

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



TESINA DE GRADO

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) CON
DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO EN AMBIENTE ATEMPERADO
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA-COTA**

Presentado por:

BEATRIZ FERNÁNDEZ ALI

LA PAZ – BOLIVIA

2011

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

TESINA DE GRADO

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE FRUTILLA
(*Fragaria sp.*) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO
EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
COTA-COTA**

Tesina de grado presentada como requisito
Parcial para obtener el título de Técnico
Superior Agropecuario

Presentado por:

BEATRIZ FERNÁNDEZ ALI

ASESOR

Ing. Agr. Víctor Paye Huaranca

TRIBUNAL REVISOR

Ing. Agr. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. M. Sc. David Fidel Morales Velásquez

V°B°

PDTE. DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho amor: A mi mamá Concepción y a mi papá Anselmo por el apoyo que me brindaron durante mi formación profesional y en la culminación de mis estudios.

Y a mis hermanitas Nelly, Lourdes, y Lili Roxana quienes con su cariño y motivación estuvieron siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A mi padre y a mi madre quienes me enseñaron a preservar, luchar apoyándome en todo momento.

A mi asesor Ing. Víctor Paye Huaranca por las orientaciones y recomendaciones que en su oportunidad me dio para el desarrollo del presente trabajo.

A los docentes de C.T.S.A.V. (Carrera Técnico Superior de Agropecuaria – Viacha) de Universidad Mayor de San Andrés, por impartir sus conocimientos y experiencias en el campo de la agropecuaria.

A todo el personal de la Estación Experimental de Cota Cota mis sinceros agradecimientos por cobijarme como tesista y permitirme formarme en su prestigiosa institución.

A mis compañeros del estudio por la amistad brindada y a todas las persona que de una u otra manera contribuyeron con este estudio.

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Origen del cultivo:	3
2.2. Importancia del cultivo	3
2.3. Características del cultivo	4
2.3.1. Clasificación taxonomía	4
2.3.2. Descripción botánica	4
2.3.2.1. Raíz	4
2.3.2.2. Tallo	4
2.3.2.3. Hoja	5
2.3.2.4. Flor	5
2.3.2.5. Fruto	6
2.3.2.6. Estolones	7
2.3.3. Deficiencia de polinización:	7
2.3.4. Fisiología del desarrollo	7
2.4. Variedades de frutilla	8
2.5. Requerimientos del cultivo	10
2.5.1. Clima	10
2.5.1.1. Frío recibido antes de la plantación	11
2.5.1.2. Suelo	11
2.5.2. Fertilización	12
2.5.3. Riego	12
2.6. Manejo del cultivo de la frutilla	13

2.6.1. Preparación del terreno	13
2.6.2. Plantación	13
2.6.3. Épocas de plantación	14
2.6.3.1. Plantaciones de verano	14
2.6.3.2. Plantaciones de invierno	14
2.6.4. Sistemas de plantación	16
2.6.5. Densidades de plantación	16
2.6.6. Distancia de plantación	16
2.6.7. Labores culturales	17
2.6.7.1. Eliminación de flores	17
2.6.7.2. Poda de raíces	17
2.6.7.3. Poda de hojas.	17
2.6.7.4. Eliminación de estolones	17
2.6.7.5. Control de malezas	17
2.6.7.6. Control de plagas y enfermedades	18
2.6.7.6.1. plagas	18
2.6.7.6.2. Enfermedades	19
2.6.7.7 Cosecha de frutos	20
2.6.7.8 Post-cosecha	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Localización	21
3.1.2. Ubicación geográfica	21
3.1.3. Clima:	21
3.1.4. Topografía y vegetación	22
3.1.5. Suelo	22
3.1.6. Hidrología	22
3.2. Material de campo	23

3.2.1. Material de escritorio	23
3.2.2. Material vegetal	23
3.3. Metodología	24
3.3.1. Establecimiento del experimento	24
3.3.2. Tratamientos	24
3.3.3. Dimensiones de la unidad experimental	25
3.4. Preparación del suelo	25
3.4.1. Instalación de sistema de riego	26
3.4.2. Plantación	27
3.4.3. Labores culturales	27
3.4.3.1. Poda de raíces	27
3.4.3.2. Aplicación del riego	27
3.4.3.3. Desflore	27
3.4.3.4. Refallo	27
3.4.3.5. Control de malezas.	28
3.4.3.6. Eliminación de las hojas secas	28
3.4.3.7. Cosecha	28
3.5. Variables de respuesta	28
a) Diámetro del fruto	28
b) Longitud del fruto	29
c) diámetro de planta o mata	29
d) Número de hojas por planta:	30
e) Número de flores por planta:	30
f) Número de frutos por planta:	30
g) Peso del fruto por planta:	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
4.1. Comportamiento de la temperatura durante el ensayo:	33

4.2. Comportamiento de la humedad durante el ensayo	34
4.3. Análisis estadístico de las variables de respuesta	34
4.3.1. Diámetro de mata o planta (cm):	34
4.3.2. Numero de hojas por planta:	37
4.3.3. Número de flores por planta	39
4.3.4. Diámetro del fruto	41
4.3.5. Longitud del fruto:	43
4.3.6. Número de frutos por planta:	45
4.3.7. Peso del fruto por planta	47
4.3.8. Rendimiento del fruto.	49
4.4 Análisis económico	51
4.4.1. Evaluación parcial de los costos.	52
4.4.2. Beneficio neto (BN).	52
4.4.3. Relación costo beneficio (B/C).	53
5. Conclusiones	54
6. Recomendaciones	56
7. Bibliografía	57

ÍNDICE DE LOS CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la parte comestible del fruto (100g)	6
Cuadro 2. Exigencias climáticas de la frutilla	10
Cuadro 3. Requisitos del suelo.	11
Cuadro 4. Comportamiento estacional de la frutilla	15
Cuadro 5. Enfermedades de la frutilla	19
Cuadro 6. Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de la planta o mata.	35
Cuadro 7. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para el diámetro de planta o mata.	35
Cuadro 8. Análisis de varianza (ANVA) para número de hojas por planta	37
Cuadro 9. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para número de hojas por planta	37
Cuadro 10. Análisis de varianza (ANVA) para número de flores por planta	39
Cuadro 11. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para número de flores por planta	39
Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del fruto	41
Cuadro 13. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para el diámetro del fruto	41
Cuadro 14. Análisis de varianza (ANVA) para la longitud del fruto	43
Cuadro 15. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para la longitud de fruto.	44
Cuadro 16. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos por planta	45
Cuadro 17. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para número de frutos por planta.	46
Cuadro 18. Análisis de varianza (ANVA) para el peso del fruto por planta	47
Cuadro 19. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para el peso del fruto por planta.	48
Cuadro 20. Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento.	49
Cuadro 21. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para el rendimiento.	50
Cuadro 22. Ingreso bruto de la frutilla con ajuste de 10%	52
Cuadro 23. Presupuesto parcial de la producción de frutilla con diferentes niveles de fertilización	53

ÍNDICE DE LOS GRÁFICOS

Grafico 1. Comportamiento de la temperatura máxima, media y mínima mensual	33
Grafico 2. Humedad minina, máxima y media mensual	34
Grafico 3. Promedios del diámetro de la mata o planta.	36
Grafico 4. Promedios de número de hojas	38
Grafico 5. Promedios de numero de flores por planta	40
Grafico 6. Promedios de diámetro de frutos por planta	42
Grafico 7. Promedios de longitud de frutos por planta	44
Gráfico 8. Promedios de número de frutos por planta	46
Grafico 9. Promedio del peso del fruto por planta	48
Grafico 10. Promedios del rendimiento en kilogramos por hectárea	50

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Cota-Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada en la provincia Murillo del Departamento de La Paz. Iniciándose el mes de Junio hasta la conclusión a fines de Diciembre.

El objetivo del trabajo fue evaluar agronómicamente el cultivo de frutilla (*Fragaria sp.*) con diferentes niveles de abono orgánico en ambiente atemperado.

Se utilizaron tres niveles de fertilización orgánica fueron 10, 20 y 30 (Tn/ha) respectivamente frente a un testigo sin abono alguno, la variedad que se utilizó fue la Sweet Charlie.

El diseño experimental propuesto para evaluar dicha investigación, fue el Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Se registró la temperatura en el interior de la carpa (mínima y máxima) desde la plantación de los estolones hasta la última cosecha de la primera temporada.

Los parámetros evaluados fueron: cobertura vegetal, número de hojas por planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, peso del fruto por planta longitud del fruto, diámetro del fruto, y rendimiento del fruto.

Las distintas fertilizaciones incorporadas al suelo para la producción de la frutilla, resultaron de manera óptimas con respecto al testigo, registrando los mejores rendimientos con la fertilización de 20 y 30 toneladas por hectárea alcanzándose un promedio de 1247.07 y 1570.88 kg/Ha respectivamente.

Con respecto al análisis económico, se tiene que el mayor Beneficio Neto se obtuvo con el tratamiento cuatro (30 toneladas por hectárea) y para el resto de los tratamientos significaron menores beneficios en relación a los costos. Por otra parte el indicador económico Beneficio/Costo para los tratamientos 3 y 4 reportaron rentabilidad económica.

1. INTRODUCCIÓN

La frutilla (*Fragaria sp.*) se ha convertido en un cultivo industrial muy importante a nivel internacional se puede afirmar que posee las más variadas y complejas posibilidades de manejo, esta condición le ha permitido un desarrollo inusitado en las áreas productivas, al desarrollo científico y tecnológico en la producción de esta fruta ha contribuido la naturaleza de su morfología y fisiología, que permite manejarla en diferentes condiciones y también la atracción que ofrece sus características de forma, color, gusto y aroma; lo que ha hecho que la frutilla sea uno de los productos más apetecidos, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados de gran demanda universal.

Esta especie es un cultivo de amplio espectro. En nuestro medio esta especie se ha adaptado favorablemente a condiciones de ambientes atemperados en el altiplano boliviano. Ofrece ventajas con relación a otros cultivos como la lechuga que normalmente se explota en carpas solares, debido a que esta es menos voluminosa, su producción es mayor y por tanto su comercialización por unidad de superficie respecto a otros cultivos también es mayor.

Además otras ventajas para el agricultor frente a los cultivos tradicionales, como especie alimenticia son importantes por su alto contenido de vitaminas, hidratos de carbono y proteínas.

Respecto a la nutrición vegetal se maneja inadecuadamente, razón por la cual la aplicación de abonos orgánicos es una alternativa para recuperar los suelos y mejorar el rendimiento de los cultivos.

El presente trabajo de investigación, trata de incentivar la producción del cultivo de frutilla orgánica, dado que su comercialización hoy en día en todos los países y está presente en diversas preparaciones tanto en golosinas para niños como para saborizar jarabes medicinales, como así también en usos diversos en confituras y dulces. En este sentido se pretende dar a conocer las ventajas del abono orgánico para su fertilización a nivel productor.

Por lo tanto, presenta una alternativa de incentivo económica, ecológica, utilizar para el cultivo fertilizantes orgánicos que están al alcance del agricultor y son muy apreciados por el consumidor.

Por lo expuesto, la presente investigación se plantea los siguientes objetivos.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar agronómicamente el cultivo de frutilla (*fragaria sp.*) Con diferentes niveles de abono orgánico en ambiente atemperado en el Centro Experimental Cota-Cota

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficiencia de los diferentes niveles del abono orgánico en el cultivo de la frutilla.
- Determinar las características agronómicas del cultivo.
- Efectuar el análisis económico de estudio, bajo diferentes niveles de tratamientos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del cultivo:

Según Proexant, (2004), menciona que la frutilla salvaje, de sabor aroma intensísimos, es originaria de Europa y más concretamente de la región alpina. Esta fruta ya era apreciada en la antigua Roma y valorada de los alquimistas medievales entre otros.

Para Villagrán (1994), la historia de la frutilla moderna empieza en los siglos XVI y XVII, poco después del descubrimiento y la colonización de América; aunque ya se conocía su crecimiento en huertos familiares y jardines reales de Europa, como los de Carlos V en el Louvre (siglo XIV). La mayoría de estos clones cultivados eran de fruto pequeño, pero apetecidos por el aroma, sabor y por las virtudes medicinales que se le atribuye.

2.2. Importancia del cultivo

Juscafresa (1987), indica que el cultivo de la frutilla, a pesar de ser muy exigente en cuanto a la mano de obra, a la recolección de frutos y atenciones en el curso del desarrollo de la planta, año tras año toma un incremento inusitado.

El mismo autor señala que la importancia actual que se a dado en el mundo a la frutilla, ha hecho que su cultivo se extienda a casi toda Europa, principalmente en el Reino Unido, Francia, Alemania, ex-Yugoslavia, países bajos Polonia y España. En América, Estados Unidos, Canadá. México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Hay opiniones que sostienen que la fresa es uno de los productos con creciente posibilidad de expansión de consumo incluso a mercados alejados que pueden ser abastecidos gracias al transporte aéreo, en grupo de investigadores han dedicado su trabajo al estudio y ordenamiento de las variedades espontáneas para definir sus características y composición cromosómica que sirva de aporte a la obtención de nuevas variedades cultivables de alto rendimiento.

2.3. Características del cultivo

2.3.1. Clasificación taxonomía

Según Terranova (1995), indica que la clasificación de este frutal es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Subclase.	Dicotiledónea
Orden:	Rosae
Familia:	Rosaceae
Género:	Fragaria

2.3.2. Descripción botánica

2.3.2.1. Raíz

De acuerdo a Terranova, (1995), la planta tiene dos tipos de raíces, las primarias que son las largas, y las secundarias, cortas y abundantemente derivadas de las primarias. En una planta bien desarrollada puede haber de 20 a 40 raíces primarias o más y centenares de raicillas o raíces secundarias. Bajo condiciones favorables, de la base de cada hoja salen seis raíces primarias, tres a cada lado.

Floquer (1986), menciona que tanto la planta madre como los estolones, emiten raíces adventicias en las zonas de los tallos en contacto con el suelo húmedo.

2.3.2.2. Tallo

Floquer (1986), sostiene que la planta joven presenta un tallo de tamaño reducido denominado "corona", que se alarga lentamente formando entrenudos muy cortos y nudos donde se insertan las hojas y las yemas axilares. La corona original se ramifica formando coronas secundarias que pueden llegar a diez o más. Cuando la planta alcanza cierto estado de desarrollo, en condiciones ambientales favorables, emiten ramificaciones de gran longitud llamadas "estolones", constituidos normalmente por dos entrenudos de 10 a 20 cm de longitud y 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 secundarias que repite el proceso y así sucesivamente en progresión geométrica,

2.3.2.3. Hoja

Terranova (1995), indica que las hojas son trifoliadas, lisas o pubescentes, de diferentes tonalidades de verde según la variedad. Los peciolo son largos y delgados, con dos estipulas en la base que los recubren, y un brote para producir un conjunto de hojas, un renuevo o una inflorescencia.

Según Floquer (1986), la planta originada en una semilla produce principalmente dos cotiledones redondeados epigeos, a continuación aparecen dos hojas simples, bi, tri o penta lobuladas; posteriormente aparecen las hojas compuestas trifoliadas que constituye el follaje normal de la planta. En una hoja compuesta se distingue la "vaina" que envuelve parcialmente al tallo con dos "estípulas" puntiagudas, orientadas en dirección distal con respecto al tallo, frecuentemente rojizas; el "pecíolo" pubescente, con una longitud de 3 a 20 cm, según la variedad y las condiciones en las que se desarrolla la planta; la "lámina" formada por tres folíolos terminales levemente pedunculados de borde aserrado y cara inferior finamente pubescente.

2.3.2.4. Flor

Al respecto Terranova (1995), indica que se distinguen tres tipos de flores: macho o estaminada, hembra o pistilada y perfecta o hermafrodita. La flor perfecta tiene cinco sépalos, cinco pétalos blancos o amarillos, y numerosos estambres, los pistilos también son numerosos, dispuestos en espiral sobre el receptáculo.

Juscafresa (1987), menciona que posee flores hermafroditas, grandes con sépalos normales y pétalos blancos, delgados, el pedúnculo es corto, están dispuestas en corimbo al extremo de un escapo corto, veloso, vigoroso que alcanza alturas inferiores a las del follaje.

2.3.2.5. Fruto

Cuadro 1. Composición química de la parte comestible del fruto (100g)

Agua	89.9 %
Proteína	0.8 %
Grasa	0.5 %
Carbohidratos	6.9 %
Fibras	1.4 %
Cenizas	0.5 %
Otros componentes en (mg)	
Calcio	28.00
Fosforo	27.00
Hierro	0.80
Vitamina	30
Tiamina	0.03
Riboflavina	0.07
Niacina	0.30
Acido ascórbico	650.00
Calorías	32

Fuente Terranova; (1995)

Juscafresa (1987), señala que los frutos de la frutilla varían de forma en un mismo pie y que las semillas son pequeñas, negras y hundidas.

Con relación a los frutos Terranova (1995), indica que una vez efectuada la fecundación, los pétalos y los estambres caen; el receptáculo crece, se vuelve carnoso y se llena de agua azucarada y acidulada. Cuando la polinización es defectuosa en algunas partes de la frutilla no se forman achenios y el fruto presenta deformaciones.

Morales (1994), señala que la frutilla es un fruto múltiple (poli achenio), los achenios vulgarmente llamados semillas, son frutos secos indehiscentes uniseminados que se encuentran insertados en la superficie del receptáculo.

2.3.2.6. Estolones

Terranova, (1995), indica que son ramas verdes o rosadas, cilíndricas algo, vellosas, que nacen en las axilas de las hojas y se alargan horizontalmente tiene nudos de trecho, a partir de los cuales se forman nuevas plantas; un estolón puede dar origen a cuatro o más plantas. La mayoría de las variedades producen estolones; hay algunas no estoloníferas y su multiplicación debe hacerse por macollas.

Villagrán (1994), señala que corresponden a una especie de tallo rastrero que crece horizontalmente desde la corona. A partir de segundo nudo de cada estolón se forman una nueva plantita que emite raíces que la afirman y alimentan.

2.3.3. Deficiencia de polinización

Villagrán (1994), menciona que la ausencia o insuficiencia de agentes polinizantes (Vientos o Insectos), temperaturas menores a 12° C y mayores a 30° C, o heladas de 0°C que queman los estambres.

2.3.4. Fisiología del desarrollo

Vigliola (1992), indica que en el ciclo anual de la planta se distingue dos estados:

- Vegetativo. La planta se mantiene en estado vegetativo indefinidamente con temperaturas altas y fotoperiodo largo. Las variedades no reflorescentes la inducción de los primordios florales es foto dependiente.
- Reproductivo. Se inicia en primavera con temperaturas crecientes y días largos. La aparición de las flores es termo dependiente.

Según Maroto *et al* (1995), menciona las siguientes fases fonológicas de la frutilla:

- **Fase A**, o de reposo vegetativo. Fase en la que el crecimiento foliar es reducido y cuando se observa hojas rojizas y secas.
- **Fase B**, o de iniciación de la actividad vegetativa. Fase manifestada por la aparición de brotes turgentes y formación incipiente de hojas en estado rudimentario.
- **Fase C**, o de botones verdes. Fase en la cual las hojas entran en estado rudimentario.

- **Fase D**, o de botones blancos. Fase en la que se observa botones blancos en forma ostensible, sin que los pétalos se hayan desplegado.
- **Fase E**, o de iniciación de la floración. Fase en la que se constatan tres a cinco flores abiertas por planta.
- **Fase F**, o de plena floración. Fase en la que un 50 % de las flores están abiertas.
- **Fase G**, o fin de la floración. Fase en la que se observa la caída de los pétalos y se inicia el cuajado de frutos.
- **Fase H**, o de fructificación. Fase en la que los frutos verdes son claramente ostensibles en su mayoría.

2.4. Variedades de Frutilla

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

Las variedades existentes son:

Oso Grande

De color rojo anaranjado, calibre grueso y buen sabor, la planta es vigorosa y de follaje oscuro. Presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. En zonas de invierno frío, el transplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente, se aconseja una densidad de plantación de 6 - 7 plantas/m².

Camarosa

Variedad de la Universidad de California, de Día Corto.

Fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza, muy vigorosa, de hoja de color verde claro, de forma piramidal, larga, muy regular en toda la temporada, con un promedio de peso superior a los 26 grs., se recomienda una densidad de plantación de 6 plantas/m².

Es sensible a enfermedades fungosas como "Oidium", en especial en climas lluviosos y calurosos.

Chandler

Variedad de la Universidad de California,.

Es una planta semi erecta de día Corto, de tamaño medio, hojas de color verde pálido.

Posee buena capacidad para producir coronas.

Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafo climáticas y tiene un alto potencial de producción. El fruto tiene buen tamaño, es firme, buen sabor y color rojo por dentro. En determinadas condiciones climáticas la maduración es incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco.

Pájaro

Planta de día corto, de poco desarrollo, sensible a Viruela, Phytophthora, Botrytris y Oidio, es de regular capacidad para producir coronas. No es muy productiva.

El fruto se destaca por su calidad, es firme, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional.

Douglas

La Planta de día corto y de color muy claro, por lo cual tiende a confundirse con alguna deficiencia o enfermedad.

Presenta una segunda flor después de 20 días de la primera. Tiene una elevada capacidad para producir coronas. Es muy precoz. (<http://www.ingenieriaagricola.cl>)

Sweet Charlie

Según Villagrán (1994), Esta variedad ha demostrado una gran adaptación a diferentes sistemas de producción bajo variadas condiciones de cultivo, es una variedad de día corto, alta productividad, presenta frutos grandes.

Jiménez (2000), indica que la variedad Sweet Charlie posee tolerancia a antracnosis de fruto y corona, enfermedad causada por un complejo de hongos de primer género *Colletorchim*, y a bacteriosis cuyo agente causal es una bacteria denominada *Xanthomonas fragariae*.

(www.fia.gob.cl). La variedad Sweet Charlie, tiene una precocidad importante y frutos de: tamaño mediano, muy parejo y bien formado con una firmeza óptima. Es apta para la plantación de otoño y verano, y para la exportaron en fresco debido a su gran firmeza y bonita forma de sus frutos.

CCI (2000), es una de las variedades más adaptadas en climas cálidos debido a su origen. Resiste mayores niveles de humedad que las otras variedades. La forma de frutilla es casi perfecta, en cuanto al sabor y aroma es muy especial. El tamaño es medio.

2.5. Requerimientos del Cultivo

2.5.1. Clima

Yuste (1997), menciona que el cultivo de la Frutilla tiene exigencias climáticas:

Cuadro. 2 Exigencias climáticas de la frutilla

TEMPERATURAS CRITICAS	Punto de congelación	-3 a -5°C
	Crecimiento cero	2 a 5°C
	Temperatura optima día	15 a 18°C
	Temperatura optima noche	8 a 10°C
ARAIGO	Temperatura mínima	10° C
	Temperatura optima	18° C
	Temperatura máxima	35° C
MADURACION	Temperatura optima día	18 a 25°C
	Temperatura optima noche	10 a 13° C

Fuente: Yuste (1997),

Proexant, (2004), indica que una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización. La humedad relativa más o menos adecuada es de 60 y 75 %, cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario, cuando es deficiente, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción, en casos extremos las plantas pueden morir.

2.5.1.1. Frío recibido antes de la plantación

En cuanto al frío recibido por la planta Villagrán (1994), indica que el frío que la planta tome, antes de plantarse en el lugar definitivo actúa sobre hormonas que influyen en la producción de yemas. A mayor cantidad de frío, mayor cantidad de yemas vegetativas.

Las plantas entran en receso o latencia, con temperaturas entre 0° y 7° C. Las bajas temperaturas de otoño junto a fotoperiodos cortos (menores de 11 horas luz) inducen la formación de yemas florales, desarrollo de corona y reducción de tamaño de las hojas.

Sudsuki (1992), afirma que la frutilla es una planta de requerimientos de frío bastándole 350 a 450 horas frío acumulado, por lo cual el máximo rendimiento se obtiene en zonas de clima templado.

2.5.1.2. Suelo

Villagrán (1994), menciona que el cultivo de la Frutilla requiere suelos con:

Cuadro 3. Requerimientos del suelo.

FACTORES	RANGOS NORMALES
Materia orgánica	2.5 a 6.5 %
Elementos mayores	N disponible = 40 a 80 ppm
	P ₂ O ₅ disponible = 20 a 60 ppm
	K ₂ O disponible = 150 a 200 ppm
PH	5.8 a 7.5
Conductibilidad eléctrica	Menos de 1.5 milisiemens (ms/cm)
Cationes solubles (iones positivos)	Ca, Mg, Na y K
Aniones (iones negativos) como:	Carbonates, cloruros y sulfatos

Fuente: Villagrán (1994)

Sudsuki (1992), afirma que la frutilla puede desarrollarse en muy variados tipos de suelo, pero prefiere los suelos, franco y arenos arcillosos, con un mínimo de 40 a 50 cm. De profundidad, bien drenados, sin salinidad (con menos 1,5 ms/cm), el declive no debe sobrepasar 2-3 %. No son suelos aptos para frutilla los muy arcillosos, muy húmedo y frío.

2.5.2. Fertilización

Juscafresa. (1987). Indica que el fresal por ser una especie muy productiva, la rápida producción del fruto es causa de un consumo acelerado de fertilizantes y muy particularmente de materia orgánica para mantener la fertilidad del suelo, dependiendo de estas para prolongar su permanencia en el cultivo

Al respecto Childers (1982), indica que antes del trasplante de las fresas resulta necesario asegurar el logro de una elevada producción mejorando la fertilidad del suelo lo máximo posible, con una elevada contenido en materia orgánica, en suelos bajos en fertilidad de materia orgánica, se sugiere efectuar un programa de abonos verdes por uno o dos años antes de la implantación del fresal. De lo contrario, es recomendable usar un fertilizante 1-4.4 o 1-4-2 dependiendo del análisis del suelo. Si el crecimiento es débil. Aplicar un fertilizante 1-1-1 cuatro semanas después de plantar, utilizando 30 a 35 kg / ha de nitrógeno verdadero. Si el desarrollo sigue siendo débil, repetir la aplicación a las tres o cuatro semanas.

Chilon (1996), indica que cualquier residuo orgánico (animal o vegetal) incorporado al suelo es transformado por los microorganismos en forma gradual: y con salida de energía hasta la fase de liberación de los nutrientes minerales contenidos en los residuos orgánicos. En el proceso de descomposición de total de la materia orgánica incorporada al suelo el 65 % se pierde como: CO_2 . H_2O . Energía, etc. Sólo el 35 % pasa a formar sustancias orgánicas humificadas, la cual es utilizada en la síntesis microbiana.

2.5.3. Riego

Juscafresa (1987), indica que el cultivo por su largo periodo vegetativo tiene mayores necesidades hídricas lo que obliga a cultivarla en tierras de regadío, ya que la más insignificante sequía sería motivo para que se perdiese una gran parte de la cosecha y de ser la sequía persistente puede perderse hasta la misma planta.

Floquer (1986), recomienda el riego por aspersión desde la plantación hasta que las plantas estén bien arraigadas El riego por aspersión no puede usarse durante la cosecha puesto que deteriorara la calidad de fruta y favorece la difusión de hongos y bacterias.

Al respecto Childers (1982), indica, que la fresa 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 que un fresal tiene un consumo hídrico de 400 - 600 mm anuales en otras palabras es de 2-4 (Lt/m²).

2.6. Manejo del cultivo de la frutilla.

2.6.1. Preparación del terreno.

Según Sudsuki (1992), en cuanto a la preparación del terreno enfatiza que la frutilla se cultiva en forma anual o bianual y requiere de un suelo muy bien preparado, como para hortalizas. Antes de plantar, el suelo debe ser cuidadosamente mullido y en muchos casos nivelado. En el caso de existir agua sobre los 60 cm de profundidad, se deben hacer los drenes necesarios. Las raíces de la frutilla en ningún caso deben permanecer en suelos húmedos. En muchos casos el suelo debe ser fumigado para evitar ataques de *verticillium* o nematodos y para eliminar larvas de insectos y aun disminuir la población de algunas malezas presentes en el lugar.

Al respecto Juscafresa (1979), indica que las tierras deben prepararse por lo menos dos meses antes de la plantación, y aplicando en la primera labor los abonos orgánicos, ya sea estiércol, compost, para que en el momento de la plantación estos estén relativamente descompuestos y bien repartidos en el suelo.

Debe tener en cuenta que el fresal son plantas vivaces que pueden mantenerse en el mismo suelo hasta tres años y durante espacio de tiempo únicamente podrán practicarse escardas superficiales.

2.6.2. Plantación

Según Childers (1982), la planta debe ser vigorosa, saludable y tener el sistema radicular bien podado, las hojas de la planta tienen que haber sido cortadas excepto una. Primero se coloca la planta verticalmente de modo que la corona esté a nivel de la superficie del suelo, posteriormente se apisona bien el suelo alrededor de la planta.

Al respecto Sobrino et al (1989), indica en el caso de los estolones se facilita el enraizamiento fijándolos con un poco de tierra a nivel de los suelos.

2.6.3.- Épocas de Plantación:

Floquer (1986), señala que se pueden distinguir dos modalidades que regulan la fijación de las épocas convenientes para realizar las plantaciones destinadas a la producción de fruto: cuando se utilizan plantines que se extraen del vivero y se llevan directamente al campo y son extraídos y almacenados por cierto tiempo (desde 15 días hasta 7 y 8 meses), en frigorífico, previo a la plantación, siendo denominadas planta-frigo.

- ❖ "Climas con inviernos fríos", cuyas plantaciones se realizan a fines de otoño.
- ❖ "Climas con inviernos templados", cuyas plantaciones se efectúan con preferencia a principios de otoño.
- ❖ "Climas tropicales de altura", donde se realizan las plantaciones en cualquier época del año.

Según Childers (1982), cuando se realiza la plantación en primavera es de gran importancia implantar plantas vigorosas al comienzo de dicha estación, con el objeto de que puedan desarrollar la cantidad requerida de plantas hijas vigorosas en el otoño. Cuando más grandes son las plantas individuales al finalizar la primera temporada, mayor será el número de yemas fructíferas formadas y mayor será la cosecha y las fresas en el próximo año.

2.6.3.1. Plantaciones de verano.

Según Sobrino et al (1989), se efectúa desde Diciembre hasta principios de Marzo dependiendo de la variedad. Como esta plantación se hace en pleno verano con plantas que han permanecido por seis meses en frigorífico, se debe mantener una muy buena humedad mediante riegos continuos y superficiales, de preferencia por aspersion, para lograr un buen establecimiento. Las primeras flores aparecen a los siete y ocho semanas después de la plantación, pero conviene estimular estas flores para estimular el crecimiento de las plantas. Las ventajas de este sistema son: Alto rendimiento desde el primer año, Fruta de muy buena calidad, no se presentan grandes variaciones de un año a otro.

2.6.3.2. Plantaciones de invierno

Al respecto Sobrino et al (1989), indica que aunque se plante entre Abril y Mayo se denomina de invierno porque las plantas crecen en esta estación. Recomendado para las zonas costeras con clima suave, libre de heladas, las plantas deben provenir de viveros

donde las bajas temperaturas ocurren temprano y las plantas entran en receso antes. El éxito de esta plantación depende del desarrollo de las plantas en los días cortos de invierno: mayo, junio y julio. Si se logra el crecimiento de un buen número de hojas en esos meses, hay mayores posibilidades de alta producción en los meses de Septiembre-Octubre.

PROXEANT, (2004), en este sistema se explota en forma comercial la primera floración que se produce a los dos meses de establecido el frutillar, por lo que es muy importante que la zona a plantar esté libre de heladas. La fruta que se produce en este tipo de plantación es más precoz y de gran calidad principalmente porque se produce en plantas jóvenes y aún cuando el rendimiento es menor se obtendrán buenos precios.

Cuadro 4. Comportamiento estacional de la frutilla

Estación	Características Climáticas	Pauta de Comportamiento
Otoño	Disminución de fotoperiodo y de la temperatura.	Fin del estolonado, diferencia floral e iniciación de la latencia.
Invierno	Fotoperiodo mínimo y bajas temperaturas.	Poca actividad vegetativa.
Primavera	Aumento de fotoperiodo y aumento de la temperatura.	Reanudación de la actividad vegetativa, floración, fructificación e iniciación del estolonado.
Verano	Fotoperiodo máximo y temperatura máxima.	Disminución de la floración y aumento del estolonado.

Fuente: Verdier (1987).

Villagrán (1994), manifiesta que no se puede suplir en cámaras frigoríficas todas las horas frío que la planta necesita, ya que es necesario la combinación frío y fotoperiodo corto para una buena formación de yemas florales.

2.6.4. Sistemas de Plantación

Childers (1982), señala en general tres sistemas:

Sistema de platabanda

En este sistema se eliminan todos los estolones que provienen de la planta madre y se emplea cultivares que desarrollan pocos estolones. Las plantas individuales adquieren entonces un gran tamaño y producirán más que las del sistema de mata.

❖ Sistema de hileras espaciadas

Este sistema se usa para cultivares que poseen una capacidad limitada o débil en emitir estolones y producir plantas hijas. En este sistema, las plantas hijas se separan a distancias definidas, en estolones seleccionados, hasta que se obtiene la cantidad deseada de plantas hijas por planta madre. Los estolones formados últimamente son eliminados a medida que aparecen o bien todos los estolones en exceso.

❖ Sistema de Mata

Al emplear este sistema, los cultivares que no forman rápidamente estolones, no deben plantarse a distancias mayores a 45 cm. Cuando hay peligro de pérdidas por ataque de gusanos blancos o sequía severa la distancia de plantación en las filas no debe exceder de 45 cm para todos los cultivares. A pesar de que este sistema es probablemente el más simple y menos costoso para conducir, no iguala los registros de producción de alta calidad logrados en los sistemas en que las plantas son espaciadas a mano.

2.6.5. Densidades de plantación

Childers (1982), indica que la distribución óptima de las plantas, es quizás uno de los más importantes factores para lograr el máximo rendimiento en cualquier cultivo. La alta población significa un efecto competitivo entre las plantas por luz, agua, nutrientes, espacio físico tanto sobre la superficie como por debajo. Esta competencia se refleja en el tamaño de la planta así como en el número de frutos por planta.

2.6.6. Distancia de plantación

Según Vigliola et al (1992), en los cultivos anuales se realizan surcos a 0.40-0.50 m dejando 0.25 m entre plantas. También se puede efectuar sobre lomos distanciados a 0.80 m con dos

surcos plantados en forma alternada, o de 0.90 m y tres surcos alternados. También indica, que para plantaciones plurianuales, donde el cultivo se cosechará dos o más temporadas, las distancias de plantación deben ser amplias. Se realiza surcos distanciados a 0.70-0.80 m y 0.30-0.35 m entre plantas.

2.6.7. Labores Culturales

2.6.7.1. Eliminación de flores

Childers (1982), indica que los pedúnculos florales deben eliminarse a medida que aparecen en las plantas; de otro modo, las flores originarán un pronunciado drenaje de elementos nutritivos, detrimento de la vitalidad de las plantas, reduciendo el número de las plantas hijas, y la subsiguiente cosecha de frutillas.

2.6.7.2. Poda de Raíces.

Hill (1988), señala que se debe podar las raíces antes de la plantación, acortándolas de 2,5 a 5 cm, ésta práctica facilitará la tarea de extender las raíces en el momento de la plantación, y lo que es más importante estimulará el crecimiento de gran cantidad de nuevas raicillas, como resultado se tendrá plantas exuberantes que darán copiosos frutos como cosecha.

2.6.7.3. Poda de hojas.

Para Villagran (1994) el significado de la poda de hojas consiste en eliminar todas las hojas adultas ya no funcionales, se hace a fines de invierno. Para evitar enfermedades o plagas es mejor quemar estas hojas.

2.6.7.4. Eliminación de estolones.

Villagran (1994), indica que en una plantación para fruta, se deben eliminar los estolones, lo que permite aumentar la superficie foliar mejorando de este modo la fotosíntesis, evitando un desgaste inútil de energía en la planta.

2.6.7.5. Control de malezas.

Vigliola (1992), indica que al ser un cultivo de porte bajo y que no cubre totalmente el suelo, es muy perjudicado por las malezas. Luego de cada lluvia o riego es conveniente hacer un control mecánico utilizando un escardillo entre líneas y una azada en la línea. Las carpidas mejoran, además la aireación e infiltración del agua en el suelo.

2.6.7.6. Control de plagas y enfermedades.

2.6.7.6.1. Plagas.

Maroto (1995). Menciona las siguientes plagas que atacan al cultivo de la frutilla:

- Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis Boisduvaí*)

Su forma larvaria es quizás el mayor comedor de las hojas de la planta de fresa. Su incidencia en plantaciones estivales desde la plantación hasta el mes de Noviembre.

- Pulguilla azul (*Naitica olerácea L.*)

Plaga que se observa durante los meses de julio, agosto y septiembre.

- Antonomo del fresal (*Anthonomus rubí Herbst*)

Coleóptero que realiza la puesta sobre los botones florales, provocando la desecación y marchitamiento de los mismos.

- Gorgojos (*Otiorrhynchus sulcatus F.*)

Sus larvas pueden inferir un grave daño a las coronas y sistema radicular de las plantas, marchitándolas como consecuencia de las galerías que originan.

- Arañas rojas (*Tetranychus cinnabannus Boisd*)

Las hojas atacadas presentan decoloraciones amarillentas, es la sintomatología externa más importante.

- **Trips:** Ataca a las flores y frutos recién formados, no es de gran importancia económica

2.6.7.6.2. Enfermedades

Villagrán (1994), menciona las siguientes enfermedades:

Cuadro 5. Enfermedades de la frutilla

AGENTE CAUSAL	SINTOMAS
<i>Viruela o mancha púrpura</i> <i>Micosphaereña fragariae</i> (Ascomicetes)	- En las hojas aparecen pequeñas manchas circulares de 2 a 5 mm., aisladas, distribuidas al azar de color rojo oscuro o violeta. Con el tiempo las hojas tienen una coloración que va desde el púrpura al pardo rojizo.
<i>Oidium o polvillo Sphaerotheca maculans</i>	Las hojas se recubren por el envés con un polvillo blanquecino y enrollamiento de las hojas hacia arriba. La cara inferior de las hojas se vuelve rojiza con bordes secos. - Baja el rendimiento y calidad de la fruta.
<i>Necrosis foliar ; Sphomopsis obscurans</i>	- Manchas púrpuras redondeadas que al agrandarse se vuelve castaño claro en el centro o púrpura violáceo en el borde. - En ambas caras de las hojas aparecen manchas negras.
<i>Enrojecimiento de hojas o mancha roja Diplocarpon earfiana</i>	- Manchas de color rojo púrpura oscuro de 1 a 5 mm de diámetro. - Las hojas presentan aspecto chamuscado color rojizo
<i>Marchitamiento por fusarium</i> <i>Fusarium oxysporum</i>	- Marchitamiento rápido en primavera. - Se produce necrosis del borde y zonas internerviales en las hojas externas.
<i>Pudrición gris o Brotritis Brotrytis cinérea</i>	- Pudrición acuosa, blanca grisácea en los frutos en el cultivo y post-cosecha.
<i>Antracnosis</i> <i>Cólletofachum fragariae</i>	- Pudrición de los frutos y lesiones circulares y hundidas de color café oscuro a negro. - Daño en la corona, tejidos internos toman un color parduzco a pardo rojizo, produciendo marchitez súbita de la planta.
<i>Pudrición roja de la raíz o fizon phytophthora sp</i>	- Severo enanismo de la planta, se marchita, su follaje se torna amarillento apareciendo manchas secas en las hojas.

2.6.7.7. Cosecha de frutos.

Al respecto, Vigliola (1992), indica los puntos a considerar en la cosecha a mano para el mercado: cosechar las variedades de pulpa tierna antes de que alcancen la completa madurez; algunos cultivares deben cosecharse cada día, otros cada dos o tres días; en tiempo caluroso la maduración es más rápida; cada frutilla debe mantener adherido un pequeño trozo del pedicelo; las frutillas cosechadas en la mañana se conservan mejor.

2.6.7.8. Post-cosecha.

INTEC (1989), mencionado por Soria (1993), al respecto indica de modo general para el manipuleo apropiado de los frutos: rápido pre-enfriamiento después de la cosecha, adecuado sistema de envasado a un rango de temperatura de 1°C a 3°C y 90 a 95 % de humedad relativa, dará vida de post cosecha de dos a seis días. Un deterioro de post-cosecha, significa la pérdida de aroma por evaporación de elementos volátiles, esto se hace presente después de los cuatro a cinco días de almacenamiento en frío, dicha pérdida de aroma es uno de los factores más limitantes de la calidad.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente estudio se desarrollo en el Departamento de La Paz, provincia Murillo Primera sección, en los predios de la Facultad de Agronomía ubicado en el Campus universitario de la zona de Cota Cota perteneciente a la Universidad de Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. Rojas (2007)

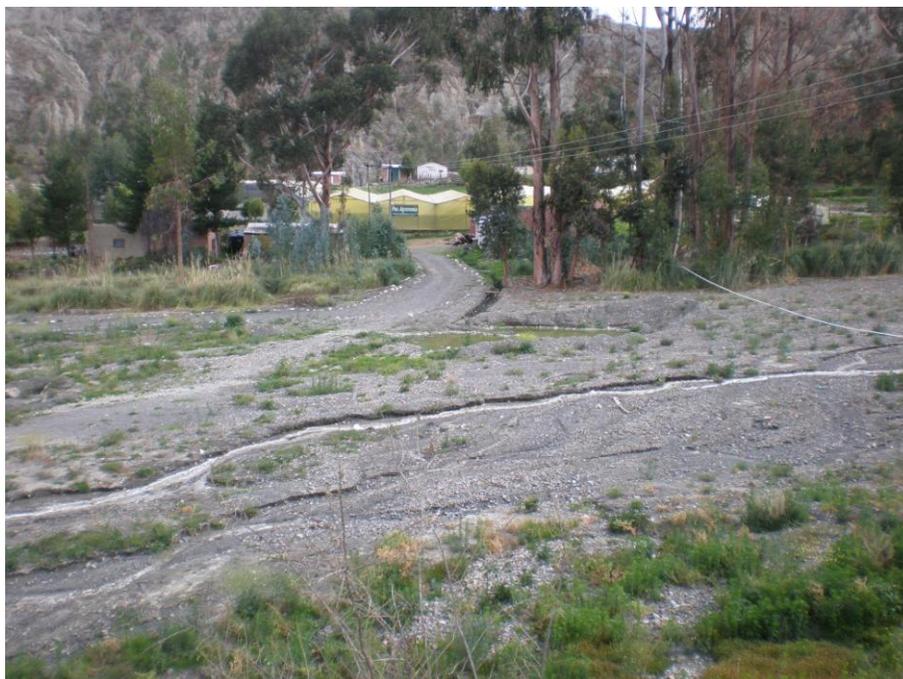


Foto 1 Centro Experimental de Cota Cota

3.1.2. Ubicación geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada a 15 Km., de centro de la ciudad de La Paz que contempla los siguientes parámetros geográficos: presenta una altitud de 3445 m.s.n.m y sus coordenadas referenciales aproximadas son 16°32'04" latitud sur y 68°03'44" longitud oeste del Meridiano Greenwich Rojas (2007).

3.1.3.- Clima

Según SENAMHI, (2000). Presenta un clima medianamente frío y semi- seco por lo general. Con una temperatura máxima de 21,5°C; temperatura media 11.50°C; temperatura mínima -

0.6°C. Con frecuencia se dan heladas leves, las cuales se registran con mayor incidencia en los meses de mayo a agosto, presentando una precipitación pluvial de 488,53 mm y algunas veces superior de 500 a 600 mm anuales bajo diferentes formas y una humedad relativa de 46%: predomina vientos del suroeste en la época de verano y noroeste durante el invierno, lluvia, granizo y muy raramente nieve.

3.1.4. Topografía y vegetación

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

Respecto a la vegetación local existe especies de las familias *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Leguminoceae* y arbustos y árboles *Mirtaceaes*.

3.1.5. Suelo

IBTEN (2001). Menciona que presenta un piso ecológico donde predomina el suelo de tipo coluvial de textura que va desde arcilloso, franco , franco arcillo y arcillo limoso, con bastante presencia de grava en algunos sectores, así mismo presenta un pH promedio de 7.8.

3.1.6. Hidrología

La presencia de agua se debe en muchos casos a la afloración de aguas subterráneos y al aporte de varios riachuelos que aumenta el volumen y caudal del río, en especial en época de lluvias y disminuye el mismo en la estación seca.

Cabe destacar que esta agua en la actualidad presenta una marcada contaminación debido a que en ella desembocan también aguas servidas provenientes de las alcantarillas de urbanizaciones que se ubican alrededor del Campus Universitario.

3.2. MATERIAL DE CAMPO.

Los materiales de campo utilizados mientras duro la investigación fueron los siguientes.

- Invernadero (ambiente atemperado)
- Abono orgánico
- Manguera de riego
- Termómetro máxima y mínima (termohigrometro)
- Calibrador (masca)
- Cinta métrica.
- Balanza de precisión.
- Picota, pala, carretilla, rastrillo.
- Palas de jardín.

3.2.1. MATERIAL DE ESCRITORIO.

- Libreta de registro
- Bolígrafos
- Computadora Impresora y hojas papel bond
- Cámara fotográfica
- Calculadora

3.2.2. MATERIAL VEGETAL.

En el trabajo de investigación el material vegetal que se utilizó fue la variedad Sweet Charlie, que consiste en aproximadamente 416 plántulas de frutilla procedente de Centro Experimental de Cota Cota, que de acuerdo a informes son de plantas madres invitro de la universidad Misael Saracho – Tarija. Paye (2009).

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. Establecimiento del experimento.

El experimento se estableció en ambiente controlado para lo cual se aplicó el diseño experimental “Completamente al Azar” con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, distribuidos en 16 unidades experimentales; cuyo modelo matemático es (Reyes, 1979).

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Cualquier observación
- μ = Media general
- β_j = Efecto del j-ésimo tratamiento
- ε_{ij} = Error experimental

3.3.2. Tratamientos

Villagrán (1994) indica que la materia orgánica asegura la utilización de abonos minerales, así es recomendable aplicar en dosis más o menos de 20 Tn/Ha.

Los tratamientos a realizarse se plantearon de la siguiente manera:

- Tratamiento 1: 0 Tn/Ha de estiércol (testigo)
- Tratamiento 2: 10 Tn/Ha de estiércol
- Tratamiento 3: 20 Tn/Ha de estiércol
- Tratamiento 4: 30 Tn/Ha de estiércol

3.3.3. Dimensiones de la unidad experimental

- Largo de la unidad experimental 3.94 m.
- Ancho de la unidad experimental 1 m
- Área de la unidad experimental 3.94 m²
- N° de plantas por unidad experimental 27
- Distancia entre surcos 1 m
- Distancia entre plantas 30 cm
- N° de tratamientos 4
- Área total cultivable 63 m

3.4. Preparación del suelo

Se realizó una labor de remoción a una profundidad de 40 cm., eliminando las piedras y dejando el suelo perfectamente mullido.

Luego se procedió a la delimitación de las parcelas con la ayuda de una cinta métrica, y estacas de madera realizando la división del terreno en tratamientos y unidades experimentales de acuerdo a las dimensiones establecidas y diseño experimental propuesto.



Foto 2. Remoción y nivelado del suelo experimental

Posterior a esta labor se realizó la incorporación del abono orgánico, que en este caso se utilizó estiércol de camélidos a diferentes niveles, seguidamente se realizó el nivelado con la ayuda de un rastrillo, esto con el fin de favorecer al cultivo en el momento del riego.

3.4.1. Instalación de sistema de riego

Las cintas de goteo se instalaron a una distancia entre cintas de 30 cm., y entre goteos 30 cm., con un caudal de 2 L/ha.



Foto 3. Instalación del sistema de riego por goteo

3.4.2. Cobertura



Foto 4. Forado de la platabanda con la cobertura

Se colocó una cobertura de Mulch de 60 micrones de color negro, perforado a una distancia de 30x30 cm., esto con el fin de evitar que los frutos se dañen.

3.4.2. Plantación

La plantación se realizó en forma manual en horas de la mañana y en horas de la tarde, para lo cual el terreno estuvo previamente humedecido se abrieron orificios a una distancia de 30 cm., entre plantas y a una profundidad de 10 a 15 cm., siempre tratando de no doblar las raíces e inmediatamente se cubrió con la tierra preparada, teniendo cuidado de que la corona de la planta quedara sobre la superficie del suelo y por último se realizó un riego abundante a capacidad de campo (cc).

3.4.3. Labores culturales

3.4.3.1. Poda de raíces

Esta labor se practicó antes de la plantación, podándolas hasta un tamaño apropiado esto con el fin de no doblar las raíces en el momento de la plantación y sobre todo con la finalidad de estimular el desarrollo de nuevas raicillas facilitando el prendimiento de los plantines seguidamente se realizó una desinfección con kupoxil (fungicida en polvo) para la cicatrización rápida de las heridas.

3.4.3.2. Aplicación del riego

El riego se aplicó día por medio 2 L/m² día y posteriormente llegando a 4 L/Ha de acuerdo al requerimiento del cultivo manteniendo una humedad relativa en el suelo.

3.4.3.3. Desflore

Se fueron eliminando las flores tempranas ya que resta vigor a la planta a cambio de una escasa cosecha con muy poco valor comercial, especialmente para la comercialización del fruto fresco Cortez (2007).

3.4.3.4. Refallo

No fue necesario realizar el refallo de los plantines, debido a que después del trasplante, el establecimiento de los plantines fue favorablemente.

3.4.3.5. Control de malezas

En el control de malezas no fue necesario realizar debido a que antes del transplante se cubrió con cobertura lo cual evito el crecimiento de malezas.

3.4.3.6. Eliminación de las hojas secas

A medida que la planta fue formando más follaje se fueron eliminando las hojas viejas, procurando que la planta quedara siempre limpia.

3.4.3.7. Cosecha

La cosechas se realizaron tres veces a la semana, cuando el fruto presentó, las tres cuartas partes de madurez, para la cosecha se utilizó envases plásticos y una balanza electrónica.

3.5.- VARIABLES DE RESPUESTA:

Para la obtención de resultados de las variables de respuesta se consideraron ocho plantas al azar por unidad experimental dejando las plantas de cada extremo. Las variables de respuesta que se evaluaron fueron.

a) Diámetro del fruto

Este variable se determino después de cada cosecha midiendo la parte más ancha del fruto con el uso del calibrador.



Foto 5. Medición del diámetro del fruto

b) Longitud del fruto

Esta variable de respuesta también fue determinada después de cada cosecha con la ayuda del mismo calibrador vernier, midiendo el fruto desde la base del cáliz del fruto, hasta el ápice del fruto.



Foto 6. Medición de la longitud del fruto

c) Diámetro de la planta o mata

Esta variable fue determinada cada siete días, midiendo en unidades de cm., con un flexómetro el diámetro de la cobertura, se fue midiendo desde la iniciación de la actividad vegetativa del crecimiento de la planta.



Foto 7. Diámetro de la planta o mata

d) Número de hojas por planta

El conteo de hojas fue determinada también cada siete días contando las hojas por planta muestreada de los diferentes tratamientos, este conteo se realizó en forma manual desde que en la planta se presentaron las primeras hojas.

e) Número de flores por planta

Para esta variable de respuesta las primeras flores se eliminaron hasta la formación de la cobertura vegetal deseado a partir de ese momento se tomaron los datos cada siete días según fueron apareciendo en la planta nuevas flores.



Foto 8. Número de flores por planta

f) Número de frutos por planta

Para la obtención de los datos de esta variable de respuesta se realizó el conteo de todos los frutos cosechados por planta muestreada.



Foto 9. Número de frutos por planta

g) Peso del fruto por planta

Para la evaluación de la variable se determino el peso de los frutos después de la cosecha en gramos de acuerdo a los tratamientos y las repeticiones en una balanza electrónica.

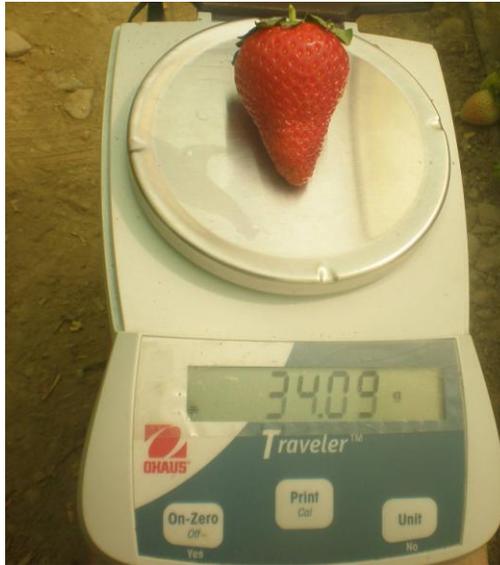


Foto 10. Peso del fruto

h) Cosecha: la cosecha se la realizó de cada unidad experimental por muestra y tratamiento, de acuerdo a la madurez comercial que presentaban, esto cuando los frutos presentan un color pintón en la coloración. Se procedió a recoger en forma manual, en cajas para luego ser pesarlas.



Foto 10. Frutillas cosechadas

El procedimiento de la recolección fue de manera cuidadosa por tratarse de frutos delicados. Las frutillas están listas para la recolección después de los 30 a 40 días de la floración

Serrano (1979), citado por Cortez (2007), recomienda que los frutos deben cortarse por la mañana, cuando no hay rocío, evitando siempre los golpes de calor, se cortara los frutos con las uñas, tomando en el pedúnculo entre los dedos índices y pulgar.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

El trabajo de investigación se inicio el mes de junio hasta el mes de diciembre de 2009. En el cual se obtuvo los siguientes resultados:

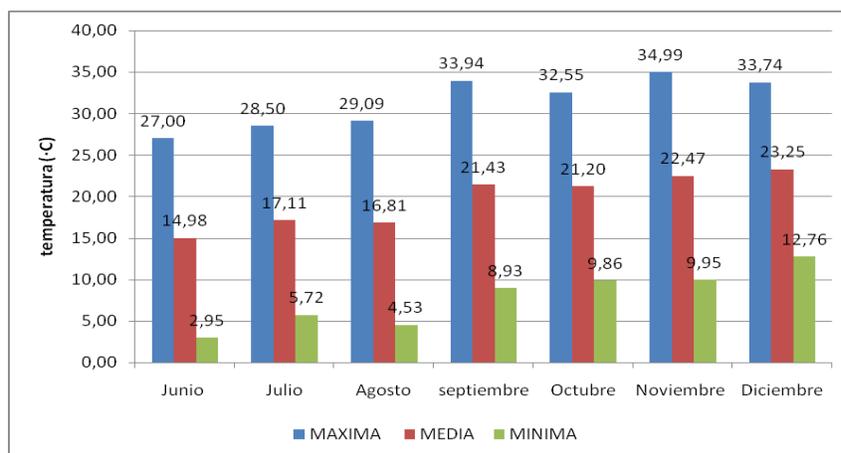
4.1.- Comportamiento de la temperatura durante el ensayo:

Como se muestra en la grafico 1 se observa las temperaturas registradas entre los meses de Junio a Diciembre. Las mismas fueron las siguientes: la temperatura máxima extrema se dio durante el mes de noviembre alcanzando 34.99°C, con una media de 22.47°C, mientras en las temperaturas mínimas extrema se registró durante el mes de Junio con 2.95°C, con una media de 14.98°C.

Las temperatura promedio durante el ensayo fue de 7.81°C, una media 19.61°C y una máxima de 31.40°C lo cual nos indica que los datos están dentro de las temperaturas de arraigo del cultivo de la frutilla.

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

Grafico 1. Comportamiento de la temperatura máxima, media y mínima mensual



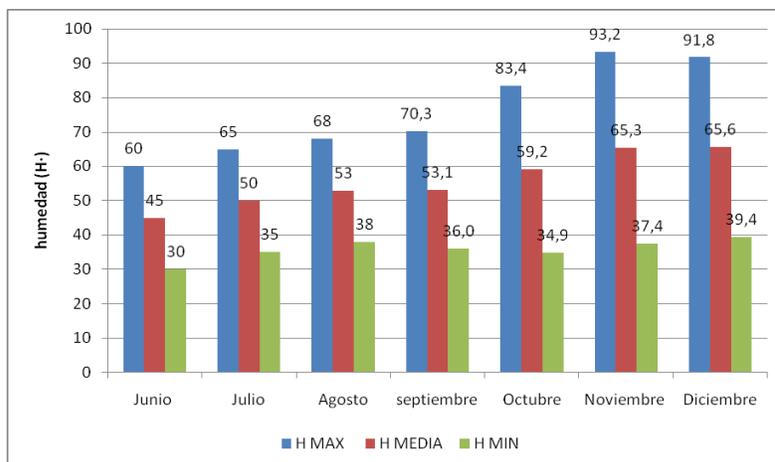
Fuente: propia del autor

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

4.2.- Comportamiento de la humedad durante el ensayo

En el grafico 2 se observa la humedad máxima, mínima registrada entre los meses de junio a Diciembre. Donde la humedad mínima extrema se registró durante el mes de Junio, con un valor de 60%, de humedad y una media de 45%.

Grafico 2. Humedad minina, máxima y media mensual



Fuente: propia de autor

La humedad relativa alcanzó valores altos durante el mes de noviembre reportando un maxima de 93.2% con una media de 65.3%,

4.3.- Análisis estadístico de las variables de respuesta

4.3.1.- Diámetro de mata o planta (cm)

El análisis de varianza (ANVA), para el diámetro de la planta, reportó el siguiente resultado: diferencias significativas en niveles de fertilización orgánico en el cultivo de la frutilla, con un coeficiente de varianza de 6.38 % el cual determina la confiabilidad de los datos obtenidos en el manejo de los tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de la planta o mata.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT	3	35.43	11.811	5.35	3.49 *
EE	12	26.483	2.206		
TOTAL	15	61.917			

CV= 6.38%

* =Significativo

Fuente: propia de autor

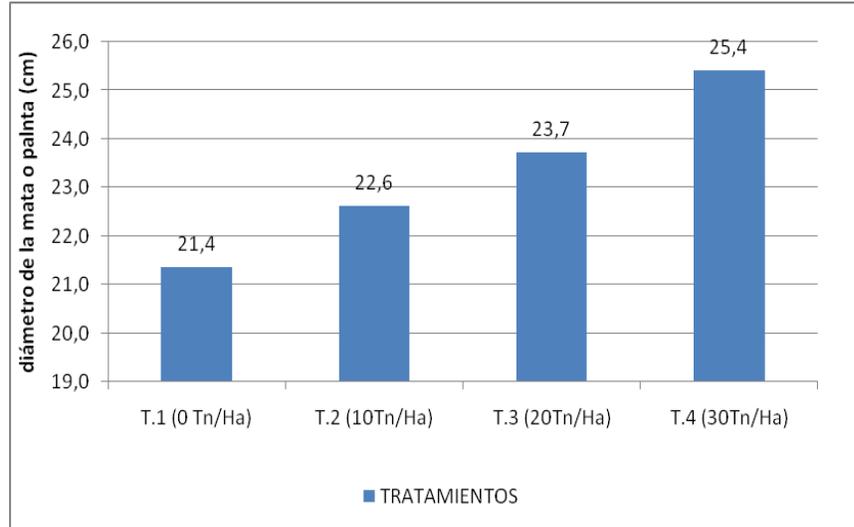
Para establecer las diferencias de las medidas del diámetro de la mata entre los tratamientos, mediante la prueba estadística de Duncan cuadro 7 y grafico 3 se infiere lo siguiente.

Cuadro 7. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para diámetro de mata o planta.

Tratamientos	Promedio (cm.)	Duncan 5 %
T.4	25.41	A
T.3	23.72	A B
T.2	22.63	B
T.1	21.35	B

Fuente: propia de autor

Grafico 3. Promedios del diámetro de la mata o planta.



Fuente: propia de autor

Se puede observar que el diámetro de la planta alcanzada por el tratamiento cuatro registró el mayor promedio, con 25.4cm mostrando superioridad al resto de los promedios, además presento diferencias estadísticas sobre los tratamientos tres, dos, y uno, que no presentan diferencias estadísticas entre si, pero si diferencias numéricas con un promedio de 23.7cm 22.6cm y 21.35cm respectivamente.

Un mayor promedio de la mata es el 25.4 cm que resulto con la fertilización del tratamiento cuatro que es a 30 Tn/Ha el resultado obtenido se debe a que la fertilización posee en su contenido el elemento primordial que es el nitrógeno (N), necesaria para la etapa de su desarrollo y un buen crecimiento de hojas por ende mayor Cobertura foliar.

4.3.2.- Número de hojas por planta

El siguiente análisis de varianza (ANVA), del cuadro 8 se observa los siguientes resultados.

Cuadro 8. Análisis de varianza (ANVA) para número de hojas por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT	3	382.051	127.350	171.28	3.49 **
EE	12	8.922	0.7435		
TOTAL	15	309.974			

CV= 4.8 %

**= altamente significativo

Fuente: propia de autor

El análisis nos muestra que los niveles de fertilización presentan diferencias altamente significancia, por lo tanto se puede interpretar que el número de hojas promedio producida por planta no es homogénea. Entre los tratamientos de niveles de fertilización orgánica.

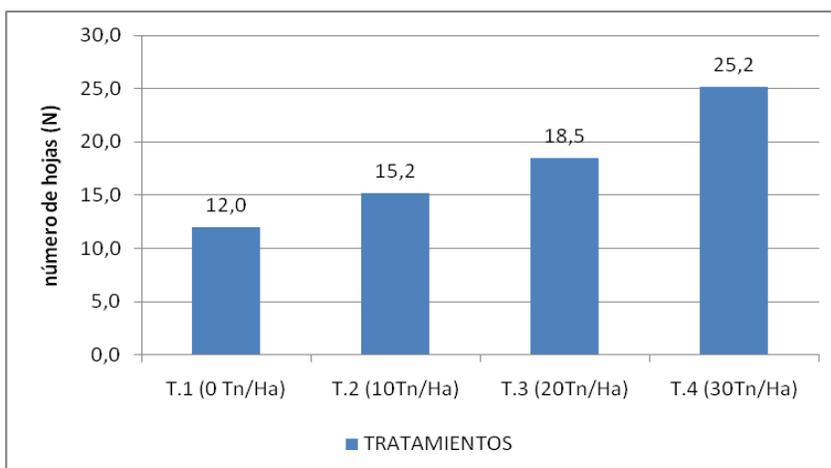
El coeficiente de varianza es de 4.8% determinando la confiabilidad de los datos tomados durante el ensayo del experimento y el manejo aceptable de las unidades experimentales.

Cuadro 9. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para número de hojas por planta

Tratamiento	Promedio (Numero de hojas por planta)	Duncan 5 %
T.4	25.22	A
T.3	18.22	B
T.2	15.22	C
T.1	12.00	D

Fuente: propia de autor

Grafico 4. Promedios de número de hojas



Fuente: propia de autor

De acuerdo de la prueba estadística de Duncan a nivel de 5% cuadro 9 y grafico 4 se evidencia diferencias estadísticas entre los niveles de fertilización orgánica, el nivel 30 Tn/Ha registra el mayor promedio de numero de hojas con 25.22 hojas por planta, a esta le sigue el nivel 20 Tn/Ha con un numero de 18.22 hojas por planta, sin embargo con el nivel 20Tn/Ha se obtuvo 15.2 hojas por planta, seguida por el testigo que obtuvo un promedio de 12 hojas por planta.

Flores (2005), en el estudio realizado comportamiento agronómico de la producción de variedad de frutilla bajo fertilización orgánica e inorgánica en ambiente atemperado, obtuvo con la fertilización orgánica en la variedad Sweet Charlie un promedio de 42 hojas, muy elevada en comparación con el obtenido en el ensayo con la misma variedad, con un promedio de 25.2 hojas por planta.

Serrano (1979) citado por Mendoza (2006) menciona que el crecimiento abundante de la masa foliar da lugar a la formación de determinadas sustancias que inhiben el proceso de la floración.

Lo cual se confirma que durante el experimento se podaron las hojas viejas, para que se formen nuevos botones florales para el aumento de la producción.

4.3.3.- Número de flores por planta

En el análisis de varianza (ANVA) del cuadro 10, se ajustaron los siguientes datos:

Cuadro 10. Análisis de varianza (ANVA) para número de flores por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT	3	10.122	3.37	188.33	3.49 **
EE	12	0.215	0.01		
TOTAL	15	10.337			

CV. 3.8%

**Altamente significativo

Fuente: propia de autor

Como se observa en el cuadro 9 en el análisis de varianza que existe diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización orgánica para la variable de número de flores por planta, por lo tanto los tratamientos no son homogéneos.

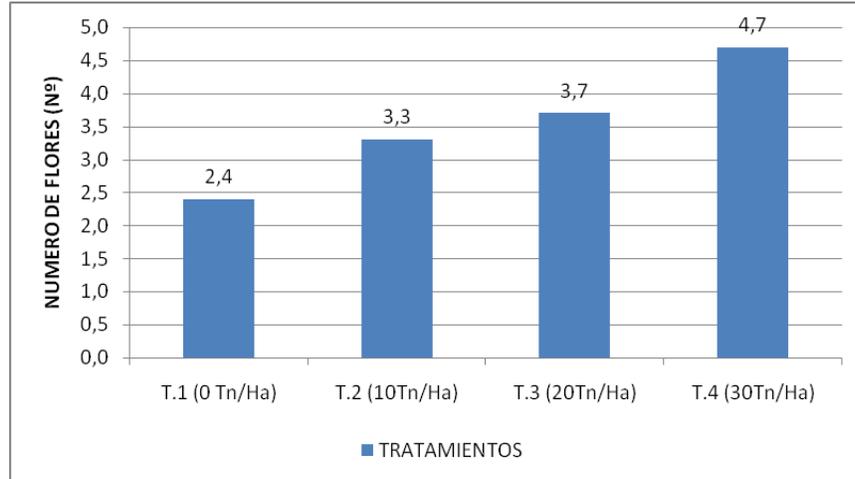
El análisis presentó un coeficiente de variación de 3.8 % lo cual indicando la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 11. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para número de flores por planta

Tratamiento	Promedio flores por planta	Duncan 5 %
T.4	4.65	A
T.3	3.65	B
T.2	3.33	C
T.1	2.43	D

Fuente: propia de autor

Grafico 5. Promedios de número de flores por planta



Fuente: propia de autor

En el cuadro 11 y grafico 5 se observa que se presentan diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos donde el nivel 30Tn/Ha obtuvo un valor de 4.7 flores por planta mostrando superioridad sobre los otros tratamientos seguido por el nivel 20Tn/Ha con un valor de 3.7 flores por planta esta seguido por el nivel 10Tn/Ha con un promedio de 3.3 flores por planta y el testigo con un promedio de 2.4 flores por planta.

Mendoza (2006), en la evaluación de efectos de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas con la variedad Sweet Charlie obtuvo un promedio de 4.28 flores por planta.

Vigliola (1992), menciona que en el estado reproductivo se inicia con temperaturas crecientes y días largos, donde las flores son termo dependiente (variedades no reflorescentes).

Lo cual se confirma que durante el desarrollo de experimento las temperaturas en el interior de la carpa tuvieron una tendencia a subir a niveles óptimos, y la estación de primavera favoreció en la formación de botones florales, y el buen fructificación.

4.3.4.- Diámetro del fruto.

De acuerdo a los resultados expresados en el cuadro 12, de análisis de varianza (ANVA) para el promedio diámetro de fruto por planta determina que existen diferencias altamente significativas con los niveles de fertilización orgánica.

Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del fruto

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT.	3	2.02	0.675	43.12	3.49 **
EE	12	0.18	0.015		
TOTAL	15	2.21			

CV= 3.8 %

**altamente significativo

Fuente: propia de autor

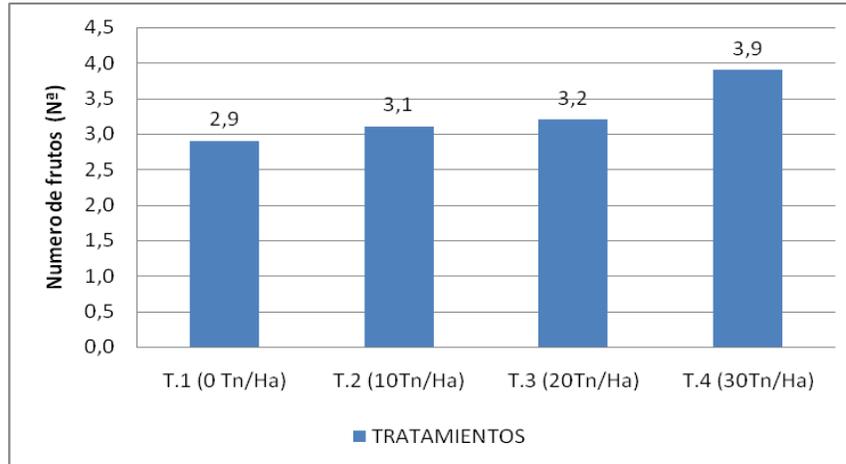
Presentando un coeficiente de varianza de 3.8 % indicando la confiabilidad de los valores registrados en la evaluación del estudio realizado

Cuadro 13. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para el diámetro del fruto

Tratamientos	Promedio	Duncan 5 %
T.4	3.9	A
T.3	3.2	B
T.2	3.1	B C
T.1	2.9	C

Fuente: propia de autor

Grafico 6. Promedios de diámetro de frutos por planta



Fuente: propia de autor

Se observa en el cuadro 13 y grafico 6 que se evidencia diferencias estadísticas, donde con el tratamiento cuatro se obtuvo frutos de mayor diámetro con un promedio de 3.9 cm, seguida por el tratamiento tres con un promedio de 3.2 cm, el tratamiento dos solo alcanzó diferencias numéricas respecto a los tratamientos uno y tres con un promedio de 3.1 cm, de diámetro por fruto.

El diámetro del fruto en suelos con 0 Tn/ha de fertilización orgánica (testigo), es inferior que el cultivo bajo el nivel más alto de fertilización, esto influye en la conservación de la humedad, mejoramiento de la estructura del suelo, entre otras ventajas. El testigo con 2.9 cm registra el diámetro del fruto más bajo.

Por su parte Mendoza (2006), en efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas con la variedad Sweet Charlie obtuvo un promedio de 3.1 cm, de diámetro por fruto este resultado es igual al resultado que se obtuvo con el tratamiento dos que es a nivel de 10Tn/Ha.

Guaygua (2005), indica que el diámetro del fruto se debe al vigor que adquiere las plantas al desarrollar en un sustrato unificado, donde las flores primarias y secundarias son grandes en cada inflorescencia, y el fruto desarrolla y cuaja satisfactoriamente.

4.3.5.- Longitud del fruto:

El siguiente análisis de varianza para el parámetro longitud del fruto, determina lo siguiente (cuadro14).

Cuadro 14. Análisis de varianza (ANVA) para la longitud del fruto

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT.	3	2.87	0.958	60.13	3.49 **
EE	12	0.19	0.015		
TOTAL	15	3.06			

CV= 3.15 %

**Altamente significativo

Fuente: propia de autor

Al analizar la longitud del fruto se obtuvo un coeficiente de variación de 3.15 % el mismo que indica que los datos obtenidos en el estudio realizado son confiables.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza nos indica diferencias altamente significativas entre los diferentes niveles de fertilización orgánica estudiados, lo que indica que existe un crecimiento de longitud de fruto variable entre tratamientos.

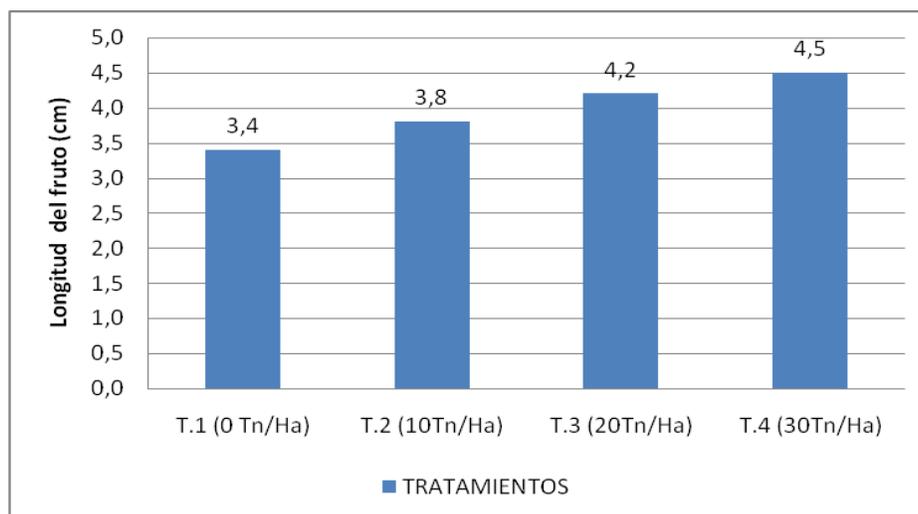
Para establecer estas diferencias de las medidas de longitud de fruto entre los tratamientos empleamos la prueba estadística de Duncan cuadro 15 y gráfico 7 en el que se observa los siguientes resultados.

Cuadro 15. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para la longitud de fruto.

Tratamiento	Promedio (cm)	Duncan 5 %
T.4	4.52	A
T.3	4.24	B
T.2	3.81	C
T.1	3.41	D

Fuente: propia de autor

Gráfico 7. Promedios de longitud de frutos



Fuente: propia de autor

Existen diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos, donde el tratamiento cuatro (30 Tn/Ha) obtuvo un promedio de 4.52 cm., seguida por el tratamiento tres (20 Tn/Ha) con un promedio de 4,24cm., el tratamiento dos (10 Tn/Ha) presentando un promedio de 3.81 cm., y el tratamiento uno (0 Tn/Ha) con un promedio de 3.41 cm. lo cual nos indica que no hubo homogeneidad en el crecimiento en la longitud del fruto.

Por otro lado estas diferencias son atribuibles a que el abono orgánico descompuesto tuvo una buena respuesta en su disponibilidad de nutrientes mejorando en el cuajado de los frutos.

Por su parte Cortez (2007), en el estudio realizado comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini obtuvo con la variedad Sweet Charlie 2.94 cm de longitud por fruto este resultado es menor a los promedios obtenidos en el estudio.

Mendoza (2006), en el estudio realizado efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas obtuvo con la variedad Sweet Charlie un promedio de 3.8 cm, de longitud por fruto, este resultado es igual al resultado que se obtuvo con el tratamiento dos que es a nivel de 10Tn/Ha.

4.3.6.- Número de frutos por planta:

El siguiente análisis de varianza (ANVA) (cuadro 16), nos muestra los siguientes resultados:

Cuadro 16. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT.	3	32.929	10.976	53.22	3.49 **
EE	12	2.474	0.206		
TOTAL	15	35.404			

CV= 3.7 %

**Altamente significativo

Fuente: propia de autor

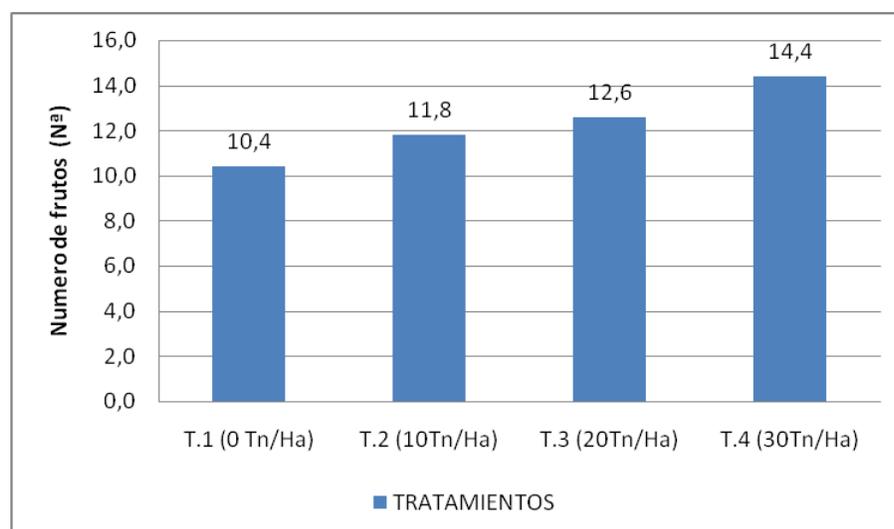
Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos lo cual significa que la variable de número de frutos por planta no presenta homogeneidad.

El coeficiente de varianza es de 3.7%, que esta dentro del rango de tal forma son valederos los datos registrados.

Cuadro 17. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para número de frutos por planta.

Tratamiento	Promedio (Nº de frutos por planta)	Duncan 5 %
T.4	14.36	A
T.3	12.60	B
T.2	11.82	C
T.1	10.38	D

Gráfico 8. Promedios de número de frutos por planta



Fuente: propia de autor

Se observa en el cuadro 17 y gráfico 8 que se evidencia diferencias estadísticas, donde con el tratamiento cuatro se obtuvo mayor número de frutos con un promedio de 14.4 frutos por planta, seguida por el tratamiento tres con un promedio de 12.6 frutos por planta, el tratamiento dos alcanzó un promedio de 11.8 frutos por planta.

El número de frutos en suelos con 0 Tn/ha de fertilización orgánica (testigo), es inferior que el cultivo bajo el nivel más alto de fertilización registrado un promedio de 10.4 frutos por planta, estos resultados son promedios acumulados de doce cosechas.

Por su parte Cortez (2007), en el estudio realizado comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini obtuvo con la variedad Sweet Charlie un promedio de 7.67 cm de frutos por planta este resultado es menor a los promedios obtenidos en el estudio.

Según Villagrán (1994), el vigor que adquiere la planta en condiciones de medio ambiente adecuados, esta directamente relacionado con un mayor numero de frutos bien formados, la variabilidad en la cantidad de frutos por planta, se debe al numero de flores que llegan a ser polinizadas satisfactoriamente a pesar de las temperaturas optimas y foto periodo, también se debe al vigor que presenta la planta de cada variedad. Cuando se presenta flores grandes en cada inflorescencia, el fruto desarrolla y cuaja satisfactoriamente.

En la práctica se hizo la medición respectiva que se detalla en la figura 1 pagina 34 de este documento

4.3.7.- Peso del fruto por planta.

El cuadro 18 de análisis de varianza (ANVA) muestra que existen diferencias significativas con niveles de fertilización entre tratamientos, mostrando que no existe homogeneidad en el peso del fruto por planta.

Cuadro 18. Análisis de varianza (ANVA) para el peso del fruto por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT	3	32.66	10.888	3.54	3.49 *
EE	12	36.90	3.075		
TOTAL	15	69.5			

CV=8.6 %

*Significativo

Fuente: propia de autor

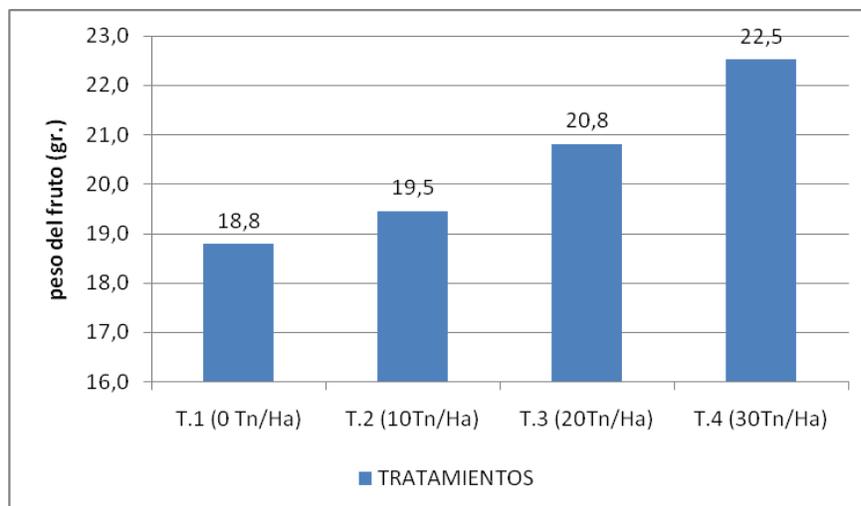
El coeficiente de variación, para la presente variable fue de 8,6 % el mismo indica que los datos son confiables, puesto que su valor es menor a 30 % exigido para trabajos de campo.

Cuadro 19. Prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad para el peso del fruto por planta.

Tratamientos	Promedio (gr)	Duncan 5 %
T.4	22.52	A
T.3	20.80	A B
T.2	19.45	B
T.1	18.78	B

Fuente: propia de autor

Grafico 9. Promedio del peso del fruto por planta



Fuente: propia de autor

De acuerdo prueba estadística de Duncan cuadro 19 y grafico 9 se puede observar que el peso del fruto por el tratamiento cuatro registra el mayor promedio con 22.5 gramos por planta mostrando superioridad al respecto de los promedios, además presento diferencias estadísticas sobre los demás tratamientos, tres, dos y uno que no presentan diferencias estadísticas entre si, pero si diferencias numéricas con un promedio de 20,8 gramos por planta, 19,4 y 18.8 gramos por planta respectivamente.

A partir de estos datos, se puede inferir que las fertilizaciones dadas en diferentes tratamientos ofrecen condiciones diferentes al suelo, ya que tienen elementos como el fósforo (P) y el potasio (K), a ambos se atribuye el cuajado y el desarrollo de los frutos. Según Sobrino (1989), el potasio (K) aumenta el peso de los frutos.

Al respecto Villagran (1994), indica que el potasio es el elemento más consumido por la frutilla, durante el cuajado y el desarrollo, es fundamental en la formación de las paredes celulares ejerce una función de equilibrio de N, favorece la firmeza, el sabor y el color de los frutos.

El mismo autor menciona que a este elemento se atribuye la capacidad de favorecer la resistencia al frío y la longevidad de las plantas, ejerciendo una beneficiosa influencia sobre la floración.

4.3.8.- Rendimiento del fruto.

El análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de fruto del cuadro 20 presenta los siguientes resultados:

Cuadro 20. Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (5%)
TRAT	3	2906799.300	968933.100	680.36	3.49 **
EE	12	17089.7837	1424.148		
TOTAL	15	2923889.084			

CV= 3.7 %

**Altamente significativo

Fuente: propia de autor

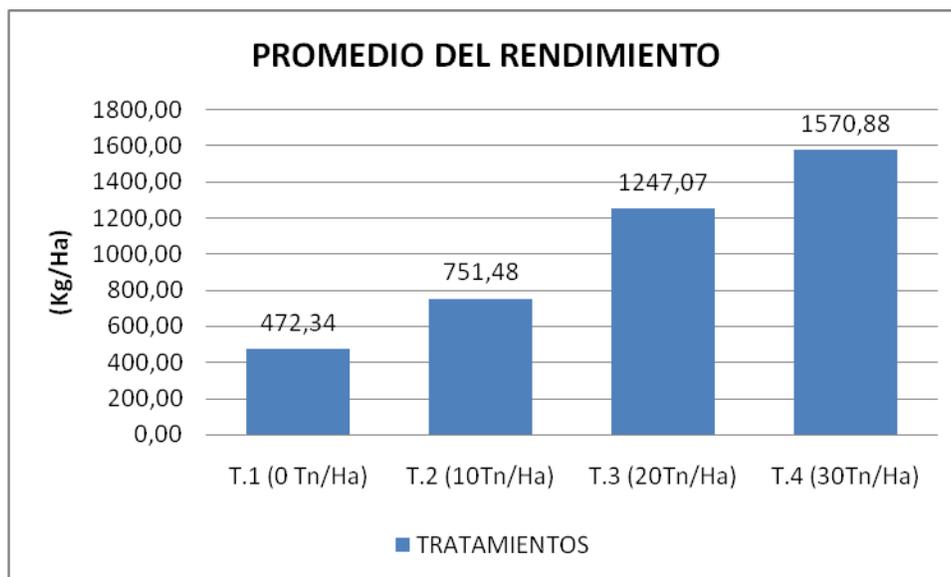
El análisis de varianza del parámetro rendimiento de fruta fresca muestra diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización orgánica, indicando heterogeneidad. El coeficiente de varianza para este carácter toma, un valor de 3.7 % valor aceptable dentro de lo que es el máximo coeficiente de varianza del 30% determinando la confiabilidad de los datos tomados y el manejo aceptable de las unidades experimentales.

Cuadro 21. Prueba estadístico de Duncan al 5% de probabilidad para el rendimiento.

Tratamientos	Promedio (Kg/Ha)	Duncan 5 %
T.4	1570.88	A
T.3	1247.07	B
T.2	751.48	C
T.1	472.23	D

Fuente: propia de autor

Gráfico 10. Promedios del rendimiento en kilogramos por hectárea



Fuente: propia de autor

Se observa en el cuadro 21 y gráfico 10 que entre los niveles de fertilización orgánica existen diferencias estadísticas donde el suelo preparado con 30Tn/Ha de estiércol de camélidos produjo frutos con mayor rendimiento 1570.88 Kg/Ha, seguida por el tratamiento tres con un promedio de producción de 1247.07 Kg/Ha, el tratamiento dos alcanzó un promedio de 751.48 Kg/Ha.

El rendimiento del cultivo en suelo sin fertilizante orgánica es inferior a los demás tratamientos con un promedio obtenido de 472.23 Kg/ha.

Por tanto la influencia de la cantidad de abono es bastante notable en comparación con la fertilización de niveles más bajos, lo cual nos demuestra que a mayor cantidad de abono tiene mejor aporte de nutrientes con materia orgánica, Nitrógeno total, Fosforo disponible y Potasio disponible.

En el estudio realizado en el tratamiento uno no se incorporo materia orgánica, en el tratamiento dos se incorporó 0.25 Kg de N, 0.08 Kg de P y 0.34 de K, en el tratamiento tres si incorporó 0.50 Kg de N, 0.16 Kg de P, 0.68 Kg de N, y en el tratamiento cuatro se incorporó 0.76 Kg de N, 0.24 Kg P, y 1.02 Kg de K de materia orgánica en 3.94 m² por tratamiento.

Las diferencias significativa que se observa en el resultado es a que en la textura del suelo a existido una alta capacidad de intercambio catiónico y también existió la concentración de elementos primarios donde las raíces absorbieron los nutrientes disponibles del suelo.

Por su parte Cortez (2007), en el estudio realizado comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini obtuvo con la variedad Sweet Charlie 1105.83 Kg/ha resultado que es menor al resultado que se a obtenido con el tratamiento cuatro y tres y mayor a los tratamientos dos y uno.

Restrepo (1996) citado por Mendoza (2006), indica que los abonos orgánicos mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a su macro y microbiología, estimulando el ciclo vegetativo de las plantas y obtener un mejor rentabilidad por área cultivada que otros sistemas de producción.

4.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico se lo realizó con el fin de dar información valida al productor a cerca de su rentabilidad, pero este análisis fue tomada en cuenta la perspectiva del agricultor, ya que los resultados obtenidos de una parcela pequeña generalmente son sobre estimados, por ello es necesario realizar un ajuste a los mismos.

Perrin (1988), citado por Mendoza (2006). Indica que para realizar el rendimiento de un cultivo se debe considerar un ajuste en los rendimientos en el porcentaje (5 a 30 %) con el fin de reflejar las diferencias entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

Los cálculos se reflejaron de acuerdo a la superficie del experimento y proyectados a kilogramos por hectárea.

4.4.1.- Evaluación parcial de los costos.

Dentro de esta evaluación se hizo un presupuesto parcial considerando los costos de producción y los beneficios brutos y a partir de este cálculo los beneficios netos son los respectivos rendimientos de cada tratamiento y el precio del producto el cual es de 18 Bs/Kg.

Se toma en consideración el rendimiento ajustado y no las pérdidas de producción comercializable durante el transporte y el manipuleo de los frutos que es en un 10 % del rendimiento solo el 90 % de los frutos se comercializa obsérvese cuadro 22.

Cuadro 22. Ingreso bruto de la frutilla con ajuste de 10%

Tratamientos	Rendimiento de fruto (kg/ha)	Perdida (10%)	Rdto. Fruto comercializable (kg/ha)	Precio (Bs/Kg)	Beneficio bruto (Bs/ha)
T.1	472,34	47,23	425,11	18	7,652,00
T.2	751,48	75,15	676,33	18	12,174,00
T.3	1247,07	124,71	1122,36	18	20,203,00
T.4	1570,88	157,09	1413,79	18	25,448,00

Fuente: propia de autor

4.4.2.- Beneficio neto (BN).

El beneficio neto por hectárea que se observa en el cuadro 23 del cultivo de frutilla se puede señalar que el mejor tratamiento fue el tratamiento cuatro con un beneficio neto de 6.384 Bs. /Ha, teniendo mayor rentabilidad por otra parte podemos observar que el tratamiento tres también obtuvo beneficio neto de 2.138 Bs/Ha.

Cuadro 23. Presupuesto parcial de la producción de frutilla con diferentes niveles de fertilización

Tratamientos	Rendimiento fruto comercializable (Kg/Ha)	Precio (Bs/Kg.)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo de Producción (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Relación Beneficio Costo (B/C)
T.1 (0 Tn/ha)	425,11	18	7651,93	15764,29	-8112	0,5
T.2 (10 Tn/ha)	676,33	18	12173,95	17064,29	-4890	0,7
T.3 (20 Tn/ha)	1122,36	18	20202,51	18064,29	2138	1,1
T.4 (30 Tn/ha)	1413,79	18	25448,19	19064,29	6384	1,3

Fuente: propia de autor

4.4.3.- Relación costo Beneficio (B/C).

Se observa en el mismo cuadro 23, la relación Beneficio-Costo donde nos muestra que el testigo y el tratamiento dos no son rentables, y como se puede apreciar se tiene una rentabilidad satisfactoria con los de más tratamientos.

5.- CONCLUSIONES

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

- El nivel con mejor respuesta a los tratamientos fue principalmente la fertilización de 30 Tn/Ha con estiércol camélidos; con un rendimiento promedio alcanzado de 1570.88 Kg/Ha, donde fue la más rentable en comparación a los demás tratamientos.
- Respecto al área foliar o mata de la planta en función a los niveles de fertilización orgánica la mayor fue alcanzada por el tratamiento cuatro (30Tn/Ha) con promedio de 25,4 cm y la más baja por el tratamiento uno (testigo) con 21,3 cm. Esto por el contenido de nitrógeno N en la materia orgánica.
- El número de hojas por planta es un carácter genético de la variedad que se cultivó con la fertilización demuestra que su potencial es mayor, como se tiene dentro de los resultados, con el tratamiento cuatro se obtuvo mayor número de hojas con un promedio de 25,22 hojas por planta mostrando superioridad frente a los demás tratamientos.
- Respecto al número de flores por planta con niveles de fertilización ha existido una buena respuesta con el tratamiento cuatro con un promedio de 4,6 flores por planta, debido a su mayor asimilación de los nutrientes ya que depende de esta fase para que exista mayor cantidad de frutos por planta para la cosecha
- Las diferencias fueron estadísticamente significativas en el diámetro del fruto, en el cual con el tratamiento cuatro se obtuvo un promedio de 3.9 cm de diámetro con relación a los demás tratamientos tres, dos, y uno (3,2; 3.1 y 2,9 cm) respectivamente.
- La longitud de fruto fue alcanzada por el nivel de fertilización de 30Tn/ha de abono orgánico con un valor de 4,52 cm de longitud, registrando menor valor el tratamiento uno (testigo) 3,4 cm de longitud.

- Con relación al número de frutos el mayor promedio se alcanzó con el tratamiento cuatro con una fertilización de 30 Tn/ha con un promedio de 14.36 frutos por planta, lo cual es superior a los demás tratamientos, esto esencialmente se debe a la mayor cantidad de materia orgánica incorporada en el suelo.
- Los frutos de mayor peso se obtuvieron de 22.5 gramos con el tratamiento cuatro a una fertilización de 30 Tn/ha. Lo cual es mayor a los demás tratamientos debido a la disponibilidad de nutrientes del abono, que la planta asimiló con facilidad los macronutrientes esenciales.
- Económicamente el mayor beneficio neto dentro del ensayo, se obtuvo con los tratamientos de fertilización a nivel de 30 Tn/ha de abono orgánica, con 6.384 Bs/Ha seguida por fertilización a nivel se 20 Tn/Ha de abono orgánica con 2.138 Bs/Ha.

6.- RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo, se tiene las siguientes recomendaciones:

- Para la obtención de un buen rendimiento en el cultivo de la frutilla, se recomienda incorporar el fertilizante orgánico estiércol de camélidos a una dosis de 30 Kg/Ha.
- Se recomienda realizar experimentos incorporando otros fertilizantes orgánicos como ser (humus de lombriz, estiércol de vaca, y otros).
- Tratar en lo posible de suministrar suficiente humedad a las plantas cuando estas se encuentren en desarrollo, para obtener plantas vigorosas, y productoras de frutos bien formados.
- Para reducir los costos de producción es necesario producir abonos de ganado mayores y menores.
- Se recomienda a los agricultores, que actualmente poseen invernaderos pequeñas, diversificar su alimentación en cuanto a las frutas se refiere, por ejemplo los frutos como la frutilla que tiene beneficios alimenticios favorables para el cuerpo, tanto en el mejoramiento del metabolismo y como prevención de ciertas enfermedades considerar como un producto más que se puede tener al alcance para su familia.

7.- BIBLIOGRAFÍA

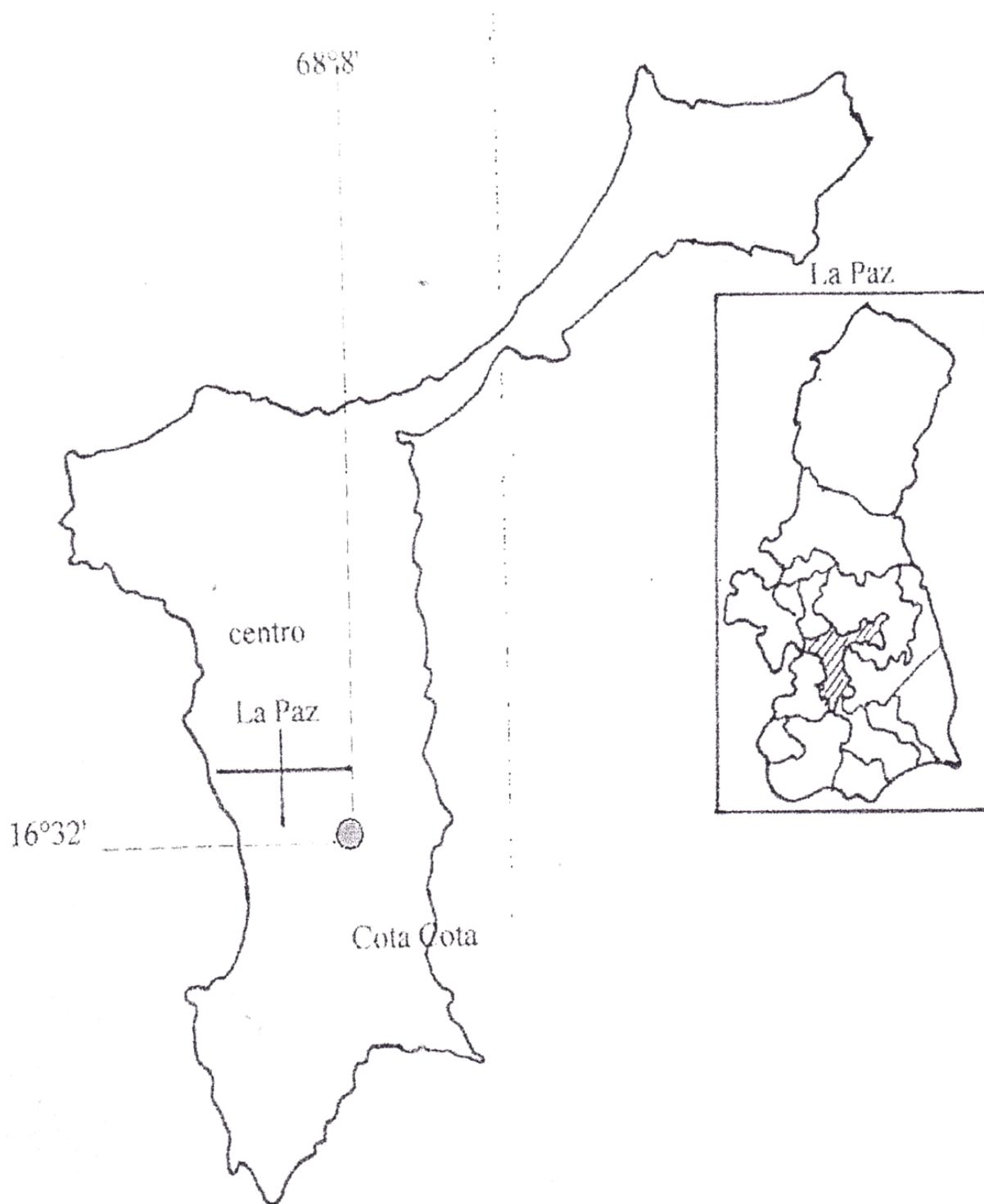
- **AVILEZ, D. 1992.** Evaluación comparativa de sistemas microclimáticos para la producción de hortalizas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. Pp. 182.
- **BRAZANTI, E.C. 1989.** La fresa Editorial Mundial Prensa S.A. Madrid 386 p.
- **CCI. Boletín. 2000.** (Corporación Colombiana Internacional). Lecciones que ayudan al desarrollo hortícola Nacional (en línea). Colombia. Disponible en: ccsiesa@impsat.net.co y www.cci.org.co
- **CIMMYT.** Ed. Rev. México D. F. p. 79.
- **CHILDERS, N. 1982.** Fruticultura moderna traducido por Sontori F. Editorial hemisferio Sur. Montevideo Uruguay. Pp. 779 – 821.
- **CHILON, C.E. 1997.** “Fertilidad de suelo y Nutrición de Plantas”, 1ed. CIAT. (Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo), La Paz - Bolivia. Pp.35
- **CORTEZ Q. 2007.** Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria virginiana Duch*) bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini provincia Murillo (Ventilla). Tesis de Grado para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo UMSA. Fac. Agronomía. La Paz – Bolivia pp. 36 -46.
- **FLOQUER, F., 1986.** La frutilla o fresa, Ed. hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 150.
- **FERNANDEZ, J.J. 1993.** Evaluación de dos cultivares de frutilla (Fragar ananassa Duch) en dos densidades de plantación con o sin cobertura del suelo. Tesis de grado Universidad Gabriel Moreno. Facultad de Ciencias agrícolas. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia pp. 8 - 16
- **FLORES A. 2005.** Comportamiento agronómico de la producción de variedades de frutilla (*Fragaria sp*) bajo fertilización orgánica e inorgánica en ambiente atemperado Tesis de Grado para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo UMSA. Fac. Agronomía. La Paz – Bolivia pp. 43-57
- **GUERRERO, J., 1993.** Abonos orgánicos, tecnología para el manejo Ecológica de los suelos Ed. Rojo de la acción el Alternativas al uso del agroquímicos. RAAA, Lima - Perú.

- **IBTA. 1995.** Manual de extensión agropecuaria. Cultivo de Frutilla. La Paz – Bolivia. Pp. 7.
- **JIMENEZ, G., 2000.** Situación real de la producción de la frutilla Uruguay, hortícola del programa unid INID Monte Video – Uruguay 75p.
- **JUSCAFRESA, B., 1987.** Fresas, fresones y tomates. 2^{da} edición. Editorial Aedos. Barcelona, España.
- **MAROTO J. 1995.** “Horticultura herbácea especial” 4 ed. Mundi – prensa Madrid – España pp. 5009
- **MEDINA .S.J. 1988.** Riego por goteo teoría y práctica Edición segunda Editorial Mundial – España pp. 254.
- **MENDOZA B. 2006.** Efectos de abono orgánico en la producción de variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) en condiciones controladas Tesis de Grado para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo UMSA. Fac. Agronomía. La Paz – Bolivia pp. 55 – 68.
- **PROEXANT, 2004.** Cultivo de la frutilla o fresa, principales variedades en el mundo. (en línea). Ecuador – Quinto. USAID. ANDE, FEDEXPROT. Consultado el 30 de marzo 2007 Disponible en: [www. PROEXANT. Org. Ec/Manual Frutilla – 2 html-19k](http://www.PROEXANT.Org.Ec/ManualFrutilla-2.html).
- **PASTOR, G., 1982.** Tipos de fertilización para hortalizas Ed. aedo S.A. Lima – Perú.
- **RODRÍGUEZ et al 1994.** “Horticultura orgánica” Guía basada en la experiencia en Costa Rica. Fundación Guilombe. San José - Costa Rica. Serie N° 1, Vol. 2.
- **SERRANO, C. Z., 19979.** Cultivo de hortalizas en Invernadero. Editorial Aedos. Barcelona, España. 353p.
- **SCOTT, D. H. 1990.** Variedades de fresa en los Estados Unidos Editorial Centro Regional de Ayuda Técnica México – Buenos Aires pp. 5 – 14
- **SOBRINO I. E. S. V. 1989.** Tratado de Horticultura herbácea Editorial AEDOS S. A. Barcelona – España pp. 181- 145.
- **SORIA, F. 1993.** Control de plagas y enfermedades en productos naturales en cultivos verticales de la fresa en invierno. Tesis para optar el grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSS. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba – Bolivia 100p
- **SUDSUKI F., 1992.** Cultivo de frutales menores. 5 ed. Editorial Universitaria Santiago de Chile. Pp.17-51
- **TERRANOVA, 1995.** Producción agrícola 1 impreso en Colombia en Colombia. Terranova Editorial limitada pp. 191 – 194.

- **TICONA V. 2002.** “Comportamiento de tres variedades de frutilla (*Fragaria* sp) en diferentes métodos de cobertura aplicados al suelo bajo carpa solar”. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz - -Bolivia pp.44.
 - **VALADEZ A. 1993.** Horticultura Editorial Uthea México pp. 145- 180
 - **VILLAGRÁN, D.V.1994.** El cultivo de la frutilla Ministerio de Agricultura de Chile Edición Financiado por el Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA).pp 11 – 61.
 - **VIGLIOLA M. et- al 1992.** “Manual de Horticultura” ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires – Argentina pp. 225
 - **VERDIER M. 1987.** Cultivo de fresón en climas templados. Edición segunda. Editorial Agrario S.A. Madrid - España. 338 p.
 - **YUSTE M.1997.** “Biblioteca de la agricultura” 4 ed. IDEAS BOOK S.A. Barcelona - España pp.768.
 - **PAGINAS WEB**
-
- www.fia.gob.cl
 - <http://www.ingenieriaagricola.cl>

ANEXOS

ANEXO 1



UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL ESTUDIO (IGM, 1998) Esc. 1: 10000

ANEXO 3. Cuadro de promedios para el rendimiento

tratamientos	repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	477,13	471,45	433,96	506,83	472,34
T2	750,46	758,83	738,02	758,60	751,48
T3	1246,14	1222,69	1253,50	1265,94	1247,07
T4	1515,20	1656,83	1522,74	1588,73	1570,88

ANEXO 4. Cuadro de promedios para la cobertura vegetal

tratamientos	repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	19,98	20,81	22,56	22,08	21,36
T2	20,26	22,81	23,25	24,21	22,63
T3	21,77	23,71	25,18	24,23	23,72
T4	27,66	24,29	25,42	24,28	25,41

ANEXO. 5 Cuadro de promedios para el diámetro de frutos

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	3,12	3,09	2,90	2,84	2,988
T2	3,25	3,25	3,00	3,00	3,126
T3	3,37	3,31	3,13	3,06	3,219
T4	3,9	3,86	3,93	3,91	3,910

ANEXO. 6 Cuadro de promedios para longitud del fruto

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	3,44	3,58	3,45	3,17	3,4
T2	3,96	3,80	3,69	3,80	3,8
T3	4,33	4,19	4,37	4,09	4,2
T4	4,62	4,47	4,47	4,54	4,5

ANEXO. 7 Cuadro de promedios para el peso del fruto

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	19,39	17,43	20,53	17,79	18,78
T2	22,00	21,63	16,16	18,02	19,45
T3	19,88	19,91	20,67	22,77	20,81
T4	22,98	22,53	21,70	22,87	22,52

ANEXO. 8 Cuadro de promedios para el número de frutos por planta

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	10,6	10,7	10,1	10,2	10,40
T2	12,3	11,3	12,1	11,6	11,82
T3	10,4	10,1	16,6	13,4	12,63
T4	14,4	13,3	14,8	14,9	14,36

ANEXO. 9 Cuadro de promedios para número de hojas por planta

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	12,0	12,2	11,7	12,1	12,0
T2	15,8	15,5	13,3	16,3	15,2
T3	18,1	19,9	18,0	17,9	18,5
T4	25,2	24,0	26,4	25,3	25,2

ANEXO. 10 Cuadro de promedios para número de flores por planta

tratamientos	Repeticiones				promedios
	I	II	III	IV	
T1	2,6	2,2	2,5	2,4	2,43
T2	3,4	3,2	3,3	3,4	3,33
T3	3,7	3,8	3,5	3,6	3,65
T4	4,6	4,8	4,5	4,7	4,65



Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental

Informe de Ensayo: MO 02/09

Página 1 de 1

INFORME DEL ENSAYO ORGANICCO

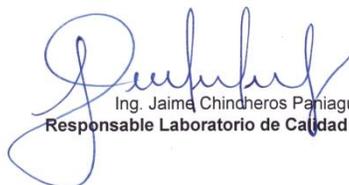
Resultado de análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de terminación	estíercol 02-Ene
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,003	1,6
Fosforo total	Método calcinación/ASPT 91	mg/Kg	0.40	5120
Potasio total	Microware Reaction System/EPA 258.1	mg/Kg	8,0	21630

El informe no debe reproducirse sin la autorización escrita del LCA, salvo que la reproducción sea en su integridad.

La Paz, Junio 09 de 2009




Ing. Jaime Chindheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

Anexo 12

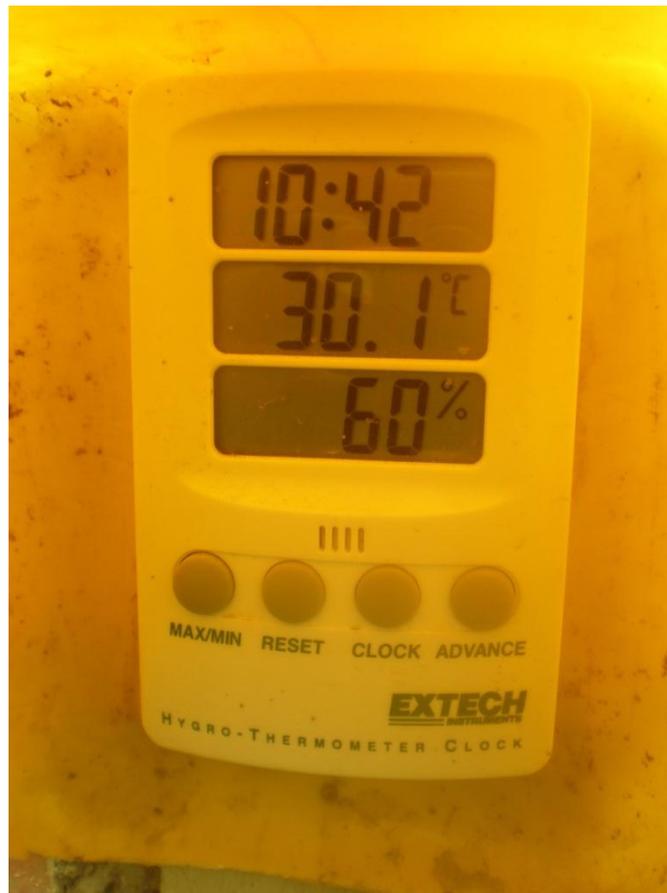
Costos de producción para una hectárea de frutilla

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (bs)	Tratamientos			
Prepa. Del terreno (arado)	Hr	4	100	400	400	400	400
Abonado	Jornal	10	30		300	300	300
Costo de los abonos							
10 tn/ha	Kilos	10000	0,1	0	1000	0	0
20tn/ha	Kilos	20000	0,1	0	0	2000	
30tn/ha	Kilos	30000	0,1	0	0	0	3000
Siembra							
Plantines	Plantas	68571	0,2	13714	13714	13714	13714
Plantación	Jornal	20	30	600	600	600	600
Cosecha y empaquetado	Jornal	35	30	1050	1050	1050	1050
Total costos variable (bs/ha)				15764,29	17064,29	18064,29	19064,29

Calculo de BN y relación B/C

Descripción				
Beneficio bruto	7652	12174	20203	25448
Costos totales	15764	17064	18064	19064
Beneficio neto	-8112	-4890	2138	6384
Relación B/C	0,5	0,7	1,1	1,3

ANEXO 13. Foto N° 8 termómetro de máxima y mínima



ANEXO 14. Foto N° 9 cultivo de la frutilla en la etapa de desarrollo



ANEXO 15. Foto N° 10 Cultivo de la frutilla en la etapa de la floración



ANEXO 16. Foto N° 11 Cultivo de la frutilla en la etapa de la fructificación

