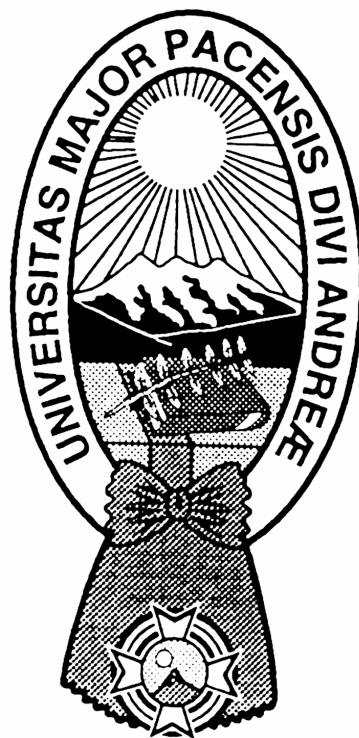


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES DE FRUTILLA,
(*Fragaria x ananassa* Duch.) CON FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN
CAMAS SUSPENDIDAS, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO**

Estanislao Poma Loza

La Paz, Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES DE FRUTILLA,
(*Fragaria x ananassa* Duch.) CON FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN
CAMAS SUSPENDIDAS, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo*

Estanislao Poma Loza

Asesor:

Ing. Ph. D. René Chipana Rivera

Tribunal Examinador:

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Ing. M. Sc. Hugo Bosque Sanchez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

2010

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INDICE GENERAL.....	i
II. INDICE DE TABLAS.....	iv
III. INDICE DE FIGURA.....	v
IV. DEDICATORIA.....	vi
V. AGRADECIMIENTOS.....	vii
VI. RESUMEN.....	viii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3 REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Variedades de Frutilla.....	4
3.1.1 Variedad Camarosa.....	4
3.1.2 Variedad Sweet Charlie.....	5
3.2 Fertilización Nitrogenada.....	6
3.3 Camas Suspendidas.....	8
3.4 Ambientes Atemperados.....	10
4 LOCALIZACION.....	13
4.1 Localización Geográfica.....	13
4.2 Características Climáticas.....	15
4.3 Fisiografía.....	16
4.4 Suelo.....	16
4.5 Vegetación.....	17
5 MATERIALES Y METODOS.....	18
5.1 Materiales.....	18
5.1.1 Materiales de campo.....	18
5.1.2 Insumos.....	18
5.1.2.1 Nitrato de Amonio.....	18

5.2	Métodos.....	19
5.2.1	Procedimiento Experimental.....	19
5.2.2	Trabajo de Campo.....	19
5.2.3	Diseño Experimental.....	22
5.2.3.1	Modelo Aditivo Lineal del arreglo factorial.....	23
5.2.4	Croquis del Experimento.....	24
5.2.5	Variables Fenológicas.....	24
5.2.5.1	Días a la floración.....	24
5.2.5.2	Días a la cosecha.....	25
5.2.6	Variables Frutícolas.....	25
5.2.6.1	Tamaño de fruto.....	25
5.2.6.2	Peso individual de fruto.....	25
5.2.7	Variables Agronómicas.....	25
5.2.7.1	Índice de Área Foliar.....	25
5.2.7.2	Rendimiento.....	26
5.2.7.3	Costos parciales de producción.....	26
6	RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
6.1	Variables Fenológicas.....	27
6.1.1	Días a la floración.....	27
6.1.1.1	Efecto de Variedades en días a la floración.....	28
6.1.1.2	Efecto de Niveles de Nitrógeno en días la floración.....	30
6.1.1.3	Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en días a la floración..	31
6.1.2	Días a la cosecha.....	32
6.1.2.1	Efecto de Variedades en los días a la cosecha.....	33
6.1.2.2	Efecto de Niveles de Nitrógeno en los días a la cosecha.....	35
6.1.2.3	Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en días a la cosecha..	36
6.2	Variables Frutícolas.....	37
6.2.1	Tamaño de fruto.....	37
6.2.1.1	Diámetro de fruto.....	37
6.2.1.2	Longitud de fruto.....	42
6.2.2	Peso individual de los frutos.....	47
6.2.2.1	Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (VxN)	48

6.2.2.2	Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el peso de fruto.....	51
6.3	Variables Agronómicas.....	51
6.3.1	Índice del Área Foliar.....	51
6.3.1.1	Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (VxN)	52
6.3.1.2	Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el Índice del Área foliar.....	55
6.3.2	Rendimiento.....	56
6.3.2.1	Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (VxN)	58
6.3.2.2	Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el rendimiento del cultivo.....	60
6.3.3	Costos parciales de producción.....	61
7.	CONCLUSIONES	65
8.	RECOMENDACIONES	67
9.	BIBLIOGRAFIA	69
10.	ANEXOS	72

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Análisis de varianza para días a la floración.....	27
Tabla 2. Análisis de varianza para días a la cosecha.....	33
Tabla 3. Análisis de varianza para diámetro del fruto.....	37
Tabla 4. Análisis de varianza para longitud de fruto.....	42
Tabla 5. Análisis de varianza para peso del fruto.....	47
Tabla 6. Análisis de varianza para índice del área foliar.....	51
Tabla 7. Análisis de varianza para rendimiento.....	57
Tabla 8. Presupuesto parcial del ensayo para 94,95 m ² de superficie.....	64

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Mapa de ubicación del estudio.....	14
Figura 2. Croquis de campo y la distribución de tratamientos.....	24
Figura 3. Prueba de Duncan para Variedades en días a la floración.....	28
Figura 4. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno en días a la floración....	30
Figura 5. Análisis de tendencia lineal para Niveles de Nitrógeno sobre días a la floración.....	31
Figura 6. Prueba de Duncan para Variedades en días a la cosecha.....	33
Figura 7. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno en días a la cosecha....	35
Figura 8. Análisis de tendencia lineal para Niveles de Nitrógeno sobre días a la cosecha.....	36
Figura 9. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en el diámetro de fruto en ambas variedades.....	39
Figura 10. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en longitud de fruto en ambas variedades.....	45
Figura 11. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de nitrógeno en el peso de fruto en ambas variedades.....	48
Figura 12. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en el índice de área foliar en ambas variedades.....	53
Figura 13. Análisis de tendencia polinomial para Niveles de Nitrógeno en el rendimiento de frutilla en ambas variedades.....	58
Figura 14. Relación Beneficio / Costo para los tratamientos en el rendimiento de frutilla en ambas variedades.....	63

DEDICATORIA

A mis padres:

Rufina Loza (†) y Octavio Poma,

por haberme guiado en el camino de la

vida e inculcado principios y valores,

que fortalecerán mi desempeño

profesional.

AGRADECIMIENTOS

A los señores: Ing. Jorge Pascuali, Ing. Hugo Bosque, Dr. Rene Chipana, al Sr. Hugo Colque productor incansable de la “Asociación de productores e Integral APRAI - Cabaña la Esperanza”, la Sra. Carmen Colque, a mis hermanos (Wily, Eddy, Jesús, y Henry), al amor de mi vida (Ma. Isbel) y a todos mis compañeros de Universidad.

RESUMEN

El estudio se efectuó en los ambientes de “La Asociación de Productores Agropecuarios e Integral “APRAI – Cabaña La Esperanza”. Ubicado en la comunidad de Tacachira, provincia Murillo, a 3990 m. de altitud, y a una distancia de 26 kilómetros del centro de la ciudad de La Paz. El trabajo de investigación se ejecutó en una combinación factorial de 2 x 3 conducidos en bloques completos al azar, donde el factor A (Variedades de frutilla), tuvo a V₁: Sweet Charlie y V₂: Camarosa y el factor B (Niveles de nitrógeno) con 100, 200 y 300 kg N/ha conformando seis tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) con cuatro bloques, sumando 24 unidades experimentales, 840 plantines de frutilla en todo el experimento, y una densidad de 88,888 plantas/ha.

Los resultados fueron los siguientes: la variedad Camarosa floreció a los 83 días a diferencia de 62 días de la variedad Sweet Charlie. En cuanto a los días a la cosecha, la variedad Camarosa obtuvo un promedio de 94 días respecto a 74 días de la variedad Sweet Charlie. La variedad Sweet Charlie presentó un diámetro de fruto de 3,67 cm con 200 kg de N/ha. En la variedad Camarosa el mayor diámetro de fruto de 2,45 cm se obtuvo con 300 kg de N/ha. En cuanto a la longitud de fruto, la variedad Sweet Charlie obtuvo 2,61 cm como longitud máxima con 100 kg de N/ha. En cambio la variedad Camarosa obtuvo una mayor longitud de fruto de 3,8 cm con 200 kg de N/ha. Respecto a peso de fruto la variedad Sweet Charlie obtuvo 24,1 gramos a un nivel de fertilización de 200 kg de N/ha. En cambio la variedad Camarosa obtuvo 13,7 gramos por fruto con 100 kg de N/ha. El índice de área foliar de la variedad Sweet Charlie presentó 3,3 con 300 kg N/ha. Y la variedad Camarosa obtuvo un índice de área foliar de 6,8 con 200 kg de N/ha. En el rendimiento de cosecha, la variedad Sweet Charlie reportó 32,38 ton/ha con 300 kg de N/ha, y la variedad Camarosa encontró su mejor rendimiento de 14,3 ton/ha, con 200 kg de N/ha. En cuanto a la parte económica, la variedad Sweet Charlie obtuvo una mejor relación beneficio costo de 1,20 con un nivel de fertilización de 300 kg de nitrógeno/ha, como la mejor opción rentable. Sin embargo la variedad Camarosa con ninguno de sus niveles de fertilización obtuvo un índice de Relación beneficio costo superior a 1, pero de todas maneras se vislumbra como promisorio (0,74) a un nivel de 200 kg de nitrógeno/ha.

1. INTRODUCCION

En diferentes regiones de Bolivia, muchas instituciones en busca de nuevas alternativas de producción, para enfrentar los problemas clásicos de nuestra agricultura en el Altiplano, como son las heladas, sequías y granizadas, fueron introduciendo semillas, variedades mejoradas, implementando ambientes atemperados (carpas solares, invernaderos, walipinis, etc.), todas estas acciones casi siempre con el objetivo de mejorar los ingresos de las familias de agricultores. Es así que en muchos casos, estos emprendimientos han resultado exitosos, en algunos casos, aun se encuentran en procesos investigativos, en otros una fase de adopción lenta y otros no aceptados por la población.

Específicamente en el Altiplano, desde hace décadas atrás se fueron introduciendo la construcción de carpas solares para la producción de hortalizas que puedan mejorar la dieta alimentaria de la población, gran parte de estas construcciones actualmente se encuentran en procesos de abandono, o en otros casos cumpliendo otra función de la que inicialmente fue diseñada. Sin embargo existe un pequeño grupo de productores, que ampliaron la superficie de estas construcciones, para cultivar hortalizas y otras especies de manera intensiva, sumada a esta practica, con la demanda del mercado cada vez más exigente en cuanto a calidad, higiene, frecuencia, etc., se ven perspectivas alentadoras para la producción comercial de cultivos intensivos en ambientes atemperados, con mayor preferencia ubicados dentro de un radio de 50 km de un mercado masivo.

El cultivo comercial de la frutilla, es una de estas alternativas, que viene difundiéndose cada vez más en nuestro país. El departamento de Cochabamba es el principal productor de este cultivo a nivel nacional, sin embargo también podemos encontrar productores de dedicados a su cultivo en los demás departamentos. Siendo su fruto muy atractivo por las exquisitas características que presenta como color, forma, gusto y aroma, los mismos que han hecho uno de los productos más apetecidos para un consumo directo y para la elaboración de sub productos (jugos, zumos, mermeladas, licor, etc.).

A pesar de ser un fruto perecible y de difícil comercialización, la frutilla se ha convertido en un producto de gran demanda, incluso mucho más que las demás especies de frutos pequeños con los que tradicionalmente se los asocia. Esto se atribuye a sus características organolépticas, su alto contenido de vitamina C, mayor al de los agrios, con propiedades anticancerígenas, debido a que contiene el ácido elálgico, que actúa como inhibidor de agentes cancerígenos, y a la versatilidad que presenta para ser utilizada y consumida en diferentes formas.

El cultivo de la frutilla puede durar varios años, sin embargo económicamente se obtiene altos rendimientos y frutas con buena calidad en plantaciones por dos años. Se ha convertido en un cultivo industrial importante, se puede afirmar que la planta posee las más variadas y complejas posibilidades de manejo que conjuntamente su morfología y su fisiología, permiten manejarla en condiciones de ambientes controlados y en diferentes estaciones del año, incrementando su rendimiento, lo cual hace que sea una actividad atractiva para los pequeños productores que ven como un cultivo alternativo a los cultivos tradicionales lo cual pueda permitirles incrementar sus ingresos familiares.

1.2 JUSTIFICACION

Una de las preocupaciones de las familias dedicadas a la horticultura o a la agricultura en gran parte del Altiplano, es la generación de ingresos económicos para el sostén de su familia, en ese sentido son muy pocos los cultivos como: la papa que realmente generan estos ingresos adicionales. En la situación actual cultivos andinos como la quinua, van ganando mayores espacios de producción, debido a su gran demanda, así también van mejorando sus precios de venta. Pero esta actividad es reducida a productores que se encuentran en ecosistemas apropiados para este cultivo, y esta sujeta a una tenencia de tierra mayor a 10 hectáreas.

Por otro lado gran parte de los productores del Altiplano norte, no cuentan con superficies de tierra considerables, debido al minifundio cada generación que pasa, esta ve reducida su superficie de cultivo, donde apenas cultiva un poco de papa, cebada, haba, cebolla, y en algunos casos un poco de forraje para su ganado. Prácticamente gran parte de este grupo de la población rural se ve sumida en la sobrevivencia, es

decir producen apenas para alimentar a su familia dependiendo de hortalizas y fruta de compras externas que se hacen en las ferias. Esta problemática repercute en la población la cual se inclina en dos líneas: la primera migrar hacia las ciudades o países externos en busca de nuevas fuentes de trabajo, o la segunda, viendo esta problemática, y como se dice en momentos de crisis nacen o surgen nuevas ideas, que en muy pocos casos se convierten en nuevas alternativas de mejorar las condiciones actuales de vida, sumado a esto está el carácter emprendedor de algunas familias, que van conformando nuevas iniciativas micro empresariales, respondiendo y satisfaciendo la demanda del mercado, y de esta manera ingresando en un sector de producción donde se nota claramente que no es suficiente una producción estacionaria, sino que aprovechando parte de la tecnología, se puede producir de manera comercial y en diferentes épocas del año.

En este contexto, horticultores se van dedicando al cultivo de la frutilla en nuestros valles, yungas y de algunos en el Altiplano con variedades tradicionales y nuevas como: como pájaro, Sweet Charlie, Douglas, Oso Grande, etc. La producción y rendimiento de esos cultivos son bastante alentadores, por su demanda de mercado que esta basada principalmente en la calidad de fruto, el dulzor, aroma, color, estas características organolépticas hacen que se tenga una muy buena aceptación.

En el cultivo tradicional de frutilla aun no se mejoran las condiciones actuales, como el de cosechar los frutos con restos de paja, tierra, etc., y como el fruto no se puede lavar, esto hace que baje la calidad del producto, a esto se suma los daños de post-cosecha podredumbres, etc., esto generalmente se presenta cuando los frutos están en contacto con el suelo. El otro lado el desconocimiento de una fertilización adecuada, hace que se cultiven con una deficiencia de nutrientes o por el contrario este mismo desconocimiento del requerimiento del cultivo también ocurre casos en que se usan fertilizantes en cantidades exageradas, provocando frutos de mala calidad, presencia de plagas y enfermedades, etc.

Por todo lo mencionado párrafos arriba, se pretende estudiar el cultivo de variedades de frutilla en ambientes protegidos, probando varios niveles de fertilización nitrogenada, implementados en camas suspendidas a una altura de 70 centímetros

sobre la superficie del suelo, todo esto con el objetivo de alcanzar una producción de fruta de mejor calidad fitosanitaria, que finalmente mejore los ingresos familiares y la calidad de vida de agricultores dedicados a este emprendimiento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la productividad de dos variedades de frutilla, (*Fragaria x ananassa* Duch.) con fertilización nitrogenada en camas suspensas, bajo ambiente protegido.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar las características fenológicas, frutícolas y agronómicas de dos variedades de frutilla a la fertilización nitrogenada.
- Realizar un análisis de los costos parciales de producción y rentabilidad del cultivo de frutilla en carpas solares.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Variedades de Frutilla

Según Giaconi y Escaff, (1994), las variedades comerciales de fresa son híbridos originados a partir de *Fragaria x ananassa* Duch., de las cuales se destacan las variedades californianas. Y en función a su fecha de plantación y de la influencia del foto periodo en su crecimiento, se han clasificado en **variedades de día corto**, que son aquellas que necesitan de periodos de menos de 10 horas luz para inducir a sus yemas florales, y **variedades de día neutro**, aquellas que pueden ser plantadas en cualquier época del año, y en las que el factor largo-día no tiene importancia.

3.1.1 Variedad Camarosa

Para Villagrán (1996), el origen de la variedad es: California, introducida a Chile en 1993, es de día corto. Planta muy vigorosa (cuidado con la fertilización nitrogenada),

con hojas de color verde claro, de hábito de crecimiento similar a Chandler. Se puede plantar en otoño y verano, respondiendo con una producción muy temprana. Fruto muy resistente, de forma piramidal larga, muy regular en toda la temporada, de gran tamaño lo que permite que la cosecha sea más fácil y rápida. Buen sabor y color rojo brillante, forma cónica, también rojo por dentro. De muy alta producción y por su firmeza puede ser enviada a diferentes lugares con buena duración de poscosecha. Puede ser sensible a enfermedades fungosas, como "Oidium", en especial en climas lluviosos y calurosos, por lo que hay que prestar atención a prevenir con aplicaciones de pesticidas a tiempo. Es una de las variedades de más alto rendimiento, en Chile se están obteniendo rendimientos de 1 kg por planta, lo que unido a la calidad de su fruto, la hacen una de las más solicitadas a nivel mundial, tanto para la venta en fresco como para la agroindustria.

Para Viansa (2000), el color de la fruta es rojo sostenido. La coloración interna es igualmente roja. La forma es cónica, un poco aplastada. El tamaño medio de fruta puede ser desde grande hasta muy grande. Gracias a la firmeza de la fruta es muy fácil cosecharla y mantiene el tamaño de fruta durante toda la temporada. Porcentajes muy bajos de fruta de descarte. Altamente susceptible a la enfermedad "Antracnosis de corona" y la pudrición de fruta.

3.1.2 Variedad Sweet Charlie

Villagrán (1996), menciona que la variedad es originaria de Florida, de día corto. Se adapta a plantaciones de otoño y de verano, siempre en climas templados en invierno y con temperaturas no superiores a 32 C° en los meses de cosecha. Gran precocidad tanto en plantaciones de planta fresca, como frigorizada. Sensible a Botrytis. Muy resistente a Antracnosis (*Colletotricum acutatum*). Sabor del fruto pronunciado, de muy buena aceptación en el mercado, de color rojo claro, tamaño medio a grande, el que tiende a mantenerse a lo largo de la temporada. En cuanto a fertilización necesita la mitad del nitrógeno que utilizan las variedades californianas, pero más Calcio y Potasio. En el caso del Fósforo, se debe aplicar antes de plantar y agregar después ácido fosfórico en mezcla con fungicidas, acidificando el agua y abasteciendo de fósforo durante la floración.

Para Viansa (2000), la fruta tiene un color rojo brillante que es preferido en los mercados de Francia y Europa. El tamaño de fruto es de mediano a grande, aunque no tan grande como Oso Grande, y mantiene la dimensión de la fruta durante toda la temporada. Y el nivel de producción varía entre los 500 gramos a 700 gramos por planta. La variedad de frutilla Sweet Charlie ha demostrado una gran adaptación a diferentes sistemas de producción bajo variadas condiciones de cultivo. Esta variedad ha permitido a los productores entrar en el mercado de fruta fresca con una fruta de alta calidad. Es una variedad de frutilla de alta productividad para reemplazo de Selva y Seascape, presenta excepcional calidad de fruta con muy buen sabor, sus frutos son mas grandes y porcentajes substancialmente más bajos de descarte y con alta tolerancia ambiental.

Contextualizando, Vicente y Manzoni (2001), deducen que todavía no se ha encontrado una variedad que pueda cumplir por sí sola con un abastecimiento uniforme del mercado y que concentre la mayoría de los requerimientos de calidad, productividad y sanidad de interés. **Es así que se mantiene la recomendación de diseñar sistemas de producción donde se combinen y complementen las cualidades de las distintas variedades con las prácticas de manejo, en especial las referentes a protección climática, técnicas de transplante y densidad de plantación.**

3.2 Fertilización Nitrogenada

Según Montecinos (1993), el nitrógeno es el elemento más importante y de el depende la nutrición general de la planta. La mayoría de las variedades comerciales requieren de 150 a 200 unidades de nitrógeno por hectárea. Distribuidas en tres o cuatro aplicaciones: La primera a la plantación, la segunda a comienzos de primavera y la tercera a finales de verano. Estas aplicaciones deben hacerse a ambos costados de la platabanda enterrándolas a unos 7 cm bajo la superficie. El nitrógeno no puede ser aplicado en forma de urea o fosfato de amonio.

Folquer (1986), indica que si bien la frutilla, en cuanto al rendimiento, responde principalmente a la fertilización nitrogenada, un exceso de este elemento provoca la formación de fruta blanda y de poco sabor y la planta es muy frondosa y de poca fruta.

Una vez colocada la cobertura plástica sobre el suelo, la aplicación de los fertilizantes se realiza junto con el de riego, a razón de 50 kg/ha de nitrógeno en cada una de las dos a cuatro aplicaciones que se efectúan durante el crecimiento activo de las plantas.

Voth et al. (1967), citados por Folquer (1986), en California comprobaron que dosis de nitrógeno superiores a los 400 kg/ha causaron disminución de los rendimientos, del tamaño de la fruta y de la precocidad. Esto fue más pronunciado en suelos alcalinos con pH de 7,8.

Bidwell (1993), menciona que el nitrógeno es de extraordinaria importancia en las plantas porque es un constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes. Una deficiencia de nitrógeno casi invariablemente se traduce en una palidez gradual o clorosis de las hojas maduras que llegan a tornarse amarillentas y se desprenden. Por lo regular no se presenta necrosis. Asimismo el mismo autor continúa indicando que las plantas responden de varias maneras a suministros altos o bajos de nitrógenos. La sobreabundancia de nitrógeno causa con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero determina una reducción de frutos en las plantas de cultivo. Un suministro ligeramente reducido (aunque no una disminución crítica), en relación al suministro de potasio y fósforo da generalmente una producción mucho mayor de semilla y fruto de los cultivos agrícolas.

Para Rodríguez (1982), el nitrógeno se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones bioquímicas y biológicas. Es un elemento muy móvil. El nitrógeno mineral (NO_3^- y NH_4^+) una vez en el interior de las células pasan a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas. El nitrógeno ingresa en la formación de aminoácidos, luego estos entran en la síntesis de los prótidos y las proteínas del vegetal, constituyendo un elemento plástico por excelencia. Cuando hay suficiente cantidad de nitrógeno se producen los siguientes efectos: mayor cantidad de clorofila, mayor asimilación y síntesis de productos orgánicos, mayor vigor vegetativo, que se manifiesta por el aumento de velocidad de crecimiento, determinado por un aumento de volumen y peso (debido a los alargamientos celulares y a la multiplicación celular), color verde intenso de la masa foliar, mayor producción de hojas. A su vez los puntos anteriores determinan una mayor producción de frutos, semillas, etc. El déficit de

nitrógeno presenta síntomas variados. El rendimiento de un cultivo baja incluso antes de la manifestación sintomática, se reduce la síntesis orgánica y baja de esta manera la velocidad de crecimiento y desarrollo.

Para Ruiz (1999), el Nitrato de Amonio es uno de los productos de mayor solubilidad (1.920 g/l a 20°C). Contiene un 34,5% de N, la mitad en la forma AMONIO y la mitad en la forma NITRICA. Se diferencia así de la UREA (100% N amídico) y los FOSFATOS de AMONIO (N 100% amoniacal) y también del SALITRE y NITRATO de potasio (100% de N es nítrico). Por tener las dos fracciones de nitrógeno, tiene un efecto inmediato debido a la fracción NITRICA y un efecto de mas largo plazo representado por el AMONIO, el cual por su carga (+) queda retenido por las cargas (-) de las arcillas del suelo. Su reacción en el suelo es acidificante, por lo cual se recomienda en suelos de ph muy alcalino. Disuelto en agua tiene un ph acido, lo cual es favorable cuando las aguas tienden a formar compuestos insolubles que obturan los goteros. Otra característica es que se distribuye en forma más homogénea en el bulbo de mojado en comparación a UREA, o fuentes solo NITRICA o solo AMONIACALES.

3.3 Camas Suspendidas

Según Tessarioli Neto (2001), citado por Fontanetti (2004), El sistema de producción de plantines en las camas suspendidas se presenta como una alternativa interesante para los diversos problemas presentados por el sistema convencional. En este sistema las plantas madres son cultivadas bajo cultivo protegido en vasos sobre bancas suspendidas, de modo que los estolones no entran en contacto con el suelo, y consecuentemente no enraízan. Una producción de plantines de frutilla en vasos suspensos bajo cubierta, es técnicamente viable, a pesar de la cantidad de plantines totales producidas por planta madre.

De acuerdo con el mismo autor, estos mismo plantines producidos en el sistema de vasos suspensos bajo cultivo protegido, presentan mejores beneficios fitosanitarios eliminándose prácticamente el riesgo de diseminación de plagas y enfermedades para el área cultivable. Asimismo estos plantines presentan mayores tenores de

carbohidratos totales, cuando son comparadas con plantines producidas por el sistema convencional, confiriendo mayor calidad fisiológica a esta.

Folquer (1986), describe brevemente, un sistema hidropónico de mesones inclinados, el cual tiene por objeto captar al máximo la luz y el calor solar durante la época fría del año. Las plantas de frutilla se colocan en orificios de manera que las raíces se desarrollan en la parte oscura, por donde circula la solución nutritiva. Es un sistema ideado y difundido en el Japón.

Iturry (1998), indica que para facilitar el trabajo, se recomienda que antes del techado y una vez cavado el foso se prepare la cama orgánica. El drenaje dentro del walipini nos ayuda fundamentalmente para evitar la segunda salinización del suelo, que se convierte en un serio riesgo debido a que la producción de hortalizas en este tipo de ambientes requiere de riego continuo de las parcelas cultivadas. En los walipinis de Letanías se colocó una capa de 15-20 cm de alto de cascajo de piedra manzano. La mayoría de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos hortícolas tienen su origen en el suelo de cultivo. No obstante, el altiplano no es ambiente favorable para el desarrollo de agentes patógenos que afectan a las hortalizas, por lo que podemos esperar que los suelos locales no contengan gran cantidad de este tipo de organismos. Sin embargo, no se puede afirmar lo mismo respecto a las materias orgánicas o composta que se utiliza con el suelo, por lo que se recomienda trabajar con abonos que no sean frescos.

Benson (2002), indica que las camas orgánicas protegidas, tienen doble función de almacigueras y medios atemperados de producción de hortalizas durante todo el año, rotando y asociando diferentes cultivos, que son de uso intensivo. Hay dos tipos: las altas, apropiadas para regiones húmedas y relativamente templadas y las bajas que son adecuadas para regiones frías, donde las heladas son muy intensas y los suelos secos. Su construcción es similar; están compuestas por muros de adobes y una cobertura de paja, agrofílm, tela de saquillos, calamina plástica y ocasionalmente vidrio. Las dimensiones varían generalmente desde 10 m² hasta 16 m² o más, la altura del muro más alto es de 1 m. y del más bajo es de 40 cm.

Cervantes (2008), menciona que una plantación mediante este sistema (en soporte suspendido), no pesa mucho. Otra ventaja de este cultivo en este sistema, es que al estar la planta aireada, apenas se hacen tratamientos fitosanitarios. Este sistema tiene como principal característica el gran número de plantas que podemos colocar por metro cuadrado, y al estar las plantas colgadas, se facilita mucho la recolección.

3.4 Ambientes Atemperados

Para NOGUB – COSUDE, (1999), los invernaderos implementados en la región andina de nuestro país, corresponden mayormente al tipo de invernaderos templados. El fin principal de su instalación es el de poder cultivar hortalizas, flores y plantas ornamentales en regiones en las cuales la temperatura desciende hasta -10 °C. En estas condiciones la energía solar es la única fuente de energía utilizada para calentar los invernaderos, por lo que en la región se las denomina también “carpas solares”.

Los mismos autores mencionan la existencia de productores dispuestos a cambiar de sistema productivo tradicional, por un sistema de producción intensivo o comercial en invernaderos es un indicio del potencial de esta tecnología para mejorar el ingreso campesino. Cuando los invernaderos comerciales son bien manejados, sus productos pueden garantizar la devolución de la inversión realizada. Estos invernaderos comerciales, pueden ampliarse a medida que se incrementa la demanda de hortalizas. Esto es particularmente interesante en el caso de las hortalizas libres de agentes causales de enfermedades, y de aquellos producidos ecológicamente. En muchos casos, la garantía que ofrecen este tipo de productos al consumidor se traduce en mejores precios.

Para la FAO (2002), Los invernaderos y los abrigos son recintos cerrados construidos con materiales transparentes soportados por varios tipos de estructuras, dentro de los cuales el clima difiere del exterior. Esta modificación climática tiene dos causas principales:

- 1) La propiedad específica de cada material de cubierta para atrapar la energía radiante dentro del recinto cerrado- denominado el efecto invernadero.

2) La limitación de la turbulencia. En el caso de los túneles de semiforzado, las temperaturas nocturnas sufren modificaciones muy ligeras, el aumento de temperatura no excede de 2 a 5° C.

Asimismo la FAO (2002) indica que el horticultor intenta, a través de su invernadero, modificar el clima local para satisfacer mejor las necesidades de sus cultivos (principalmente tomate, pimiento...) en cualquier estación del año.

En invierno, el efecto invernadero es la primera justificación de las estructuras de protección: durante un período que puede durar desde unas pocas semanas hasta algunos meses dependiendo de la situación, la temperatura nocturna limita el cultivo de plantas que requieren calor, interrumpe la producción y disminuye la calidad.

En verano, el papel del invernadero es más complejo: a pesar de que la protección reduce considerablemente la radiación incidente, que a menudo puede ser excesiva (efecto de sombreo), la temperatura del invernadero puede mantenerse con dificultad dentro de los límites aceptables por el cultivo: éste es actualmente uno de los problemas más serios de la técnica. Merece mencionarse el efecto cortavientos, pues actúa, sobretudo en zonas áridas a dos niveles: reduce los efectos mecánicos del viento y mejora las condiciones higrométricas dentro de los invernaderos (FAO 2002).

Según Hartmann (1990), señala que una carpa solar es una construcción amplia que permite la producción de cultivos más delicados, donde la cubierta puede ser de agrofilm o calamina plástica. La carpa solar es una construcción que permite controlar el ambiente y producir cultivos delicados. Existen diferentes tipos, la más común es del tipo túnel, media agua: su construcción es por lo general sencilla, se utiliza adobe, para los muros, madera o hierro de construcción para el armazón del techo y polietileno (agrofilm) en su cubierta. El mismo autor indica que la cubierta de polietileno resulta mas económico y de mayor difusión por su resistencia regular y durabilidad de 1 a 3 años, la ventaja es su bajo costo y de fácil manejo, la desventaja es que tienen poca durabilidad y se agranda con la temperatura y con el viento.

Acerca de los invernaderos, Lorini (1994), citado por Ayaviri (1996), describe las características del:

INVERNADERO ANDINO-DISEÑO LORINI

La construcción del invernadero es con materiales que existen en la región, no solo por razones de costo, sino también por el hecho de que tienen mejor eficiencia térmica, como el caso de los adobes y tapiales de barro. Los cimientos y sobrecimientos son realizados con piedra y agregado de barro con paja, sobre una superficie de 70 m² se cava en el terreno a 0,20 m de profundidad y 0,40 m de ancho del diseño. El ancho de la pared es de 0,40 m. Por razones térmicas, las paredes pueden ser construidas de tapial.

El invernadero construido para las condiciones del altiplano central se realiza a nivel; sin embargo, en regiones donde las condiciones de los suelos son de mayor profundidad o donde el frío es más intenso, se puede construir en forma semi enterrada a 0,30 m. o mayor profundidad, dependiendo de las características mencionadas; esto con el fin de aumentar la eficiencia térmica o, si la construcción es de tapial, permitir maximizar el uso del espacio y de los insumos.

En la cobertura del Invernadero Andino se han probado tres tipos dentro de lo que el mismo de forma: cobertura de vidrio de 5mm de espesor, con superficie esmerilada para la difracción de los rayos. Cobertura de Placas de Policarbonato alveolar-Planchas de doble capa con espaciado de aire, y con una cobertura de doble capa de Agrofilm de 300 micras.

Los resultados obtenidos en el modelo andino son buenos, habiéndose determinado menor eficiencia térmica. En el interior se tienen temperaturas diurnas que llegan entre 25 °C y 28 °C y las nocturnas registradas son de 1 °C a 2 °C en los meses de junio y julio.

Para Iturry (2002), las **carpas solares** en el altiplano boliviano se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares, las de túnel, medio túnel, medias aguas y dos aguas. El mejor resultado se ha obtenido con la de media agua. La construcción

es sencilla. Se utiliza adobes para los muros, madera o fierro de construcción para el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para la cubierta. En cambio los **invernaderos** son los más sofisticados y caros, de muy poca aceptación en nuestro medio, debido a los elevados costos de construcción y mantenimiento. Tienen una superficie de 450 y 10.000 m², sus muros son de adobe en el altiplano y pueden ser de vidrio o agrofilm en los valles. La estructura para el techado es de madera o de fierro de construcción, cubierto por agrofilm, calamina plástica o de vidrio. Ocasionalmente cuentan con sistemas de calefacción o ventilación. La producción principalmente son flores, hortalizas y plantas verdes.

Según INTA (2005), los invernaderos son instalaciones o construcciones con las que se logra capturar energía solar para hacer que el ambiente interno sea adecuado para el desarrollo de las plantas. Si bien la construcción de invernaderos no tiene mayores problemas es importante tener en cuenta algunos detalles para llegar a buen término con esta actividad.

4. LOCALIZACION

4.1 Localización Geográfica

El presente estudio se efectuó en uno de los módulos productivos (carpa solar) de la “Asociación de Productores Agropecuarios e Integral APRAI – Cabaña La Esperanza”. Ubicado en la comunidad de Tacachira, perteneciente a la Cuarta Sección municipal de la provincia Murillo - La Paz, la cual limita al norte, y al oeste con la provincia Los Andes, al Este con la ciudad de El Alto, y al sur con la provincia Ingavi. Geográficamente se sitúa entre los 16° 3' de latitud Sur y 68° 18' de longitud Oeste, a una altitud sobre el nivel del mar de 3990 m. y a una distancia de 26 kilómetros del centro de la ciudad de La Paz. (Ver figura 1).




 Área de estudio

Figura 1. Mapa de ubicación del estudio

4.2 Características Climáticas

Para Iturry (2002), el clima de la zona se caracteriza por ser seco durante gran parte del año, pues la estación de lluvias es corta. Más del 60 % de las precipitaciones pluviales tienen lugar entre los meses de diciembre a febrero. La intensa radiación solar durante el día, que contrasta con las bajas temperaturas nocturnas, provocan grandes variaciones térmicas que derivan en diferentes grados de estrés térmico de los cultivos, los mismos que pueden llegar a bajar considerablemente su producción en los días de helada en el invierno (mayo, junio y julio). Cabe mencionar que el riesgo de la helada se presenta durante todos los meses del año aun en el verano. Otro factor que limita la práctica de la agricultura, principalmente de hortalizas a campo abierto en el altiplano, son las tormentas de granizo, que aunque no tan frecuentes suelen provocar la pérdida parcial o total de las cosechas.

Según Montes de Oca (1997) de acuerdo a la clasificación de climas según Koppen, que toma en cuenta los parámetros de temperatura y humedad. La comunidad de Tacachira corresponde a un clima del tipo frío y en el sub grupo de tundra que va desde los 3500 a los 6000 m. son tierras frías que comprenden toda la región andina y los flancos más bajos de las cordilleras. La temperatura de congelación, especialmente si se prolonga en el tiempo, constituye uno de los principales factores limitativos de la agricultura de las montañas andinas, ya que reduce drásticamente la duración del ciclo vegetativo de los cultivos anuales. El Altiplano que constituye una amplia zona propia para la agricultura de gran altitud, experimenta graves problemas de heladas. También son muy frecuentes los días con granizo. La posición geográfica de esta zona, origina también marcadas diferencias estacionales que se reflejan en amplias fluctuaciones de temperatura entre el verano y el invierno Esta zona esta clasificada como Altiplano semihumedo con suelos poco desarrollados carente de horizontes orgánicos. La vegetación se caracteriza por una cubierta de gramíneas duras dispuestas en macollos.

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, (2008), la zona cuenta con una precipitación media anual de 626 mm con temperatura media anual de 7,2 °C con una temperatura mínima de 0,4 °C y una temperatura máxima de 14,8 °C. La humedad relativa fluctúa en función a las estaciones del año con un mínimo de 46% en

el mes de junio y superiores a 70 -72% en los meses de enero y febrero respectivamente.

4.3 Fisiografía

Según Montes de Oca (1997), el Altiplano boliviano esta situado en medio de las cordilleras Occidental y Oriental, que comienza por el norte en el Abra de la Raya (Perú) a 14° 30' aproximadamente y continua hasta el paralelo 21ª 50' para ingresar a la Puna de Atacama en Chile.

Tradicionalmente se ha considerado altiplano a una extensa pedillanura con varias serranías, cerros aislados que tienen las características de una cuenca cerrada. El Altiplano constituye un plano suavemente inclinado de norte a sur, la ciudad de El Alto tiene una elevación de 4115m, Oruro 3708 y Uyuni 3665m.

El Altiplano puede dividirse en una parte sub húmeda y otra árida. Es evidente que el altiplano va decreciendo en humedad de norte a sur y cambiando en función de la sequedad, en lago, laguna y salar.

En este contexto se denomina altiplano norte a la zona llana comprendida entre el lago Titicaca y el Lago Poopó, que abarca cuatro cuencas hidrográficas: Cuenca del lago Titicaca, Cuenca Desaguadero (Santiago de Machaca – Calacoto), Cuenca Calamarca -Sica Sica y Cuenca Caracollo - Oruro. La cuenca del Lago Titicaca, abarca tres sub cuencas: Suches, Achacachi y Catari.

La comunidad de Tacachira se encuentra en la sub cuenca Catari, que recoge las aguas del Alto, Viacha, Comanche, alturas de Tiwanacu y Guaqui. Es la sub cuenca más extensa en superficie que aporta al lago.

4.4 Suelo

Orsag (1989), citado por Ayaviri (1996), indica que los suelos del altiplano son muy heterogéneos en virtud de que se han formado sobre distintos materiales parentales depositados en las depresiones de la cuenca entremontana de los andes. Las propiedades físicas son de estructuración débil, compactación elevada y baja

porosidad, impidiendo la infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto riesgo de erosión. La capa arable es poco profunda. Los suelos en los cerros aledaños son poco profundos y muy pedregosos, con tendencia a la erosión. Poseen textura franco arcillo arenosas y presentan acumulaciones y materiales consolidados de gravas, arenas, limo, arcillas y caliza. La napa freática se encuentra a profundidades variables, por lo que se pueden observar aguas superficiales en las zonas más bajas y cercanas a los ríos, los pozos son poco profundos y con regular potencial hídrico.

Para Montes de Oca (1997), los suelos del altiplano son en general muy poco desarrollados y carentes de horizontes orgánicos. Son frecuentes los procesos erosivos laminares y por cárcavas.

4.5 Vegetación

De acuerdo a Montes de Oca (1997), la comunidad Tacachira donde se realizó el estudio, se encuentra dentro de la zona agro-ecológica de Altiplano norte.

Las condiciones de humedad disminuyen drásticamente de norte a sur de 8 meses húmedos (lago Titicaca) hasta 2 a 4 meses húmedos en el lago Poopó. La vegetación se caracteriza por una cubierta de gramíneas duras dispuestas en macollos (*Stipa ichu*, *Festuca spp.*) y arbustos resinosos de bajo porte (*Baccharis spp.* y *Parastrephia spp.*). Las serranías presentan numerosos microclimas rocosos donde se encuentran especies como *Satureja boliviensis*, *Calceolaria spp.*, *Mutisia ledifolia*, *Senecio spp.*, *Senna aumara*, *Ephedra americana*. La mayor parte de las regiones presenta zonaciones donde predominan especies poco palatables para el ganado, (*Adesmia spp.*, *Tetraglochin spp.*) que avanzan a expensas del debilitamiento de las comunidades sobre pastoreadas de gramíneas.

La producción agrícola existente en la zona se da gracias a las condiciones ecológicas que han permitido, un desarrollo agropecuario y económico aceptable de esta zona fría de Bolivia. La producción es netamente primaria sin acceder a los procesos de transformación. La biota es pobre y limitada por los caracteres de temperatura y humedad. En la producción agrícola se destacan los cultivos de papa,

maíz de altura, habas, tarwi, trigo pelado, cebada para grano, quinua, cañahua y pastos.

Los pastos naturales constituyen una flora económica de gran potencial. El sobre pastoreo es el mayor obstáculo en la conservación de las especies forrajeras y del suelo. La vocación de pastos naturales de la región ha sido remplazada en las últimas décadas por cultivos agrícolas. La sustentabilidad de recursos forrajeros parece garantizada en las condiciones del altiplano norte. Existe el establecimiento de una industria altamente remunerativa; la lechería, con base en la producción de pastos y forrajes. Además de intensificar el uso de de la tierra con la producción bovina, se incrementa la fertilización de los campos.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales de campo

El experimento se realizó en una carpa solar para lo cual se emplearon los siguientes materiales:

- Materia orgánica (estiércol de Bovino).
- Turba
- Camas suspensas (estructuras de madera)
- Agrofilm de 250 micras de espesor
- Balanza digital
- Balanza de reloj

5.1.2 Insumos

5.1.2.1 Nitrato de Amonio

El fertilizante nitrogenado empleado fue el nitrato de amonio ($\text{NO}_3 \text{NH}_4$), el cual se obtiene a partir del ácido nítrico (NO_3H) y el amoniaco (NH_3). El contenido de nitrógeno en el nitrato amónico oscila entre un 33,5 y 34%, del peso total, donde las

formas del nitrógeno son la nítrica (NO_3^-) y la amoniacal (NH_4^+). Las razones de su elección fueron las siguientes: su alta solubilidad 1,874 gramos por litro superior al de la Urea 1,033 gramos por litro siendo por lo tanto fuertemente higroscópico, presenta una reacción del tipo acidificante lo que favorece a los requerimientos del cultivo, la sal posee un anión nitrato (NO_3^-) y un catión amonio (NH_4^+), indicando su gran ventaja frente a los demás abonos. El ión nitrato es de rápida asimilación y el amonio mas lento; ambos suministran a la planta el nitrógeno necesario de una manera dosificada y continua (Rodríguez 1982).

5.2 Métodos

5.2.1 Procedimiento Experimental

El estudio se realizó en una carpa solar cuyas características son:

- Dimensiones: 9 x 24m
 - Ancho de la Parcela: 4,50 m, largo 21 m
 - Orientación: Norte
 - Área Parcela: 94,5 m²
 - Área útil: 46,2m²
 - Número de unidades experimentales: 24
 - Dimensión de unidad experimental: 3,5 m de largo x 0,55 m de ancho
 - Área unidad experimental: 1,92 m²
 - . Numero total de camas o bloques: 4
 - Número total de UE: 24
 - Distancia entre camas: 0,5 m
- (Ver Anexo 1: plano carpa solar)

5.2.2 Trabajo de Campo

- a) Adecuación de la carpa: Inicialmente se delimito el área de estudio, se realizo la limpieza del lugar, la ubicación física de las cuatro camas suspendidas construidas de madera y laminas de agrofilm.

- b) Construcción de camas suspendidas: Posteriormente se inició con el armado de las cuatro camas suspendidas a 40 cm por encima de la superficie del suelo, estas camas, se construyeron a partir de bolillos de madera de eucalipto de 2,5 cm de diámetro, y forradas con laminas de agrofilm, cuyas dimensiones fueron: ancho de 0,55 m de ancho x 0,7m de altura y 21m de largo. (Ver anexo 2: plano de construcción de las camas flotantes).
- c) Preparación del sustrato: Una vez construidas las camas flotantes, se preparo el sustrato, cuya mezcla se basó en tierra del lugar (50%), turba (30%) y estiércol de bovino (20%), las cantidades se determinaron posterior al cálculo de requerimiento en función a la disponibilidad de nutrientes en el suelo. (Ver anexo 3: Análisis de Suelo). A continuación se procedió a llenar las camas suspensas a una profundidad de 0,3 m con una pendiente de 1 %, alcanzando una superficie útil de 46,2 m², en las cuatro camas suspendidas.
- d) Instalación del sistema de riego: Se procedió a instalar las cintas de riego por goteo, una por cada cama, con una longitud de 21 m y distanciadas de 20 cm entre emisor a emisor, para que sobre este se planten dobles hileras de plantines de frutilla.
- e) Plantación: Una vez recibida los plantines del vivero comercial de VIANSA procedentes de Mendoza – Argentina, (septiembre 2007), se procedió a trasplantar colocando dos plantines por emisor uno a cada lado del emisor esto en horas de la mañana, sin doblar las raíces, en una cama ingresaron dobles hileras, distanciadas a 10 cm entre planta y planta, y 20 entre emisor a emisor, obteniendo 210 plantas por platabanda, 840 plantas en toda la parcela de estudio, y una densidad de 88.888 plantas/ha.
- f) Manejo frutícola:
- Riego. Una vez trasplantadas los plantines de frutilla se realizó un riego profundo, hasta que los plantines se hayan recuperado completamente.

Posteriormente se procedió al riego mediante las cintas de riego por goteo, en función a requerimiento.

- Desbotonado y eliminación de estolones. Como el objetivo de la plantación fue la de producción y no la de multiplicación, entonces se procedió a cortar las primeras flores para evitar frutas defectuosas, poco comerciales. También para estimular la formación de flores, se eliminaron manualmente los estolones, a medida que fueron apareciendo generalmente cada 15 días.
- Control Fitosanitario. Se presumía la presencia de antracnosis de tallo en la variedad Camarosa, sin embargo no se presentó incidencia alguna de este problema, probablemente por las camas suspendidas donde se instaló el cultivo. Sin embargo si se tuvo la presencia de araña, en los meses secos (octubre-noviembre), la cual se reguló mediante la aspersión de agua en gotas pequeñas por encima del follaje, destruyendo las telarañas formadas que iban encartuchando a las hojas y flores.
- Fertilización. Posterior al cálculo de la dosis teórica y dosis a aplicar, se procedió a aplicar nitrato de amonio diluido en agua, a cada tratamiento y sus respectivas repeticiones. (Ver Anexo 4: Cálculo de dosis de fertilización).

La aplicación fue en tres ocasiones: al momento del trasplante, en la formación vegetativa y luego al iniciar la cosecha. La cantidad de nitrato de amonio empleada, consideró la cantidad ya existente o aportada en el sustrato, sobre el cual se fue adicionando en función al requerimiento de cada uno de los niveles:

T1 (Sweet Charlie + 100 kg de nitrógeno/ha) -----0,03 kg de nitrato de amonio

T2 (Sweet Charlie + 200 kg de nitrógeno/ha) ----0,61 kg de nitrato de amonio

T3 (Sweet Charlie + 300 kg de nitrógeno/ha) --- 1,19 kg de nitrato de amonio

T4 (Camarosa + 100 kg de nitrógeno/ha) ----- 0,03 kg de nitrato de amonio

T5 (Camarosa + 200 kg de nitrógeno/ha) ----- 0,61 kg de nitrato de amonio

T6 (Camarosa + 300 kg de nitrógeno/ha) ----- 1,19 kg de nitrato de amonio

- Cosecha. Se obtuvieron cosechas desde el tercer mes posterior al trasplante noviembre – diciembre y se prolongo hasta el mes de mayo de la próxima gestión, (cosecha de la primera campaña de producción), y entendiéndose al cultivo de la frutilla como una plantación comercial de dos años, se obtuvieron cosechas del segundo año que no fueron tomados en cuenta. Por lo tanto los datos presentados más adelante representan la cosecha comercial de la primera gestión del cultivo 2007- 2008.

5.2.3 Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en una combinación factorial de 2 x 3 conducidos en bloques completos al azar.

Al respecto Calzada (1982), indica que la información que se obtiene de los experimentos factoriales es más amplia, debido a que permiten comparar los tratamientos o niveles de cada factor entre sí, y además evaluar las interacciones que resultan como consecuencia de las combinaciones de los factores. Asimismo el mismo autor menciona que siempre que se pueda observar la presencia de una fuente de variabilidad en las unidades experimentales, se debe emplear el diseño “Bloque Completo Randomizado”.

El experimento contó con:

Factor A : Variedades de frutilla

V₁ : Sweet Charlie

V₂ : Camarosa

Factor B : Niveles de nitrógeno

N₁ : 100 kg N/ha

N₂ : 200 kg N/ha

N₃ : 300 kg N/ha

Mediante la combinación factorial de dos factores: variedades x niveles de nitrógeno, resultó una combinación factorial de 2x3 con un total de 6 combinaciones (tratamientos) distribuidos en cuatro bloques, cada una con 6 unidades experimentales, haciendo un total de 24 unidades experimentales, con 35 plantines de frutilla por unidad experimental, y un total de 840 plantas en todo el estudio. El arreglo factorial dentro de bloques completos al azar, se efectuó a la sombra proyectada por la pared frontal y posterior en horas de la mañana y la tarde.

Tratamientos

- T1 = V₁N₁ (Variedad Sweet Charlie, más 100 kg N/ha)
- T2 = V₁N₂ (Variedad Sweet Charlie, más 200 kg N/ha)
- T3 = V₁N₃ (Variedad Sweet Charlie, más 300 kg N/ha)
- T4 = V₂N₁ (Variedad Camarosa, más 100 kg N/ha)
- T5 = V₂N₂ (Variedad Camarosa, más 200 kg N/ha)
- T6 = V₂N₃ (Variedad Camarosa, más 300 kg N/ha)

5.2.3.1 Modelo Aditivo Lineal del arreglo factorial.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \varepsilon_{n(ijk)}$$

Donde:

- Y_{ij} = Corresponde a una observación cualquiera
- μ = Media poblacional
- β_k = Efecto del i-ésimo bloque
- α_i = Efecto del j-ésimo factor variedad
- γ_j = Efecto del k-ésimo factor niveles de fertilización
- αγ_{ij} = Efecto de la interacción entre el j-ésimo factor variedad y del k-ésimo factor, niveles de fertilización
- ε_{n(ijk)} = error experimental

Nivel de Significación:

El nivel de significancia que se usó en el presente trabajo fue de: $\alpha = 0.05$

Regla de Decisión:

Se rechazar la hipótesis nula (H_0) si el valor de F calculado (F_c) es \geq al valor de F tabulado (F_t) (0,05).

5.2.4 Croquis del Experimento

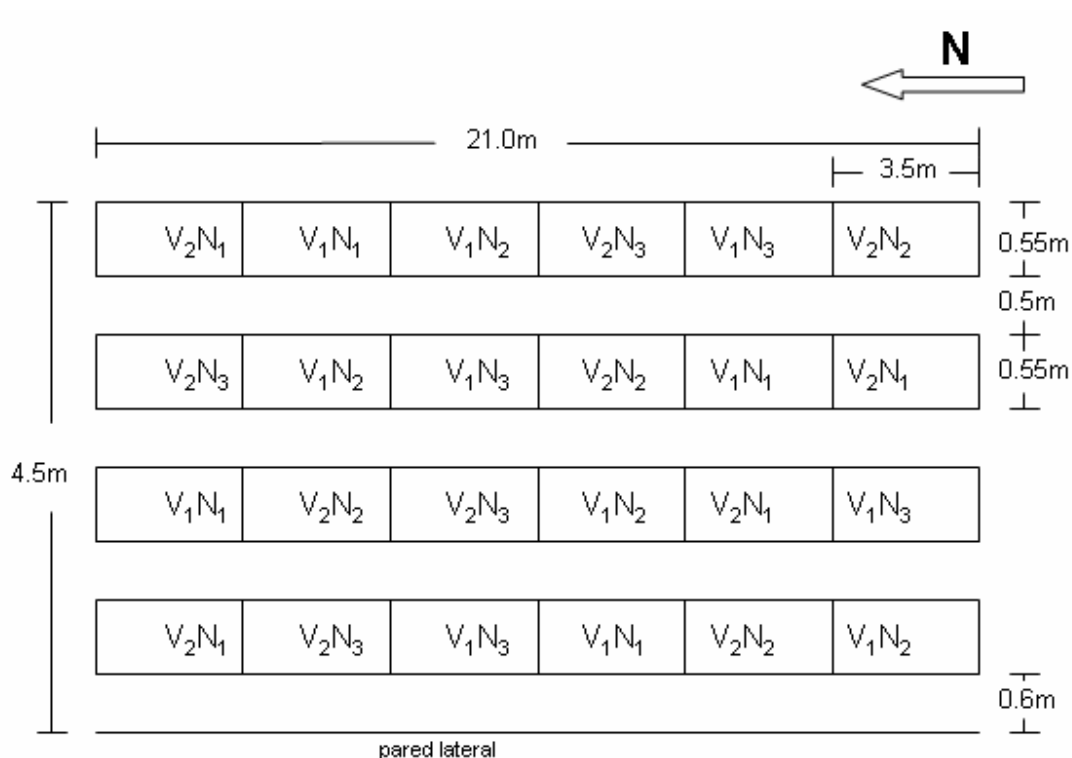


Figura 2. Croquis de campo y la distribución de tratamientos

5.2.5 Variables Fenológicas

5.2.5.1 Días a la floración.

El recuento se realizó cuando aproximadamente el 50 % de los botones florales alcanzaron la floración plena. Al interior de cada unidad experimental, se seleccionó 6

plantas al azar, a los cuales se realizó el recuento de las flores en forma manual, cuando al menos 3 plantas alcanzaron la floración.

5.2.5.2 Días a la cosecha.

De la misma manera se realizó un conteo manual cuando el 50% de los frutos de la planta alcanzaron la fase de madurez, (tres/ cuartos del fruto de color rojo).

5.2.6 Variables Frutícolas

5.2.6.1 Tamaño de fruto.

Una vez recolectado los frutos diferenciados por tratamiento, se procedió a medir el diámetro de la región ecuatorial de fruto con un calibrador vernier, así como la longitud de fruto desde la base del receptáculo hasta el ápice del fruto.

5.2.6.2 Peso individual de los frutos.

A medida que se fue cosechando, se pesaron los frutos de las plantas muestra, de manera directa en una balanza de precisión, registrando los datos en gramos.

5.2.7 Variables Agronómicas

5.2.7.1 Índice del Área Foliar.

Para esta variable, inicialmente se realizó una cuantificación del área foliar de cada una de las muestras en estudio, mediante el método directo del dibujo de la hoja en un papel milimetrado, estos datos fueron multiplicados por el número de hojas de la planta y estas por el número de plantas por unidad experimental, para así obtener la superficie de cobertura foliar en unidades de superficie (m^2).

Posterior a eso, este dato se lo relaciono con la superficie útil de cada unidad experimental, calculando de esta manera el índice de área foliar, de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{IAF} = \frac{\text{Superficie de cobertura foliar (m}^2\text{)}}{\text{Superficie de suelo (m}^2\text{)}}$$

5.2.7.2 Rendimiento:

Posterior al inicio la maduración de fruto, la cosecha fue dos veces por semana a partir de las últimas semanas de noviembre, hasta el mes de mayo de la próxima gestión. Los datos registrados fueron en kg/tratamiento, los cuales luego fueron extrapolados a ton/ha.

5.2.7.3 Costos parciales de producción

Son los gastos que se realizaron desde la compra de plantines de frutilla, la siembra, labores culturales, cosecha, venta de frutas, alquiler de carpa, mano de obra en diferentes procesos, etc., Para lo cual se calcularon los siguientes indicadores:

- a) **Costos fijos.** Son todos los que se mantuvieron invariables o se modificaron solo como consecuencia de cambios en la capacidad productiva de la microempresa: Ej. Alquiler de carpa, gastos de mantenimiento, agua, luz, depreciación, etc. Para su cálculo, se tomaron en cuenta: gastos de depreciación, (herramientas, cintas de riego, etc.), gastos generales y mano de obra por suelo fijo mensual.
- b) **Costos variables.** Para Perrin et al. (1976), los costos variables son los resultantes de añadir insumos variables que originan aumentos en la producción, son aquellos que están relacionados directamente con los insumos comprados (productos químicos, semillas, la dosis de químicos utilizada, etc.), la mano de obra y la maquinaria y el equipo, sea este alquilado o comprado y que varían de un tratamiento a otro.
- c) **Punto de equilibrio.** Es la cantidad de productos (kg de frutilla) que deben venderse para que la microempresa no gane ni pierda dinero, es un indicador que permite visualizar el límite entre el área de pérdidas y el área de

ganancias. La fórmula del punto de equilibrio es Costo Fijo total sobre el Precio de Venta unitario, menos el Costo Variable unitario.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costo Fijo Total}}{(\text{Precio Venta Unit} - \text{Costo Variable Unit})}$$

- d) **Relación Beneficio – Costo.** En función al número de kilogramos por superficie, se multiplicó por su respectivo precio, obteniendo de esta manera el beneficio bruto expresado en bolivianos.

$$\text{Relación B / C} = \frac{\text{Precio del producto (Bs. / kg) x producción (kg)}}{\text{Total de costos (Bs.)}}$$

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Variables Fenológicas

6.1.1 Días a la floración

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (Tabla 1), se encontró un coeficiente de variación de 1,8%, valor que se halla dentro de los parámetros aceptables. El promedio de días a la floración fue de 72,3 días. Y se infiere que no se encontró significación para bloques, para confirmar esta situación, se realizó el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Ver Anexo 5. Calculo de eficiencia).

Tabla 1. Análisis de varianza para días a la floración

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	3,00	1,00	0,60	0,625	NS
Variedades	1	2730,67	2730,67	1638,40	< 0,0001	**
Niveles	2	81,08	40,54	24,32	< 0,0001	**
Variedades*Niveles	2	7,58	3,79	2,27	0,137	NS
Error	15	25,00	1,67			
Total	23	2847,33				
CV(%)	1,8	media =	72,3	días	$ER_{(BCAaCA)}$	93%

NS: No significativo

** : Altamente significativo

Efectivamente el cálculo de eficiencia del modelo, indica que se sacrifico un 7% de información al escoger bloques completos al azar en lugar de completamente al azar, por lo tanto se planteo desde un principio un diseño de investigación con el cual se pierde precisión para controlar la variabilidad en esta variable.

Continuando con el análisis del tabla 1, se detectan diferencias estadísticas altamente significativas para variedades y para niveles de nitrógeno, estas diferencias son explicadas posteriormente en el siguiente párrafo, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. Posteriormente no se encontró efecto significativo en la interacción de variedades con niveles de nitrógeno (V x N), lo que significa que ambos factores son independientes en la variable: días a la floración, por lo tanto el análisis de días a la floración se realiza en base a los efectos principales de Variedades y Niveles.

6.1.1.1 Efecto de Variedades en días a la floración

La prueba de Duncan al 5% para el factor variedades indica que, se encontró diferencia significativa para la variedad Camarosa respecto a la variedad Sweet Charlie. La variedad Camarosa en promedio llego a la floración a los 83 días después del trasplante, en cambio la variedad Sweet Charlie llego a florecer a los 62 días posterior al trasplante. (Ver. Figura 3).

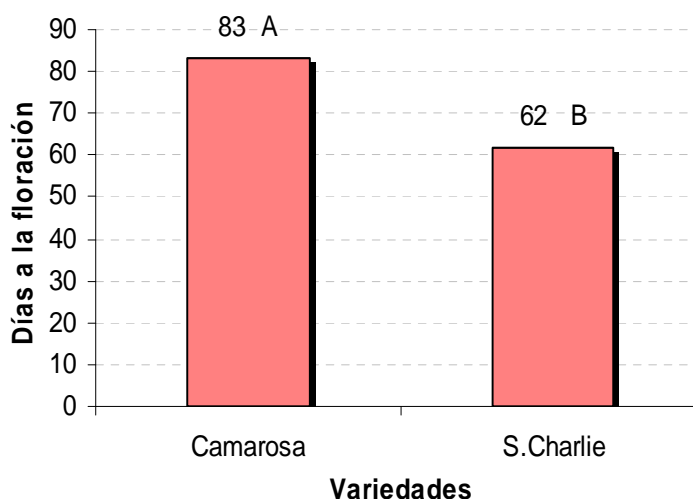


Figura 3. Prueba de Duncan para Variedades en días a la floración

La variedad Sweet Charlie desarrollo una floración precoz respecto a la variedad Camarosa, pese a estar ambos dentro del ambiente protegido, bajo las mismas condiciones de temperatura, humedad, manejo y riego, por lo tanto esta diferencia significativa, se atribuye a las características fenológicas e intrínsecas de la ontogenia (origen) de la variedad como tal. Esta característica es de suma importancia por estar correlacionada con la aparición también de frutos de manera precoz, lo que mejoran los rendimientos del cultivo. Este desarrollo floral se dio en los meses de octubre y noviembre, donde las temperaturas mínimas fueron de 2,1 y 3,4 grados centígrados respectivamente. (Ver Anexo 6. Archivo fotográfico).

Fontanetti (2004), encontró un 88,70 % y 74,99 % de floración a los 15 y 30 días posterior al trasplante respectivamente, en plantines de la variedad Sweet Charlie sometidos bajo cubierta en la localidad de Piracicaba - Brasil con temperaturas fluctuantes entre 25 a 35°C.

Al respecto Arequipa (2004), en el estudio de efecto de cuatro tratamientos de vernalización en plantas de frutillas en invernadero, en la comunidad de Ocomisto Achocalla – La Paz, trabajando con la variedad “pájaro” encontró un promedio de 47,66 días a la floración sin tratamiento de vernalización y 24,66 días a la floración con un tratamiento de plantines en conservadoras con hielo. Los días a la floración con estas técnicas de vernalización son bastante significativos a lo reportado en el presente estudio.

Asimismo Ticona (2002), en el estudio de comportamiento de tres variedades de frutilla con diferentes métodos de cobertura aplicados al suelo bajo carpa solar, también en la localidad de Ocomisto Achocalla – La Paz, encontró que la variedad Oso Grande floreció a los 92,5 días, la variedad Sweet Charlie floreció a los 70,8 días y la variedad Chandler a los 70 días posterior al trasplante. Estos datos son cercanos a los reportados en el presente estudio.

Fortaleciendo aun mas esta discusión, Goppo et al. (1997), citados por Fontanetti (2004) menciona que estudiando el comportamiento de diversas variedades de frutilla, constató que la precocidad de producción y maduración varietal es variable en cada

variedad. Asimismo este comportamiento es una característica fisiológica de cada variedad.

6.1.1.2 Efecto de Niveles de Nitrógeno en días a la floración

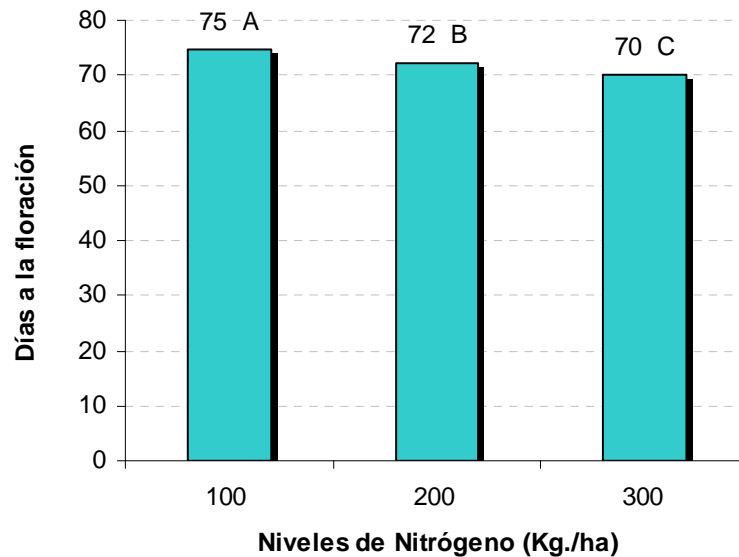


Figura 4. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno en días a la floración

La figura 4, refleja la prueba de Duncan al 5% para el factor niveles de nitrógeno, donde se encontró diferencias significativas para el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, respecto a 200 y 300 kilogramos de nitrógeno/ha respectivamente. De la misma manera se encontró diferencias significativas para el nivel de 200 kg de nitrógeno/ha, respecto a los niveles de 300 y 100 kg de nitrógeno/ha, respectivamente. Reportando 75, 72 y 70 días a la floración, posterior al trasplante en los niveles de 100, 200 y 300 kg de nitrógeno/ha.

Continuando con el análisis de la figura 4 al parecer a mayor cantidad de nitrógeno aplicado, este acelera la aparición de flores en el cultivo, esta variación se registró entre 3 a 5 días dependiendo de la cantidad de fertilizante aplicada. Este adelanto en unos días a la floración no precisamente se debe al nitrógeno, sino como este se complementa con los otros micro nutrientes responsables de la aparición de las

flores. En estos resultados los factores como temperatura, humedad, manejo y otros, también fueron constantes para los tres niveles de nitrógeno en estudio.

Al respecto, Cortéz (2008), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini en la localidad de Ventilla - La Paz, encontró un promedio de 101,6 días a la floración para la variedad Oso Grande, 81,7 días a la floración para la variedad Sweet Charlie, y 78,8 días para la variedad Chandler.

Por otro lado, Mendoza (2006), en el estudio de efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas, en la localidad de Chicani - La Paz, y en un seguimiento a las fases fenológicas del cultivo, encontró que la variedad Chandler floreció a los 61,25 días, la variedad Sweet Charlie llegó a florecer a los 73,5 días y la variedad Pájaro a los 100,33 días. Resultados que el mismo autor aduce al efecto de los abonos orgánicos la buena respuesta de las variedades Chandler y Sweet Charlie principalmente siendo las más precoces, sin embargo la variedad Pájaro sería semiprecoz.

6.1.1.3 Análisis de tendencia de Niveles de nitrógeno en días a la floración

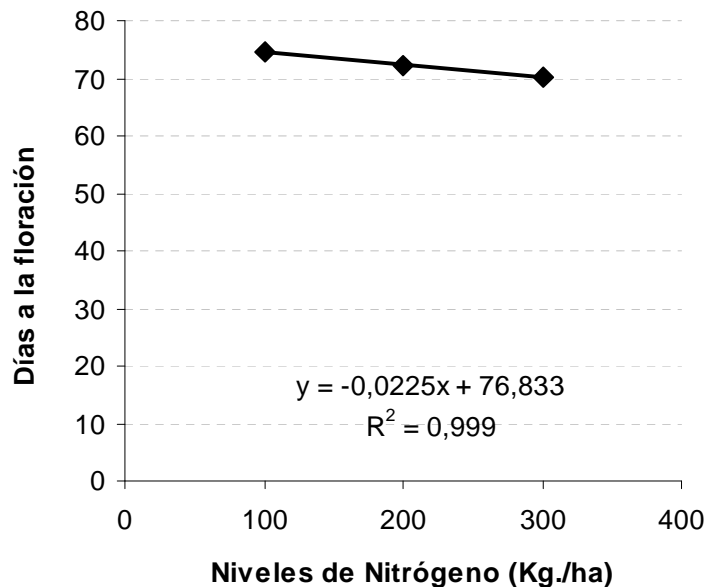


Figura 5. Análisis de tendencia lineal para Niveles de Nitrógeno sobre días a la floración

La figura 5, refleja la regresión lineal de niveles de nitrógeno (x) sobre número de días a la floración (Y), mediante su ecuación lineal ($Y = a + bx$), donde la variable independiente (x), son los tres niveles de nitrógeno, en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,9995, lo que indica que los datos de la variable número de días a la floración probablemente estén muy relacionados con los niveles de nitrógeno. El coeficiente de determinación (r^2) de 0,999, que indica que un 99% de la variabilidad del número de días a la floración estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, el resto se debería a factores desconocidos, resultando la ecuación:

$$Y = 76,833 - 0,0225 x \quad \text{Ec. (1)}$$

La tendencia de la línea en la figura 5, va decreciendo en 3 a 5 días a medida que se va incrementando los niveles de fertilización nitrogenada, es decir la precocidad, en la aparición de flores se reduciría a un nivel cada vez mayor de fertilización nitrogenada. Lo que nos corrobora, sobre la función del nitrógeno, que es la formación de follaje principalmente y no participa como elemento primordial en la aparición de las flores.

6.1.2 Días a la cosecha.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, (Tabla 2) reporta un coeficiente de variación de 1,3%, valor que se halla dentro de los parámetros aceptables. El promedio de días a la cosecha, posterior al trasplante fue de 84 días. Asimismo no se encontró significación para bloques, para confirmar esta situación, se realizó el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Ver Anexo 5. Calculo de eficiencia).

El cálculo de eficiencia relativa, reporta que se sacrifico un 4% de información al escoger bloques completos al azar en lugar de completamente al azar, diseño con el cual se pierde precisión para controlar la variabilidad en esta variable.

Tabla 2. Análisis de varianza para días a la cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	3,00	1,00	0,79	0,518	NS
Variedades	1	2400,00	2400,00	1894,74	< 0,0001	**
Niveles	2	36,75	18,38	14,51	0,0003	**
Variedades*Niveles	2	3,25	1,63	1,28	0,306	NS
Error	15	19,00	1,27			
Total	23	2462,00				
CV (%)	1,3	media =	84,0	Días	ER _(BCAaCA)	96%

Prosiguiendo con el análisis de varianza (Tabla 2), se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para variedades y para niveles de nitrógeno, estas diferencias son explicadas en el siguiente párrafo mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. Finalmente, no se presentó efecto significativo en la interacción de variedades con niveles de nitrógeno, (V x N) lo que significa que ambos factores son independientes en la variable: días a la cosecha, por lo tanto el análisis de días a la cosecha se realiza en base a los efectos principales de Variedades y Niveles.

6.1.2.1 Efecto de Variedades en los días a la cosecha

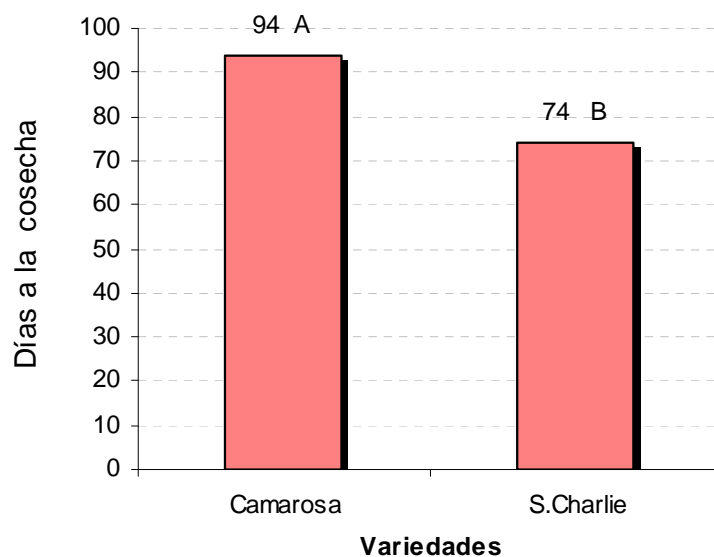


Figura 6. Prueba de Duncan para Variedades en días a la cosecha

La prueba de Duncan al 5% para el factor variedades indica que, se encontró diferencia significativa para la variedad Camarosa respecto a la variedad Sweet Charlie. La variedad Camarosa en promedio llegó a la cosecha de frutos a los 94 días después del trasplante, en cambio la variedad Sweet Charlie alcanzó la cosecha a los 74 días posterior al trasplante (Ver Figura 6).

El comportamiento de esta variable es similar a la variable días a la floración, puesto que esta correlacionada directamente, la maduración de los frutos con la aparición de flores, donde la variedad Sweet Charlie, se comportó más precozmente que la variedad Camarosa, siendo que ambas fueron estudiadas en condiciones homogéneas de humedad, manejo y temperatura dentro de la carpa solar.

Respecto al tema, Cortez (2008), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini en la localidad de Ventilla - La Paz, encontró 108,2 días a la cosecha en la variedad Oso Grande, 87,7 días en la variedad Sweet Charlie y 84,5 días a la cosecha para la variedad Chandler.

Por otro lado, Mendoza (2006), en el estudio de efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas, en la localidad de Chicani - La Paz, y en un seguimiento a las fases fenológicas del cultivo, reportó que la variedad Sweet Charlie alcanzó en promedio la fructificación y maduración plena a los 93 días posterior al trasplante y la variedad Pájaro a los 121 días.

De acuerdo a Viansa (2000), la variedad Sweet Charlie entra en producción 4 a 6 semanas antes que la variedad Chandler y 3 a 4 semanas antes que la variedad Oso Grande en iguales condiciones de crecimiento.

Esta diferencia en la precocidad del cultivar Sweet Charlie es atribuible a las características genéticas de la variedad, como también producto de la mejor adaptación de esta variedad a las condiciones medio ambientales de la zona (temperatura, humedad, ph, luminosidad, etc.).

6.1.2.2 Efecto de Niveles de Nitrógeno en días a la cosecha

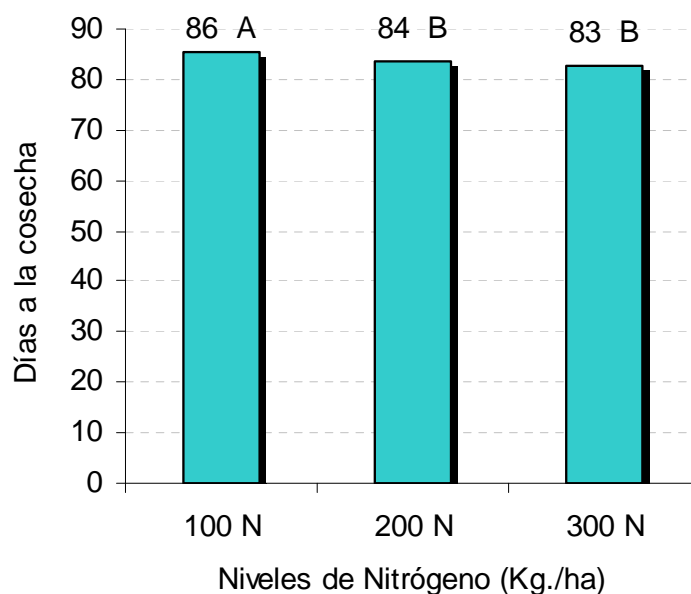


Figura 7. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno en días a la cosecha

La figura 7, refleja la prueba de Duncan al 5% para el factor niveles de nitrógeno, donde se encontró diferencias significativas para el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, respecto a 200 kg de nitrógeno/ha. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de 200 y 300 kg de nitrógeno/ha. Reportando 86, 84 y 83 días a la maduración del fruto posterior al trasplante en los niveles de 100, 200 y 300 kg de nitrógeno/ha respectivamente. De los cuales los dos últimos no son significativamente diferentes.

En cuanto a los días a la cosecha respecto a los niveles de fertilización nitrogenada, el nivel de 100 kg de N/ha retardo la madurez de los frutos en dos a tres días respecto a los niveles de 200 y 300 kg de N/ha, sin embargo esta variación si bien reporta diferencias estadísticamente significativas, a nivel comercial, no presenta mayores inconvenientes, puesto que los intervalos de cosecha son de 3 a 4 días.

Para, Vicente y Manzoni (2001), la variedad Sweet Charlie, se destaca por contar con una muy importante precocidad, sabor dulce, buena forma de fruta y muy buen comportamiento en vivero. En cambio la variedad Camarosa bajo protecciones de

alta temperatura como invernaderos y trasplantes tempranos responde con un excesivo vigor y se retrasa la entrada en producción, por lo cual no resulta más precoz que Oso Grande.

La fertilización nitrogenada retarda con frecuencia la maduración de las plantas y las consecuencias de este fenómeno suelen ser económicamente importantes, como en el caso del trigo; pero no siempre retarda la fecha de maduración, a veces los efectos no son mensurables y en otras hasta puede llegar a adelantarlas. Cuando se consideran los efectos ejercidos en la maduración por la aplicación de fertilizantes nitrogenados, debe tomarse en cuenta: el grado de eficiencia del nitrógeno, la cantidad de nitrógeno, la época de aplicación y la naturaleza del cultivo (Chilon, 1997).

6.1.2.3 Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en días a la cosecha

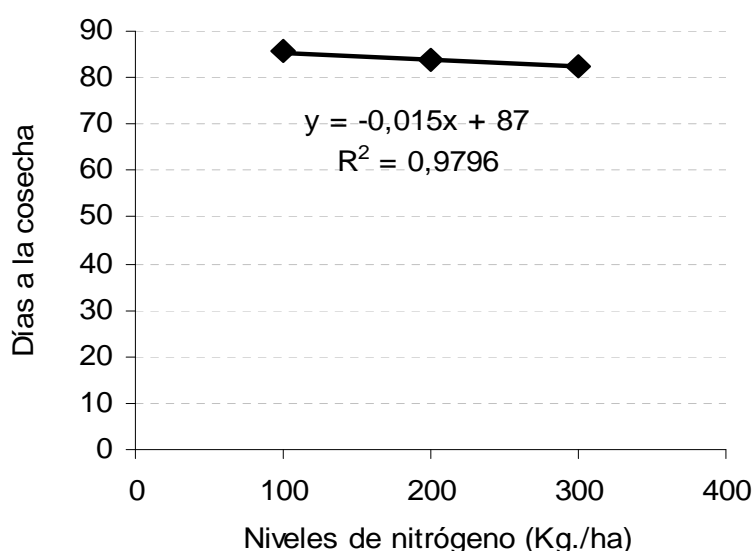


Figura 8. Análisis de tendencia lineal para Niveles de Nitrógeno sobre días a la cosecha

La figura 8, refleja la regresión lineal de los niveles de nitrógeno (x) sobre número de días a la maduración del fruto (Y), mediante su ecuación lineal ($Y = a + bx$), donde la variable independiente (x) son los tres niveles de nitrógeno, en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,9897, lo que nos indica que probablemente los datos de la variable, número de días a la maduración del fruto están

muy relacionados con los niveles de nitrógeno. El coeficiente de determinación (r^2) de 0,9796 indica que un 97% de la variabilidad del número de días a la maduración del fruto estarían explicadas por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, y el resto se debería a factores desconocidos, resultando la ecuación:

$$Y = 87 - 0,015 x \quad \text{Ec. (2)}$$

La figura 8, reporta un ligero retraso en la maduración de frutos a niveles bajos de nitrógeno, esta variación es de dos a tres días, factor que comercialmente no es afectado significativamente. La maduración de frutos se registro a finales de noviembre con temperaturas mínimas de 3,4 y máximas entre 35,5 a 46 °C. al interior de la carpa solar, y con altas radiaciones solares y con mayores horas luz que en los meses anteriores este factor mas el manejo, riego, y labores culturales fueron constantes para los tres niveles en estudio.

6.2 Variables Frutícolas

6.2.1 Tamaño de fruto

6.2.1.1 Diámetro del fruto

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, (tabla 3) se halló un coeficiente de variación de 10,4%. El promedio de diámetro de fruto fue de 2,44 cm Y se infiere que se encontró diferencias significativas entre bloques, para cuantificar esta situación se realizo el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Ver Anexo 5. Cálculo de la eficiencia).

Tabla 3. Análisis de varianza para diámetro del fruto

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	0,64	0,21	3,37	0,046	*
Variedades	1	0,56	0,56	8,77	0,010	*
Niveles	2	3,49	1,75	27,43	< 0,0001	**
Variedades*Niveles	2	4,35	2,18	34,19	< 0,0001	**
Error	15	0,96	0,06			
Total	23	10,00				
CV(%)	10,4	media =	2,44	Cm	$ER_{(BCAaCA)}$	130%

De acuerdo al cálculo de eficiencia podemos indicar que la eficiencia de usar un diseño de bloques completos al azar fue de un 30%.

Asimismo, se encontró diferencias significativas para variedades y diferencias altamente significativas para niveles de nitrógeno en el diámetro de fruto. Por otra parte en la interacción de variedades por niveles, (V x N) se halló efecto altamente significativo, por lo tanto se afirma que estos factores no son independientes, es decir que cuando el factor niveles de nitrógeno cambia de nivel, las variedades de frutilla cambian su comportamiento, (Ver Anexo 7.), información que se amplió mediante el análisis de interacción de variedades por niveles, en el siguiente acápite.

Si bien el promedio de diámetro de fruto fue de 2,44 cm, en el estudio se encontraron frutos que superaron los 5 cm en la variedad Sweet Charlie, a diferencia de la variedad Camarosa, que presento diámetros menores, lo cual se refleja en las diferencias significativas que presentan ambas variedades, diferencias que se atribuyen a las características genéticas de cada variedad, el cual complementado con las condiciones homogéneas y favorables otorgadas a ambas variedades como temperatura, humedad, manejo, etc. hacen que se desarrolle en pleno, el fenotipo de cada variedad por separado. Por lo tanto podemos indicar que estos factores climáticos influyeron en ambas variedades a que expresan su potencial genotípico en condiciones favorables para su cultivo.

Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (V x N)

El análisis de interacción (figura 9), muestra un comportamiento diferenciado de las variedades al cambiar los niveles de nitrógeno. Para la variedad Sweet Charlie el comportamiento es de tendencia curvilínea, el diámetro de fruto aumenta de 1,75 a 3,67 cm al pasar de 100 a 200 kg de nitrógeno/ha. Para luego sufrir un decremento hasta 2,35 cm de diámetro, a 300 kg de nitrógeno/ha. En esta variedad, niveles de nitrógeno superiores a los 200 kg de nitrógeno/ha no producen mayores incrementos en el diámetro de fruto. En cambio la variedad Camarosa es afectada en menor medida por los niveles de nitrógeno, salvo en el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha que producen el mayor diámetro de fruto en esta variedad (2,45cm).

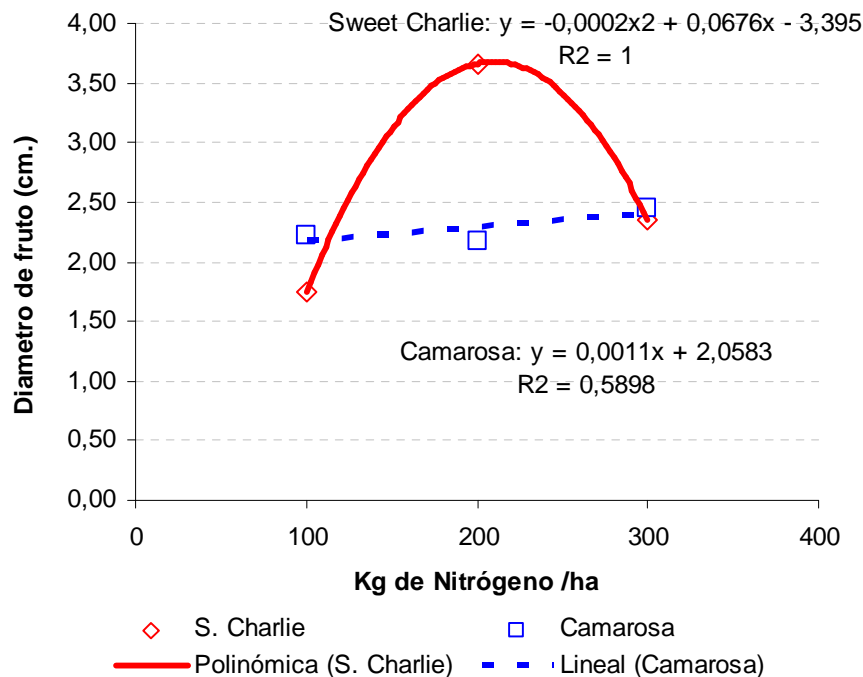


Figura 9. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en el diámetro de fruto en ambas variedades

La figura 9, refleja por separado el comportamiento en cuanto al diámetro de fruto de ambas variedades, donde la variedad Sweet Charlie, refleja un incremento en el diámetro de fruto de manera polinomial, es decir que el máximo diámetro de fruto está al rededor de los 200 kg de N/ha, sin embargo pasando este nivel a 300 kg de N/ha, el diámetro de fruto va descendiendo, lo que se puede entender que a mayores niveles de nitrógeno, este inhibe la participación de los demás micro nutrientes responsables del desarrollo del fruto. Por el contrario el comportamiento de la variedad Camarosa muestra un crecimiento lineal, donde se pueden entender que a niveles mayores de nitrógeno el diámetro de fruto también se incrementa en proporción a esta, aparentemente hasta un infinito, sin embargo en este caso, quizás haga falta estudiar un nivel superior a 300 kg de N/ha para esta variedad bajo las mismas condiciones (carpa solar, riego, manejo, etc.) y ver como esta realmente responde a estos niveles, que seguramente no va a continuar con ese crecimiento lineal, por tratarse de cultivos con un ciclo de vida definido, pero se puede determinar cual será el máximo nivel o en que nivel de fertilización nitrogenada empieza a descender el diámetro de fruto en esta variedad.

Al respecto, Folquer (1996), reporta un estudio sobre el proceso de crecimiento de las frutas secundarias (más estables) de la variedad Marshall, desde la antesis hasta su maduración total, determinando las dimensiones promedio en cada uno de los siete estadios en que se divide dicho proceso, encontrando un diámetro de 2,50 cm en promedio para un fruto maduro de la mencionada variedad.

Sobre el tema, Cortéz (2008), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini en la localidad de Ventilla - La Paz, encontró que la variedad Chandler en promedio, obtuvo mayor diámetro de fruto (3,0cm), seguida de la variedad Oso Grande y Sweet Charlie (2,6 y 2,3 cm respectivamente). Datos que se asemejan para la variedad Camarosa en el presente estudio, pero mucho menores para la variedad Sweet Charlie con una fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha.

Por otro lado Mendoza (2006), en el estudio del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas, en la localidad de Chicani – La Paz encontró 3,07 cm de diámetro para la variedad Sweet Charlie y 3,27 cm para la variedad pájaro.

Asimismo, Apaza (2006), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación en la provincia sud yungas del departamento de La Paz, encontró un diámetro de fruto de 3,63 cm para la variedad de Camarosa y un diámetro de 3,06 cm para la variedad Sweet Charlie. Datos superiores a los encontrados en el presente estudio, quizá pueda deberse que estas variedades se adapten mejor a las condiciones climáticas de los Yungas.

Observando los resultados, la variabilidad que presenta el diámetro de fruto en las dos variedades, se debe principalmente a las características agronómicas y genéticas que presenta cada variedad con respecto a la forma y al tamaño de fruto, como sucede con la variedad Sweet Charlie, cuyos frutos son de consistencia firme, ensanchados en la región ecuatorial y mas de forma cónica achatada. Sumadas estas características muestran superioridad relativa en relación a la variedad Camarosa, que

mantiene sin modificaciones sustanciales su diámetro de fruto. (Ver Anexo 6. Archivo fotográfico).

Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en diámetro de frutos

Como se vio en el anterior párrafo las diferencias en cuanto a diámetro de fruto son bastante significativas de variedad a variedad, por tal razón en este acápite se realizará el análisis de la tendencia uno por cada variedad.

En tal razón la figura 9, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el diámetro del fruto de la variedad Sweet Charlie (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independiente (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1 lo que nos indica que los datos de la variable, diámetro de fruto estarían muy relacionados con los niveles de nitrógeno, en Sweet Charlie la tendencia muestra que a mayores niveles de nitrógeno el diámetro también aumenta de manera cuadrática, el máximo rendimiento se halla en el nivel 200 kg de nitrógeno/ha. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que el 100% de la variabilidad de diámetro de fruto esta explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = - 3,395 + 0,0676x - 0,0002x^2 \quad \text{Ec. (3)}$$

De la misma manera para la variedad Camarosa la figura 9, refleja la regresión lineal de niveles de nitrógeno (x) sobre el diámetro de fruto (Y), mediante su ecuación ($Y = a + bx$), donde la variable independientes (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,76, lo que indica que probablemente los datos de la variable, diámetro de fruto están relacionados con los niveles de nitrógeno en un 76%, la tendencia ligeramente lineal es contrastante a Sweet Charlie, pues se observa que niveles mayores a los 300 kg de nitrógeno/ha podrían posiblemente continuar incrementando el diámetro de fruto en la variedad Camarosa. El coeficiente de determinación (r^2) de 0,6, indica que el 60% de la variabilidad de diámetro de fruto esta explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, y el resto se debería a factores desconocidos, resultando la ecuación:

$$Y = 2,0583 + 0.0011x \quad \text{Ec. (4)}$$

Aplicando estas ecuaciones para la variedad Sweet Charlie se podría encontrar un diámetro de fruto máximo de 3,75 cm con una fertilización nitrogenada de 210 kg/ha, en cambio en la variedad Camarosa aparentemente podría seguir incrementando el diámetro de fruto por encima de 2,45 cm a niveles mayores a 300 kg de Nitrógeno/ha.

Analizando la figura 9, se encontró el desarrollo polinomial del diámetro de fruto en la variedad Sweet Charlie, expresado en la ecuación 3, y una vez aplicando esta ecuación, se puede indicar que dosis mayores a 210 kg N/ha, no incrementaría el diámetro de fruto en esta variedad. En este caso este efecto se lo debe principalmente al nitrógeno incorporado en el estudio, ya que los demás factores se mantuvieron constantes para ambas variedades. Por otro lado aplicando la ecuación 4 para la variedad Camarosa, vemos un comportamiento lineal en el incremento del diámetro de fruto, en relación a un incremento también lineal de las dosis de fertilización nitrogenada, lo cual es cierto hasta cierto punto, tomando en cuenta la ley de incrementos decrecientes, por lo tanto se debe estudiar el efecto con niveles mayores a 300 Kg de N/ha, bajo las mismas condiciones del presente estudio.

6.2.1.2 Longitud de fruto

De la tabla 4, que refleja el análisis de varianza para la longitud de frutos, se encontró un coeficiente de variación de 6,1%. El promedio de longitud de fruto fue de 2,97 cm Respecto a la significancia para bloques, se infiere que no se encontró diferencias significativas entre bloques, para cuantificar esta situación se realizó el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Anexo 5: Cálculo de la eficiencia).

Tabla 4. Análisis de varianza para longitud de fruto

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	0,09	0,03	0,97	0,433	NS
Variedades	1	4,73	4,73	145,70	< 0,0001	**
Niveles	2	0,78	0,39	12,07	0,001	**
Variedades*Niveles	2	1,14	0,57	17,56	0,000	**
Error	15	0,49	0,03			
Total	23	7,23				
CV(%)	6,1	media =	2,97	cm	$ER_{(BCAaCA)}$	98%

El cálculo de eficiencia, indica que se sacrificó un 2% de la información al emplear bloques al azar, en lugar de un diseño completo al azar.

Continuando con el análisis de la tabla 4, se encontraron diferencias altamente significativas para variedades, y efecto altamente significativo para niveles de nitrógeno y principalmente en la interacción de variedades por niveles (V x N), se encontró efecto altamente significativo, por tanto se afirma que estos factores no son independientes es decir que cuando el factor niveles de nitrógeno cambia de nivel, las variedades de frutilla cambian su comportamiento, (Ver Anexo 7), información que se amplió mediante el análisis de interacción de variedades por niveles.

La tabla 4 refleja la no significancia respecto al diseño estadístico de bloques completos al azar, entendiendo que para la longitud de fruto no era necesario conducir el ensayo en este diseño, principalmente por el modelo de carpa solar (tipo túnel) la cual da una cierta homogeneidad en la entrada de luz hacia el interior, donde las temperaturas en el periodo de cosecha (verano y parte de otoño), fluctuaron entre 3,4 a 34,5 °C sumado a esto, el manejo, riego, y demás labores culturales que fueron constantes durante el ensayo, por lo tanto el único factor que intervino en el incremento de la longitud del fruto fueron los niveles de nitrógeno.

Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (V x N)

El análisis de interacción (figura 10), muestra un comportamiento diferenciado entre ambas variedades. La variedad Sweet Charlie alcanzó una longitud de fruto de 2,61 cm, en el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, descendiendo ligeramente a 2,57 cm en el nivel de 200 kg de nitrógeno/ha, para luego continuar descendiendo hasta 2,38 cm de longitud de fruto en el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha. En cambio la variedad Camarosa presentó 2,88 cm de longitud de fruto a un nivel de fertilización nitrogenada de 100 kg de nitrógeno/ha, posteriormente se incrementó ascendentemente a 3,80 cm de longitud de fruto en el nivel de 200 kg de nitrógeno/ha, para finalmente descender ligeramente hasta llegar a 3,55 cm de longitud de fruto en el nivel 300 kg de nitrógeno/ha.

En este caso, el comportamiento de la variedad Sweet Charlie en la longitud de fruto es diferente al diámetro, donde su tendencia era polinomial, en cambio respecto a la longitud de fruto la tendencia es lineal descendente a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno, interpretando se diría que su mejor longitud de fruto se obtuvo a 100 kg de N/ha. Sin embargo este comportamiento se debe básicamente a las características genotípicas de la misma variedad, desde su origen, puesto que al tratarse de variedades híbridas, son multiplicadas para mostrar fenotípicamente un cierto carácter (forma cónica ensanchada en región ecuatorial) que agrade o satisfaga al mercado.

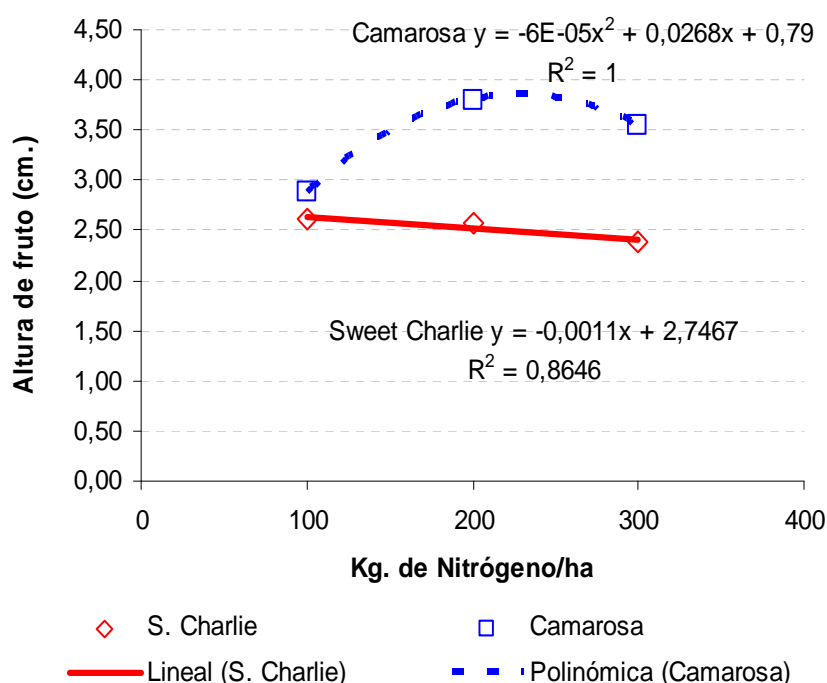


Figura 10. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en longitud de fruto en ambas variedades

En cambio la variedad de Camarosa en el efecto de la longitud de fruto, refleja una tendencia polinomial respecto a incrementos graduales de fertilización nitrogenada, el cual se enmarca dentro la ley de incrementos decrecientes. Por otro lado durante la cosecha se encontró en un mayor porcentaje a la variedad Sweet Charlie, frutos de la variedad Camarosa que superaron los 5 cm de longitud, de similar manera a la anterior variable esto se debe a las condiciones favorables del ambiente atemperado donde se realizó el estudio, en el cual se expresaron cómodamente las características genéticas

de la variedad híbrida de Camarosa, cuya característica principal son sus frutos alargados, con una base ancha y aplanados en su región ecuatorial e incluso con un hueco en el centro.

Por lo tanto se puede inferir que la variedad Sweet Charlie alcanzó una longitud de fruto promedio de 2,52 cm respecto a 3,41 cm de la variedad Camarosa.

Cortéz (2008), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini en la localidad de Ventilla - La Paz, encontró, que la mayor longitud de fruto fue de la variedad Chandler, (4,4 cm), en tanto que las variedades Oso grande y Sweet Charlie lograron el menor promedio (3,5 y 2,9cm).

Al respecto, Apaza (2006), en un estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación en la provincia sud Yugas del departamento de La Paz encontró una longitud de fruto de 4,30 cm para la variedad Camarosa y 3,98 cm para la variedad Sweet Charlie, al mismo tiempo indica que los resultados muestra, que la variedad Camarosa es la variedad con el promedio mas alto, mostrando las características morfológicas y forma del fruto propias de cada variedad.

Por otro lado Mendoza (2006), en el estudio del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas, en la localidad de Chicani – La Paz encontró una longitud de fruto de 3,76 cm para Sweet Charlie y 3,80 para la variedad pájaro. (Ver Anexo 6. Archivo Fotográfico).

Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en la longitud de fruto.

Como se vio en el anterior párrafo las diferencias en cuanto a la longitud de fruto son bastante significativas de variedad a variedad, por tal razón en este acápite se realizará el análisis de la tendencia uno por cada variedad.

En tal razón la figura 10, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre la longitud de fruto del cultivo de frutilla de la variedad Sweet Charlie (Y), mediante su ecuación ($Y = a + bx$), donde la variable independiente (x), son los tres

niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,92 lo que probablemente nos indique que los datos de la variable, longitud de fruto están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, en esta variedad (Sweet Charlie) la tendencia muestra que a mayores niveles de nitrógeno la longitud de fruto es indiferente, es mas presenta un ligero descenso al llegar al nivel 300 kg de nitrógeno/ha. El coeficiente de determinación (r^2) de 0,86 indica que posiblemente el 86% de la variabilidad de longitud de fruto estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 2,7467 - 0,0011x \quad \text{Ec. (5)}$$

De la misma manera para la variedad Camarosa la figura 10, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre la longitud de fruto (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independientes (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1, lo que aparentemente indica que los datos de la variable, longitud de fruto están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, la tendencia cuadrática es diferente a Sweet Charlie. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que el 100% de la variabilidad de rendimiento quedaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 0,79 + 0,0268x - 0,00006 x^2 \quad \text{Ec. (6)}$$

Aplicando estas ecuaciones para la variedad Sweet Charlie se podría encontrar una longitud de fruto máxima ya en el primer nivel de fertilización nitrogenada (100 kg de nitrógeno/ha). Sin embargo para la variedad Camarosa se puede obtener aparentemente una longitud máxima de fruto de 3,78 cm a un nivel de fertilización de 220 kg de nitrógeno /ha.

Sin embargo estas ecuaciones preliminares, (5 y 6) deben ser validadas ampliamente, e inclusive con estas variedades por separado, dadas sus diferencias notorias entre si, debido a sus características genéticas que se expresan fenotípicamente en la cosecha comercial y con mayor numero de niveles de fertilización

nitrogenada e inclusive dosis superiores a 300 kg N/ha para la variedad Camarosa, bajo condiciones similares del presente estudio.

6.2.2 Peso individual de los frutos.

Según los resultados del análisis de varianza (tabla 5), se encontró un coeficiente de variación de 13,8%. El promedio de peso de fruto fue de 16,50 gramos. Y se encontró diferencias significativas entre bloques, para cuantificar esta situación se realizó el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Anexo 5. Cálculo de la eficiencia).

La eficiencia al usar un diseño en bloques completos al azar, en lugar de un diseño completo al azar, fue de 144 % lo cual nos indica que se gana un 44 % en la información obtenida, es decir se eligió bien el diseño empleado en el estudio.

Tabla 5. Análisis de varianza para peso del fruto

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	71,42	23,81	4,58	0,018	*
Variedades	1	311,04	311,04	59,80	< 0,0001	**
Niveles	2	49,53	24,77	4,76	0,03	*
Variedades*Niveles	2	49,53	24,77	4,76	0,03	*
Error	15	78,02	5,20			
Total	23	559,54				
CV(%)	13,8	media =	16,50	Gramos	$ER_{(BCAaCA)}$	144%

En el análisis de la tabla 5, se encontró diferencias altamente significativas para variedades, y diferencias significativas para niveles de nitrógeno. Por otra parte en la interacción de variedades por niveles de nitrógeno, (V x N), se encontró efectos significativos, por lo tanto se afirma que estos factores no son independientes, es decir que cuando el factor niveles de nitrógeno cambia de nivel, las variedades de frutilla modifican su comportamiento, (Ver Anexo 7), información que se amplió mediante el análisis de interacción de variedades por niveles.

Las diferencias altamente significativas encontradas en el peso de los frutos de la variedad Sweet Charlie respecto a la variedad Camarosa, estas se debieron a las características genéticas de cada una, las cuales se expresan con toda amplitud en las

condiciones favorables del ambiente donde se realizó el estudio. En el caso de las diferencias significativas en el peso del fruto respecto a los niveles de fertilización estas se debieron a la fertilización nitrogenada aplicada, puesto que los demás factores: climáticos (temperatura, humedad), manejo y labores culturales, etc., se mantuvieron constantes durante el estudio.

6.2.2.1 Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (V x N)

La interacción (figura 11), muestra un comportamiento diferenciado entre ambas variedades. La variedad Sweet Charlie alcanzó un peso de fruto de 18,1 gramos en el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, incrementado a 24,1 gramos al pasar a 200 kg de nitrógeno/ha, para luego sufrir un decremento y alcanzar 18,1 gramos en el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha en una tendencia curvilínea. En cambio la variedad Camarosa no presentó un cambio significativo, se inició con 13,7 gramos por fruto a un nivel de fertilización nitrogenada de 100 kg de nitrógeno/ha, descendiendo ligeramente a 12,9 gramos por fruto en el nivel de 200 kg de nitrógeno/ha, y finalmente llegar a 12,1 gramos por fruto en el nivel 300 kg de nitrógeno/ha.

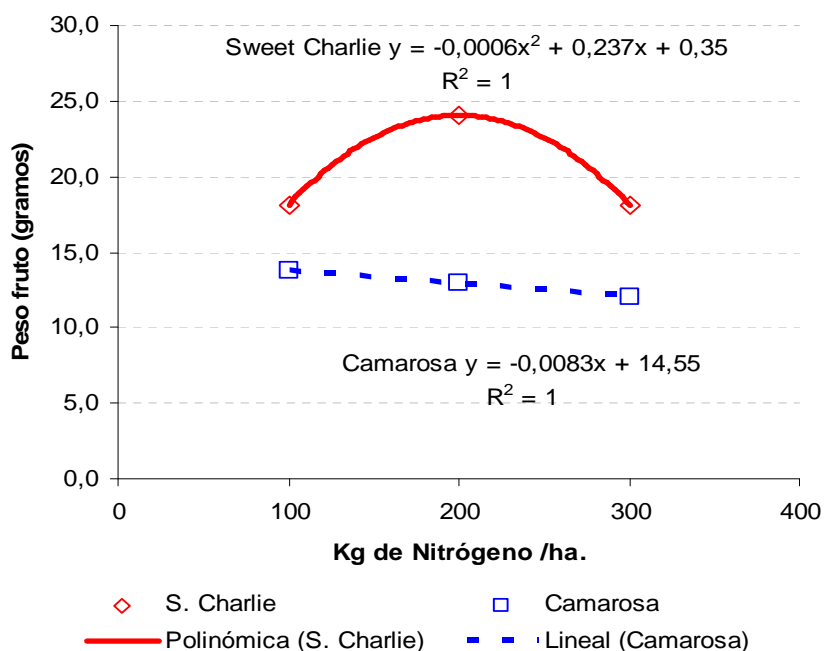


Figura 11. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en el peso de fruto en ambas variedades

De manera particular la variedad Sweet Charlie alcanzó un peso de fruto promedio más alto de 24,1 gramos, respecto a la variedad Camarosa que obtuvo un promedio de peso de 12,9 gramos. En las variedades californianas el fruto presenta un peso promedio de 20 a 40 gramos cada uno, (Villagran 1996).

Al respecto, Yommi et al., (2004) en un estudio de Caracterización de la calidad de frutillas en la localidad de San Isidro de Lules Tucumán Argentina, trabajando con 4 variedades encontró pesos promedios de 12,6 gramos para la variedad Aromas, 12,2 gramos para la variedad Camarosa, 15,6 gramos para la variedad Diamante y 12,8 gramos para la variedad Gaviota. Y a manera de conclusión indica que la variedad Camarosa aunque fue de menor tamaño que diamante, fue la fruta de mayor calidad en base otras características como: color externo, color de jugo, firmeza, sólidos solubles y acidez.

Asimismo, Mendoza (2006), en el estudio del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla en condiciones controladas, en la localidad de Chicani – La Paz encontró que los frutos de mayor peso se obtuvieron de 47,1 gramos en la variedad Chadler, 41,7 gramos en la variedad Pájaro y 36,2 en la variedad Sweet Charlie, debido a la disponibilidad de nutrientes la planta asimilo con facilidad los macro nutrientes esenciales. Estos datos son muy superiores a los promedios encontrados en el presente estudio.

Por otro lado, Alandia (2005), el estudio evaluación de sustrato en la producción vertical de tres variedades de frutilla en la localidad de Cercado – Oruro encontró un peso de fruto de 15,8 gramos en la variedad Pájaro, 11 gramos en la variedad Camarosa y 5,8 gramos en la variedad Sweet Charlie. Datos promedio muy por debajo de los reportados en el presente estudio.

De acuerdo a los resultados la variedad Sweet Charlie mostró superioridad principalmente en el segundo nivel de fertilización nitrogenada, obteniendo los pesos de fruto más altos, lo que hace suponer que se debe a las características genéticas, de ser una variedad productora de frutos de mayor peso aunque de tamaño menor al de Camarosa, que aun así tenga mayor tamaño, su forma cónica alargada y hueca al

interior del fruto hacen que el peso sea menor, y por lo tanto esto se reflejara en los rendimientos.

Al respecto Maroto (1989), menciona que el fruto es un poli aquenio conocido botánicamente como “etéreo”. En el que la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado, aloja los numerosos aquenios, y el peso del fruto puede oscilar entre 2 y 60 gramos.

6.2.2.2 Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el peso de fruto.

Como se vio en el anterior párrafo las diferencias en cuanto al peso unitario de fruto son bastante significativas de variedad a variedad, por tal razón en este acápite se realizará el análisis de la tendencia uno por cada variedad.

En tal razón la figura 11, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el peso de fruto del cultivo de frutilla de la variedad Sweet Charlie (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independiente (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1 lo que nos indica posiblemente que los datos de la variable, peso de fruto están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, en Sweet Charlie la tendencia muestra que a mayores niveles de nitrógeno el rendimiento también aumenta de manera cuadrática, encontrando que el máximo peso de fruto de 23,75 gramos, se halla en el nivel de fertilización de 195 kg de nitrógeno/ha. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que aparentemente el 100% de la variabilidad de peso de fruto estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 0,35 + 0,237x + 0,0006x^2 \quad \text{Ec. (7)}$$

De la misma manera para la variedad Camarosa la figura 11, refleja la regresión lineal de niveles de nitrógeno (x) sobre el peso de fruto (Y), mediante su ecuación ($Y = a + bx$), donde la variable independientes (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1, lo que indica que probablemente los datos de la variable, peso de fruto están muy relacionados con los

niveles de nitrógeno, la tendencia lineal de esta variedad es diferente a Sweet Charlie, pues se observa que niveles mayores a los 100 kg de nitrógeno /ha, no generan cambios significativos, es mas se observa un ligero descenso a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que aparentemente el 100% de la variabilidad de peso de fruto estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 14,55 + 0,0083x \quad \text{Ec. (8)}$$

Como ya se vio anteriormente si se aplicase la ecuación 8 para la variedad Camarosa, no se tendría mayor relevancia en el peso de fruto a mayores niveles de nitrógeno incorporados, probablemente este efecto en esta variedad se deba a las características genéticas con las cuales ya fueron creadas, como la producción de frutos homogénea, tal como se vio durante el estudio, sin embargo como se menciona párrafos arriba, es necesarios continuar estudiando a esta variedad por separado y en condiciones similares y diferentes.

6.3 Variables Agronómicas

6.3.1 Índice del Área Foliar

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (tabla 6), se encontró un coeficiente de variación de 28%. El promedio de índice de área foliar fue de 3,95. Y se infiere que se encontró diferencias altamente significativas entre bloques, para cuantificar esta situación se realizo el cálculo de la eficiencia del diseño ($ER_{(BCAaCA)}$). (Anexo 5. Cálculo de la eficiencia).

Tabla 6. Análisis de varianza para índice del área foliar

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	49,41	16,47	13,40	0,000	**
Variedades	1	29,26	29,26	23,80	0,000	**
Niveles	2	9,61	4,81	3,91	0,043	*
Variedades*Niveles	2	12,85	6,43	5,23	0,019	*
Error	15	18,44	1,23			
Total	23	119,58				
CV(%)	28,0	media = 3,95			$ER_{(BCAaCA)}$	257%

La eficiencia relativa del diseño indica que se ganó un 157% en información al escoger bloques completos al azar, en lugar de un diseño completo al azar.

Continuando con el análisis de la tabla 6, se encontró diferencias altamente significativas para el factor variedades, y diferencias significativas para el factor niveles. Por otro lado en la interacción de variedades por niveles, (V x N), se encontró efecto significativo, por lo tanto podemos afirmar que estos factores no son independientes, es decir que cuando el factor niveles de nitrógeno cambia de nivel, las variedades en estudio cambian su comportamiento, información que se amplió mediante el análisis de interacción de variedades por niveles.

En este caso se registro diferencias altamente significativas en cuanto al diseño empleado, entendiendo que se bloqueo el factor correcto como era la sombra proyectada por las paredes frontales de la carpa solar, los cuales si incidieron directamente en el desarrollo del área foliar. Por otro lado también se registro diferencias altamente significativas entre variedades, el cual es explicada por las hojas grandes y anchas de pecíolo largo que presenta la variedad Camarosa, respecto a hojas de menor tamaño de la variedad Sweet Charlie, características intrínsecas de cada una de las variedades híbridas, que solo expresaron su potencial fenotípico (hojas) en base a una estructura genética escogida en este tipo de variedades híbridas. Y con mucha más comodidad aun en las condiciones favorables del ambiente atemperado donde se realizo el presente estudio.

6.3.1.1 Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (V x N)

El análisis de interacción (figura 12), muestra un comportamiento diferenciado entre ambas variedades. La variedad Sweet Charlie alcanzó un índice de área foliar de 2,6 en el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, manteniendo ese promedio al pasar a 200 kg de nitrógeno/ha, para luego incrementar 3,3 de índice de área foliar en el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha en una tendencia curvilínea. En cambio la variedad Camarosa presentó un índice de área foliar de 3,7 a un nivel de fertilización nitrogenada de 100 kg de nitrógeno/ha, posteriormente el índice de área foliar se incrementó a 6,8 en el nivel

de 200 kg de nitrógeno/ha, para luego descender a 4,6 de índice de área foliar en el nivel 300 kg de nitrógeno/ha.

La variedad Sweet Charlie por características genéticas, presentó hojas medianas de pecíolos medianos entre 10 a 30 hojas por planta, de ahí que su comportamiento en esta variable es del tipo lineal ascendente, haciendo entender que continuaría incrementando este índice a mayores niveles de nitrógeno por encima de 300 kg de N/ha, aparentemente, sin embargo se conoce que a mayores niveles de nitrógeno se presentan problemas como el excesivo crecimiento de follaje y senescencia prematura de hojas por toxicidad en su fisiología,

En cambio el comportamiento de la variedad Camarosa, es del tipo curvilíneo, esta alcanza un máximo de índice de área foliar, y luego va descendiendo, estos altos índices se deben a las características genéticas del cultivo, cuyas hojas son de mayor tamaño, pecíolos largos superiores a los 30 cm los cuales se desarrollaron con toda comodidad dentro de la carpa solar con condiciones favorables y homogéneas de temperatura y humedad manejo y otros.

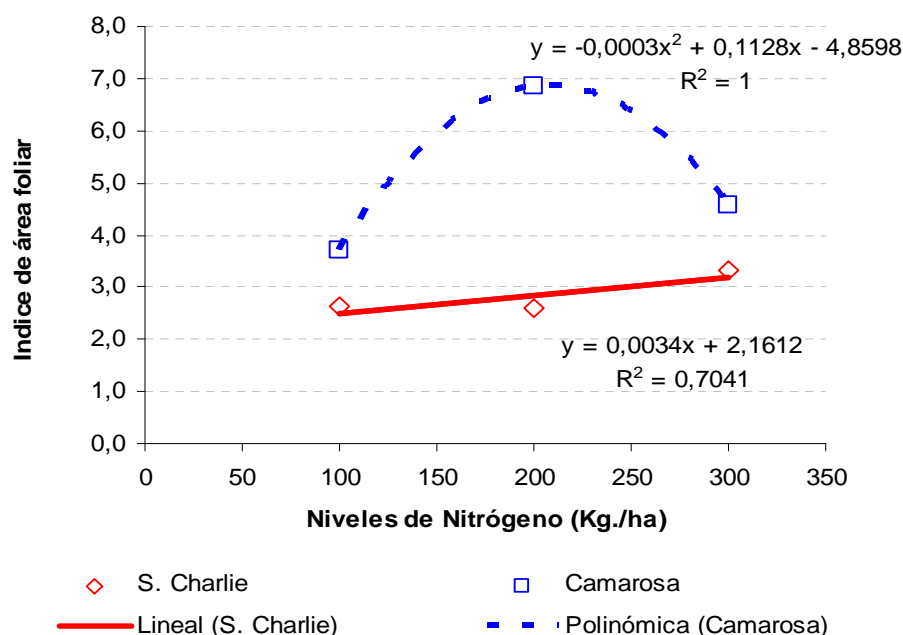


Figura 12. Análisis de tendencia polinomial y lineal, para Niveles de Nitrógeno en el índice de área foliar en ambas variedades

Por lo tanto se puede inferir que la variedad Sweet Charlie alcanzó un índice de área foliar sin muchas variantes en promedio de 2,8 respecto a la variedad Camarosa que obtuvo un índice de área foliar promedio de 5,0 significativamente alto (cinco m² de hojas en 1 m² de suelo).

Ticona (2002), en el estudio de comportamiento de tres variedades de frutilla con diferentes métodos de cobertura aplicados al suelo bajo carpa solar, también en la localidad de Ocomisto Achocalla – La Paz, obtuvo un promedio máximo de 26 hojas por planta, con la variedad Oso Grande, 25 hojas con la variedad Sweet Charlie y 17 hojas con la variedad Chandler, con una densidad de plantación de 83.333 plantas/ha.

Por su parte Alandía (2005), en el estudio evaluación de sustrato en la producción vertical de tres variedades de frutilla en la localidad de Cercado – Oruro, si bien no trabajo específicamente con índice de área foliar, encontró un promedio de 12 hojas por planta en la variedad Pájaro, 15 hojas por planta para la variedad Camarosa y 17 hojas para la variedad Sweet Charlie. Usando como sustrato, tierra del lugar, turba y cascarilla de arroz.

Por otro lado, De la Casa et al., (2007), en un estudio sobre índice de área foliar (IAF) en el cultivo de la papa, encontraron que a densidades superiores de cultivo el IAF alcanza a 3, con un pico máximo mas elevado de 4,5 pero que rápidamente desaparece. En el caso de la densidad de cultivo de papa mas baja, el máximo IAF resulta inferior a 3,5.

De acuerdo a Vicente y Manzioni (2001), los resultados la variedad Camarosa mostró superioridad con los tres diferentes niveles de fertilización nitrogenada, obteniendo un índice de área foliar promedio más alto, lo cual confirma un mayor vigor vegetativo de esta variedad respecto a Sweet Charlie. Específicamente sobre esta variedad sugieren controlar los problemas de exceso de vigor, seleccionando sistemas de manejo ambiental de menos temperatura, trasplantes mas tardíos que los de Oso Grande, y aumentando el espaciamiento entre planta, sobre todo reduciendo el numero de hilera por cantero o platabanda.

De igual manera la empresa que multiplica plantines comerciales Viansa (2000), menciona que la variedad Camarosa es más vigorosa que Chandler (planta vigorosa con hojas grandes y de color ligeramente mas claro que Pájaro). Como consecuencia es imprescindible dejar un espacio mas grande entre plantas para asegura un buen desarrollo.

6.3.1.2 Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el Índice del Área Foliar.

Como se vio en el anterior párrafo las diferencias en cuanto a índice de área foliar son bastante significativas de variedad a variedad, por tal razón en este acápite se realizará el análisis de la tendencia uno por cada variedad.

En tal razón la figura 12, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el índice de área foliar del cultivo de frutilla de la variedad Sweet Charlie (Y), mediante su ecuación lineal ($Y = a + bx$), donde la variable independiente (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,84 lo que nos indica que probablemente los datos de la variable, índice de área foliar están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, en Sweet Charlie la tendencia muestra que a mayores niveles de nitrógeno el índice de área foliar también aumenta de manera ligeramente exponencial, y aparentemente se pueden conseguir mayores datos de índices de área foliar por encima de 300 kg de nitrógeno/ha. El coeficiente de determinación (r^2) de 0,70 indica que posiblemente el 70% de la variabilidad de índice de área foliar estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, y el resto se debería a factores desconocidos, resultando la ecuación:

$$Y = 2,1612 + 0,0034x^2 \qquad \text{Ec. (9)}$$

Por otro lado de manera diferente, para la variedad Camarosa la figura 12, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el índice de área foliar del cultivo de frutilla (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independientes (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se

encontró un coeficiente de correlación (r) de 1, lo que indica que muy probablemente los datos de la variable, índice de área foliar están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, la tendencia cuadrática es diferente a Sweet Charlie, pues se observa que niveles mayores a los 200 kg de nitrógeno /ha no incrementan el índice de área foliar, por lo tanto el nivel óptimo será el de 200 kg de nitrógeno /ha para Camarosa. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que aparentemente el 100% de la variabilidad de índice de área foliar estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = -4,8598 + 0,1128x - 0,00027 x^2 \quad \text{Ec. (10)}$$

Aplicando estas ecuaciones para la variedad Sweet Charlie se puede encontrar un índice de área foliar máximo aparentemente por encima de los 300 kg de nitrógeno/ha. Sin embargo para la variedad Camarosa se podría obtener el índice de área foliar de 6,92 a un nivel de 205 kg de nitrógeno /ha, variedad en la que aparentemente ya se habría encontrado la dosis máxima de fertilización para obtener un índice de área foliar elevado, sin embargo sumado al efecto de la fertilización esta el carácter genotípico de esta variedad con hojas y pecíolos grandes y el nacimiento de un buen número de hojas por planta (entre 10 a 30), mas las condiciones climáticas favorables en las que se desarrollo el estudio, se pudo obtener la expresión cómoda del fenotipo de esta variedad híbrida. En la medición de esta variable, se debe tener especial cuidado de la fecha en que se la realiza, antes o después de las podas sanitarias, puede que estas practicas también hayan influido en un índice alto a solo 200 kg N/ha, lo que amerita continuar estudiando con mayor profundidad en especial esta variable, con cuyos resultados se pueden estimar rendimientos futuros en campo.

6.3.2 Rendimiento

De la tabla 7, se establece que el análisis de varianza, para rendimiento del cultivo de frutilla, se encontró un coeficiente de variación de 10,9%. El promedio de rendimiento fue de 21,08 ton/ha de fruta. Respecto a la significancia para bloques, se infiere que no se encontró diferencias significativas entre bloques, para cuantificar esta

situación se realizó el cálculo de la eficiencia del diseño. (Anexo 5. Cálculo de la eficiencia).

Tabla 7. Análisis de varianza para rendimiento

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F	Sig.
Bloque	3	21,26	7,09	1,343	0,298	ns
Variedades	1	1603,94	1603,94	303,916	< 0,0001	**
Niveles	2	31,75	15,88	3,008	0,080	ns
Variedades*Niveles	2	39,05	19,52	3,699	0,049	*
Error	15	79,16	5,28			
Total	23	1775,15				
CV(%)	10,90	media =	21,08	ton/ha	$ER_{(BCAaCA)}$	103%

La eficiencia al usar un diseño en bloques completos al azar, en lugar de un diseño completo al azar, fue de 103 % lo cual nos indica que se ganó un 3 % en la información obtenida.

Continuando con el análisis de la tabla 7, se encontraron diferencias altamente significativas para variedades, y efecto significativo para la interacción de variedades por niveles, (V x N), lo que demuestra que la interacción de variedades y niveles, actuó directamente en el rendimiento, entonces estos factores no son independientes, (Ver Anexo 7), información que se amplió mediante el análisis de la interacción de variedades por niveles.

Las diferencias altamente significativas entre variedades, refleja como se explicó en las otras variedades y con mayor importancia en esta a la expresión genotípica de estas variedades híbridas, cuyas características de producción (forma de fruto, peso, y mayor número de frutos, otros) fueron las que se diferenciaron una de otra variedad. En tanto los niveles de nitrógeno, al parecer no influyeron en los rendimientos del cultivo, a pesar de que se encontró efecto significativo en la interacción variedad por niveles (V x N) el cual prácticamente está en el límite del valor al 5%. Lo cual se puede entender que esta fue cubierta por la diferencia entre variedades.

6.3.2.1 Análisis de la interacción Variedades por Niveles de Nitrógeno (V x N)

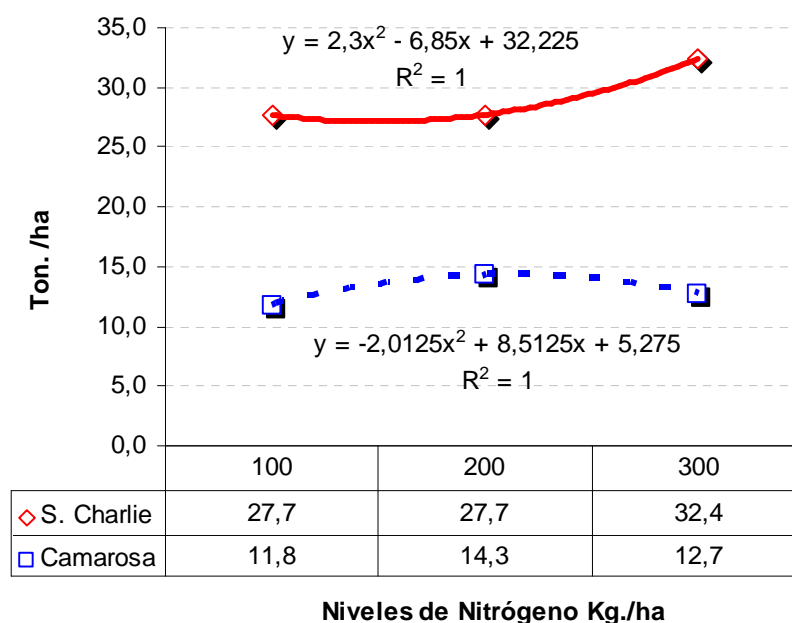


Figura 13. Análisis de tendencia polinomial para Niveles de Nitrógeno en el rendimiento de frutilla en ambas variedades

El análisis de interacción (figura 13), muestra un comportamiento diferenciado entre ambas variedades. La variedad Sweet Charlie alcanzó un rendimiento de 27,7 ton/ha de fruta en el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, manteniendo ese promedio al pasar a 200 kg de nitrógeno/ha, para luego incrementar su rendimiento hasta 32,38 ton/ha en el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha en una tendencia exponencial. En cambio la variedad Camarosa presentó 11,78 ton/ha de rendimiento a un nivel de fertilización nitrogenada de 100 kg de nitrógeno/ha, posteriormente se incrementó a 14,3 ton/ha en el nivel de 200 kg de nitrógeno/ha, para luego descender ligeramente a 12,7 ton/ha en el nivel 300 kg de nitrógeno/ha. En este caso la variedad Sweet Charlie alcanzó un rendimiento promedio mas alto de 29,26 ton/ha, respecto a la variedad Camarosa que obtuvo un rendimiento significativamente bajo con un promedio de 12,91 ton/ha.

El comportamiento en el rendimiento de fruto de la variedad Sweet Charlie (figura 13), es altamente superior a los rendimiento que presenta la variedad Camarosa, al parecer los niveles de nitrógeno no influyeron en el rendimiento en la variedad Sweet

Charlie tal como refleja el análisis de varianza. La variedad Camarosa, presenta un comportamiento curvilíneo y sus mayores valores están alrededor de los 200 kg de N/ha, a pesar de que en las variables anteriores, se esperaba un mayor desarrollo a dosis de fertilización por encima de 300 kg de N/ha lo que probablemente incremente o se produzca mayores niveles de desarrollo foliar en contraste al desarrollo de frutos.

Flores (2005), en el estudio de comportamiento agronómico de variedades de frutilla en ambientes atemperados, en la localidad de Ocomisto, Achocalla - La Paz, encontró que la variedad Sweet Charlie alcanzó el mejor rendimiento con un promedio de 19.512,30 kg/ha. Para la misma localidad, Ticona (2002), en el estudio de comportamiento de tres variedades de frutilla con diferentes métodos de cobertura aplicados al suelo bajo carpa solar, también en la localidad de Ocomisto Achocalla – La Paz, obtuvo una respuesta heterogénea entre las variedades; Oso Grande con 11.764,97 kg/ha, la variedad Sweet Charlie con 10.039,75 kg/ha, y la variedad Chandler con 9.610,70 kg/ha. Ambos estudios reportaron rendimientos inferiores a los encontrados en el presente estudio, sin embargo la ubicación fue en el mismo municipio del presente estudio, pero en condiciones diferentes.

Por otro lado Apaza (2006), en un estudio de Comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación en la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, encontró un máximo rendimiento promedio de 7.456,15 kg/ha a una densidad de plantación de 66.667 plantas /ha y de manera específica con la variedad Camarosa obtuvo un rendimiento de 6.418,60 kg/ha y 3.735,41 kg/ha para la variedad de Sweet Charlie. Rendimientos mucho más inferiores aun a los dos estudios anteriores, pese a que este estudio mostró tamaño de fruta muy superiores al presente y otros estudios.

Sin embargo Mendoza (2006), en su estudio de abonos orgánicos en el cultivo de frutilla, en condiciones controladas en la localidad de Chicani - La Paz, encontró un rendimiento promedio de 40.890,10 kg/ha para la variedad pájaro, 32.224,60 kg/ha para la variedad Sweet Charlie y 30.467 kg/ha para la variedad Chandler. Resultados muy superiores a los anteriores estudios citados párrafos arriba y también al presente estudio.

De acuerdo a los resultados la variedad Sweet Charlie mostró superioridad con los tres diferentes niveles de fertilización nitrogenada, obteniendo los rendimientos más altos, lo que hace suponer que se debe a las características genéticas, de ser una variedad productora de frutos de mayor peso aunque de tamaño menor al de Camarosa, lo cual se refleja en los rendimientos elevados.

Para Bidwell (1993), las plantas responden de varias maneras a suministros altos o bajos de nitrógeno. La sobreabundancia de nitrógeno causa con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero determina una reducción de frutos en las plantas de cultivo. Un suministro ligeramente reducido (aunque no una disminución crítica), en relación al suministro de potasio y fósforo da generalmente una producción mucho mayor de semilla y fruto de los cultivos agrícolas.

6.3.2.2 Análisis de tendencia de Niveles de Nitrógeno en el rendimiento del cultivo.

Como se vio en el anterior párrafo las diferencias en cuanto a rendimientos son bastante significativas de variedad a variedad, por tal razón en este acápite se realizará el análisis de la tendencia uno por cada variedad.

En tal razón la figura 13, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el rendimiento del cultivo de frutilla de la variedad Sweet Charlie (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independiente (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1 lo que nos indica que probablemente los datos de la variable, rendimiento están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, en Sweet Charlie la tendencia muestra que a mayores niveles de nitrógeno el rendimiento también aumenta de manera cuadrática, el máximo rendimiento se halla en el nivel 300 kg de nitrógeno/ha. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que muy posiblemente el 100% de la variabilidad de rendimiento esta explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 32225 - 0,0685x + 0,0002x^2 \quad \text{Ec. (11)}$$

De la misma manera para la variedad Camarosa la figura 13, refleja la regresión curvilínea de niveles de nitrógeno (x) sobre el rendimiento del cultivo (Y), mediante su ecuación cuadrática ($Y = a + bx + cx^2$), donde la variable independientes (x), son los tres niveles de nitrógeno, y en función a la cual se encontró un coeficiente de correlación (r) de 1, lo que indica que probablemente los datos de la variable, rendimiento están muy relacionados con los niveles de nitrógeno, la tendencia cuadrática es diferente a Sweet Charlie, pues se observa que niveles mayores a los 200 kg de nitrógeno/ha no aumentan el rendimiento, por lo tanto el nivel optimo seria el de 200 kg de nitrógeno/ha para Camarosa. El coeficiente de determinación (r^2) de 1, indica que posiblemente el 100% de la variabilidad de rendimiento estaría explicada por la variabilidad en los niveles de nitrógeno, resultando la ecuación:

$$Y = 5.275 + 0,0851x - 0,0002 x^2 \quad \text{Ec. (12)}$$

En definitiva existen diferencias significativas altas de una variedad respecto a otra, en especial en esta variable que es la de mayor importancia para los productores, donde el promedio de rendimiento de la variedad Sweet Charlie esta muy por encima del rendimiento promedio de la variedad Camarosa, indistintamente a los niveles de nitrógeno aplicados, con lo cual se concluye que en este efecto participaron los factores genéticos con los que fueron creados estas variedades californianas hibridas, escogidas con ciertas características que satisfagan al mercado, las cuales se expresaron ampliamente en las condiciones favorables y homogéneas donde se llevo a cabo el estudio.

6.3.3 Costos parciales de producción

En el análisis de costos parciales realizado para los diferentes tratamientos se consideraron los datos, correspondientes a la primera campaña productiva, posteriormente el cultivo ingresó a una fase de dormancia en invierno.

Para determinar cual de los tratamientos resultó rentable o no, en el periodo de estudio se analizaron los gastos de operación y de inversión, en este ultimo se considero su depreciación, mediante los años de vida útil de: materiales, equipo y herramientas, obteniéndose los costos variables por tratamiento, el beneficio bruto,

costos fijos, punto de equilibrio y la relación beneficio/costo, (Ver Anexo 8. Costos de producción).

De acuerdo a la tabla 8, analizando los costos variables unitarios, se encontró costos unitarios de 7,86, 7,91 y 6,87 Bs./ kg de fruta producida para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, y costos variables unitarios de: 18,47, 15,38 y 17,51 Bs./ kg de fruta en los tratamientos T4, T5 y T6 respectivamente.

Respecto al punto de equilibrio, se encontró que se debe producir y/o comercializar al menos 86,3, 87,9 y 62,8 kg de fruta en los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, alcanzando estos valores se cubrirían todos sus costos, y a partir del cual recién se generan utilidades para el productor esto en la variedad de Sweet Charlie, en cambio en la variedad de Camarosa, por sus bajos rendimientos no se encontraron puntos de equilibrios positivos, en ninguno de sus tratamientos.

Para el análisis de la relación beneficio/costo, se utilizaron en primera instancia los ingresos brutos obtenidos por la venta de la frutilla en campo a un precio constante de 10,50 Bs./kg y el total de costos (fijos y variable), donde no se encontraron valores para la relación superiores a la unidad, es decir ninguno de los seis tratamientos respondió positivamente con un retorno en la inversión. Pero considerando que estos cálculos solo se hicieron para la primera campaña del cultivo, y tomando en cuenta los valores adicionales que se generaron del valor residual, (depreciación), se puede indicar que el tratamiento T1 (Sweet Charlie con 100 kg de nitrógeno/ha), obtuvo una relación de beneficio costo de 1,09 el tratamiento T2 (Sweet Charlie con 200 kg de nitrógeno/ha) obtuvo una relación beneficio costo de 1,09 y el tratamiento T3 (Sweet Charlie con 300 kg de nitrógeno/ha) obtuvo el valor mas alto de 1,20 es decir al invertir una unidad monetaria, se recupera esta unidad monetaria y adicionalmente 0,20 unidades monetarias mas como beneficio neto, siendo este tratamiento el mas alto de todos. Por otro lado ninguno de los tres tratamientos correspondientes a la variedad Camarosa, (T4, T5 y T6) alcanzaron la unidad, pero el tratamiento T5 (Camarosa con 200 kg de nitrógeno/ha), presenta mejores perspectivas, (Ver Figura 14).

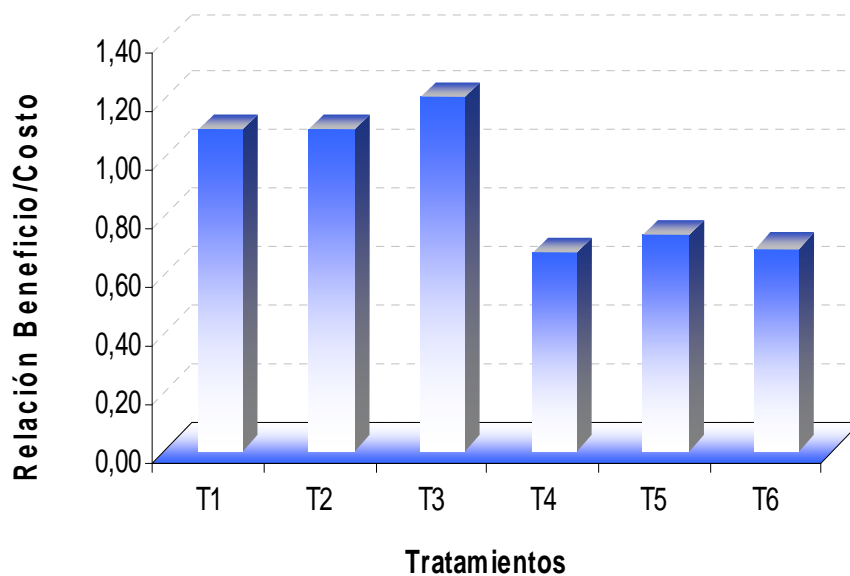


Figura 14. Relación Beneficio / Costo para los tratamientos en el rendimiento de frutilla en ambas variedades

Tomando en cuenta que el análisis parcial de los costos de producción, se realizó para la primera campaña, aparentemente no existe retorno a la inversión, y menos utilidades significativas que puedan alentar a su cultivo a productores que cuenten con estos ambientes protegidos. Sin embargo debemos considerar varios aspectos como, la cosecha comercial de la frutilla es de dos a tres años, y es en el segundo año, donde se encuentra entre el 50 al 60 % de los rendimientos, también considerar la inversión realizada en las camas suspendidas y el sistema de riego, cuenta con varios años de vida útil, la mano de obra en la segunda campaña, se reduce al mantenimiento, labores culturales específicas y cosecha, con todos estos aspectos, el cultivo se hace atractivo y mejor aun con la variedad Sweet Charlie en estas camas suspendidas, que reducen la invasión de las malezas, reducen la incidencia de plagas y enfermedades, y mejoran la calidad de fruta cosechada, al no tener contacto directo con el suelo.

Tabla 8. Presupuesto (Bs.) parcial del ensayo para 94,95 m2 de superficie

Detalle	Año 0	Año 1						total
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Ingresos Total:		550,61	551,28	612,99	339,59	372,44	351,86	2.778,76
Ingresos – venta		367,30	367,97	429,68	156,28	189,13	168,55	1.678,91
precio kg /fruta		10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	
rendimiento medio de frutilla (kg)		43,73	43,81	51,15	18,60	22,52	20,07	199,87
rendimiento ajustado (kg)		34,98	35,04	40,92	14,88	18,01	16,05	159,90
otros ingresos		183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	1.099,85
valor residual		183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	1.099,85
Egresos:	1.367,54	502,86	505,03	509,09	502,86	505,03	509,09	3.033,94
- Fijos	1.367,54	227,92	227,92	227,92	227,92	227,92	227,92	1.367,54
Construccion de camas		196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	1.180,00
callapos de 1"x3m		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	720,00
callapos de 2"x3m		40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	240,00
clavos		3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	20,00
agrofilm		33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	200,00
Sistema de riego-carpa	187,54	31,26	31,26	31,26	31,26	31,26	31,26	187,54
cintas de riego		11,90	11,90	11,90	11,90	11,90	11,90	71,40
tuberia de 1/2"		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	24,00
llaves de paso		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	15,00
depreciación carpa solar 7 años		12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	77,14
- Variables		274,93	277,10	281,16	274,93	277,10	281,16	1.666,40
Mano de obra		90,83	90,83	90,83	90,83	90,83	90,83	545,00
armado de camas		15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	90,00
instalacion de riego		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	15,00
preparacion sustrato 50m3		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	60,00
labores culturales		55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	335,00
aplicación de fertilizante		7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	45,00
Materia prima (plantines)		126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	756,00
Sweet charlie		56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	336,00
Camarosa		70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	420,00
Insumos		56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	336,00
estiercol (2,4m3)		20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	120,00
turba (3,6m3)		36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	216,00
Costo fertilización		2,10	4,27	8,33	2,10	4,27	8,33	29,40
nitrate de amonio		2,10	4,27	8,33	2,10	4,27	8,33	29,40
Excedente	-1.367,54	47,75	46,25	103,90	-163,27	-132,59	-157,22	-255,18
Costo variable unitario		7,86	7,91	6,87	18,47	15,38	17,51	
Punto de equilibrio		86,3	87,9	62,8	-28,6	-46,7	-32,5	
Relación B/C		1,09	1,09	1,20	0,68	0,74	0,69	

Al respecto Cabrera (1997), obtuvo el índice de relación beneficio/costo de 0,59 en su mejor tratamiento (17-17-17) al trabajar con cinco tratamientos en sistemas de cultivos verticales de fresa en 100 m². Asimismo menciona que al comparar los costos de producción de los sistemas de cultivos forzados o verticales con respecto a los normales, se observa que los costos de producción son inferiores en un 52%.

Cabe mencionar que Villagrán (1996), indica que las plantas comerciales duran dos años en producción, para lo cual estas plantas recuperaran las inversiones realizadas en la implementación de este tipo de sistema de cultivo, que al principio como se puede apreciar, los costos fijos y los costos variables son cuantiosos, pero el segundo año se llega a recuperar las inversiones realizadas al principio.

Según INTA (2009), de acuerdo a un estudio de determinación del: Costo productivo de la producción de frutillas bajo microtúnel en Gobernador Gregory en Río Gallegos, Argentina, establecieron que a mayor cantidad de microtúneles menor será el costo fijo por microtúnel y mayor el margen de ganancia. El punto de equilibrio se alcanza en el momento que los costos totales igualan los ingresos. La producción de frutillas bajo microtúnel, comienza a generar ganancia a partir de 6 túneles en producción de 30 m de largo cada uno (36m² / microtúnel). A partir de una escala productiva de 6 túneles la actividad comienza a generar un margen neto positivo que se distribuye de la siguiente manera durante los 3 años productivos de la frutilla, 17% el primer año, el 55% el segundo y el 28% el tercer año.

7. CONCLUSIONES

En función a la obtención de datos y sus respectivos análisis e interpretación y en relación con los objetivos del presente estudio, se concluye lo siguiente:

- Se observó un promedio general de 72,3 días posterior al trasplante en ambas variedades. La variedad Camarosa obtuvo el promedio de 83 días a la floración en comparación a los 62 días de la variedad Sweet Charlie, Respecto a los niveles de fertilización el nivel de 300 kg de nitrógeno/ha fue la que indujo a la floración mas precoz de 70 días.

- El promedio general de días a la cosecha fue de 84 días posterior al trasplante. La variedad Camarosa obtuvo un promedio de 94 días respecto a 74 días de la variedad Sweet Charlie, confirmando de esta manera la precocidad del fruto. Respecto a los niveles de fertilización nitrogenada, los niveles de 200 y 300 kg nitrógeno/ha, no presentaron diferencias fuertes, induciendo a la maduración del fruto en 84 y 83 días respectivamente.
- Se obtuvo un promedio general de tamaño de fruto de 2,44 cm de diámetro y 2,97 cm de longitud en ambas variedades. La variedad Sweet Charlie presentó un diámetro mayor de 3,67 cm con un nivel de fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha. En la variedad Camarosa el mayor diámetro de fruto de 2,45 cm se obtuvo con un nivel de fertilización de 300 kg de nitrógeno/ha.
- Se registró un tamaño o longitud de fruto, de 2,61 cm para la variedad Sweet Charlie con 100 kg de nitrógeno/ha. Y la variedad Camarosa obtuvo una mayor longitud de fruto de 3,8 cm con un nivel de fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha.
- La variedad Sweet Charlie obtuvo un mayor peso de fruto de 24,1 gramos a un nivel de fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha. En cambio la variedad Camarosa obtuvo 13,7 gramos por fruto con 100 kg de nitrógeno/ha.
- El índice de área foliar de la variedad Sweet Charlie fue de $3,3 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ de suelo, a un nivel de fertilización de 300 kg nitrógeno/ha. La variedad Camarosa obtuvo el mayor índice de área folia de $6,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$ de suelo a un nivel de fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha.
- El promedio de rendimiento de cosecha, de la variedad Sweet Charlie fue de 32,38 ton/ha a un nivel de fertilización de 300 kg de nitrógeno/ha, y la variedad Camarosa encontró su mejor rendimiento de 14,3 ton/ha, a un nivel de fertilización de 200 kg de nitrógeno/ha.
- La mejor relación beneficio/costo de 1,20 se obtuvo con la variedad Sweet Charlie con un nivel de fertilización de 300 kg de nitrógeno/ha. Siendo la mejor

opción rentable. Sin embargo la variedad Camarosa con ninguno de sus niveles de fertilización obtuvo un índice de relación beneficio/costo superior a 1, pero de todas maneras se vislumbra como promisorio el tratamiento 5 con una relación B/C de 0,74 a un nivel de 200 kg de nitrógeno/ha.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones, la evaluación del presente estudio, y principalmente el comportamiento diferenciado que mostraron ambas variedades, se formulan las siguientes recomendaciones inicialmente por cada variedad, y luego de manera general:

La variedad **Sweet Charlie** se recomienda para una producción comercial, por las siguientes razones: su precocidad a la maduración del fruto, su peso de fruto en promedio mayor al de Camarosa, su alto rendimiento en comparación a Camarosa, su adaptación sin problemas a ambientes atemperados (carpas solares), retorno económico positivo y finalmente su versatilidad de manejo en camas suspensas.

Conociendo que la variedad **Sweet Charlie** responde mejor a niveles de fertilización nitrogenada entre 195 a 220 kg/ha, y entendiendo que el comportamiento de otros nutrientes está influenciado por el nitrógeno, se deberá estudiar el comportamiento de este cultivar bajo el efecto y la interacción con otros elementos de nutrición no solo del tipo macro nutrientes, sino también micro nutrientes, por su participación de estos en el proceso de formación y maduración del fruto.

Con la variedad Camarosa realizar investigaciones por separado o estudiarlas en otros pisos ecológicos y en condiciones diferentes al presente estudio, tomando en cuenta su crecimiento abundante de follaje y su susceptibilidad al ataque de Antracnosis.

La variedad Camarosa económicamente no presentó rentabilidad, sin embargo a niveles de 200 kg nitrógeno/ha, se vislumbra resultados que posiblemente demuestren rentabilidad, o mayor productividad, modificando algunas situaciones de cultivo, e inclusive su cultivo en otras regiones más bajas.

El tamaño de fruta de la variedad Camarosa es considerable, por lo tanto será necesario también conocer el porcentaje de estos en relación al total de frutos maduros, viendo de esta manera la tipificación o clasificación de fruto, es decir ¿que porcentaje del total de frutos son de categoría extra, primera y segunda? En el entendido que comercialmente es importante las dos primeras.

De manera general podemos indicar, que se recomienda trabajar con un diseño de bloques completos al azar en carpas solares, en el Altiplano, porque si bien estos ambientes mejoran las condiciones de humedad y temperatura estas no son homogéneas en todo el ambiente, a lo largo del día ni son las mismas en las diferentes épocas del año, por las características de construcción, ubicación y tipo de materiales que se emplean en su construcción.

El cultivo de frutilla sobre camas suspensas elevada a 40 cm del nivel del suelo, mejoraron las condiciones fitosanitarias del cultivo, por lo tanto se recomienda trabajar con estos sistemas para reducir el nivel de incidencia de plagas y enfermedades, además de facilitar la cosecha del fruto en buenas condiciones de higiene.

Estudiar a las variedades por separado y con amplio número de niveles de fertilización en condiciones similares o diferentes e inclusive en eco-regiones diferentes donde las características (genotípicas) de cada una de estas variedades puedan expresarse en función a las características propias donde sean implementadas.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alandia Y. 2005 Evaluación de sustrato en la producción vertical de tres variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) Cercado Oruro. Tesis de grado. UMSA 64 pp.
- Apaza M. E. 2006 Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria virginiana*) a diferentes densidades de plantación en la provincia sud Yungas del departamento de La Paz. Tesis de grado UMSA 71 pp.
- Arequipa C. B. 2004 Efecto de cuatro tratamientos de vernalización en plantas de frutillas en invernadero, comunidad de Ocomisto, Achocalla, La Paz. Tesis de grado. UMSA 71 pp.
- Ayaviri R. 1996 Estudio de cuatro profundidades de Walipinis en la producción hortícola en invierno, Contorno Letanías Viacha-La Paz. Tesis de grado. UMSA 168 pp.
- BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE, 2002 Manual de construcción y manejo del wallipini y panqar huyu. Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 66 pp.
- Bidwell R.G.S. 1993 Fisiología Vegetal. Segunda Reimpresión. A.G.T. EDITOR, S.A. México, D.F. 762 pp.
- Calzada B. J. 1982 Métodos Estadísticos para la Investigación. Quinta Edición. Editorial Milagros. Lima Perú. 611 pp.
- Cervantes M.A. 2008 Cultivo de fresas en invernaderos Centro EF.A. Campomar España. 8 pp.
- Cortez Q. G. 2008 Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria virginiana* Duch) bajo niveles de fertilización orgánica en sistema walipini (provincia Murillo (Ventila) La Paz. Tesis de grado UMSA 92 pp.
- Chilon E. 1997 Manual de Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT La Paz - Bolivia. 185 pp.
- De la Casa A., Ovando G., Bressanini L., Rodríguez A., y Martínez J. 2007. Uso del índice del área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la

- radiación interceptada en papa Agricultura Técnica N° 1. Córdoba Argentina. 8 pp.
- FAO, 2002 El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. Roma – Italia.150 pp.
 - Fontanetti M. 2004. Frigoconservacao e vernalizacao de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) producidas em sistemas de vasos suspensos. Piracicaba, Tese Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidad de Sao Paulo. 59 pp.
 - Folquer F. 1986. La Frutilla o fresa. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 150 pp.
 - Flores X. 2005 Comportamiento Agronómico de la producción de variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) bajo fertilización orgánica e inorgánica en ambientes atemperados. La Paz Bolivia. Tesis de grado. UMSA 80 pp.
 - Giaconi V. Escaff, M. 1994 Cultivo de hortalizas Novena Edición Editorial Universitaria Santiago de Chile. 330 pp.
 - Hartamnn 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Editorial Ofsset Boliviana Ltda. La Paz – Bolivia. 127 pp.
 - INE 2005 Atlas Estadístico de municipios INE/DFID. La Paz Bolivia. 94 pp.
 - INTA 2005 Construcción de invernaderos de altura. Pro Huerta Catamarca – Argentina. 10 pp.
 - INTA 2009 Costo productivo de la producción de frutillas bajo microtunel en Gobernador Gregory. Río Gallegos, Argentina. 6 pp.
 - Iturry L. 1998 Guía para la construcción, manejo y producción de hortalizas en Walipinis Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University. Utah, Estados Unidos. 78 pp.
 - Iturry L. 2002 Manual de Construcción y Manejo del Walipini y Panqar Huyu Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University. Utah, Estados Unidos. 66 pp.
 - Maroto B.J.V. 1989 Horticultura herbácea Especial. 3ra Edición. Ediciones Mundi prensa. Madrid España. 500.

- Mendoza R. 2006 Efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) en condiciones controladas. La Paz Bolivia. Tesis de grado UMSA 80 pp.
- Montes de Oca I. 1997 Geografía y Recursos Naturales de Bolivia Tercera Edición EDOBOL. La Paz Bolivia. 560pp.
- Montes de Oca I. 2005 Geografía y Recursos Naturales de Bolivia Cuarta Edición EDOBOL La Paz Bolivia. 500pp
- Montecinos J. 1993 Manejo de huerto de frutillas (*Fragaria x ananassa*. Duch.) en la décima región. Ed. Osorno. Chile. 22 pp.
- NOGUB – COSUDE 1999 Invernaderos Campesino en Bolivia ECOTOP La Paz - Bolivia. 89 pp.
- Perrin, R.K.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D F., Centro Internacional de Maíz y Trigo. 54 pp.
- Rodríguez F. 1982 Fertilizantes. Editorial. AGT, S.A. México D.F. 157 pp.
- Ruiz R. 1999 Características de algunos fertilizantes nitrogenados para uso en goteo. Ministerio de Agricultura. INIA La Platina Santiago Chile. 2 pp.
- SENAMHI 2008 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Cuaderno de registro Estación de El Alto Aeropuerto. La Paz Bolivia.
- Ticona M V. 2002 Comportamiento de tres variedades de frutilla (*Fragaria sp*) con diferentes métodos de cobertura aplicados al suelo bajo carpa solar. La Paz Bolivia. Tesis de grado UMSA 87 pp.
- Viansa 2000. Viveros andinos S.A. Mendoza Argentina. 4 pp.
- Vicente E.; Manzoni, A. 2001 Cultivares de frutilla para el Litoral Norte. Chile. 3 pp.
- Villagrán V. 1996 Cultivo de frutilla Agrícola Llahuen Santiago Chile 53 pp.
- Yommi A.K. et al, 2004 Caracterización de la calidad de Frutillas INTA Famaillá Horizonte Agroalimentario. Municipalidad de San Isidro de Lules - Argentina 2 pp.

10. ANEXOS

Anexo 1. Plano carpa solar.

Anexo 2. Plano de construcción de las camas flotantes

Anexo 3. Análisis de Suelo

Anexo 4. Calculo de dosis de fertilización

Anexo 5. Calculo de eficiencia del diseño.

Anexo 6. Archivo fotográfico

Anexo 7. Análisis de varianza de efectos simples

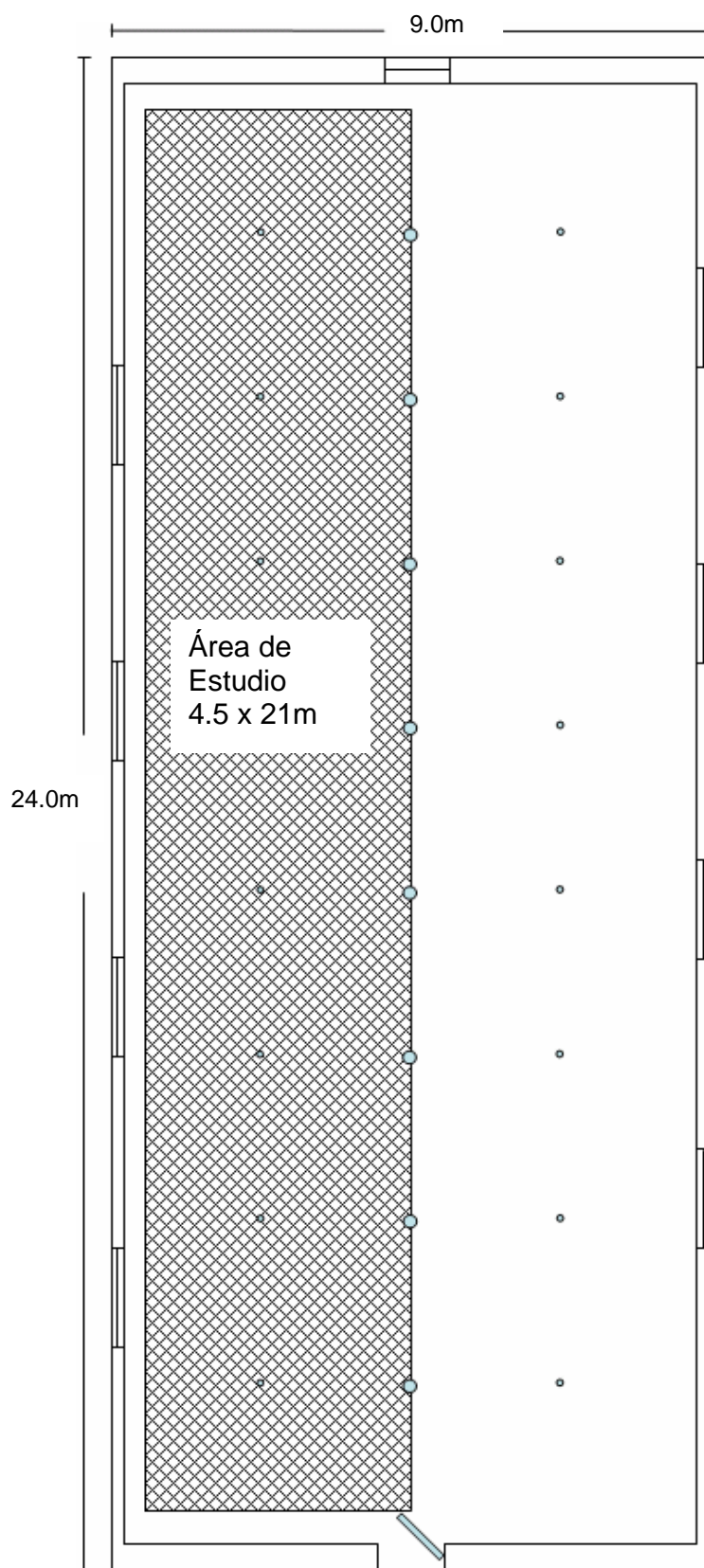
Anexo 8. Costos de producción

ANEXOS

Anexo 1. Plano carpa solar.

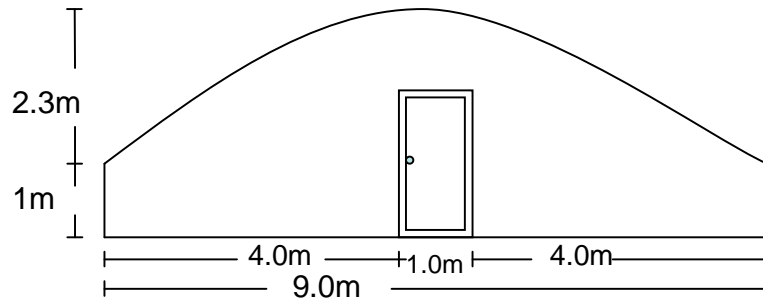
Plano de planta

Escala 1: 100

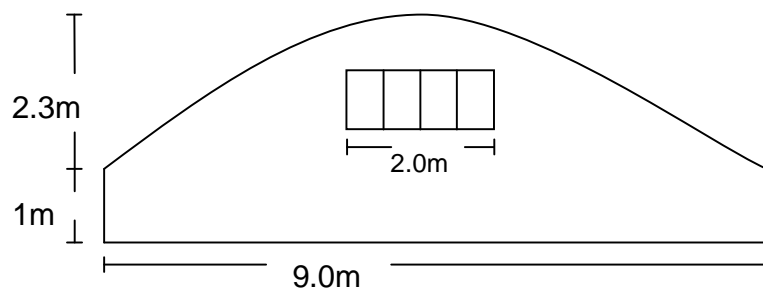


Vista Frontal

Escala 1: 100

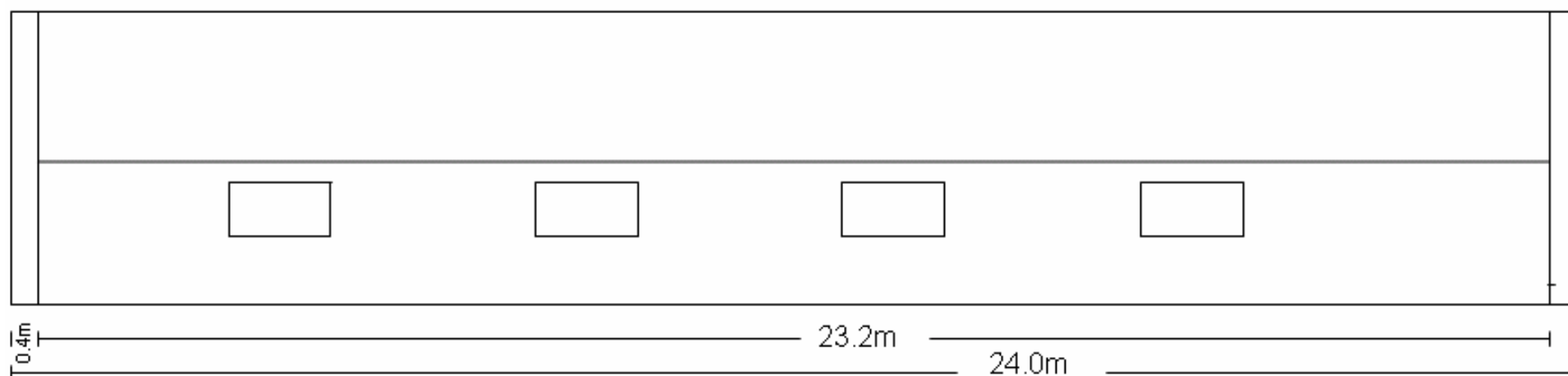


Vista Posterior



Vista Lateral

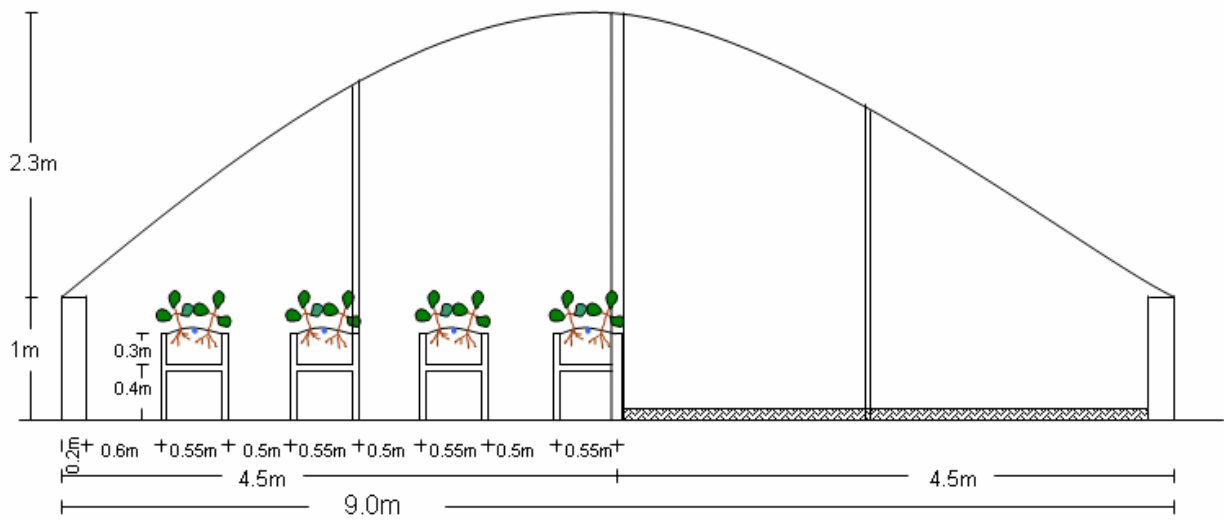
Escala 1: 100



Anexo 2. Plano de construcción de las camas flotantes

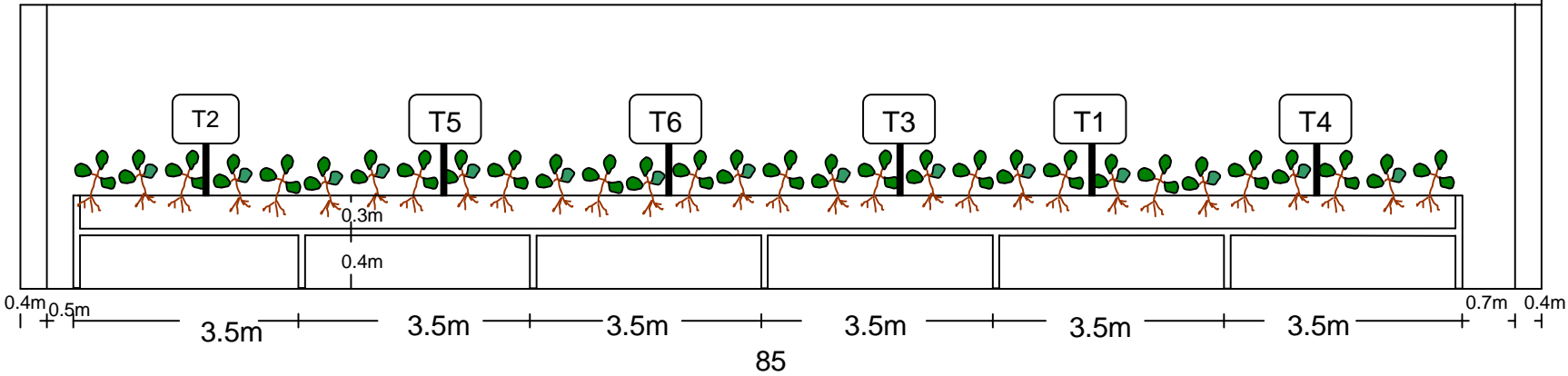
Corte transversal

Escala: 1:100



Corte longitudinal

Escala 1: 100



Anexo 3. Análisis de Suelo

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



Informe de Ensayo: S 040/07

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS 040/07


Cliente:	UMSA
Solicitante:	Estanislao Poma
Dirección del cliente:	Cruz Papal Av. del Arquitecto No. 18 La Paz, Bolivia
Procedencia de la muestra:	Terreno cultivo de lechuga Provincia: Murillo Depto. La Paz
Punto de muestreo:	Tacachira
Responsable del muestreo:	Estanislao Poma
Fecha de muestreo:	8 de noviembre de 2007
Hora de muestreo:	18:00
Fecha de recepción de la muestra:	9 de noviembre de 2007
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 9 de noviembre al 5 de diciembre de 2007
Caracterización de la muestra:	Cultivos de lechuga, pastizales
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsas nylon
Código LCA:	40-1

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	
				40-1
Humedad gravimétrica	ASTP 6	%	1,0	1,7
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 14	7,3
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,31
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14 - 3	P/mg*kg-1	1,5	4,9
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	7,0
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	2,0
Limo	DIN 18 123	%	1,1	64
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	34
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo limoso

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

La Paz, Diciembre 5 de 2007


 Ing. Jaime Chincheros Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



CC: archivo
 JCH/pb

Campus Universitario: Calle 27 Cota Cota, La Paz, Tel: 2772522
 Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia, Fax: 591-2797511
 e mail: lca_je@yahoo.com

Anexo 4. Calculo de dosis de fertilización

Cálculo de fertilizantes y la dosis a aplicar

Datos iniciales:

Superficie parcela:	21 x 4.5 m
Superficie útil:	42 m ²
Nº de camas:	4
Dimensiones de cama:	21m longitud x 0.5 m. ancho x 0.7 m altura
Volumen máximo cama:	3.6 m ³
Volumen del sustrato en cama:	2.62
Nº de unidades experimentales:	24
Densidad Aparente (DAP):	1.1
Profundidad de suelo en cama al inicio:	0.3 m
Profundidad de suelo una vez compacta:	0.25 m
% de N del suelo (laboratorio):	0.31
% de N en estiércol bovino:	0.91
Coefficiente de mineralización:	1.5
Volumen de tierra del lugar (50%):	6 m ³
Volumen de turba (30%):	3.6 m ³
Volumen de estiércol de bovino (20%):	2.4 m ³

Calculo de Peso de Capa Arable:

$$PCA = DAP * Profundidad de suelo * 10000 \text{ m}^2$$

$$PCA = 1.1 * 0.25 * 10000$$

$$PCA = 2750 \text{ ton/ha}$$

Calculo de aporte de Nitrógeno del suelo

$$\% \text{ N suelo} = \frac{\% \text{ N análisis de suelo} * PCA}{100}$$

$$\% \text{ N suelo} = \frac{0.31 * 2750}{100}$$

$$\% \text{ N suelo} = 8.53 \%$$

% N suelo * Coeficiente de mineralización (1.5 estimado para Carpa solar)

$$\% \text{ N suelo} = 8.53 * 1.5$$

$$\% \text{ N suelo} = 0.128 \% \text{ TM/ha/año}$$

$$\% \text{ N suelo} = 127.88 \text{ Kg./ha/año}$$

$$\% \text{ N suelo} = 63.94 \text{ Kg./ha/6 meses de estudio}$$

Calculo de aporte de Nitrógeno del estiércol de bovino

Cantidad de estiércol/ha:	$(10000 \text{ m}^2 * 2.4 \text{ m}^3) / 94.5 \text{ m}^2$ 253.97 Ton/ha
Perdida de Humedad del estiércol (Tm/ha):	$253.97 \text{ ton/ha} * (10\%)$
Cantidad de estiércol seco/ha:	25.40 ton/ha
Cantidad de estiércol bovino:	$(253.97 - 24.40) \text{ ton/ha}$ 228.57 ton/ha
% N en estiércol bovino:	$(0.91 * 228.57 \text{ ton/ha})/100$ 2080 Kg. /ha
N mineralizado en estiércol bovino:	31.20 Kg. /ha

Calculo total de nitrógeno aportado.

Nitrógeno total:	% de nitrógeno suelo + % de nitrógeno Estiércol bovino
Nitrógeno Total:	95.14 Kg./ha.

Calculo de la dosis teórica requerida de Nitrato de Amonio

Para 100 Kg.N/ha

$$\begin{aligned} \text{Kg./ha de nitrato de amonio} &= (100\text{Kg N} * 100\text{Kg.NA}) / 34\text{Kg de N} \\ &= 294.12 \text{ Kg.NA/ha} \end{aligned}$$

Para 200 Kg.N/ha

$$\begin{aligned} \text{Kg./ha de nitrato de amonio} &= (200\text{Kg N} * 100 \text{ Kg.NA}) / 34\text{Kg de N} \\ &= 588.24 \text{ Kg.NA/ha} \end{aligned}$$

Para 300 Kg.N/ha

$$\begin{aligned} \text{Kg./ha de nitrato de amonio} &= (300\text{Kg N} * 100 \text{ Kg.NA}) / 34\text{Kg de N} \\ &= 882.35 \text{ Kg.NA/ha} \end{aligned}$$

Calculo de la dosis a aplicar de Nitrato de Amonio

Para 100 Kg.N/ha

$$\begin{aligned} \text{Kg. de N/ha requerido:} &= (100 - 95.14) \text{ Kg. N/ha} \\ &= 4.86 \text{ Kg. N/ha} \\ \text{Kg. de NA} &= (4.86 \text{ Kg. N/ha} * 100)/34 \text{ Kg. N} \\ &= 14.30 \text{ Kg. NA/ha} \\ \text{Kg.NA para T1- T4 (100 kg N/ha)} &= ((14.30*94.5\text{m}^2)/10000 \text{ m}^2)/6 \\ &= 0.02 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2 \text{ (4 repeticiones)} \end{aligned}$$

Para 200 Kg.N/ha

$$\begin{aligned}\text{Kg. de N/ha requerido:} &= (200 - 95.14) \text{ Kg.N/ha} \\ &= 104.86 \text{ Kg. N/ha} \\ \text{Kg. de NA} &= (104.86 \text{ Kg.N/ha} * 100)/34 \text{ Kg N} \\ &= 308.42 \text{ Kg N/ha} \\ \text{Kg.NA para T2 - T5 (200 Kg. N/ha)} &= ((308.42 * 94.5 \text{m}^2)/10000 \text{ m}^2)/6 \\ &= 0.49 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2 \text{ (4 repeticiones)}\end{aligned}$$

Para 300 Kg.N/ha

$$\begin{aligned}\text{Kg. de N/ha requerido:} &= (300 - 95.14) \text{ Kg.N/ha} \\ &= 204.86 \text{ Kg. N/ha} \\ \text{Kg. de NA} &= (204.86 \text{ Kg.N/ha} * 100)/34 \text{ Kg N} \\ &= 602.54 \text{ Kg N/ha} \\ \text{Kg.NA para T3 - T6 (300 kg N/ha)} &= ((602.54 * 94.5 \text{m}^2)/10000 \text{ m}^2)/6 \\ &= 0.95 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2 \text{ (4 repeticiones)}\end{aligned}$$

Calculo de la dosis real a aplicar de Nitrato de Amonio, considerando la eficiencia de 80%**Para T1 (Sweet charlie + 100 Kg. N/ha)**

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 0.03 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2$$

Para T2 (Sweet charlie + 200 Kg. N/ha)

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 0.61 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2$$

Para T3 (Sweet charlie + 300 Kg. N/ha)

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 1.19 \text{ Kg. NA/15.8m}^2$$

Para T4 (Camarosa + 100 Kg. N/ha)

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 0.03 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2$$

Para T5 (Camarosa + 200 Kg. N/ha)

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 0.61 \text{ Kg. NA/15.8 m}^2$$

Para T6 (Camarosa + 300 Kg. N/ha)

$$\text{Kg. de NA/ha requerido:} = 1.19 \text{ Kg. NA/15.8m}^2$$

Cada una de estas cantidades fue distribuida en 3 aplicaciones, y en sus respectivas repeticiones.

Anexo 5. Calculo de eficiencia del diseño.

ER(bca a ca)	=	Eficiencia Relativa
CME	=	Cuadrado medio del error
CMB	=	Cuadrado medio de bloques
fb	=	grados de libertad de bloques
ft	=	grados de libertad de tratamientos
fe	=	grados de libertad del error
f1	=	grados de libertad para el error de BCA
f2	=	grados de libertad para el error de CA

Para días a la floración

CMB	=	1
fb	=	3
ft	=	5
fe	=	15
f1	=	15
f2	=	18

$$CME_{(CA)} = \frac{((fb \times CMB) + (ft + fe)) \times CME}{fb + ft + fe}$$

$$CME_{(CA)} = \frac{(3 \times 1) + (5 + 15) \times 1.67}{3 + 5 + 15}$$

$$CME_{(CA)} = 1.58$$

$$ER(bca \ a \ ca) = \frac{(f1+1) \times (f2+3) \times CME_{(CA)}}{(f1+3) \times (f2+1) \times CME} \times 100$$

$$ER(bca \ a \ ca) = \frac{(15+1) \times (18+3) \times 1.58}{(15+3) \times (18+1) \times 1.67} \times 100$$

$$ER(bca \ a \ ca) = 93 \%$$

Para días a la maduración de fruto

ER(bca a ca)= 96 %

Para diámetro de fruto

ER(bca a ca)= 130 %

Para altura de fruto

ER(bca a ca)= 98 %

Para peso de fruto

ER(bca a ca)= 144 %

Para índice de área foliar

ER(bca a ca)= 257 %

Para rendimiento

ER(bca a ca)= 103 %

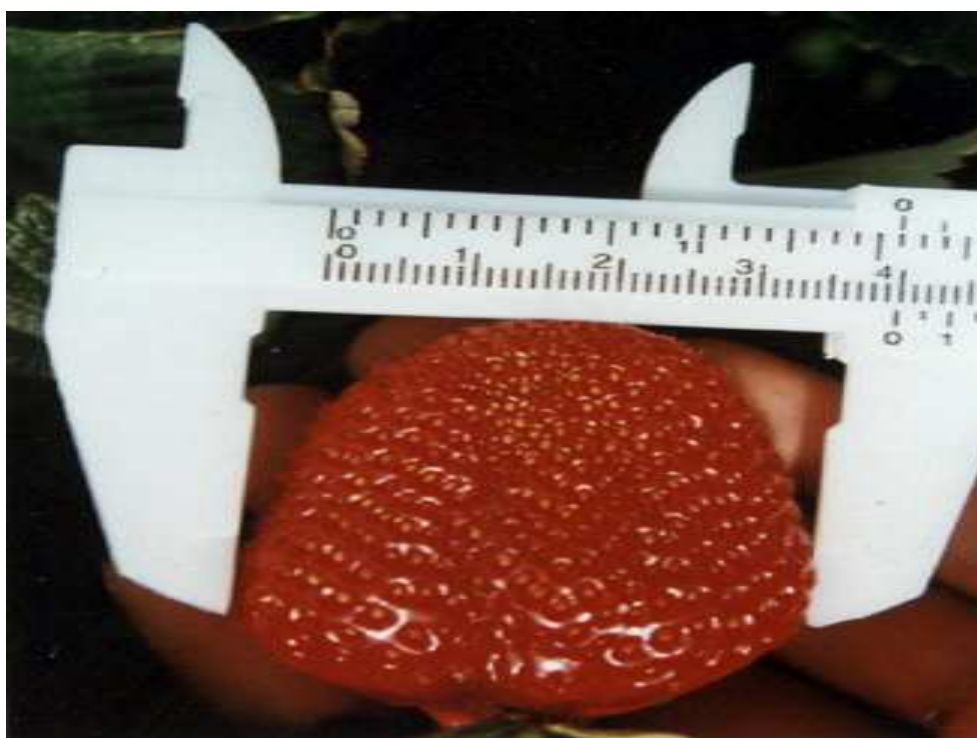
Anexo 6. Archivo fotográfico



Fotografía 1. Carpas solares APRAI – Cabaña la Esperanza. Tacachira – La Paz



Fotografía 2. Inicio de la floración en el cultivo



Fotografía 3. Inicio de la maduración de frutos

Fotografía 4. Medición de diámetro de fruto en la variedad Camarosa





Fotografía 5. Medición de longitud de fruto en la variedad Sweet Charlie



Fotografía 6. Registro de peso de fruto Variedad Sweet Charlie



Fotografía 7. Forma de fruto variedad Sweet Charlie



Fotografía 8. Forma de fruto Variedad Camarosa



Fotografía 9. Desarrollo foliar e inicio de la producción en las camas suspendidas



Fotografía 10. Rendimiento de fruto por tratamientos

Anexo 7. Análisis de varianza de efectos simples

Análisis de Efectos Simples

Diámetro de fruto

Cuadro 1. ANVA de efectos simples para diámetro de fruto

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Niveles de N ₂ en Sweet Charlie	2	7,68	3,84	60,27	3,08	**
Niveles de N ₂ en Camarosa	2	0,17	0,09	1,35	3,08	NS
<i>Variedades en 100 Kg.N/ha</i>	1	0,45	0,45	7,09	4,54	*
<i>Variedades en 200 Kg.N/ha</i>	1	4,44	4,44	69,74	4,54	**
<i>Variedades en 300 Kg.N/ha</i>	1	0,02	0,02	0,31	4,54	NS
SCE	15		0,06			
Total	23					

NS: No significativo
*.: Significativo
**.: Altamente significativo

Longitud de fruto

Cuadro 2. ANVA de efectos simples para longitud de fruto.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Niveles de N ₂ en S.Charlie	2	0,11	0,06	1,77	3,08	NS
Niveles de N ₂ en Camarosa	2	1,81	0,90	27,86	3,08	**
<i>Variedades en 100 Kg.N/ha</i>	1	0,15	0,15	4,58	4,54	*
<i>Variedades en 200 Kg.N/ha</i>	1	3,01	3,01	92,91	4,54	**
<i>Variedades en 300 Kg.N/ha</i>	1	2,70	2,70	83,33	4,54	**
SCE	15		0,03			
total	23					

Peso de fruto

Cuadro 3. ANVA de efectos simples para peso de fruto.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Niveles de N ₂ en S.Charlie	2	93,62	46,81	9,00	3,08	*
Niveles de N ₂ en Camarosa	2	5,44	2,72	0,52	3,08	NS
<i>Variedades en 100 Kg.N/ha</i>	1	38,72	38,72	7,44	4,54	*
<i>Variedades en 200 Kg.N/ha</i>	1	248,65	248,65	47,81	4,54	**
<i>Variedades en 300 Kg.N/ha</i>	1	73,20	73,20	14,07	4,54	*
SCE	15		5,20			
total	23					

Índice de área foliar

Cuadro 4. ANVA de efectos simples para índice de área foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Niveles de N ₂ en S.Charlie	2	1,32	0,66	0,54	3,08	NS
Niveles de N ₂ en Camarosa	2	21,09	10,55	8,58	3,08	*
<i>Variedades en 100 Kg.N/ha</i>	1	2,31	2,31	1,88	4,54	NS
<i>Variedades en 200 Kg.N/ha</i>	1	36,30	36,30	29,53	4,54	**
<i>Variedades en 300 Kg.N/ha</i>	1	3,16	3,16	2,57	4,54	NS
SCE	15		1,23			
total	23					

Rendimiento

Cuadro 5. ANVA de efectos simples para rendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Niveles de N ₂ en Sweet Charlie	2	81,40	40,70	7,71	3,08	NS
Niveles de N ₂ en Camarosa	2	11,91	5,96	1,13	3,08	*
<i>Variedades en 100 Kg./ha</i>	1	404,70	404,70	76,68	4,54	**
<i>Variedades en 200 Kg./ha</i>	1	770,28	770,28	145,95	4,54	**
<i>Variedades en 300 Kg./ha</i>	1	462,08	462,08	87,56	4,54	**
SCE	15		5,28			
total	23					
NS:	No significativo					
*:	Significativo					
**:	Altamente significativo					

Anexo 8. Costos de producción

Presupuesto detallado Estudio en Bs. (6 meses)

Detalle	unidad	cantidad	prec unit.Bs	Cost.tot.Bs.	Vida Util (años)	Valor Residual en (Bs.)		
						1 año	0,5 años	1,5años
Costo construccion de camas				1270,00				
callapos de 1"x3m	unidad	288,00	2,50	720,00	3,0	240,00	120	600,00
callapos de 2"x3m	unidad	48,00	5,00	240,00	3,0	80,00	40	200,00
clavos	Kg.	2,00	10,00	20,00	3,0	6,67	3,33	16,67
agofilm	m2	100,00	2,00	200,00	5,0	40,00	20	180,00
mano de obra para armado camas	jornal	3,00	30,00	90,00				

996,67

					Vida Util (años)	Valor Residual en (Bs.)		
						1 año	0,5 años	1,5años
Costo instalacion de sistema de riego				125,40				
cintas de riego	metro	84,00	0,85	71,40	8	8,93	4,46	66,94
tuberia de plastico de 1/2"	barra	1,00	24,00	24,00	8	3,00	1,50	22,50
llaves de paso	unidad	1,00	15,00	15,00	6	2,50	1,25	13,75
Costo de mano de obra instalacion-riego	jornal	0,50	30,00	15,00				

103,19

Compra y preparación de sustrato 50% m3				396,00
estiercol	m3	2,40	50,00	120,00
turba	m3	3,60	60,00	216,00
mano de obra	jornal	2,00	30,00	60,00

Costo de plantines (Bs/plantin)				420,00
Sweet charlie	unidad	420,00	0,80	336,00
camarosa	unidad	420,00	1,00	420,00

Costo de Labores Culturales				335,00
productos fitosanitarios y su aplicación	global	1,00	35,00	35,00
aplicación de riego	jornal	2,00	30,00	60,00
cosecha	jornal	6,00	30,00	180,00
deshierbe	jornal	2,00	30,00	60,00

Sub total	2546,40			
-----------	---------	--	--	--

Costos de fertilizante (Nitrato de Amonio)

Compra de fertilizante T1				9,60
compra de nitrato de amonio n-100 Kg N/ha	Kg	0,30	7,00	2,10
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Compra de fertilizante T2				11,77
compra de nitrato de amonio n-200 Kg N/ha	Kg	0,61	7,00	4,27
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Compra de fertilizante T3				15,83
compra de nitrato de amonio n-300 Kg N/ha	Kg	1,19	7,00	8,33
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Compra de fertilizante T4				9,60
compra de nitrato de amonio n-100 Kg N/ha	Kg	0,30	7,00	2,10
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Compra de fertilizante T5				11,77
compra de nitrato de amonio n-200 Kg N/ha	Kg	0,61	7,00	4,27
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Compra de fertilizante T6				15,83
compra de nitrato de amonio n-300 Kg N/ha	Kg	1,19	7,00	8,33
aplicación de fertilizante	jornal	0,25	30,00	7,50
Total				2620,80

Detalle de Ingresos y Egresos (Bs.) para el área de estudio (94.5 m²)

Detalle	Año 0	Año 1						total
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Ingresos Total:		550,61	551,28	612,99	339,59	372,44	351,86	2.778,76
Ingresos - venta		367,30	367,97	429,68	156,28	189,13	168,55	1.678,91
precio kg /fruta		10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	
rendimiento medio de frutilla (kg)		43,73	43,81	51,15	18,60	22,52	20,07	199,87
rendimiento ajustado (kg)		34,98	35,04	40,92	14,88	18,01	16,05	159,90
otros ingresos		183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	1.099,85
valor residual		183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	183,31	1.099,85
Egresos:	1.367,54	502,86	505,03	509,09	502,86	505,03	509,09	3.033,94
- Fijos	1.367,54	227,92	227,92	227,92	227,92	227,92	227,92	1.367,54
Construccion de camas		196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	1.180,00
callapos de 1"x3m		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	720,00
callapos de 2"x3m		40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	240,00
clavos		3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	20,00
agrofilm		33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	200,00
Sistema de riego-carpa	187,54	31,26	31,26	31,26	31,26	31,26	31,26	187,54
cintas de riego		11,90	11,90	11,90	11,90	11,90	11,90	71,40
tuberia de 1/2"		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	24,00
llaves de paso		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	15,00
depreciación carpa solar 7 años		12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	77,14
- Variables		274,93	277,10	281,16	274,93	277,10	281,16	1.666,40
Mano de obra		90,83	90,83	90,83	90,83	90,83	90,83	545,00
armado de camas		15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	90,00
instalacion de riego		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	15,00
preparacion sustrato 50m3		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	60,00
labores culturales		55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	335,00
aplicación de fertilizante		7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	45,00
Materia prima (plantines)		126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	756,00
Sweet charlie		56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	336,00
Camarosa		70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	420,00
Insumos		56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	336,00
estiercol (2,4m3)		20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	120,00
turba (3,6m3)		36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	216,00
Costo fertilización		2,10	4,27	8,33	2,10	4,27	8,33	29,40
nitrate de amonio		2,10	4,27	8,33	2,10	4,27	8,33	29,40
Excedente	-1.367,54	47,75	46,25	103,90	-163,27	-132,59	-157,22	-255,18
Costo variable unitario		7,86	7,91	6,87	18,47	15,38	17,51	
Punto de equilibrio		86,3	87,9	62,8	-28,6	-46,7	-32,5	
Relación B/C		1,09	1,09	1,20	0,68	0,74	0,69	