,5 al 2%, pero puede alcanzar valores sensiblemente mayores (Gros, 1992).

Barbado (2004), describe que el vermicompost tiene las siguientes características:

- Es un material de color oscuro, con un olor agradable a mantillo de bosque.
- Es limpio, y suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Su olor oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces. Por otra parte, impide que dicho nutrientes sean lavados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con las plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la micro flora y micro fauna del suelo.

- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo del agua en los cultivos.

Beneficio del vermicompost en las plantas

Para Sotelo, M. y Téllez, J. (2007), los beneficios del vermicompost en las plantas son los siguientes:

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines.
- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadas a la planta.
- Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos, en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades y agentes patógenos.
- Es un abono rico en hormonas (Auxinas, Giberelinas, Citoquininas), sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de la planta.

Es ante todo un excelente mejorador biológico se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere propiedades especiales y diferentes en comparación con otros abonos del suelo según (Rodríguez *et al.* 1998).

Influencia del vermicompost en las propiedades del suelo

Reines A. *et al.* (1998), describen que la acción es muy favorable sobre la estructura del suelo, la agrupación de partículas en agregados de tamaño medio con las siguientes características:

- Buena circulación de agua y aire.
- Aumento en la permeabilidad.
- Mayor retención de agua.
- Menor cohesión del suelo.
- Mejora los suelos arenosos y arcillosos.
- No despide olor.
- Suelto, uniforme, parecido a la borra del café.

El humus eleva la capacidad tampón de los suelos. Así para producir cambios en el pH del suelo puede ser necesario adicionar mayores cantidades de ácidos o bases (Landeros, 1993).

3.3 Tipos de sustrato

Turba.- está formado por restos de vegetación acuática de pantanos o marismas que ha sido conservado bajo el agua en estado de descomposición parcial, la falta de oxígeno en el pantano hace más lenta la descomposición bacteriana ya química del material vegetal. Siendo este medio muy rico en materia orgánica, y por consiguiente, tiene una elevada captación de retención de agua y buena aireación, (Pérez, 1998).

Cascarilla de arroz.- la cascarilla de arroz tiene características y propiedades químicas con baja tasa de descomposición, es liviana, inerte, no tiene humedad y provee aireación y buen drenaje, su capacidad de retención de humedad (Montaño, 2003).

El humus de lombriz.- es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece a las plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces (Brechelt, 2004).

3.3.1 Características de los sustratos

Se entiende por sustrato un medio inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrara las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua de los nutrientes que las plantas necesitan, el empleo de sustratos solidos por los cuales circula la solución nutritiva, en la base del cultivo hidropónico en América Latina los materiales que han experimentado para uso de laboratorio y para cultivos comerciales son muchos y no siempre han respondido positivamente desde el punto de vista técnico y económico (Ceballos, y Calderón, 2001).

Para Hartmann y Kester (1998) citado por Vargas (2004), desde el punto de vista físico, los sustratos se componen de tres partes que son: la materia solida donde se encuentra la materia orgánica y mineral, el agua y por último el aire sus proporciones están determinadas por los ingredientes que se usan en las mezclas de los sustratos.

De acuerdo a estudios realizados en cultivos hidropónicos por la UNALM (1995), manifiestan que el sustrato óptimo es el resultado de la conjunción de las diferentes características de los sustratos con su correcto manejo, de tal manera que se proporcione a las plantas, a través de las raíces niveles adecuados, de humedad, nutrientes minerales, oxigenación, sostén y oscuridad.

Un sustrato hidropónico debe reunir un conjunto de características que lo hagan apto para el cultivo. No siempre un sustrato reúne todas las características que lo hagan apto para el cultivo. No siempre un sustrato reúne todas las características deseables; por ello a veces se recurre a mezclar diversos materiales, buscando que unos aporten lo que les falta a otros (Ceballos y Calderón 2001).

3.3.2 Retención de humedad

La retención es función de granulometría del sustrato y de la porosidad de las partículas que lo componen, para juzgar adecuadamente los materiales disponibles es muy útil conocer la capacidad de humedad a saturación y la retención a capacidad de campo, es decir, la cantidad total de agua que el sustrato puede contener y la

cantidad que retiene después de que el líquido ha sido ya eliminado por gravedad a tensión cero. Este último dato es de vital importancia porque nos dice en qué medida el material mantiene la humedad alrededor de las raíces y hasta que punto permite que circule el aire Ceballos y Calderón (2001).

3.4 Importancia y características del cultivo

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

La frutilla es una planta herbácea, que crece en forma de roseta, posee un sistema radicular muy superficial (la mayoría de las raíces no sobrepasan los 25 cm), presenta un tallo poco desarrollado que se conoce con el nombre de “corona”, de la corona nacen nuevas hojas, se caracterizan por poseer un largo peciolo, están divididas en tres folíolos y cubiertas de pelos en el envés (Montaño, 2003).

3.5 Características generales del cultivo

3.5.1 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 (79-34 a.c.) menciona a la fresa como uno de los productores naturales de Italia (Ospina 1995).

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

Durante la conquista, los españoles se encargaron de diseminar esta especie a varios países de Norte y Sudamérica, especialmente a Perú, Colombia, Ecuador y

posteriormente a Europa, donde dio origen a la actual frutilla cultivada (*F. X ananassa*). En 1766, Nicholas Duchesne determinó que la frutilla cultivada era un híbrido entre *F. chiloensis* y *F. virginiana* (Hancock, 1990).

3.5.2 Clasificación taxonómica

Para Vargas (2004), la fresa o frutilla corresponde al siguiente cuadro taxonómico:

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la frutilla

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosaceae*

Nombre Científico: *Fragaria X ananassa* Duch

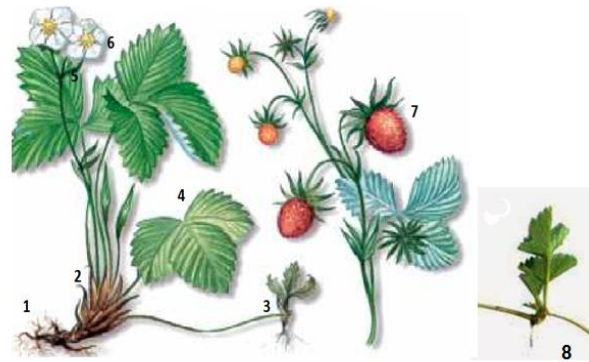
Variedad: Oso Grande

Fuente: Vargas, 2004.

3.5.3 Características botánicas del cultivo

La planta de frutilla puede vivir varios años, sin embargo dura uno o dos años en producción económica, ya que en cultivos de mayor edad las plantas se muestran visiblemente más débiles, con bajo rendimiento y frutas de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades (Proexant, 2004).

Según Pérez (1999), la frutilla pertenece a la familia de las rosáceas, es una planta herbácea vivaz y de pequeño porte. Las raíces son fasciculadas y no muy profundas. Su tallo es corto, no se ramifica y se endurece ligeramente al envejecer. Las hojas son ovales trifoliadas, con bordes sinuosos y festoneados, provistas de grandes peciolo.



1)Raíces, 2) Corona, 3)Estolón, 4) Hojas trifoliadas, 5)Bráctea foliosa que acompaña a la inflorescencia, 6) Inflorescencia, 7) Fruto, 8) Planta hija. (Folquer, 1986).

Figura 1. Organografía de la planta

3.5.3.1 La raíz

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

Son de aspecto fibroso, se originan en la corona, se dividen en primarias que son responsables del soporte y nacen en la base de las hojas, y secundarias que son más delgadas y de color marfil. Las raíces pueden penetrar en el suelo hasta 0,80 m, pero generalmente se encuentran en los primeros 0,40 m. Las raíces secundarias forman la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes (Olías, 1998).

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 en los primeros 15 centímetros llegando la punta hasta 30 centímetros de suelo.

3.5.3.2 El 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 “corona”, 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 cm 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).

La frutilla es una planta perenne manejada como anual, presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, lleva las yemas tanto vegetativas como florales y de ella nacen: las hojas, los estolones y las inflorescencias (Branzanti, 1989)

3.5.3.3 Hoja

Llanos (2006) citado por Paredes (2014) indica que los pecíolos de longitud variable, son pinnadas o palmeadas, subdivididas en tres folíolos, pero es común que en algunas variedades existan 4 o 5 (Figura 1). Tienen estípulas en su base y son de color verde intenso. Tienen un alto número de estomas, lo que permite su transpiración y a la vez las hace muy susceptibles a la falta de humedad.

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

3.5.3.4 La flor

Las flores pueden ser perfectas (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos (estambres y pistilos), o imperfectas con un solo órgano masculino o femenino (unisexuales) (Paredes, 2014).

Cada flor perfecta está constituida por un cáliz, compuesto normalmente por 5 sépalos, o más frecuentemente por un número variable, una corola compuesta

generalmente por 5 pétalos que a menudo pueden ser más de 12, generalmente blancos de forma variable, desde elípticos a redondeados u ovalados. (Paredes, 2014).

3.5.3.5 Inflorescencia

Olías (1998) indica que las flores están agrupadas en inflorescencias. Poseen tallos modificados, en las que una bráctea sustituye en cada nudo a una hoja, mientras que la yema axilar de ésta se desarrolla en una rama secundaria o eje de la inflorescencia. Las inflorescencias son del tipo cimoso que pueden tener un raquis con ramificación alta o ramificación basal. En el primer caso dan una mayor facilidad para la recolección.

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

3.5.3.6 Fruto

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 (M. Fujita y P. 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).

3.5.3.6.1 Maduración del fruto

3.5.3.6.2 Crecimiento

Los frutos muestran un crecimiento rápido logrando el máximo tamaño 30 días luego de la antesis dependiendo de las condiciones ambientales. La cinética de crecimiento muestra patrones diferentes según el cultivar estudiado. En algunos casos se observan curvas sigmoideas simples, mientras que en otros se han descrito curvas doble sigmoideas. El tamaño de los frutos está influenciado por la posición en la inflorescencia. Los frutos primarios presentan mayor tamaño que los secundarios y estos a su vez son más grandes que los terciarios (Moore, 1970).

Las tasas de crecimiento de los frutos primarios y secundarios son similares, pero los últimos presentan una mayor fase de retardo para iniciar el crecimiento activo lo que determina un menor tamaño final. La remoción de los frutos primarios provoca un incremento en el tamaño de los frutos secundarios, indicando un proceso de competencia entre los frutos de la misma inflorescencia. El tamaño final de los frutos se encuentra además correlacionado positivamente con el tamaño y número de achenios formados (Domingues, 1993).

3.5.3.6.3 Desarrollo y maduración

El tiempo necesario para que los frutos se desarrollen totalmente depende de la temperatura pudiendo variar entre 20 y 60 días. El proceso de maduración ocurre rápidamente y las condiciones de calidad del fruto se mantienen por un corto tiempo. Este proceso involucra cambios en el color, sabor y textura (Manning, 1993).

3.5.3.7 Estolón

Es un brote delgado, largo, rastrero, que se forma a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona. Se desarrollan en gran cantidad en épocas de alta temperatura y fotoperiodos prolongados. En el extremo del estolón se forma una roseta de hojas que en contacto con el suelo emite raíces, lo que origina una nueva planta con idénticos caracteres que la planta madre (Proexant, 2004).

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

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

3.5.4 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: manifestada por la aparición de brotes turgentes y formación incipiente de hojas en estado rudimentario.
- Fase C o de botones verdes: en la cual entre las hojas en estado rudimentario se observan aquellos.
- Fase D o de botones blancos: en la que se observan estos de forma ostensible, sin que los pétalos se haya desplegado.
- Fase E o de iniciación de la floración: cuando se constan de 3 o 5 flores abiertas por planta.
- Fase F o de planta floración: cuando un 50% de las flores están abiertas.
- Fase G o fin de la floración: cuando se observa la caída de los pétalos y se inicia el cuajado de frutos.
- Fase H o de fructificación: cuando los frutos verdes son claramente ostensibles.

3.5.5 Calidad de la fruta

3.5.5.1 Tamaño de la fruta

Ramirez (2011), indica en base a la norma NMX-FF-062-SCFI-2002 se determinó el tamaño de los frutos tomando en cuenta el diámetro ecuatorial de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 2. Clasificación de fruto por Tamaño

Tamaño	Intervalo de Diámetro Ecuatorial en cm
A	Mayor de 3,2
B	2,6 – 3,2
C	2,0 – 2,5
D	1,6 – 1,9

Por calidad: en función de sus especificaciones en tres grados de calidad, en orden descendente: México Extra, México 1, y México 2.

3.5.5.2 Características de calidad de fruto

CORDEP - PAI (1993), mencionan las características mínimas de calidad son los siguientes:

- Frescos.
- Enteros, sin heridas.
- Provistos de su cáliz y un pedúnculo corto.
- Exentos de ataque 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.

3.5.6 Composición del fruto

La frutilla es una fruta no climatérica y debe ser cosechada en plena madurez para lograr una máxima calidad en relación con el sabor y color (Cordenunsi, 2003).

La calidad de la frutilla en el mercado se centra en las cualidades físicas, tales como tamaño, color, firmeza, acidez, dulzura y aroma (Azodanlou, 2003).

Color.- las antocianinas son los principales compuestos que contribuyen al color rojo brillante de la frutilla (Bodelón, 2010).

Están asociadas con una fuerte actividad antioxidante (Wang , Lin, 2000).

El color y la apariencia son los aspectos críticos de calidad para los compradores a la hora de seleccionar las frutas (Ragaert, 2004).

El atractivo color rojo del jugo de la frutilla es una propiedad de valor comercial (Rodrigo, 2007).

Agua.- Es el componente más abundante de los frutos, encontrándose en niveles comprendidos entre 89 y 94%. Los frutos son altamente sensibles a la deshidratación, lo que determina que sea recomendable realizar el almacenamiento post cosecha a 90-95% de humedad relativa y evitar cualquier tipo de daños ya que facilitarían la deshidratación (Olías, 1998).

Ácidos.- Los ácidos constituyen los componentes más abundantes de los sólidos solubles. Los ácidos orgánicos poseen importancia desde el punto de vista de la calidad organoléptica (Humble, 1971).

Pueden regular el pH a nivel vacuolar y con ello afectar la coloración de los frutos. La acidez se incrementa hasta el estadio verde y luego se observa un descenso en la medida que progresa el proceso de maduración. El ácido más abundante en frutilla es el ácido cítrico aunque también se encuentran cantidades considerables de ácido málico y en menor medida, ácido ascórbico, isocítrico, succínico, oxalacético,

glicérico y glicólico. Los niveles de acidez son variables, pudiéndose encontrar valores de 0,5 a 1,5%.

Durante la maduración la acidez disminuye, siendo las variaciones en los ácidos málico y cítrico las responsables de las diferencias de acidez entre frutos maduros y sobre maduros. (Mitchell, 1996).

Vitamina C.- Se trata de un componente esencial para la dieta, cuya deficiencia puede ocasionar escorbuto. Las frutas y hortalizas son en general una fuente importante de vitamina C. No obstante, los niveles encontrados en los diferentes productos son muy variables. El ácido ascórbico es una de las vitaminas más lábiles, por lo que el adecuado manejo de post cosecha es fundamental para evitar caídas abruptas en sus niveles (Olías, 1998).

3.5.7 Requerimientos Nutritivos

Según Juscafresa (1998), para que la planta pueda cubrir todas estas necesidades, que juegan un papel importante en la elaboración de la materia orgánica, traducida en hojas, raíces, tallos y frutos, son esenciales 16 elementos químicos.

Juscafresa (1998), menciona también que las necesidades nutritivas del fresal son muy acusadas, por la gran cantidad de frutos producidos y el limitado desarrollo de la planta, y según la naturaleza y estructura del suelo y la continuidad de riegos, en ciertos casos aumentan aquellas necesidades, no bastando un abono corriente formulado únicamente a base de nitrógeno, fósforo y potasio, por exigir también otros elementos para completar aquellas necesidades.

Nutrientes Primarios

Nitrógeno

CORPOICA (2008) señala que el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en las estructuras de las moléculas de proteínas, de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas y fosfolípidos. En consecuencia está involucrado en la mayoría de las reacciones bio químicas determinantes para la vida vegetal. El

nitrógeno tiene también un importante papel en el proceso de la fotosíntesis, debido que es indispensable para la formación de la molécula de la clorofila.

Fosforo

Este nutriente influye en la calidad del fruto, especialmente en lo que se refiere al color, dulzor, firmeza de la pulpa, sabor. La aparición de hojas, ramas, tallos de color purpúreo, desarrollo y madurez lento y aspecto raquítico en los tallos, bajo rendimiento en los frutos y semillas son efectos de una deficiencia. (Corzo 1990).

El fosforo se encuentra en notables cantidades en el suelo, y en las formas más complejas, como material de reserva y más o menos disponibles y asimilables para las plantas, según sea la reacción del suelo, contenido de materia orgánica, y actividades de las microbacterias (Juscafresa, 1998).

Potasio

La fijación del potasio en el suelo casi presenta el mismo problema que el fosforo, y por ser uno de los elementos base para la formación de la materia orgánica ese hace imprescindible en el cultivo del fresa, pues su carencia se traduce en enfermedades, falta de resistencia y desarrollo de la planta (Juscafresa, 1998).

Las plantas absorben bajo la forma de iones potasio (K^+), cuando hay una cantidad excesiva de potasio asimilable las plantas absorben mayor cantidad de la que precisan, sin que ello afecte a la producción. Por otra parte un exceso en la absorción de potasio origina deficiencias de magnesio, calcio, hierro y zinc (Oliveira *et al.*, 2006).

3.3.1.3 Micronutrientes

F.A.O. (2002), señala que los micronutrientes o microelementos son el Hierro (Fe), Manganeso (Mn), el Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y el Boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana; son absorbidos en cantidades

minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

3.6 Variedades

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

3.6.1 Oso grande

Liberada por la Universidad de California, EEUU en 1987. Se destaca por su tamaño y forma de fruto, aún en condiciones adversas para el cuajado.

Tiene problemas de coloración y firmeza frente a la falta de luminosidad o excesos de temperatura en cultivo protegido.

Es sensible a enfermedades foliares como Viruela, Tizón, Gnomonia y Bacteriosis en cultivos a la intemperie, y es marcadamente preferida por los ácaros en cultivo bajo plástico.

Responde bien a trasplantes tempranos y al cultivo protegido, posee un buen equilibrio entre el desarrollo vegetativo y su entrada en producción. Es conveniente no excederse con la nutrición nitrogenada y evitar las altas temperaturas ocasionadas por un mal manejo de la ventilación (Mamani, 2013).

El inconveniente, es que tiene tendencia al rajado. Es de color rojo anaranjado, con forma de cuña achatada, calibre grueso y buen sabor (Infoagro, 2012).

3.7 Ambientes protegidos

La principal diferencia entre el cultivo al aire libre y en invernadero es el control que se puede tener sobre el clima o ambiente, para obtener desarrollos óptimos de las plantas. El cultivo en invernadero suele considerarse un caso particular de la

explotación intensiva dentro del grupo de la horticultura protegida. Otra de las particularidades de los ambientes protegidos es que se tiene un mejor control fitosanitario (Yuste, 1997).

Estrada (2010), señala que los ambientes atemperados (carpa solar) son infraestructuras atemperadas de bajo costo, de fácil accesibilidad de materiales en el mercado y apto para el cultivo de hortalizas y plantas aromáticas, ideal para el altiplano y en agricultura urbana y periurbana en las grandes ciudades de altura del occidente del país.

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 solucionar problemas de fondo si pueden tener una función como componentes de desarrollo.

3.7.1 Carpas solares

Son construcciones permanentes, con abundancia de luz, control de temperatura y humedad, pudiendo poseer infraestructura de metal o madera, recubiertas por plástico, lo cual permite adelantar la cosecha, se puede producir en fría, la obtención de uniformidad y siembras escalonadas, estas pueden ser: túneles de plástico, campanas, climatizadas y simples o no climatizadas (Altamirano, 1990).

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.

3.8 Plagas y enfermedades

3.8.1 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), menciona que los 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.

3.8.2 Enfermedades

Las principales enfermedades de la frutilla son:

- ✓ Oídio *Sphaeroteca ssp*
- ✓ Mancha radicular de la hoja. *Cercospora sp*
Botrytis cinerea
- ✓ Podredumbre gris del fruto.

En la investigación no se presentaron enfermedades que afecte al cultivo.

3.9 Manejo del cultivo

3.9.1 Temperatura

Maroto y Lopez (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

3.9.2 Riego

La frutilla es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta.

Se considera un consumo hídrico de 400 a 600 mm anuales posee la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30 a 40 cm de profundidad. (Agrícola, 2008).

Folquer (1986) Indica que la fresa es un cultivo muy exigente tanto en la cantidad de agua, bien repartida y suficiente a lo largo del cultivo, como en la calidad que presente ésta; presenta gran sensibilidad a la salinidad, no soporta concentraciones de 1 g por litro de agua. Se considera que la planta tiene un consumo hídrico de 400 a 900 mm/año.

3.9.3 Riego en cultivo vertical

Verdier (1987) menciona que los sacos pueden ser irrigados por medio de tuberías con puntos de descarga cada 0,30 m y caudales de 2,9 L/hora/goteo, a una presión de trabajo de 0,7 Kg/m². Los volúmenes de agua aplicados están en función de las circunstancias medio ambientales y de los requerimientos de la planta, de manera que se obtenga la mínima percolación en los orificios de drenaje en la parte inferior del saco.

Tantani (1996), señala que el sistema de riego consta de tubería plástica de 0,5 pulgada, con perforaciones de una aguja. La frecuencia de riego hasta la primera floración se realiza cada dos días con un caudal de 80/cm³/min/bolsa. Una vez iniciada la formación del fruto dicha frecuencia es cada cinco días, esto para evitar daños en el cuajado de los frutos.

I. B. T. A. (1995), indica que al saco de plástico el riego y nutrición se efectúa en forma automática por medio de un sistema de riego por goteo desde un depósito central, a través de un micro tubo que va en cada uno de los sacos. El tiempo de riego debe ser de 30 min, día por medio a razón de 4 L por saco.

3.9.4 Frecuencia de riego

Medina (1988), indica que la otra tendencia es regar con intervalos fijos que naturalmente habrá que cambiar según las épocas del año. Las cantidades de agua aplicada no serán las mismas, y la eficiencia en el aprovechamiento del agua por el cultivo es ligeramente inferior.

Para stolk (1998) citado por Mamani, (2013) indica que la fresa es muy exigente en cuanto a humedad del suelo y, como se dijo, no tolera ni el exceso ni deficiencia de agua; por lo tanto deberá prestarse especial atención en no incurrir en ninguno de los extremos, y ajustar la frecuencia de los riegos a las características de cada zona.

3.9.5 Desinfección del suelo

La frutilla es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta.

Se considera un consumo hídrico de 400 a 600 cm³ anuales posee la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30 a 40 cm de profundidad. Según (Chiqui. Lema, 2010).

3.9.6 Propagación

Chiqui y Lema (2010) mencionan que las plantas para la siembra definitiva pueden ser obtenidas de tres formas:

- Por semillas se obtienen plantas si se necesitan tener plantas híbridas, pero su propagación resulta ser muy lenta.
- Por estolón esta es la forma más rápida de obtener plantas puras ya que a poco tiempo de su plantación la planta madre inicia el brote de un gran número de estolones de los cuales se pueden obtener muchas plantas de un mismo estolón.
- Por hijuelo este método no proporciona muchas plantas debido a que las plantas madres emiten pocos hijuelos porque su mayor actividad es producir inflorescencias.

3.9.7 Plantación

Stolk (1963) señala que es preferible plantar en días nublados o en las últimas horas de la tarde, se debe colocar a una distancia de 0,20 a 0,40 m entre sí, se dará especial atención a los siguientes puntos:

- a) las raíces han de quedar bien distribuidas dentro de los pequeños hoyos.
- b) el cuello de la planta debe quedar a nivel del suelo.
- c) se ha de comprimirse bien el suelo de su alrededor. Cualquier falla en estos aspectos determinará la muerte de muchas plantas y la reducción de las cosechas.

Stolk (1963), señala que al finalizar la siembra se dará un riego de asiento con lo que se lograra que las plantas queden en mejor contacto con el suelo.

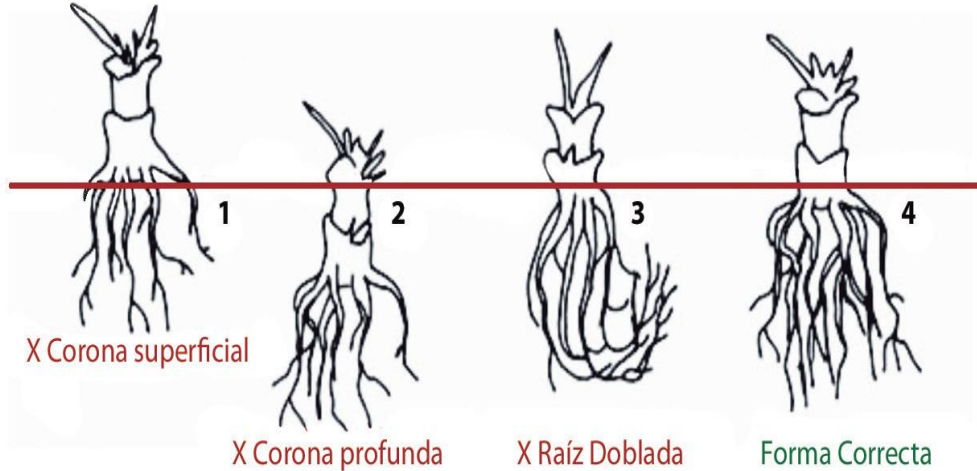


Figura 2. Ubicación de la frutilla con respecto a la superficie del suelo.

3.9.8 Suspensión de flores

Pérez (1999), señala que a veces al poco tiempo de trasplantar, cuando la planta aún no tiene vigor, empieza a florecer; estas primeras flores se deben suprimir para que la planta tome su vigor conveniente, ya que en caso contrario se quedaría pequeña y disminuiría su rendimiento.

3.9.9 Cosecha

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

Maroto y López (1988), indican que la recolección de la frutilla resulta de suma importancia determinar el momento óptimo de cosecha, que 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 (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.

3.9.10 Costos de Producción

Zamora (1969), define usualmente a la producción como la creación de utilidad, entendiéndolo por tal “la capacidad de un bien o de un servicio para satisfacer una necesidad humana”. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo.

La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (FAO, 2012).

3.9.10.1 Costos Fijos

Se definen como costos fijos por razón de que en el plazo corto e intermedio se mantienen constantes a los diferentes niveles de producción. Los costos fijos están formados por: salarios a ejecutivos, depreciación de la maquinaria, depreciación del equipo, contribuciones de la propiedad, primas de seguros, alquileres, intereses (Avila, 2006).

Al hablar de costo fijo indicamos que el costo fijo total se mantendrá constante mientras la empresa determine mantener constante la capacidad productiva. Los costos fijos aumentarán siempre y cuando la empresa aumente su capacidad productiva. Todo aumento en la capacidad productiva de una empresa se logra por la adquisición de maquinaria, equipo adicional y la ampliación de la planta. Estos movimientos en la relación de los costos fijos necesitan de un período relativamente largo para su realización. Por eso, los costos fijos deben entenderse en términos de aquellos costos que se mantienen constantes dentro del tiempo relativamente corto (FAO, 2012).

$$\text{CTF} = P_X * X_F \quad (1)$$

Dónde:

CTF = Costo fijo Total

P_X = Precio de Factor

X_F = Cantidad del Factor fijo

3.9.10.2 Costos Variables

Los costos variables se mueven al aumentar o disminuir el volumen de producción. El movimiento del costo variable total se realiza en la misma dirección del nivel de producción. Al costo variable lo forman el costo de la materia prima y el costo de la mano de obra.

Mientras que el costo fijo total dependerá de la decisión del empresario en cuanto a la capacidad productiva que desea funcionar, el costo variable dependerá del volumen de producción que el dueño de la empresa quiera llevar al mercado (Avila, 2006).

$$\text{CVT} = P_V * X_V \quad (2)$$

Dónde:

CVT = Costo Variable Total

P_V = Precio de los Factores variables

X_V = Cantidad de los factores variables

3.9.10.3 Costos Totales

Los costos totales lo definimos como la sumatoria de los costos fijos totales más los costos variables totales (Avila, 2006).

$$\text{CVT} = \text{CFT} + \text{CVT} \quad (3)$$

3.9.10.4 Beneficio Bruto

El ingreso total o bruto es igual al número total de unidades producidas multiplicado por el precio de venta (Avila, 2006).

$$\text{IB} = \text{R} - \text{V}_T \quad (4)$$

Dónde:

IB = Ingreso Bruto

R = Rendimiento Agrícola tn ha⁻¹

V_T = Valor o precio del producto

3.9.10.5 Beneficio Neto

El beneficio neto es un indicador de eficiencia económica mucho más exacta que las medidas ya citadas. El BN estima el beneficio que es percibido por el negocio después de pagar todos los costos de operación (efectivos y no efectivos) (Avila, 2006).

$$\text{BN} = \text{IB} - \text{CT} \quad (5)$$

Dónde:

BN = Ingreso Neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo Total

3.9.10.6 Beneficio costo

Sapag (2007), indica poner el valor presente todos los beneficios netos del proyecto y dividirlo por el valor presente de todos los costos del proyecto, la tasa de descuento será aquella que tenga el proyecto para su evaluación.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Valor presente de los ingresos}}{\text{Valor presente de los costos}} \quad (6)$$

1. $B/C < 1$ Significa que los beneficios son menores a los costos y en consecuencia el proyecto no se debe realizar
2. $B/C = 1$ Significa que los beneficios son iguales a los costos, por lo tanto se cumple la expectativa del proyecto y para el inversionista es indiferente hacer la inversión en este proyecto o seguir con sus inversiones normales.
3. $B/C > 1$ Significa que en valor presente los ingresos son iguales a los egresos y en consecuencia el proyecto es aconsejable realizarlo.

4 LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El estudio del trabajo se llevó a cabo en la estación experimental Cota - Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, esta se encuentra situada a 15 Km al sureste del centro de la ciudad de La Paz en la zona de Cota - Cota, Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a 3.445 m.s.n.m. (IGM, 2003).

Según el IGM (2003), la estación experimental de Cota - Cota se encuentra situado geográficamente entre las coordenadas:

- **Meridiano:** 68° 03' 44" de longitud Oeste.
- **Paralelos:** 16° 32' 04" de latitud Sur.



Figura 3. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Cota - Cota Provincia Murillo del departamento de La Paz

4.2 Condiciones edafológicas

La Estación Experimental de Cota - Cota ubicado a 15 Km del centro de la ciudad de La Paz, presenta un clima templado, con una precipitación anual promedio de 488,53 mm y tiene un promedio de humedad relativa de 46% (SENAMHI, 2008).

Entre las temperaturas registradas a campo abierto en el Centro Experimental de Cota - Cota, se tiene una temperatura máxima promedio de 21.5°C, una media de 11.5°C y una mínima de - 6°C (SENAMHI, 2008).

4.3 Pisos ecológicos

Según el mapa ecológico de Bolivia, el Centro Experimental de Cota - Cota dependiente de la Facultad de Agronomía de la UMSA, se encuentra en la región subtropical, piso cabecera de valle, que cuenta con especies arbóreas como el molle, eucalipto, pino, acacia, álamo y olmo, entre los arbustos se tiene a la chilca entre otros.

4.4 Riesgos climáticos

Los principales problemas físicos que afectan al centro de producción intensiva de Cota - Cota dependiente de la Facultad de Agronomía de la UMSA, son a consecuencia del rigor del clima que se manifiesta con la presencia de: heladas, granizos y sequías.

4.5 Fisiografía y Vegetación

La zona de estudio se caracteriza por ser cabecera de valle, presenta topografía accidentada, suelos aluviales debido a la sedimentación del material arrastrado por los ríos.

La vegetación está comprendida por arboles como ser Eucaliptos, Pinos, Ciprés. Arbustos: Acacia, Retama y Chilca entre otros. La estación experimental se dedica a la producción agrícola, pecuaria (ganado menor) y apícola.

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: Maíz, Papa, Haba, Arveja, Cebolla, Betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpas solares) la producción es hortofrutícola: Frutilla, Pepinillo, Tomate, Lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen. La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (Gallinas Ponedoras, Pollos de Engorde y Patos), Porcinos, Cuyes y Conejos.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material Vegetal

- ✓ Plantín de frutilla de la variedad oso grande

Las principales características de esta variedad son plantas vigorosas, de follaje verde oscuro, frutos grandes, forma de cuña achatada, de color rojizo intenso son resistentes al transporte y de buen sabor.

- ✓ Humus de lombriz.
- ✓ Cascarilla de arroz.
- ✓ Turba.
- ✓ Tierra negra.
- ✓ Arena.

5.1.2 Material de campo

- ✓ Área experimental.
- ✓ Alambre.
- ✓ Film tubular de polipropileno.
- ✓ Poli tubo -flexible

5.1.3 Instrumentos de trabajo

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Flexo metro.
- ✓ Vernier.

5.1.4 Material de escritorio

- ✓ Hojas de registro.
- ✓ Hojas bond.
- ✓ Computadora.

- ✓ Cuaderno de campo.

5.2 Metodología

5.2.1 Enraizamiento de los plantines

Primeramente se realizó la recolección de platines (hijuelos y estolón) de las plantas de buen porte y sin enfermedades ni deficiencias y realizar el enraizamiento en las platabandas de enraizamiento por un periodo de 45 días.

5.2.2 Preparación del sustrato

La preparación de los sustratos se efectuó en el mes de Marzo los insumos se obtuvo de diferentes lugares, la cascarilla de arroz se obtuvo de las peladoras de caranavi, la turba y la tierra negra de un proveedor de la zona de llojeta, el humus de lombriz se obtuvo en la estación de cota - cota de la carpa de frutillas.

5.2.3 Instalación del sistema de riego

Primeramente se realizó el tendido del alambre, que nos sirvió de soporte de las mangas y también de la cinta de riego.

5.2.4 Preparación del sustrato

Primeramente se realizó el quemado de la cascarilla de arroz, para posterior desinfección de la cascarilla de arroz, turba y tierra negra. Después se hizo secar el sustrato para luego mezclar en una proporción de 50% de cascarilla, 25% de turba y 25% de tierra negra.

Al mismo tiempo se comenzó con la cosecha del humus de lombriz y llenado en bolsas plásticas de acuerdo a cada tratamiento.

5.2.5 Llenado del sustrato en las mangas y transplante del plantin

Obteniendo los resultados del análisis de suelo se comenzó con el estudio, un día antes del transplante se humedeció el sustrato para luego realizar el llenado del

sustrato y el humus de lombriz en las mangas de transplante de acuerdo a cada tratamiento definitivo de las frutillas en el área de estudio.

5.2.6 Riego

El riego se realizó día por medio por el lapso de 30 min, hasta que las plantas formen sus raíces luego se realizó el riego dos veces por semana por el lapso de 30 min.

5.2.7 Labores culturales

Se realizó la suspensión de las flores para que la planta tenga un buen porte, la poda de mantenimiento en cada planta.

5.2.8 Cosecha

La cosecha se realizó una vez que las plantas obtuvieron un buen porte para obtener un buen rendimiento, cosechando la frutilla una vez por semana a primeras horas de la mañana cortando el pedúnculo con el pulgar y el índice.

5.3 Diseño experimental

Para obtener los resultados se utilizó un diseño de Bloques al Azar con Arreglo Bifactorial.

El modelo aditivo lineal corresponde a:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \theta_j + \alpha_k + (\theta\alpha)_{jk} + \epsilon_{ijk} \text{ (Arteaga, 2004)}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media general

β_i = Efecto del i-ésimo bloque

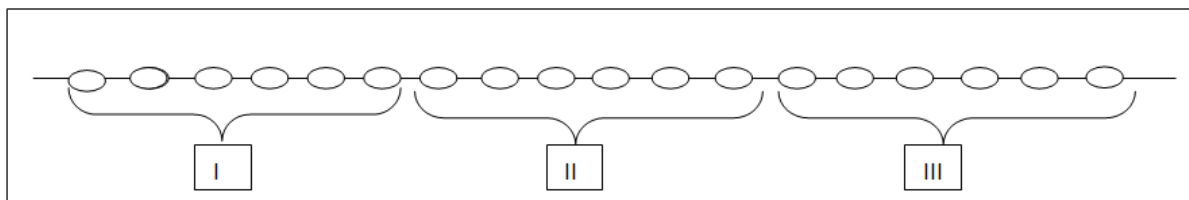
θ_j = Efecto del j-ésimo factor A

α_k = Efecto del k-ésimo factor B

$(\theta\alpha)_{jk}$ = interacción entre j-ésimo nivel del factor A con el k-ésimo factor B

ϵ_{ijk} = Error experimental

5.3.1 Croquis del experimento



Dónde:

Factor A: Densidad a1 = 10 plantas por manga

a2 = 15 plantas por manga

Factor B: Dosis de humus b1 = 150 g por planta

b2 = 200 g por planta

b3 = 250 g por planta

5.3.2 Dimensiones del área experimental

Las unidades experimentales tienen las siguientes características:

Área total del experimento	3,6 m ²
Ancho del área experimental	0,20 m
Largo del área experimental	18 m
Área total del pasillo	21,6 m
Área de cada Bloque	1,2 m
Número total de Bloques	3
Numero de Mangas por Bloque	6
Número total de Mangas	18

5.3.3 Variables Agronómicas

5.3.3.1 Porcentaje de prendimiento

Se calculó del total de las plantas, aquellas que prendieron y murieron expresados en porcentaje.

5.3.3.2 Numero de hojas por plantas

De cada unidad experimental se tomaron el 50% plantas al azar de las cuales se contabilizan el número de hojas.

5.3.3.3 Diámetro y longitud del fruto

De las mismas muestras elegidas al azar, al momento de la cosecha los frutos son medidos con la ayuda de un vernier el diámetro y longitud del fruto los mismos que son expresados por planta.

5.3.3.4 Calidad del fruto

Se seleccionaron las calidades del fruto en primera, segunda y tercera (grandes, medianas y pequeñas) de acuerdo a los parámetros de calidad medidos con la ayuda de un vernier el diámetro ecuatorial del fruto.

5.3.3.5 Peso de los frutos

Se pesó por separado, las muestras de cada unidad experimental en una balanza de precisión expresado en g.

5.3.3.6 Número de frutos

El momento de la cosecha se contabilizo los frutos por separado de cada planta en cada unidad experimental.

5.3.3.7 Rendimiento productivo

Con la ayuda de una balanza de precisión se pesó los frutos del total de las plantas producidas en cada unidad experimental y se pesó de cada tratamiento, y se calculo la producción de frutilla en m²

5.3.4 Variables Económicas

Para la variable económica del presente ensayo se realizó un cuadro de costos de producción donde se presenta los costos variables, beneficios brutos, beneficios netos y un análisis de beneficio/costo para cada tratamiento.

5.3.4.1 Análisis de costos parciales por tratamiento

Para el análisis económico del ensayo se empleó el método de evaluación económica propuesta por Perrin, *et al.* (1988), el cual propone una metodología sobre los costos de producción, beneficio bruto y beneficio neto y así como la relación B/C de ese modo ver la rentabilidad de cada tratamiento.

Calculo del Beneficio Bruto

El Beneficio Bruto se calculó tomando en cuenta el rendimiento total acumulado durante todo el periodo productivo del cultivo multiplicado por el precio por un kilogramo de frutilla en el mercado, todo en bolivianos.

$$BB = R * V_T \quad (4)$$

Dónde:

BB = Ingreso Bruto

R =Rendimiento Agrícola kg / m²

V_T = Valor o precio del producto

Cálculo del Beneficio Neto

El Beneficio Neto se calculó restando los costos totales de producción al ingreso bruto.

$$\mathbf{BN = IB - CT} \quad \mathbf{(5)}$$

Dónde:

BN = Ingreso neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo total

Cálculo de la relación benéfico-costo

Se estimó dividiendo el beneficio neto entre el costo total.

$$\mathbf{Relación\ B/C = \frac{Valor\ presente\ de\ los\ ingresos}{Valor\ presente\ de\ los\ costos}} \quad \mathbf{(6)}$$

1. $B/C < 1$ Significa que los beneficios son menores a los costos y en consecuencia el proyecto no se debe realizar
2. $B/C = 1$ Significa que los beneficios son iguales a los costos, por lo tanto se cumple la expectativa del proyecto y para el inversionista es indiferente hacer la inversión en este proyecto o seguir con sus inversiones normales.
3. $B/C > 1$ Significa que en valor presente los ingresos son iguales a los egresos y en consecuencia el proyecto es aconsejable realizarlo.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variables agronómicas

6.1.1 Porcentaje de prendimiento

Para la descripción de la variable de respuesta porcentaje de prendimiento se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 3 Análisis de varianza porcentaje de prendimiento

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	3,72	0,58 NS
Factor "A" (Niveles de humos)	2	9,38	0,70 NS
Factor "B" (Densidades)	1	0,38	0,49 NS
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	5,38	0,88 NS
Error	10	1,92	
Total	17		
Coefficiente de variabilidad (CV)	10.5 %		

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

De acuerdo al análisis de varianza representado en el cuadro 3. Para el porcentaje de prendimiento, en cuanto al coeficiente de variación se observó un valor de 10.5 % comprobando que los datos son confiables.

De acuerdo al análisis de varianza presentado en el cuadro 3. Se llega a observar que no existen diferencias significativas entre los niveles de humus, las densidades y la interacción entre estos.

Los tres niveles de humus incorporado en las dos densidades de plantación aportaron de una manera similar logrando un enraizamiento uniforme.

el humus favoreció al prendimiento de las plantas de frutilla debido a presencia en el sustrato, durante el transplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o

cambios bruscos de temperatura, humedad, además que permite buena circulación de aire y agua para las raíces

Sucojayo (2012), indica que el diámetro de corona puede afectar al porcentaje de prendimiento, ya que los diámetros mayores tienen mayor acumulación de nutrientes, por lo que tendrían mayor facilidad de prendimiento y resistencia a cambios edáficos, climáticos y fisiológicos.

6.1.2 Número de hojas por planta

Para la variable de respuesta número de hojas se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 4. Análisis de varianza de número de hojas

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	0,05	0,53
Factor "A" (Niveles de humos)	2	0,25	0,08 *
Factor "B" (Densidades)	1	0,65	0,01 *
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	0,09	0,35
Error	10	0,08	
Total	17		
Coefficiente de variabilidad (CV)	8,6 %		

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

En esta variable se observó el coeficiente de variabilidad, el cual alcanzó un valor de 8,61%, estableciendo que los datos obtenidos son confiables.

De acuerdo al análisis de varianza demostrado en el cuadro 4. Para la variable número de hojas, se observa que no existe diferencia significativa entre los bloques,

por lo cual se establece la homogeneidad de los bloques a lo largo del emplazamiento.

Al Factor A (Niveles de humus) se observó que existe diferencia significativa en los tres niveles de humus, por lo cual se procedió a realizar la comparación de media “Duncan”.

El humus posee sustancias húmicas promoviendo el crecimiento, aumentando en número de brotes, mayor contenido de materia seca de hojas y tallos y raíces y aumento de la clorofila total, se ha encontrado que aumenta concentración foliar de clorofilas totales, a y b conforme crece la dosis de aplicación de sustancias húmicas

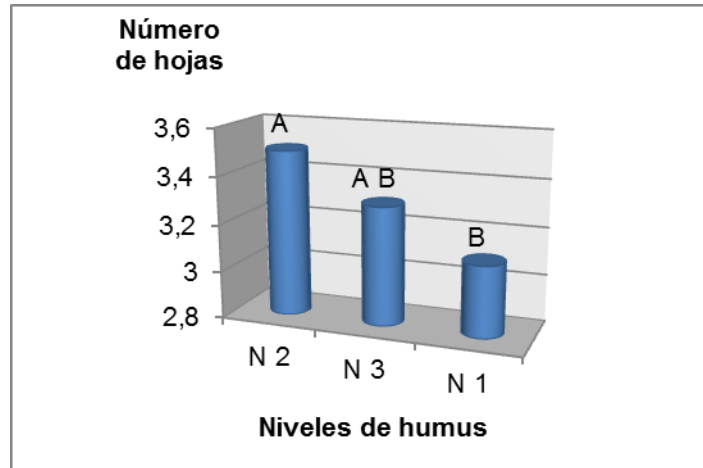
Cuadro 5. Comparación de medias para el factor niveles de humus

Niveles de humus	media	Duncan 5%
N 2	3,5	A
N 3	3,3	A B
N 1	3,1	B

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % para el factor niveles de humus al evaluar el número de hojas se obtuvieron tres rangos de significación definidos cuadro 5. Donde el nivel de humus 2 (200 g) fue el de mayor promedio para la formación de hojas y el de menor nivel de humus para la formación de humus fue el nivel de humus 1 (150 g)

El tratamiento N2 (200 g de humus por planta), este nivel de humus es más equilibrado con respecto a la cantidad de Nitrógeno, el cual es un elemento que beneficia al crecimiento de los folíolos y por ende a las hojas, favoreciendo a una alta retención de humedad, mejorando la porosidad la cual favorece la circulación del agua y nutrientes en el sustrato. Consecuentemente el N1 (150 g por planta) tiene menor cantidad de Nitrógeno, reduciendo la retención de humedad, disminuyendo el crecimiento.

Grafico 1 Efecto de los niveles de humus en el número de hojas



También existe diferencia significativa en el Factor B (entre las dos densidades), el cual nos precisa realizar la comparación de medias, descrita a continuación

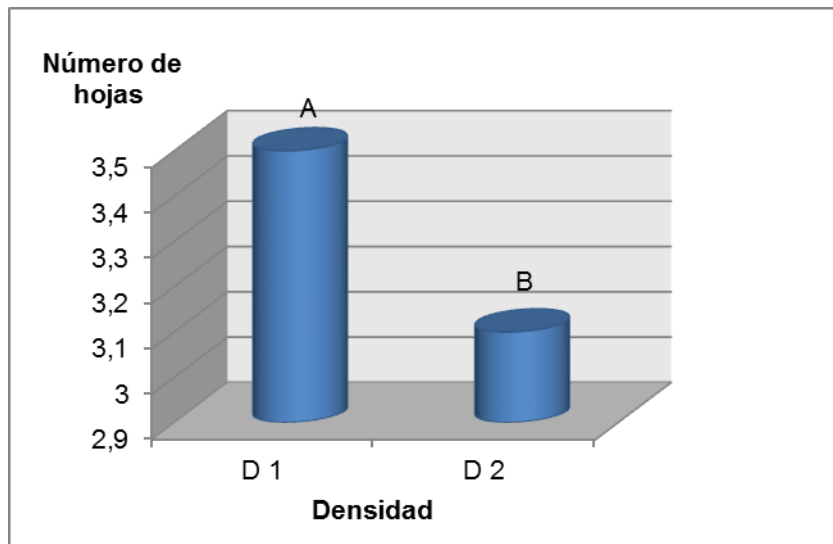
Cuadro 6. Comparación de medias para el factor densidad

Densidad	Media	Duncan 5%
D 1	3,5	A
D 2	3,1	B

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % para el factor densidad de siembra, al evaluar el número de hojas se obtuvieron dos rangos de significación definidos cuadro 6 donde la densidad de siembra 1 (10 plantas por manga) fue el mejor para la formación de las hojas, y la densidad de siembra 2 (15 plantas por manga) fue el peor para la formación de las hojas.

La densidad 1 (10 plantas por manga) al poseer menor cantidad de plantas obtuvo alto aprovechamiento de los nutrientes, debido a una menor competencia entre planta lo cual ayudo a obtener mayor números de hojas. En comparación a la densidad 2 (15 plantas por manga), la cual obtuvo menor número de hojas, debido a una mayor competencia entre plantas.

Grafico 2 Efecto de la densidad de siembra en el número de hojas.



Contrariamente en la fuente de variación de la interacción no se presentó significancia alguna, por lo cual los dos factores mencionados anteriormente no presentan dependencia.

Tislade (1991), menciona que cuando hay un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosas crecimientos vegetativos y un intenso color verde.

Según Villagran (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.

6.1.3 Diámetro del fruto

Para la descripción de la variable de respuesta diámetro de los frutos se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 7. Análisis de Varianza del diámetro de frutos

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cosecha N° 1		Cosecha N° 2		Cosecha N° 3		Cosecha N° 4	
		Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	1,187	0,527NS	4,263	0,408NS	2,918	0,466NS	3,752	0,236 NS
Factor "A" (Niveles de humus)	2	9,445	0,025*	9,606	0,160NS	1,840	0,610NS	6,150	0,112NS
Factor "B" (Densidades)	1	1,825	0,329NS	2,560	0,460NS	15,831	0,060NS	0,373	0,691NS
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	1,930	0,367NS	3,270	0,496NS	0,712	0,821NS	0,051	0,977NS
Error	10	17,402		4,344		3,545		2,241	
Total	17								
Coefficiente de variabilidad (CV)		5,634%		10,218%		8,966%		7,055%	

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

El análisis de varianza representado en el cuadro 7. Para esta característica del cultivo, el coeficiente de variación se observó que para las 4 cosechas realizadas, los porcentajes no superan el permisible para actividades en ambientes atemperados, alcanzando valores de 5,63%; 10,21%; 8,96 %; 7,05%, respectivos a cada cosecha, obteniendo datos confiables.

De acuerdo al análisis de varianza representado en el cuadro 7. Para esta característica, se puede llegar a observar que no existe diferencia significativa entre los bloques, por lo cual se establece la semejanza de los bloques a lo largo del emplazamiento.

En cuanto al Factor A en las tres últimas cosechas no se obtuvo significancia, pero si se obtuvo diferencia significativa en la primera cosecha, lo cual se realizó la comparación de medias descrita a continuación.

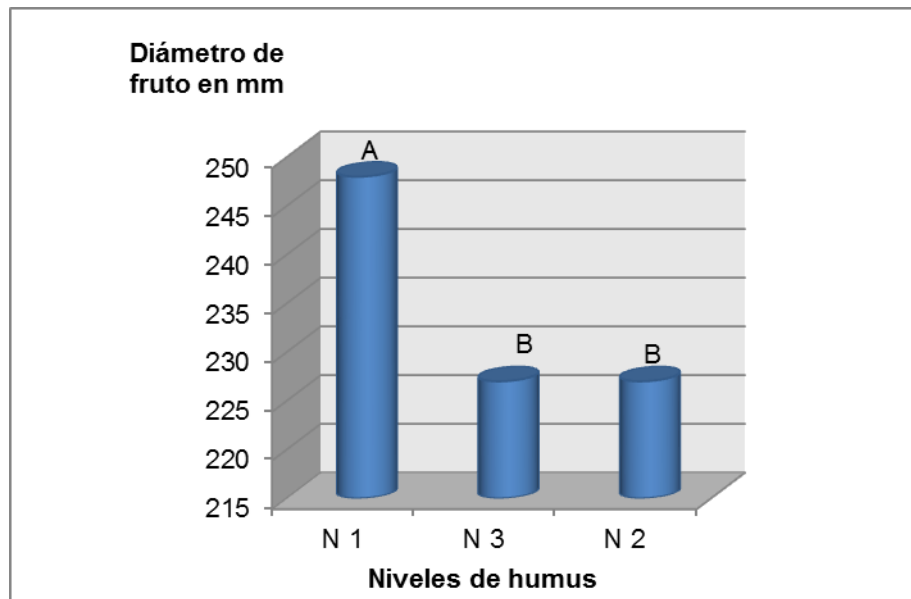
La frutilla no es influida por la proporción de nutrientes o fitohormonas que aporten en el cultivo para incrementar el tamaño del fruto, sino que las variedades existentes tienen diferentes características que varían en el tamaño y forma del fruto.

Cuadro 8. Comparación de medias del diámetro de frutos de la cosecha 1

Niveles	Media	Duncan 5%
N 1	248	A
N 3	227	B
N 2	227	B

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % para el factor diámetro de fruto de la primera cosecha en el cuadro 8. Nos indica que el nivel de humus 1 (150 g) es el de mayor diámetro de fruto y el nivel de humus 2 (200 g) es el que menor diámetro obtuvo.

Grafico 3. Diámetro del fruto



En cuanto al factor B las dos densidades no se obtuvieron diferencia significativa.

Para la interacción del diámetro del fruto entre los tres niveles de humus y las dos densidades, no se alcanzó diferencia, y nos indica que no presenta dependencia uno del otro.

En esta investigación se presentaron temperaturas elevadas en las mangas la cual influyo al cultivo obteniendo flores más pequeñas, lo cual afecto respecto a esta variable.

El humus de lombriz o Vermicompost, facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta, la acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos. Por otra parte transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas que aumentan la calidad tanto en el porte de las plantas como en la calidad de los frutos.

Según Villagran (1994), indica que las exigencias para el desarrollo vegetal se concreta en el carácter climatológico, luz temperatura, agua y la fertilidad del suelo.

Guaygua (2003), indica que el diámetro del fruto se debe al vigor que adquiere las plantas al desarrollo en un sustrato humificado, donde las flores son grandes y el fruto desarrolle y cuaje satisfactoriamente.

Cortez (2008), obtuvo para la variedad Oso Grande un diámetro de 2.64 cm, bajo un manejo orgánico.

6.1.4 Longitud del fruto

Para la descripción de la variable de respuesta longitud de los frutos se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 9. Análisis de varianza de Longitud del fruto

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cosecha N° 1		Cosecha N° 2		Cosecha N° 3		Cosecha N° 4	
		Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	0,070	0,9947 NS	4,314	0,6454 NS	0,077	0,9814 NS	2,537	0,6569 NS
Factor "A" (Niveles de humos)	2	17,307	0,3084 NS	14,253	0,2669 NS	5,390	0,3130 NS	7,127	0,3326 NS
Factor "B" (Densidades)	1	0,115	0,9268 NS	29,170	0,1091 NS	1,000	0,6329 NS	1,661	0,6039 NS
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	11,674	0,4391 NS	10,333	0,3712 NS	17,352	0,0472 NS	3,701	0,5479 NS
Error	10	13,051		9,430		4,122		5,790	
Total	17								
Coeficiente de variabilidad (CV)		11,75%		12,36%		8,45%		9,30%	

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

En el cuadro 9. Observamos que el coeficiente de variabilidad en las cuatro cosechas se encuentra dentro del parámetro confirmando que los datos son confiables, alcanzando valores de 11,75%; 12,36%; 8,45 %; 9,30%, respectivos a cada cosecha.

En el análisis de varianza figurado en el cuadro 9. Para esta propiedad, llega a observar: que no existe diferencia significativa entre los niveles de humus, las densidades y la interacción entre estas.

Al igual que la anterior variable la temperatura tuvo un efecto significativo lo cual afecto en la longitud del fruto

Corzo (1990), indica que el fosforo en el suelo influye en la calidad del fruto, especialmente en lo que se refiere al largo, color, firmeza de la pulpa.

Folquer (1986), menciona que el rendimiento de los frutos de la frutilla se debe al manejo adecuado de la actividades culturales y la selección de la variedad de frutilla, es decir que existen frutillas para el consumo directo y otras para el procesamiento, la longitud del fruto es una característica muy importante que se toma en cuenta en la selección de los frutos.

6.1.5 Calidad del fruto (tamaño)

La calidad del fruto se mide mediante de acuerdo al tamaño del fruto (el diámetro ecuatorial).

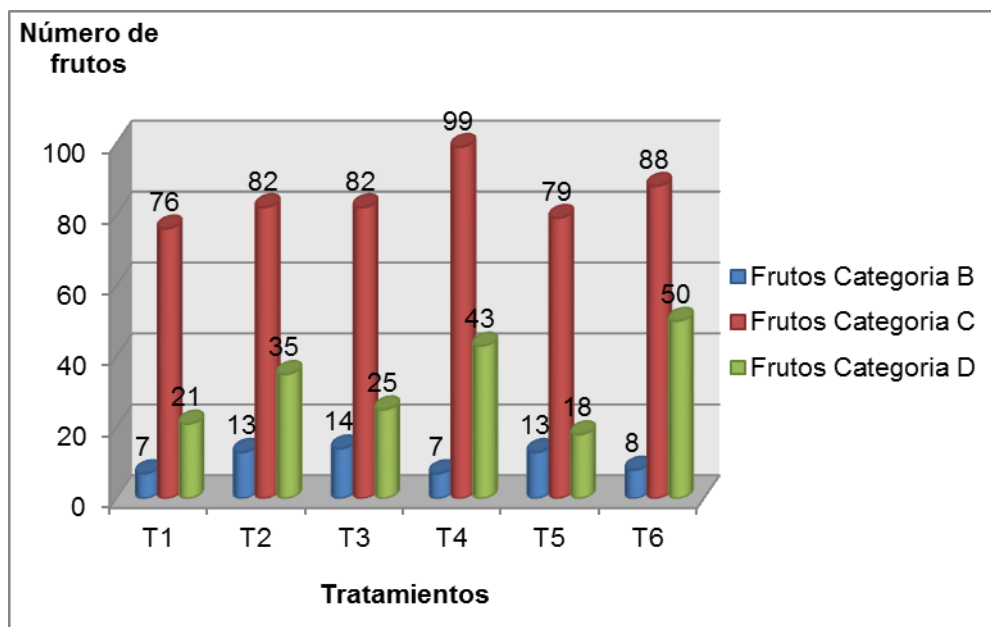


Figura 4. Calidad del fruto (tamaño) del fruto según categoría

En la presente variable la clasificación es específicamente para esta variedad (oso grande) demostrando que la mayoría de frutos cosechados en la investigación se encuentran en la categoría “c” que oscilan entre 20 y 25 mm

Los frutos de categoría D que tienen un diámetro menor a 19 mm

Los frutos de categoría B que tienen un diámetro entre 26 y 32 mm la menor cantidad de frutos cosechados se encuentran en esta categoría.

6.1.6 Peso de los fruto

Para la descripción de la variable de respuesta peso de los frutos se realizó el respectivo análisis de varianza, explicado a continuación:

Cuadro 10. Análisis de varianza de los pesos de los frutos.

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cosecha N° 1		Cosecha N° 2		Cosecha N° 3		Cosecha N° 4	
		Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	0,074	0,970 NS	2,760	0,1293 NS	0,160	0,8543 NS	0,786	0,2436 NS
Factor "A" (Niveles de humos)	2	7,380	0,096 NS	1,217	0,3656 NS	1,160	0,3515 NS	2,244	0,0372 *
Factor "B" (Densidades)	1	0,001	0,994 NS	0,353	0,5822 NS	3,654	0,0846 NS	0,217	0,5171 NS
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	6,112	0,134 NS	0,020	0,9816 NS	1,551	0,2580 NS	0,300	0,5556 NS
Error	10	2,475		1,092		0,996		0,482	
Total	17								
Coefficiente de variabilidad (CV)		8,203 %		7,465 %		7,670 %		12,377 %	

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

Analizando el cuadro 10. El coeficiente de variación en las 4 cosechas realizadas, los porcentajes no superan el permisible para actividades en ambientes atemperados, alcanzando valores de 8,203%; 7,465%; 7,670 %; 12,377%, respectivos a cada cosecha, aceptando la confiabilidad de los resultados

Realizando el análisis de varianza representado en el cuadro 10. Para esta característica, se puede llegar a observar que no existe diferencia significativa entre los bloques, por lo cual se establece la homogeneidad de los bloques a lo largo del emplazamiento.

En cuanto al Factor A (Niveles de humus) se pudo observar que existe diferencia significativa en los tres niveles de humus en las tres primeras cosechas, sucedió todo

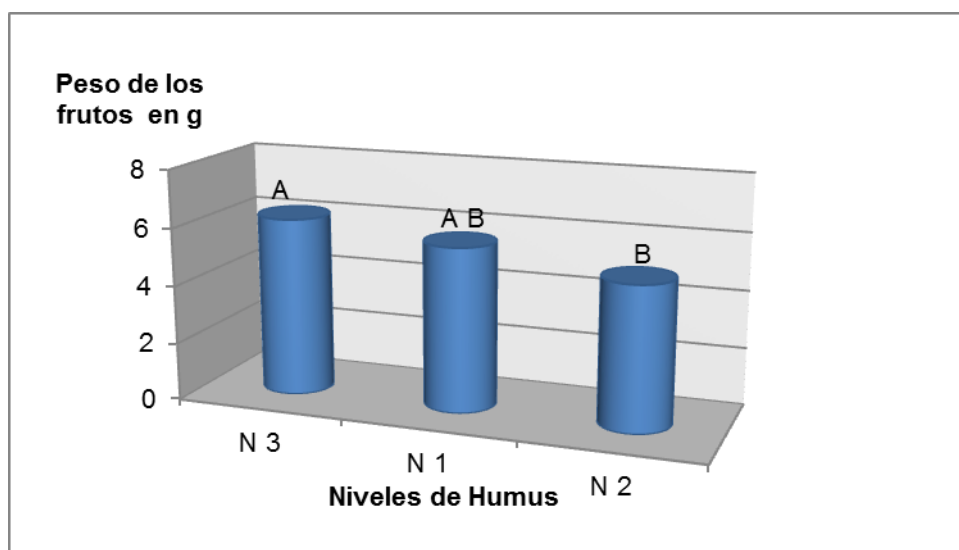
lo contrario en la cuarta cosecha en la que existe una diferencia significativa por local se procedió a realizar la comparación de media "Duncan".

Cuadro 11. Comparación de medias para el factor Niveles de Humus

Niveles	Media	Duncan 5%
N 3	6,1	A
N 1	5,6	AB
N 2	4,9	B

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % para el factor niveles de humus al evaluar el peso de los fruto se obtuvieron tres rangos de significación definidos cuadro 11. Donde el nivel de humus 3 (250 g) fue el de mayor promedio para el peso de los frutos y el de menor nivel de humus para la formación de humus fue el nivel de humus 2 (200 g).

Grafico 4. Peso de los frutos



Contrariamente en la fuente de variación del factor B Densidades no se presentó significancia alguna, por lo cual el factor mencionado anteriormente no presenta dependencia.

Igualmente en la fuente de variación de la interacción no se presentó significancia alguna, por lo cual los dos factores mencionados anteriormente no presentan dependencia

Mamani (2013), afirma a que el aumento del peso del fruto es porque el humus contribuye a solubilizar los nutrientes para una asimilación más efectiva por la planta, por lo cual las soluciones húmicas son fuente potenciales para mejorar la nutrición de la planta.

Según Neri (2002), la aplicación compuestos húmicos durante la fructificación, los ácidos húmicos estimulas la acumulación de pigmentos y ayuda a que las hojas tengan una mayor eficiencia fotosintética lo que ayuda a tener frutos de mayor calidad ya que en la etapa de fructificación hay mayores demandas de carbohidratos y nutrientes .

Además de que tiene efecto sobre los parámetros de calidad de frutos que se traduce en un aumento de la acidez, la conductividad eléctrica, los sólidos solubles y la vitamina C (Ramos 2000).

Tonelli (2010), menciona que el rendimiento de la frutilla es característico y que mucho depende de la variedad, ya que las plantas de frutilla de variedad (*Fragaria x annanasa*), dieron peso con un peso al 70 % homogéneo.

6.1.7 Número de frutos por planta

Para la descripción de la variable de respuesta número de frutos por planta se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 12. Análisis de Varianza de número de frutos.

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Cosecha N° 1		Cosecha N° 2		Cosecha N° 3		Cosecha N° 4	
		Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F	Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	0,0779	0,730 NS	0,172	0,680 NS	0,948	0,054 NS	0,180	0,462 NS
Factor "A" (Niveles de humos)	2	0,0595	0,782 NS	0,278	0,523 NS	0,262	0,371 NS	0,207	0,414 NS
Factor "B" (Densidades)	1	0,0230	0,762 NS	1,772	0,070 NS	0,122	0,491 NS	0,884	0,070 NS
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	0,0520	0,808 NS	0,104	0,787 NS	0,085	0,0708 NS	0,087	0,678 NS
Error	10	0,237		0,427		0,240		0,216	
Total	17								
Coeficiente de variabilidad (CV)		12,86%		12,300%		12,775%		7,227%	

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

Interpretando el coeficiente de variación del cuadro 12. Los datos obtenidos se encuentra entre los permisibles para actividades en ambientes atemperados, alcanzando valores de 12,86%; 13,30 %; 12,77%; 7,227% respectivos a cada cosecha.

Apreciando el análisis de varianza representado en el cuadro 12. Para la variable número de frutos, se observa que no existe diferencia significativa entre los bloques, por lo cual se establece la homogeneidad de los bloques a lo largo del emplazamiento.

En cuanto al Factor A (Niveles de humus) se pudo observar que no existe diferencia significativa en los tres niveles de humus.

Asimismo en el Factor B (entre las dos densidades), se pudo observar que no existe diferencias significativas en las dos densidades.

De la misma manera en la fuente de variación de la interacción no se presentó significancia alguna, por lo cual los dos factores mencionados anteriormente no presentan dependencia.

Se afirma que durante la maduración del fruto y en la cosecha, los ácidos húmicos estimulan la acumulación de pigmentos, lo que resulta en hojas más verdes con mayor eficiencia fotosintética, lo que da como resultado mejor calidad y cantidad del fruto, incrementando la fructificación debido a que la variedad oso grande posee un buen desarrollo vegetativo y responde bien en ambientes protegidos.

Según Juscafresa (1998), las necesidades nutritivas del fresal son muy acusadas, por la cantidad de fruta producido y el limitado desarrollo de la planta, y según la naturaleza y estructura del suelo y la continuidad de riego, en ciertos casos aumentan aquellas necesidades, no abonado corriente formulado a base de nitrógeno, fosforo y potasio, por exigir otros macroelementos y microelementos para completar aquellas otras necesidades.

6.1.8 Rendimiento

Para la descripción de la variable de respuesta rendimiento se realizó el respectivo análisis de varianza, descrito a continuación:

Cuadro 13. Análisis de Varianza del rendimiento

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad	Rendimiento total	
		Cuadrado medio	Pr > F
Bloque	2	4,146.244	0,3775
Factor "A" (Niveles de humos)	2	4,702.255	0,3358
Factor "B" (Densidades)	1	87,527.885	0,0008 **
Interacción de los dos factores "A"x"B"	2	3,723.230	0,413
Error	10	3,855.468	
Total	17		
Coefficiente de Variación	12,23%		

(**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo

En cuanto al cuadro 13. observamos que el coeficiente de variabilidad, el cual alcanzo un valor de 12,23%, estableciendo que los datos son confiables.

Observando el análisis de varianza presentado en el cuadro 13. para esta característica, se demuestra que no existe diferencia significativa entre los bloques, por lo cual se establece la homogeneidad de los bloques.

En cuanto al Factor A (Niveles de humus), no se manifestó diferencias significativas.

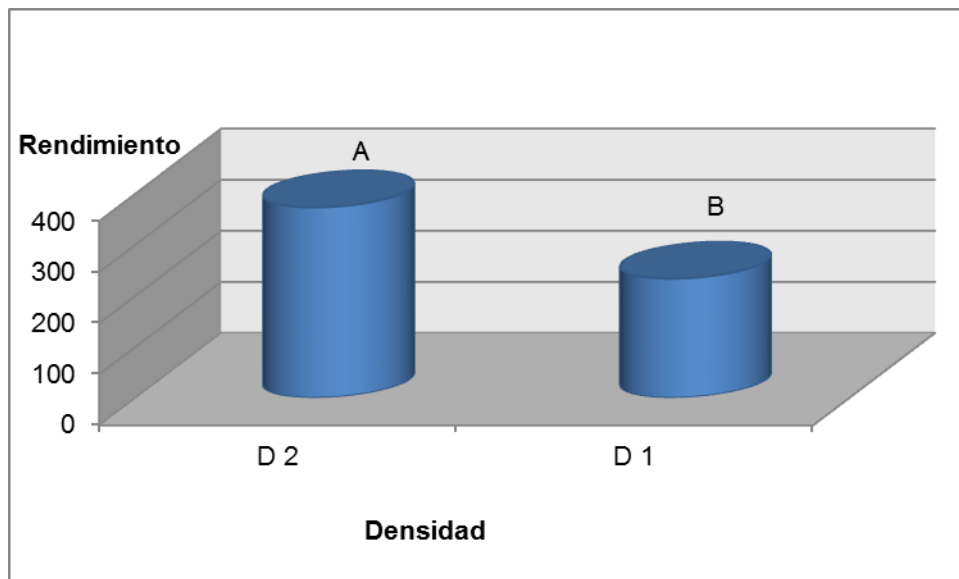
Contrariamente a la fuente de variación en el Factor (B) si se presentó diferencias altamente significativas, lo cual se procedió a realizar la comparación de medias.

Cuadro 14. Comparación de medias para el factor densidad

Densidad	Media	Duncan 5%
D 2	372,3	A
D 1	232,9	B

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % para el factor densidad de siembra, al evaluar el rendimiento se obtuvieron dos rangos de significación definidos (cuadro 14) donde la densidad de siembra 2 (15 plantas por manga) fue el mejor para obtener un mejor rendimiento.

Grafico 5. Rendimiento



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 refleje en el tamaño de planta.

La densidad 2 se obtiene una media de 372,3 g en comparación a la densidad 2 de una media con 233 g, lo que expresa que la densidad 2 es la que mayor rendimiento brinda.

Según Mamani (2013) indica que en la aplicación de humus cada treinta días, provocó unos picos altos de producción cada mes dando su máximo rendimiento en el mes de Enero produciendo 0,6 Kg/mes, en comparación al presente trabajo se observa una diferencia amplia en cuanto al promedio de rendimiento que se alcanzó.

6.2 Variables Económicas

Los tratamientos evaluados durante el ensayo se sometieron a un análisis económico Beneficio/Costo, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos y conocer cual tratamiento presenta mayor costo para el productor, a fin de recomendar esta práctica para la producción de frutillas, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

Para la determinación de los costos parciales, se presentan en los costos variables de la mano de obra, los costos fijos de producción fueron ajustados para nueve meses del ciclo de producción. Estos costos varían de acuerdo al costo de mano de obra en la aplicación de humus.

Cuadro 15 Rendimiento de la frutilla en kg/m² para 90 días de cosecha

Descripción	Rendimiento Kg/m ²
T1	14,9
T2	22,5
T3	16,5
T4	23,7
T5	17,2
T6	19,8

En el Cuadro 14 se observa el rendimiento de frutilla en Kg/m² en 90 días de producción.

El tratamiento 4 consiguió mayor rendimiento en comparación a los otros tratamientos, con un nivel de humus de 200 g por planta con 15 plantas por manga.

El tratamiento 1 tuvo bajo rendimiento en comparación a los otros tratamientos, con un nivel de humus de 150 g por planta con 10 plantas por manga

Cuadro 16. Relación Beneficio Costo en 90 días de cosecha.

Descripción	Costo	Beneficio	B/C
T1	191	373	1,95
T2	232	563	2,4
T3	201	412	2,05
T4	249	592	2,4
T5	213	430	2,1
T6	266	497	1,90

El tratamiento 2 con una dosis de 150 g de humus por planta con una densidad de 10 plantas por manga genera mayor beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 1.4 bolivianos de ganancia, a partir de los 90 días de cosecha.

El tratamiento 6 con una dosis de 250 g de humus por planta con una densidad de 15 plantas por manga genera menor beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 0.90 bolivianos.

En el tratamiento 1 con una densidad de 150 g por planta, con una densidad de 10 plantas por manga genera un beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 0.95 bolivianos a partir de los 90 días de cosecha.

En el tratamiento 3 con una densidad de 200 g por planta, con una densidad de 10 plantas por manga genera un beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 1,05 bolivianos a partir de los 90 días de cosecha.

En el tratamiento 4 con una densidad de 200 g por planta, con una densidad de 15 plantas por manga genera un beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 1,4 bolivianos a partir de los 90 días de cosecha.

En el tratamiento 5 con una densidad de 250 g por planta, con una densidad de 10 plantas por manga genera un beneficio, por cada boliviano invertido tenemos un beneficio de 1.1 bolivianos a partir de los 90 días de cosecha.

7 CONCLUSIONES

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

La temperatura dentro la carpa se registró temperaturas relativamente altas, que oscilaban entre los 45 °C en el mes de noviembre, y con temperaturas bajas por las mañanas en los meses de julio agosto con un promedio de 2,6 °C.

Para la variable porcentaje de prendimiento el humus apporto de manera homogénea en las dos densidades de plantación ya que no se presentó problemas para el enrizamiento los plantines

Para la variable número de hojas, en el nivel de humus 2 (200 g) presento diferencia significativa ya que este nivel de humus se encuentra entre los otros niveles, la densidad también tuvo significancia debido a que se produjo una competencia entre plantas ya que en la densidad 1 tuvo menor número de planta, realizando una comparación de medias esta densidad se lo clasifica como la mejor en comparación con la densidad 2.

En la variable diámetro se culmina que el nivel de humus presento diferencia significativa para la primera cosecha, demostrando que se homogeneizo la presencia de humus para las otras tres posteriores cosechas, en esta variable la densidad no presento diferencia significativa

La variable longitud de fruto se logró demostrar que el humus no presento diferencias significativas, lo mismo ocurrió con la densidad de plantación que no hubo diferencia significativa para esta variable

En la variable calidad de frutos de acuerdo a la clasificación la mayoría de los frutos cosechados en la investigación fueron de la categoría “C” con un diámetro ecuatorial de 20 a 25 mm.

El peso de los frutos se observó diferencia significativa en el nivel de humus en la cuarta cosecha, en las anteriores cosecha no hubo diferencia significativa, para la densidad no se presentó diferencia significativas en las cuatro cosechas.

El número de frutos afirmamos que no existen diferencias significativas en las tres dosis de humus aplicadas por planta, tampoco en las dos densidades utilizadas por manga.

En esta variable rendimiento, el nivel de humus no presento diferencia significativa a lo largo de toda la fase de producción, pero ocurrió lo contrario en la densidad demostrando que la densidad 2 (15 plantas por manga) presenta mayor producción debido a que en esta densidad se encuentra mayor número de plantas por manga lo cual aumenta su producción, la densidad 1 (10 plantas por manga) presenta un menor rendimiento debido a que en su densidad se encuentra un menor número de plantas.

Económicamente se considera que el cultivo vertical en mangas es beneficioso a partir de los 90 días de cosecha, en la que el tratamiento 2 con un nivel de humus de 150 g y una densidad de 15 plantas por manga nos genera mayor beneficio económico; esto se debe a que el nivel de humus para este tratamiento genera poca inversión y presenta una densidad de 15 plantas por manga.

8 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y para las condiciones en las que se ha propuesto el mismo, se tienen las siguientes recomendaciones:

Debido a su fácil manipuleo en la cosecha, labores culturales, la disminución de enfermedades en el fruto, recomendamos este método de producción en vertical obteniendo una producción de frutos limpios aumentando el rendimiento.

Para posteriores investigaciones se sugiere realizar estudios en cultivo vertical en mangas utilizando una fertilización orgánica como el humus líquido y fertilizantes líquidos orgánicos.

Se advierte controlar la temperatura en el interior de la carpa para evitar problemas en la floración y fructificación del fruto, colocando mallas semisombra y no utilizar la parte superior de la manga con plantines debido a que en esta área se presentan mayores temperatura, y poder obtener mejores rendimientos.

Se recomienda realizar estudios con otras variedades de frutilla, aumentando la densidad y optimizando el riego, debido a que en la parte superior de la manga se observó una deficiencia hídrica, en la parte central logramos una capacidad de campo, y en la parte inferior se alcanza una saturación hídrica.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Agricola, I. (2008). *Manejo basico de la frutilla Disponible en <http://ingenieriaagricola.cl>* 27 p.
- Alphi, A y Togmomo, F. (1987). Cultivos de invernadero. Madrid, España: 2 da Edicion Mundi Empresa.
- Altamirano, F. (1990). Seminario sobre "Tecnologia agropecuaria". En *Horticultura e invernaderos* (págs. 35 - 36). La paz Bolivia.
- Atle, G. y Camargo, A. (1973). Produccion de fresas en Guatemala. Ministerio de Agricultura. Ed. Talleres Graficos.Guatemala. 2 p.
- Avila, J. F. (2006). Economia. Editoria Umbral S.A. Mexico.
- Azodanlou, R. (2003). Evaluación de la calidad de las fresas 715 - 721 p.
- Barbado, J. (2004). Cría de Lombrices. Buenos Aires Argentina: Editorial Albatros SACI.
- Bodelón, G. (2010). los efectos de niveles elevados de CO2 en antocianina, la actividad antioxidante y contenido de azúcar soluble de fresas almacenadas a temperatura no de congelación bajo 673 - 678 p.
- Brechelt, A. (2004). Manejo Ecologico del Suelo. Fundacion Agricultura y Medio Ambiente. Republica Dominicana. 28 p.
- Ceballos, y Calderón. (2001). http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_sustratos.htm.
- CEFODCA Centro de Fomento para el Desarrollo Cooperativo Agropecuario. (1995). Lombricultura y suelos Bióticos. Ing. Wlater Ocsa M. La Paz Bolivia. 13 p.
- Chiqui. Lema. (2010). Evaluacion del rendimiento del cultivo de frutilla (*Fragaria* sp) variedad oso grande bajo invernadero mediante dos tipos de fertilizacion (Organica y quimica) en la parroquia Octavio Cordero Palacios Canton cuenca Ecuador 7 p. En F. L. Chiqui Chiqui.
- Cordenunsi, B. (2003). cambios físico-químicos relacionados con la calidad de cinco cultivares de fresa de la fruta durante el almacenamiento en frío. 167 - 173 p.
- CORDEP - PAI. (1993). Perfil económico de la frutilla. Cochabamba Bolivia 34 p.
- Cortez, G. (2008). Comportamiento Agronomico de Variedades de Fruitilla (*Fragaria virginiana* Duch) bajo niveles de Fertilización Organica en Sistema de Wallipini. tesis

- para optar el Grado de licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia.
- Corzo, R. (1990). Cultivo de Frutilla y sus recomendaciones. MACA. PRIV. Punata Cochabamba Bolivia.
- Domingues, A. (1993). Fertirrigación. Barcelona España: Ediciones Mundi- prensa 217 p.
- Douglas, J. (1987). Hidroponía, como cultivar sin tierra. Buenos Aires Argentina: 4 Ed. Ateneos .
- FAO . (2003). Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. En *Manual técnico la huerta hidropónica popular 3 Edición ampliada y revisada*. Santiago Chile.
- FAO. (2012). *Economía (en línea)*. Consultado 15 de Octubre de 2012. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/W7452S/w7452s05.htm>.
- Ferranda, G. (1994). Curso teórico y práctico de "Lombricultura". Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Mundi Prensa 45 - 48 p.
- Folquer, F. (1986). *La frutilla o Fresa ed. Hemisferio Sur*. Buenos Aires Argentina.
- Guaygua, D. (2003). Evaluación de tres sustratos en combinación con el Polímero Hidriabsorbentes en producción vertical en Frutilla en invernadero. Tesis para optar el grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA Facultad de Agronomía La Paz Bolivia 50 p.
- Hancock, J. (1990). Genética ecológica de las especies naturales de fresa HortScience 25.
- Humle, H. (1971). La bioquímica de las frutas y sus productos, vol II, académicos Press Nueva York. 32 p.
- I N I A . (2008). Instituto Nacional de Investigación Agrarias Tecnologías Innovativas Apropriadadas a la Conservación in situ de la Agrobiodiversidad. Producción y Uso del Humus de Lombriz. Lima Perú: Primera Edición.
- I. B. T. A. (1995). Manual práctico para el cultivo de hortalizas de hoja de invierno. Serie N° . La Paz, Bolivia 15 - 21 pp.
- Infoagro. (2012). *Cultivo de frutilla*. <http://www.infoagro.com/abonos.asp> disponible el 17 de Abril de 2012.

- Juscafresa, B. (1998). Como cultivar Fresas, Fresones y Tomates. Cuarta Edicion. Editorial AEDOS Barcelona España 14 - 155 p.
- Juscafresca, B.e IBAR, L. (1987). Fresa y Fresones Ed. AEDOS Barcelona España.
- Landeros, F. (1993). Monografias de los acidos fulvicos y húmicos Facultad de Agronomia. Valparaiso Chile. 145 p.
- M. Fujita y P. Jurado. (1990). Recomendaciones para el cultivo de nuevas especies horticolas en el valle de Cochabamba IBTA. Cochabamba Bolivia.
- Mamani, S. (2013). Comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*Fragaria ssp.*) con diferentes frecuencias de aplicacion de humus de lombriz bajo invernadero en el municipio de El Alto. En *Comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (Fragaria ssp.) con diferentes frecuencias de aplicacion de humus de lombriz bajo invernadero en el municipio de El Alto.* (págs. 43 - 63).
- Manning, K. (1993). Frutos de baya. En: Bioquímica de la maduracion del fruto. Editado por Seymour, GB, Taylor JE y Tucker GA. Chapman and Hall. 347 - 377 p.
- Maroto, J. V.; Y López, S. (1988). Produccion de fresas y fresones. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 119 p.
- Medina, J. (1988). Riego por goteo teoría y práctica 2da. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España 254 p. En J. Medina.
- Mitchell, C. (1996). Manejo de las fresas para el mercado fresco. Oakland, CA: Univ. California Agr. Nat. Recursos Publ especiales. 2442. 14 p.
- Montaño, L. (2003). Evaluacion del comportamiento agronomico de la frutilla (*Fragaria sp*) en cultivos verticales utilizando cuatro sustratos en ambientes protegidos tesis Lic. Ing. Agronomico, EMI, Bolivia.
- Montes, J. (1989). La fresa. Barcelona España: Aedos.
- Moore, J. N. (1970). Comparación de los factores que influyen en la fruta tamaño de frutos grandes y de frutos pequeños clones de fresa. J. Am. Soc. Hort. Ciencia.
- Olías, J. M. (1998). *Pos cosecha de la fresa de Huelva. Principios basicos y tecnologia.* Instituto de la Grasa. CSIC 56 p. Sevilla España.
- Ospina, J. (1995). Agricultura I. Bogota Colombia: Terranova.

- Paredes, N. (2014). Evaluación de la frutilla variedad Chandler (Fragaria x ananassa Duch.) Bajo el efecto de diferentes proporciones de tallo de estevia en el sustrato de cultivos verticales en ambiente atemperado.
- Pérez. (1998). Propagación y mejora genética de plantas por Biotecnología. Villa Clara Cuba 202 p.
- Pérez, J. L. (1999). Cultivo de Fresón. Publicación de Extensión Agraria. Madrid-España. 98 p.
- Proexant. (2004). www.proexant.org.ec/ManualFrutilla.html. Quito Ecuador 228 p.
- Quino, M. (1994). *Informe Técnico del Proyecto Sistemas de Producción del Altiplano Boliviano* 102p.
- Ragaert, P. (2004). la percepción del consumidor y la elección de vegetales mínimamente procesados y frutas envasados 259 - 270 p.
- Ramirez, H. (2011).
<http://agrisave.com/biblioteca/agricola/CULTIVO%20DE%20LA%20FRUTILLA%20%20FR ESA.pdf>.
- Reines A.; Rodríguez A.; Sierra, P.; Vazquez, G. (1998). Lombrices de Tierra con Valor Comercial: Biología y Técnicas de Cultivo. México. 45 - 47 p.
- Rodrigo, D. (2007). combinado degradación del color y de alta presión térmica de puré de formato y jugo de fresa 553 - 560 p .
- Rodríguez A. C. et al. (1998). Lombrices de tierra con valor comercial - Biología y técnicas de cultivo. Ed. Magdalena Mulia Cabrera. Impreso en Mexico. 45 p.
- Sanchez Et al. (1988). Agricultura organizada en pequeña escala, huerto comunitario. 1 ra Edición. Editorial Cetal. Valparaíso Chile 54 p.
- Sapag, C. (2007). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Editorial Mcgraw-hill Interamericana.p.
- Seymour, L. (1981). *La vida en el campo y el horticultor autosuficiente* 2da Edición Ed. Blume. Barcelona España 251 p.
- SIPAB. (1994). Informe anual. Programa de Sistema de Producción del Altiplano Boliviano. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria.

- Soria, F. (1993). Control de plagas y enfermedades con productos naturales en cultivos verticales de la fresa en invernaderos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba Bolivia.
- Sotelo, M.; Y Téllez, J. (2007). Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad Caturra: Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de Managua - Nicaragua.
- Stolk, E. (1963). La Fresa. Serie de Cultivos Folleto N°6. Caracas. 8p.
- Strum, K. (2003). La composición de la fruta de las diferentes variedades de fresas, dependiendo de la etapa de madurez 417 - 422 p.
- Sucojayo, E. (2012). PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE FRUTILLA (*Fragaria* sp.) CON LA APLICACIÓN DE ENRAIZADORES NATURALES, EN ESQUEJES, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA.
- Sudsuki, F. (1992). Cultivo de frutales menores 5 ed. Editorial Universitaria. Santiago Chile 17 - 51 pp.
- Tantani, L. (1996). Estudio de factibilidad bioeconómica del cultivo de frutilla (*Fragaria virginiana*) en la localidad de Patacamaya Tesis Ing. Agr. Fac de Agronomía. La Paz, Bolivia 71 - 71 pp.
- Tonelli, B. (2010). *Catedra de Horticultura Cultivo de Frutilla*. Obtenido de <http://beta1.indap./Documentos/Fruticultura/Frutilla/FRUTILLAS.pdf>
- TRADE CORP. (2001). Informe Técnico Humistar. España.
- UNALM. (1995). Hidroponias en memorias, Taller de hidroponia. En Universidad Nacional de la Molina. Lima Peru.
- Vargas. (2004). Niveles de fertilización en dos variedades de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch) para cultivos verticales en ambientes protegidos tesis Lic. Ing Agronomico, EMI. Bolivia.
- Verdier, M. (1987). Cultivo de fresón en Climas Templados. Madrid España Segunda Edición. : Ed. AGRARIOS S.A. 338 p.
- Villagran, A. V. (1994). *El cultivo de la Frutilla: Ministerio de Agricultura de Chile. Ed Rev. Ed FIA 90 p.*

Wang , Lin. (2000). La actividad antioxidante en frutos y hojas de fresa 140 - 146.

Yuste. (1997). Biblioteca de la agricultura. Barcelona España.

Zamora, F. (1969). Tratado de Teoria Económica 4 ta Edicion Fondo de Cultura Economica,
Editado en 1959.

Zapp, J. (1991). Cultivo sin tierra; hidroponía popular. Bogotá Colombia Pp. 145 - 157:
PNVD.

ANEXOS

Cuadro 1. Promedio mensual de temperatura de máximas y mínimas

	Max	Min
Mayo	32,0	7,0
Junio	33	4,5
Julio	32	3
Agosto	35	3,5
Septiembre	37	5
Octubre	36	10,5
Noviembre	44	13
Diciembre	43	14
Enero	40,6	12
Febrero	39,1	11
Marzo	38,8	10

Cuadro 2. datos de porcentaje de prendimiento

	I	II	II
T1	10	10	9
T2	9	12	13
T3	8	10	9
T4	9	13	13
T5	10	10	12
T6	13	11	12

Cuadro 3. Datos de número de hojas

	I	II	III
T1	3,256	2,966	3,162
T2	2,903	3,381	2,726
T3	3,633	4,195	3,521
T4	3,295	3,024	3,185
T5	3,768	3,550	3,162
T6	2,803	3,117	3,338

Cuadro 4. Datos de diámetro de fruto.

COSECHA 1			
	I	II	III
T1	24,81	24,74	24,68
T2	25,05	25,11	24,80
T3	20,28	23,83	24,33
T4	21,57	24,03	22,12
T5	25,32	22,73	22,90
T6	21,19	23,00	21,01

COSECHA 2			
	I	II	III
T1	21,91	23,18	18,69
T2	20,90	21,70	21,80
T3	21,74	20,67	20,75
T4	23,14	20,31	18,62
T5	13,76	21,30	18,20
T6	20,70	20,43	19,41

COSECHA 3			
	I	II	III
T1	24,81	22,65	20,47
T2	20,53	19,04	20,69
T3	19,41	20,83	25,35
T4	21,54	20,15	20,37
T5	20,80	19,56	23,58
T6	18,46	19,84	19,95

COSECHA 4			
	I	II	III
T1	20,19	21,12	21,50
T2	19,42	23,35	21,29
T3	22,19	19,92	18,09
T4	20,33	22,56	18,42
T5	23,23	22,37	21,10
T6	21,20	23,10	22,63

Cuadro 5. Datos de longitud de fruto.

COSECHA 1			
	I	II	III
T1	34,63	32,22	29,80
T2	34,68	31,61	34,60
T3	26,07	27,80	33,30
T4	25,29	33,07	30,57
T5	34,26	29,59	31,82
T6	30,33	31,93	23,66

COSECHA 2			
	I	II	III
T1	25,23	27,14	20,80
T2	26,42	22,87	26,14
T3	27,64	23,40	26,28
T4	30,00	25,64	25,54
T5	15,96	24,83	20,88
T6	25,87	25,28	24,21

COSECHA 3			
	I	II	III
T1	25,03	27,81	24,62
T2	24,18	20,99	25,15
T3	23,51	26,16	27,44
T4	24,83	23,69	20,89
T5	19,90	22,25	21,43
T6	26,00	22,68	25,27

COSECHA 4			
	I	II	III
T1	26,53	26,71	23,54
T2	24,67	25,76	23,60
T3	28,92	23,28	23,42
T4	25,10	25,90	26,18
T5	27,76	27,39	23,02
T6	26,42	26,57	31,84

Cuadro 6. Datos de peso de los frutos.

COSECHA 1			
	I	II	III
T1	8,89	8,94	8,98
T2	11,00	10,63	11,11
T3	6,61	7,11	10,23
T4	6,86	9,43	7,85
T5	11,11	7,00	8,97
T6	6,79	8,67	5,44

COSECHA 2			
	I	II	III
T1	5,97	7,21	4,57
T2	6,43	5,59	6,23
T3	7,50	6,07	5,31
T4	8,75	5,64	5,29
T5	5,33	6,49	4,16
T6	5,65	5,53	6,00

COSECHA 3			
	I	II	III
T1	7,47	7,33	5,84
T2	5,10	4,80	5,44
T3	4,72	5,93	8,47
T4	5,76	5,19	4,70
T5	5,39	4,45	5,29
T6	5,43	5,22	5,15

COSECHA 4			
	I	II	III
T1	6,17	5,74	5,58
T2	4,84	6,24	5,51
T3	5,15	4,69	4,38
T4	4,96	6,34	4,28
T5	7,04	5,43	5,34
T6	5,88	7,18	6,24

Cuadro 7. Datos de número de frutos por planta.

COSECHA 1			
	I	II	III
T1	2,23	2,45	2,46
T2	2,44	2,23	2,23
T3	2,44	2,45	2,00
T4	1,73	2,82	3,00
T5	2,23	2,23	2,00
T6	3,00	2,45	1,41
COSECHA 2			
	I	II	III
T1	2,64	2,45	1,73
T2	3,00	3,60	3,31
T3	2,64	3,46	2,64
T4	3,17	3,31	3,60
T5	1,41	3,74	2,82
T6	3,74	2,45	3,16
COSECHA 3			
	I	II	III
T1	1,41	2,82	2,23
T2	2,45	2,45	2,00
T3	2,00	3,00	2,23
T4	64,00	3,46	2,00
T5	1,41	2,45	2,23
T6	1,73	2,45	3,16
COSECHA 4			
	I	II	III
T1	2,00	2,45	2,45
T2	2,64	3,46	2,00
T3	2,45	2,45	2,00
T4	3,60	2,45	3,00
T5	3,00	2,64	2,64
T6	3,46	2,64	3,00

Cuadro 8. Rendimiento Total.

	I	II	III
T1	1,86	2,29	1,70
T2	3,23	3,70	2,65
T3	2,74	2,55	1,17
T4	3,39	4,05	4,18
T5	1,44	2,74	2,30
T6	3,39	2,53	3,03

Cuadro 9. Costo total de producción.

Costos fijos				
1. INSUMOS	unidades	Costo unitario	cantidad	total
Platin	kg	1,5	225	337,5
Humus	kg	6	45	270
Turba	kg	15	2	30
Arena	kg	1	7	7
Cascarilla de arroz	kg	5	4	20
Tierra negra	kg	5	1,5	7,5
Agua	m3	3,8	6	22,8
2. MATERIALES DE TRABAJO				
Costo de la carpa	m2	280	480	13400
Emisores	unidad	0,2	19	3,8
Manga	m (Lineal)	1,3	35	45,5
Poli tubo flexible	m	0,4	18	7,2
Accesorios	pieza	3,6	1	3,6
Cuerda	m	5	2	10
Vernier	pieza	8,01	1	8,01
Balanza	pieza	16,6	1	16,6
Alambre	m	14	1,5	21
3. MANO DE OBRA				
Requemado de la cascarilla de arroz		50	1	50
Desinfección del sustrato		50	0,5	25
Preparación del sustrato		50	0,5	25
Transplante		50	1	50
Labores culturales		50	0,5	25
Cosecha		50	0,5	25
4. MATERIALES DE OFICINA				
Hojas	Paquete	30	1	30
Impresiones	Hoja	0,08	500	40
Pesaje de humus	Jornal	50	0,5	25
Conteo de plantas	Jornal	50	0,5	25
Total				14530,5
Imprevistos 10 %				1453,05
Costo total				15984

FOTOGRAFIAS DEL EXPERIMENTO



Figura 1. Enraizamiento de los platines



Figura 2. Plantín listo para el trasplante a la manga.



Figura 3. Cascarilla de arroz quemada.



Figura 4. Elaboración del sustrato.



Figura 5. Llenado del sustrato en las mangas.

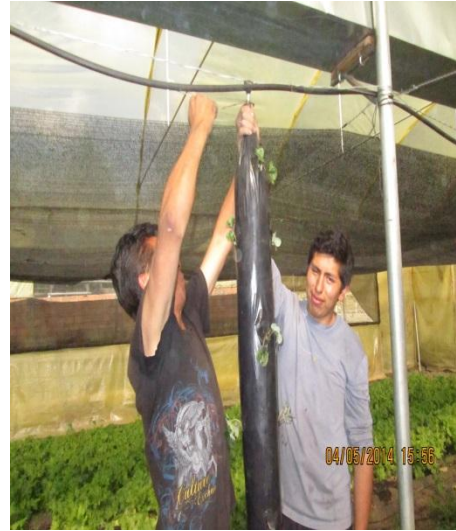


Figura 6. Colgado de las mangas.



Figura 7. Mangas colgadas.



Figura 8. Frutos cosecha.