

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA TECNICA SUPERIOR AGROPECUARIA VIACHA



23 JUN 2009

TESINA DE GRADO

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE
COL DE BRUSELAS (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*)
BAJO INVERNADERO**

Presentado por:

MACEDONIO MALDONADO MAMANI

LA PAZ – BOLIVIA

2009

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA TÉCNICA SUPERIOR AGROPECUARIA VIACHA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIETADES DE COL DE BRUSELAS (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*) BAJO INVERNADERO

Tesina de Grado para obtener el Título de:
TÉCNICO SUPERIOR EN AGROPECUARIA

Presentado por:
MACEDONIO MALDONADO MAMANI

Asesores:

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán



Ing. José Siles Terrazas



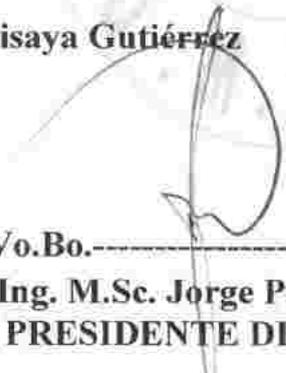
Tribunal Revisor:

Ing. M.Sc. David Morales Velásquez



Ing. David Luis Callisaya Gutiérrez



Vo.Bo. 

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

LA PAZ – BOLIVIA

DEDICATORIA

*Con inmenso cariño y respeto a mis queridos padres: Gregorio y Segundina.
A mis hermanos Oscar, Ana Maria, Emma Verónica, Eber y Renán, por el
aliento que me brindaron para el logro de mi propósito.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a los profesionales e instituciones.

A la Granja Ecológica San Silvestre, por brindarme su colaboración con la provisión de medios y materiales para la realización del presente trabajo.

A mis asesores Ing. José Eduardo Oviedo Farfán y el Ing. José Siles Terrazas, que con su acertada orientación, paciencia y amistad supieron guiarme para poder emprender y desarrollar el presente trabajo de tesina.

A mis revisores Ing. M.Sc. David Morales Velásquez e Ing. David Luis Callizaya Gutiérrez, quienes dedicaron tiempo en la revisión y corrección oportuna para la edición del presente trabajo.

A mi querida madre Segundina Mamani Q. que encaminó mi educación, luz imperecedera a lo largo de mi vida. Y a mi padre Gregorio Maldonado F. maestro eterno en mi camino, imagen imborrable en el silencio.

A mis hermanos: Oscar, Ana Maria, Emma Verónica, Eber, Renán, que me brindaron el apoyo constante y colaboración.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la orientación y elaboración de este documento.

Finalmente, a todos los docentes de la Facultad de Agronomía quienes contribuyeron con mi formación académica, la misma que ayuda a desenvolverme profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|----------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimientos | ii |
| Índice general | iii |
| Índice de cuadros | vi |
| Índice de figuras..... | vi |
| Índice de anexos | vi |
| Resumen..... | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. JUSTIFICACIÓN..... | 1 |
| III. OBJETIVOS..... | 2 |
| 3.1 Objetivo general..... | 2 |
| 3.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 4.1 La Col de Bruselas..... | 3 |
| 4.1.1 Origen e importancia | 3 |
| 4.1.2 Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 4.2 Descripción botánica | 4 |
| 4.2.1 Tallo..... | 5 |
| 4.2.2 Hoja..... | 5 |
| 4.2.3 Yemas axilares..... | 5 |
| 4.2.4 Pellas o cogollos | 5 |
| 4.2.5 Flor..... | 5 |
| 4.2.6 Fruto..... | 5 |
| 4.2.7 Semilla | 5 |
| 4.3 Condiciones y requerimientos | 6 |
| 4.3.1 Suelo | 6 |
| 4.3.2 pH del suelo | 6 |
| 4.3.3 Fertilización | 6 |
| 4.3.4 Características químicas de la materia orgánica | 7 |
| 4.3.5 Características físicas de la materia orgánica | 7 |
| 4.3.6 Valor nutritivo de la materia orgánica | 7 |
| 4.3.7 Clima y temperatura | 7 |
| 4.3.8 Riego..... | 8 |
| 4.4 Principales variedades de Col de Bruselas | 8 |
| 4.4.1 Lunet..... | 8 |
| 4.4.2 Long Island Mejorada..... | 8 |
| 4.4.3 Amager | 8 |
| 4.4.4 Jade Cross | 8 |
| 4.4.5 Precoz de Fontenay..... | 9 |
| 4.4.6 Peer Gynt | 9 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.4.7 | Bastión | 9 |
| 4.4.8 | Rey Arthur | 9 |
| 4.4.9 | Maravilla Real | 9 |
| 4.4.10 | Parfísal | 9 |
| 4.4.11 | Rubine..... | 9 |
| 4.5 | Valor nutritivo de la Col de Bruselas | 10 |
| 4.6 | El cultivo de la Col de Bruselas..... | 10 |
| 4.6.1 | Preparación del suelo..... | 10 |
| 4.6.2 | Siembra..... | 10 |
| 4.6.3 | Transplante y densidad | 11 |
| 4.7 | Labores culturales..... | 11 |
| 4.7.1 | Control de malezas | 11 |
| 4.7.2 | Escarda..... | 12 |
| 4.7.3 | Deshierbe | 12 |
| 4.7.4 | Deshojado | 12 |
| 4.7.5 | Cosecha..... | 12 |
| 4.7.6 | Rendimiento..... | 12 |
| 4.8 | Descripción del invernadero..... | 13 |
| 4.8.1 | Efecto de invernadero | 13 |
| 4.8.2 | Importancia del invernadero | 13 |
| 4.8.3 | Tipos de invernaderos..... | 13 |
| 4.8.4 | Material de construcción..... | 14 |
| 4.9 | Aspectos físicos y ambientales..... | 14 |
| 4.9.1 | Orientación | 14 |
| 4.9.2 | Temperatura..... | 15 |
| 4.9.3 | Luminosidad | 15 |
| 4.9.4 | Humedad relativa..... | 15 |
| V. | MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 5.1 | Localización..... | 16 |
| 5.1.1 | Agroecología de la zona | 16 |
| 5.2 | Características del invernadero..... | 17 |
| 5.2.1 | Suelo del invernadero | 17 |
| 5.2.2 | Muestreo del suelo..... | 17 |
| 5.2.3 | Análisis del suelo..... | 18 |
| 5.3 | Materiales | 18 |
| 5.3.1 | Material vegetal | 18 |
| 5.4 | Material de campo | 18 |
| 5.4.1 | Equipos..... | 18 |
| 5.4.2 | Herramientas y Materiales..... | 19 |
| 5.4.3 | Material de gabinete | 19 |
| 5.4.4 | Materia orgánica | 19 |
| 5.4.5 | Insumos agrícolas y otros productos..... | 19 |
| 5.5 | Metodología..... | 19 |
| 5.5.1 | Diseño experimental | 19 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 5.5.2 | Características de las parcelas experimentales | 20 |
| 5.6 | Desarrollo del experimento..... | 20 |
| 5.6.1 | Preparación del terreno..... | 20 |
| 5.6.2 | Trazado de parcelas experimentales | 21 |
| 5.6.3 | Siembra en almaciguera..... | 21 |
| 5.6.4 | Transplante de plántulas | 22 |
| 5.6.5 | Refalle..... | 22 |
| 5.7 | Mancjo agronómico | 22 |
| 5.7.1 | Riego..... | 22 |
| 5.7.2 | Deshierbe..... | 23 |
| 5.7.3 | Escarda..... | 23 |
| 5.7.4 | Control fitosanitario..... | 23 |
| 5.7.5 | Cosecha..... | 23 |
| 5.8 | VARIABLES DE RESPUESTA | 23 |
| 5.8.1 | Días a la emergencia | 23 |
| 5.8.2 | Altura de la planta..... | 23 |
| 5.8.3 | Diámetro de tallo | 24 |
| 5.8.4 | Número de hojas | 24 |
| 5.8.5 | Número de cogollos..... | 24 |
| 5.8.6 | Diámetro de cogollos..... | 24 |
| 5.8.7 | Peso de cogollos por planta | 24 |
| 5.8.8 | Rendimiento de cogollos | 24 |
| 5.9 | ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 24 |
| 5.9.1 | Tasa de retorno marginal | 25 |
| VI | RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 26 |
| 6.1 | VARIABLES AGRONÓMICAS RELACIONADAS CON EL DESARROLLO DEL CULTIVO..... | 26 |
| 6.1.1 | Registro de temperatura en el invernadero-walipini..... | 26 |
| 6.1.2 | Desarrollo en almaciguera | 27 |
| 6.1.3 | Días a la emergencia..... | 27 |
| 6.1.4 | Análisis de varianza para el parámetro altura de planta | 27 |
| 6.1.5 | Desarrollo diametral de tallo..... | 29 |
| 6.1.6 | Número de hojas | 30 |
| 6.1.7 | Análisis de varianza para el factor número de cogollos por planta | 31 |
| 6.1.8 | Diámetro de cogollos..... | 32 |
| 6.2 | VARIABLES RELACIONADAS CON EL RENDIMIENTO | 33 |
| 6.2.1 | Análisis de varianza para el factor rendimiento por U. E..... | 33 |
| 6.2.2 | Análisis de varianza para el factor rendimiento por hectárea | 34 |
| 6.3 | ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 36 |
| VII. | CONCLUSIONES | 38 |
| VIII. | RECOMENDACIONES..... | 39 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA..... | 40 |
| X. | ANEXOS..... | 43 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Número de cromosomas de algunas especies del genero Brassica..... | 4 |
| Cuadro 2. Relación de rendimiento y nutrientes absorbidos por hortalizas | 6 |
| Cuadro 3. Composición química de la parte comestible (100g)..... | 10 |
| Cuadro 4. Composición mineral de la parte comestible (mg) | 10 |
| Cuadro 5. Características de materiales de cobertura..... | 14 |
| Cuadro 6. Exigencias climáticas..... | 15 |
| Cuadro 7. Agroecología de la zona..... | 16 |
| Cuadro 8. Análisis de suelo | 18 |
| Cuadro 9. Características de los cultivares de Col de Bruselas..... | 18 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza de altura de la planta..... | 28 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza de número de cogollos por planta..... | 31 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento por unidad experimental..... | 33 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza para el factor rendimiento por hectárea | 34 |
| Cuadro 14. Cálculo de beneficios totales | 36 |
| Cuadro 15. Cálculo de beneficio costo (B/C)..... | 36 |
| Cuadro 16. Cálculo de utilidad neta o beneficio neto..... | 37 |
| Cuadro 17. Determinación de la tasa de retorno marginal | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Imagen de la Col de Bruselas en etapa de formación de cogollos | 4 |
| Figura 2. Vista panorámica “Granja Ecológica San Silvestre” | 16 |
| Figura 3. Imagen de walipini y las dimensiones..... | 17 |
| Figura 4. Vista de las parcelas experimentales, dentro del invernadero walipini..... | 20 |
| Figura 5. Roturado de terreno dentro del invernadero walipini..... | 21 |
| Figura 6. Trazado de parcelas experimentales en walinipi..... | 21 |
| Figura 7. Vista general del ensayo a las dos semanas de transplante | 22 |
| Figura 8. Temperatura mínima, media y máxima en el invernadero walipini..... | 26 |
| Figura 9. Desarrollo del cultivo en almaciguera..... | 27 |
| Figura 10. Días a la emergencia en (%)..... | 27 |
| Figura 11. Histograma de crecimiento en altura de planta (cm)..... | 28 |
| Figura 12. Crecimiento del cultivo en diámetro de tallo (cm)..... | 29 |
| Figura 13. Número de hojas..... | 30 |
| Figura 14. Número de cogollos | 32 |
| Figura 15. Dámetro de cogollos en (cm) | 32 |
| Figura 16. Rendimiento de tres cosechas de Col de Bruselas | 34 |
| Figura 17. Rendimiento de Col de Bruselas (kg/ha)..... | 35 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Mapa de ubicación | 44 |
| Anexo 2. Croquis experimental | 45 |
| Anexo 3. Dimensiones del invernadero walipini..... | 46 |
| Anexo 4. Cálculo de costos variables para la producción de Col de Bruselas/79.92 m ² | 47 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en la "Granja Ecológica San Silvestre", que se encuentra ubicado en la localidad de Contorno Letanias (provincia Ingavi del departamento de La Paz), se estableció el ensayo con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de Col de Bruselas (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*), cultivada en el altiplano bajo invernadero walipini.

El invernadero donde se realizó el presente trabajo es de tipo media agua con un campo experimental de 79.92 m², siendo las unidades experimentales de 3.3 m². Se evaluaron tres tratamientos cada uno con 4 repeticiones, totalizando de esta manera 12 unidades experimentales, instaladas y adecuadas al diseño completamente al azar. La distancia de surco es de 0.50 m. y de planta a planta 0.40 m, por lo que cada unidad experimental tiene 18 plantas de Col de Bruselas.

Las prácticas culturales efectuadas en todo el ciclo vegetativo fueron: el riego, escarda, deshierbe y control fitosanitario, de manera homogénea, a fin de establecer las diferencias entre cultivares.

Se registró datos cuidadosamente en el crecimiento y desarrollo de los cultivares, desde la siembra en el almacigo al trasplante como también del trasplante a la cosecha.

Con el presente trabajo se ha llegado a los siguientes resultados y conclusiones.

Con relación a los días a la emergencia en almaciguera, transcurrido un tiempo de 5 días las plántulas lograron un 50 % de emergencia y a los 10 días el 85 % de emergencia.

La mayor altura de planta corresponde al cultivar Lunet F-1 (T1) con 97 cm.; las variedades Couve y Long Island I. alcanzaron 86 y 91 cm. respectivamente.

En el parámetro diámetro de cogollos, el cultivar Long Island I. fue superior con 3.08 cm, seguidos de los cultivares Lunet F-1 con 2.62 y Couve con 2.58 cm.

El rendimiento acumulado de tres cosechas de cogollos en el cultivo de Col de Bruselas, que el cultivar Lunet F-1 obtuvo el mayor rendimiento con 6092 kg/ha. El de menor rendimiento fue Long Island I. con 4655 kg/ha.

El cultivar con el mayor rendimiento es Lunet F-1 obtuvo el mayor rendimiento con 6092 kg/ha, y de igualmente de mayor rentabilidad donde el B/C = 1.30. El análisis económico de las tres variedades de Col de Bruselas, el beneficio-costo fue mayor que 1, por lo tanto han sido apropiados económicamente.

I. INTRODUCCIÓN.

La Col de Bruselas (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*), es una especie hortícola poco difundida en el mercado nacional, a consecuencia de su alto costo y su producción que es mínima, en el altiplano y como en los valles.

Maroto (1989), en un estudio pone en énfasis su importancia de Col de Bruselas por su riqueza vitamínica (B₁, B₂ y C) y en minerales (hierro, calcio, fósforo, potasio y magnesio), que son vitales en la nutrición humana. Siendo destinada tanto al mercado en fresco como a la industrialización.

En los ecosistemas altiplánicos son muy pocos los cultivos que generan importantes ingresos económicos a la agricultura familiar. Los agricultores rurales de la región andina se caracterizan por ser agricultores minifundistas, de recursos y tecnología limitada, poca consecuencia la producción es de subsistencia, que afecta no sólo a la economía del agricultor, sino también a su salud; por cuanto la deficiencia nutricional es la causa de una serie de afecciones y enfermedades.

La Col de Bruselas en nuestro medio no es conocida pero se diferencia de las otras especies similares, por tener un diámetro pequeño entre 2 a 4 centímetros y por las características de la parte aérea, ya que en las axilas de las hojas, presenta una gran cantidad de yemas que asumen el aspecto minúsculo de cogollos que constituyen la parte tierna y comestible de esta hortaliza.

II. JUSTIFICACIÓN.

Con el presente trabajo de investigación se quiere fomentar y difundir el cultivo de la Col de Bruselas, con el fin de demostrar las características morfológicas y la adaptabilidad al medio ambiente de la región de estudio.

Uno de los problemas que actualmente aqueja al mundo, es la inseguridad alimentaria en una población en constante crecimiento, lo que implica una adecuada producción de alimentos que satisfaga en cantidad y calidad de los niveles nutricionales óptimos de los individuos (OMS, 1996).

En la actualidad nos encontramos involucrados en la búsqueda de nuevos conocimientos que conduzcan a la obtención de los mejores rendimientos, con menor costo posible. Especialmente en el cultivo de Col de Bruselas que al igual que otros cultivos se presentan problemas de carácter técnico y económico, por lo que este tipo de investigación se hace necesaria.

III. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general.

- Evaluar el comportamiento de tres variedades de Col de Bruselas (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*), bajo invernadero en la localidad de Contorno Letanias (Provincia Ingavi Departamento de La Paz).

3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres cultivares de Col de Bruselas bajo condiciones controladas.
- Realizar el análisis económico para el cultivo de Col de Bruselas bajo las condiciones de estudio.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

4.1 La Col de Bruselas.

4.1.1 Origen e importancia.

Según Paz (1997), la Col de Bruselas tiene su centro de origen en Asia y Europa, especialmente en Bélgica donde actualmente se cultiva, de dicho lugar se difundió a todo el mundo.

Esta hortaliza ha sido cultivada por siglos en Bélgica. Su utilización principal es en fresco, aunque también se industrializa.

Maroto (1995), se trata de una planta procedente de Bélgica, cuyo cultivo se inició en los siglos XVII y XVIII. Estas derivan de la col de Milán la cual al ser cortada la cabeza verdadera, desarrolla pequeñas pellas en las axilas de las hojas.

Ospina (1995), afirma que esta planta se cultiva en todos los climas, pero es más preferible sembrarlo en los valles. En el altiplano se lo puede realizar en condiciones artificiales (invernaderos). En el altiplano no se acostumbra el consumo de esta hortaliza, siendo pocas personas las privilegiadas en degustarla. Puede aprovecharse esta planta como una alternativa económica, fomentando su cultivo y su consumo en la dieta diaria. Además de su aprovechamiento en la agroindustria.

4.1.2 Clasificación taxonómica.

Según Ospina (1995), la Col de Bruselas tiene la siguiente clasificación.

| | | |
|-----------------|---|---|
| Reino | : | Vegetal |
| Sub reino | : | Embriobionta |
| Sub división | : | Angiospermas |
| Clase | : | Magnoliopsida |
| Sub clase | : | Dilleniidae |
| Orden | : | Capparales |
| Familia | : | Brassicaceae |
| Genero | : | Brassica |
| Especie | : | Brassica oleracea L. |
| Variedad | : | Gemmifera |
| Nombres comunes | : | Col de Bruselas Repollitos de Bruselas |

Cuadro 1. Número de cromosomas de algunas especies del género *Brassica*.

| Especie | Número de cromosomas |
|---------------------------|----------------------|
| Coliflor | 9 |
| Repollo | 9 |
| Repollo de Bruselas (col) | 9 |
| Rabanito | 9 |
| Nabo | 10 |
| Nabo silvestre | 18 |

Fuente: Barja (1998).

4.2 Descripción botánica.

Maroto, et al. (1995), es una planta herbácea bienal, con tallo erguido de 0.5 a 1m de altura, del cual surge una serie de follaje. Hojas largamente pecioladas de limbos, ovales o redondeadas y que termina en una roseta de hojas. En las axilas de las hojas laterales existen unas yemas foliáceas que a lo largo del ciclo vegetativo se hipertrofian, formando unos cogollitos o pellas laterales de tamaño pequeño, que son muy apreciadas que recibe el nombre de “Coles de Bruselas” y constituyen los órganos de aprovechamiento de esta hortaliza, que pueden pesar entre 10 a 100 g, siendo estos los que se consumen en estado tierno y se van cortado de abajo hacia arriba del tallo conforme al desarrollo deseado.

Ospina (1995), la Col de Bruselas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*) es una hortaliza rústica bienal con una altura de la planta promedio de 70 cm.

Sobrino (1994), las hojas principales, que se desarrollan mientras la planta es joven, llegan a desprenderse después de haberse formado los repollitos. Es una hortaliza que tiene bastante resistencia al frío y que por su forma de producción a partir de la base, hace que esta sea escalonada, especialmente cuando se tiene climas fríos intensos (Figura 1).



Figura 1. Imagen de la Col de Bruselas en etapa de formación de cogollos.

4.2.1 Tallo.

Ospina (1995), la Col de Bruselas tiene el tallo erecto vigoroso y grande sin ramificaciones laterales, que puede llegar a medir de 0.95 a 1m.

4.2.2 Hoja.

Maroto (1995), menciona lo siguiente las primeras hojas tienen forma de escudo redondeados con uno o dos lóbulos redondos en la base. La planta adulta desarrolla un tallo largo que termina en penacho de hojas en forma de rosetas. Las hojas laterales del tallo crecen mientras la planta es joven y se desarrolla su forma es pecioladas más o menos redondeadas y de superficie abombada y rugosa.

4.2.3 Yemas axilares.

Ospina (1995), señala que las yemas axilares, se presentan a lo largo del tallo, en la incisión de las hojas con el tallo los que van a formar pequeños repollitos, que constituyen la parte comestible de la planta.

4.2.4 Pellas o Cogollos.

Mateo (1968), menciona cuando la Col de Bruselas ha desarrollado el tallo de esta nacen pequeñas "pellas o cogollos" sobre las axilas de las hojas laterales. Estos cogollos semejan pequeños repollos más o menos esféricos.

Gudiel (1997), indica que a lo largo del tallo en la axila de las hojas produce las pellas parecidos al repollo pero de menor tamaño que pueden llegar a pesar de 10 a 100 gr, siendo estos los que se consumen en estado tierno.

4.2.5 Flor.

Pérez (1980), menciona la Col de Bruselas presenta las flores en forma de cruz con cuatro sépalos y cuatro pétalos de color blanco amarillo, con seis estambres (cuatro largo y dos cortos), el estigma es truncado y bilobular produce de 20 a 30 semillas.

4.2.6 Fruto.

Ospina (1995), indica al fruto de la Col de Bruselas como largo en forma de círculo y dehiscente con dos valvas. Por otra parte, Pérez (1980), describe el fruto es silicua es delgado dehiscente.

4.2.7 Semilla.

Loayza (1981), describe la semilla de Col de Bruselas tiene un poder germinativo de 4 años. Por otra parte, Ospina (1995), explica que las semillas son pequeñas y medianas de 0,5 a 0,6 mm, de diámetro de color marrón.

Mateo (1968), menciona que las semillas son de tamaño muy pequeño, oscilando su diámetro medio entre 1,2 - 2 mm, con colores que varían entre el gris castaño y el rojo oscuro, dependiendo este factor del tiempo que tenga la semilla y el trato que se haya dado. La forma es esférica o elipsoidal. Suele haber de 200 - 350 semillas por gramo.

4.3 Condiciones y requerimientos.

4.3.1 Suelo.

Según Bonar (1981) y Serrano (1985), indican que requiere suelos profundos, húmedos, algo arcilloso, alcalino, textura media, no ricos en nitrógeno, porque dan lugar a repollitos menos compactos.

Gudiel (1997), menciona la Col de Bruselas, se adapta a diferentes condiciones de suelo, desarrollándose mejor en los francos y franco arcillosos.

Maroto (1995), señala que se adapta a terrenos de textura media, que no sean excesivamente ricos en nitrógeno, puesto que induce un desarrollo foliar exagerado, en detrimento de los cogollos tanto en los referente a su número como por el hecho de que aparecerán poco compactos. Tampoco es conveniente que se cultive en suelos pobres, en los que vegeta muy mal. Por otra parte, Loayza (1981), explica las coles prefieren suelos arcillosos, frescos y profundos, sin problemas de drenaje.

4.3.2 pH del suelo.

Richards (1954) Maas (1984) citado por Valadez (1996), en cuanto a su pH, está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, manifestando un rango de 5.5 a 6.8 y siendo el óptimo 6.2 a 6.5. En lo que se refiere a textura del suelo, se desarrolla bien en cualquier tipo-desde arenosos hasta orgánicos-, prefiriendo aquellos que tengan buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado. Por otra parte, Gudiel (1997), indica con buen contenido de materia orgánica y un pH de 6.0 a 7.0.

4.3.3 Fertilización.

Fersini (1976) citado por Maroto (1989), señala que las extracciones medias de 1 ha de coles de Bruselas son 200 kg de N, 90 kg de P_2O_5 y 280 kg de K_2O . Otros expertos consultados, recomiendan el abonado orgánico de fondo. Es una planta sensible a la carencia de boro y molibdeno.

Cuadro 2. Relación de rendimiento y nutrientes absorbidos por hortalizas.

| Especie | Rendimiento t/ha | Nutriente absorbidos (kg/ha) | | | | | |
|-----------|---------------------|------------------------------|----------|--------|------|------|----|
| | | N | P_2O_5 | K_2O | Ca O | Mg O | S |
| Cebolla | 25 | 63 | 30 | 88 | 31 | 29 | 23 |
| Coles | 25 | 250 | 100 | 315 | 270 | 30 | 21 |
| Lechuga | 30 | 65 | 30 | 135 | 42 | 7 | |
| Tomate | 80 | 210 | 50 | 280 | 220 | 40 | 50 |
| Zanahoria | 30 | 115 | 45 | 165 | 105 | 22 | 10 |

Fuente: Maroto, (1995).

4.3.4 Características químicas de la materia orgánica.

Cruz (1985), el abonado orgánico mejora el suelo, sirviendo como depósitos de carbono y nitrógeno en mayores cantidades, y los elementos, Fósforo, Hierro, Calcio, Potasio, Magnesio y otros elementos en baja concentración.

Las principales funciones son:

1. Facilita la asimilación de los minerales por las plantas.
2. Corrige en el suelo los factores perjudiciales en el uso de fertilizantes y pesticidas.
3. Absorbe y retiene los componentes de los fertilizantes, nutrientes y minerales del suelo que son aprovechados fácilmente por la planta.
4. Actúa como regulador de pH (potencia de hidrógeno) del suelo.

4.3.5 Características físicas de la materia orgánica.

Granero (1983), menciona las características que son:

1. Aumentar el poder de retención de humedad de los suelos.
2. Disminuye las pérdidas del agua de escorrentía, mejorando la filtración de mayor cantidad de agua de lluvia, reduce la erosión hídrica y los efectos de la eólica.
3. Fomenta la granulación de los suelos mejorando la filtración y la aireación.
4. Mayor capacidad de los suelos muy sueltos, mayor porosidad en los suelos compactos o arcillosos.

4.3.6 Valor nutritivo de la materia orgánica.

Soto (1985), juega un papel determinante en la formación del suelo y decisivo para mejoramiento de características físicas y químicas; según su contenido de materia orgánica, los suelos son fértiles, pobres y muy pobres. Además de la materia orgánica actúa sobre las relaciones agua-suelo-planta.

4.3.7 Clima y Temperatura.

Maroto (1995), señala la Col de Bruselas es una planta rústica adaptado a climas frescos, resiste al clima frío hasta extremo que las bajas temperaturas mejoran la calidad y sabor de las pellas o cogollos.

Gudiel (1997), menciona la adaptación a un amplio rango climático, a no ser que se trate de climas muy cálidos como los tropicales, es destacable su gran resistencia al frío. En forma general se desarrollan en clima templado y frío, con temperaturas entre 15 °C y 21 °C. Resiste muy bien las heladas.

Splitstoesser (1984) citado por Valadez (1996), indica que la Col se desarrolla y produce mejor en climas templados y frescos, pero bajo condiciones óptimas, se produce todo el año, y en regiones tropicales y subtropicales durante el invierno. De todas las crucíferas, esta hortaliza es la que muestra mayor tolerancia a las bajas temperaturas (heladas de hasta -9 °C.); la temperatura

mínima para su germinación es de 4.4 °C, y la máxima de 35 °C, siendo la óptima de 16 a 18 °C, para el crecimiento y desarrollo.

4.3.8 Riego.

Turchi (1987), la práctica del riego requiere un estudio cuidadoso de las exigencias de las plantas, de la naturaleza del terreno, de los factores climáticos, de los sistemas de riego y la cantidad y calidad de las aguas disponibles. Para el cultivo de hortalizas, las aguas con más de 2 % de sales son perjudiciales. En el caso específico de las coles y Col de Bruselas el requerimiento de agua puede variar entre 400 y 600 mm como uso consultivo, estas cantidades pueden variar de acuerdo al sistema de producción y método de riego.

4.4 Principales variedades de Col de Bruselas.

Turchi (1987), menciona que se cultiva en los diferentes ecosistemas del mundo, ha ocasionado una serie de diversificaciones al interior de la variedad gemmífera, dando como resultado especies naturalizadas a un ecosistema específico, denominado a estas como ecotipos o cultivares.

Se tiene las siguientes variedades que son:

4.4.1 Lunet.

Híbrido F-1 de origen holandés, de ciclo semitardío, la planta es de porte alto y vigoroso, con hojas que se desprenden fácilmente; los repollitos están algo espaciados, los que facilita su recolección, son de forma esférica, tamaño más bien reducido, compacto, de color verde oscuro y muy cerrados con gran resistencia a abrirse. Una ventaja de este cultivar es que no se necesita despuntar las plantas para conseguir una producción uniforme.

4.4.2 Long Island Mejorada.

Cultivar de origen inglés, temprana, que se desarrolla sin mucho frío, altura medio alta, entre 50 y 60 cm, formando gran cantidad de repollitos durante un periodo amplio, a todo lo largo del tronco, de tipo redondeado, duros y con un diámetro de 3 a 4 cm, generalmente tiene pigmentación en los pecíolos pero no en los repollitos que son de color verde.

4.4.3 Amager.

Cultivar de tipo tardío, puestos que requiere temporadas frías para su desarrollo, los repollitos son de buen tamaño pero no excesivo, duros y de color verde, aunque los pecíolos de las hojas son algo violáceos.

4.4.4 Jade Cross.

Es el primero de los Híbridos F-1 de Col de Bruselas, obtenido en Japón, con adaptación a mercado e industria, y a pesar de los numerosos cultivares desarrollados posteriormente sigue siendo la más cultivada como demostración de sus mejores cualidades. Es de ciclo temprano, adaptada a la recolección única y escalonada. Las plantas son vigorosas, de altura semienana,

muy homogéneas, hojas con limbo de color verde oscuro y pecíolos largos, dando lugar a repollitos de 3 a 4 cm de diámetro.

4.4.5 Precoz de Fontenay.

Cultivar precoz, semienana, adaptada para las siembras tempranas con recolección a finales de otoño y principio de invierno. El color del follaje y de los repollitos es de un tono verde pálido.

4.4.6 Peer Gynt.

Cultivar muy temprana, semienana, con limbos grandes y pecíolos largos de color verde, sin pigmentación generalmente, aunque en cultivo avanzado y con fríos fuertes puede presentar pigmentación rojiza en la extremidad del limbo y en la base de los pecíolos. Forma repollitos algo más grandes que Jade Cross, de color verde claro, apretado forma algo ovalada, de fácil recolección, por la uniformidad de la producción.

4.4.7 Bastión.

Híbrido holandés de tipo tardío. La planta es de tallo alto, vigoroso, con hojas que se desprenden fácilmente; el repollito es redondo, compacto, de color verde oscuro, consiguiendo un producto de calidad, muy uniforme, sin necesidad de hacer despunte, adecuada para las cosechas escalonadas y únicas; en este último caso para la congelación.

4.4.8 Rey Arthur.

Cultivar de precocidad media, vegetación uniforme y vigorosa, de tallo alto, forma repollitos a todo lo largo del tallo, algo espaciados, compactos, de color verde claro, resistente a abrirse y tolerante a la podredumbre.

4.4.9 Maravilla Real.

Cultivar precoz, de vegetación uniforme y vigorosa, tolerante a la podredumbre de la base y quemadura del ápice (punta), brotes apretados, muy productivo.

4.4.10 Parfisal.

Cultivar perteneciente a los cultivares híbridos, muy precoz, tiene vegetación tipo enano, muy uniforme y vigorosa, los repollitos son de tamaño medio, muy compactos, redondeados y de color verde. Es muy productiva entre los cultivares tempranos, de buena calidad y poco sensible a la podredumbre.

4.4.11 Rubine.

Cultivar de precocidad media, de vegetación uniforme y vigorosa, plantas y brotes rojos, noble, pero muy tardío para madurar, no tan productivo como los tipos híbridos verdes recomendados.

4.5 Valor nutritivo de la Col de Bruselas.

Limongelli (1979), la Col de Bruselas es una especie hortícola muy rica en nutrientes, posee alto contenido de proteínas y grasas de origen vegetal; con proporciones de carbohidratos relativamente más bajos en relación a otras hortalizas. La composición química se detalla en los (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Composición química de la parte comestible (100 g).

| Componente | Cantidad (g) | |
|---------------|--------------|-------|
| Agua | 85.80 | 85.00 |
| Proteínas | 4.70 | 4.45 |
| Grasas | 0.30 | 0.34 |
| Carbohidratos | 6.10 | 3.29 |
| Fibra | 1.70 | 0.59 |
| Cenizas | 1.40 | 0.95 |

Fuente: (Limongelli, 1979, y Watt et al., 1975).

Cuadro 4. Composición mineral de la parte comestible (mg).

| Componente | Cantidad (mg) | |
|------------|---------------|--------|
| Calcio | 37.00 | 36.00 |
| Fósforo | 86.00 | 80.00 |
| Hierro | 1.40 | 1.50 |
| Vitamina A | 430 UI | 500 UI |
| Tiamina | 0.10 | 0.107 |
| Calorías | 41.00 | 39.00 |

Fuente: (Limongelli, 1979, y Watt, 1975).

4.6 El cultivo de la Col de Bruselas.

4.6.1 Preparación del suelo.

Maroto (1995), indica realizar una labor de arado varios meses antes de realizar la plantación de Col de Bruselas, en las tierras que hayan soportado pastos. También es recomendable dar labores de arada de discos en ambas direcciones antes de realizar la labor finas de arado con objeto de consolidar bien el suelo antes de que llegue el momento de la plantación.

Mateo (1968), menciona que la preparación del terreno debe estar bien removida y con una profundidad de labor no inferior a 25 cm. Debe hacerse con un mes de anticipación al transplante. Inmediatamente después se procede a un abonamiento con estiércol bien fermentado.

4.6.2 Siembra.

Maroto (1989), señala que la siembra, suele realizar entre junio y agosto, en semilleros, o directamente sobre el terreno de cultivo. En la mayor parte las siembras se inician en el mes de julio. Cuando se siembra en semilleros se vienen a gastar 2 - 3 g de semilla por m² en tableros de 1.20 - 1.50 m. de ancho, siendo a veces conveniente sombrearlos para obtener una germinación más uniforme.

4.6.3 Transplante y densidad.

Fersini (1979), indica que los trasplantes se harán cuando las plantas hayan alcanzado la cuarta o quinta hojita y una altura de 15 - 20 cm. Las plantas serán colocadas a una distancia de 40 - 50 cm una de la otra. Una vez recubiertas se apretará la tierra alrededor de los pies de las plantas y se regará en abundancia.

Maroto (1989), afirma que el transplante a terreno definitivo se hace cuarenta-cincuenta días más tarde de realizada la siembra, en líneas separadas 0.65 - 0.80 m. Con los actuales híbridos suelen emplearse los marcos de plantación más estrechos, separados entre sí 40 - 60 cm. Utilizándose unos 400 - 700 g de semilla/ha.

Ospina (1995), explica que las plántulas cuando alcanzan una medida entre 10 y 15 cm en el semillero, pueden ser transplantadas al suelo definitivo. Las plantas se establecen en un marco de 80 cm², lo que supone una densidad de plantación de 12500 plantas/ha. La densidad de plantación varía dependiendo del rubro y sistema de producción, por lo general se utiliza la densidad de 60 * 60 cm, ya sea para el cultivo a campo abierto o en invernaderos.

Loayza (1981), sostiene que durante el transplante, las plántulas deben colocarse en el suelo procurando que las raíces no estén encorvadas y se apretará la tierra con las manos. Inmediatamente después de transplante se debe hacer el riego, y a los 5 a 7 días se hacen el reemplazo aquellas plántulas que no prendieron en el terreno definitivo.

Mateo (1968), el momento oportuno depende de la variedad de las plántulas no habrán de tener menos de 3 a 4 hojas (no confundir con los cotiledones). En el semillero las plantas deben ser intensas y ser robustas pues no es conveniente utilizar plántulas ahiladas y muy altas, por ser menos vigorosas. En general como término medio deberán tener de 15 a 18 cm de altura y tallos de un grosor no mayor de 4 a 5 mm de diámetro lo que se consigue con plántulas de unas 6 semanas a 2 meses.

Ramírez (1989), indica que cuando las plántulas en la almaciguera, tengan de 5 a 6 hojas, se realizará el transplante al terreno definitivo. Dicho transplante se prefiere hacerlo en días nublados o al atardecer, a fin de evitar el excesivo calor que malograría el cultivo.

4.7 Labores culturales.

4.7.1 Control de malezas.

Maldonado (2007), menciona que las malezas son grandes competidoras de las plantas, por agua, nutrientes y luz. Además mantienen y multiplican algunas especies de hongos que viven en el suelo en forma permanente infectando las raíces.

Sobrino (1994), indica que esta labor se debe realizarse periódicamente, el efecto de la invasión de especies no deseables, se refleja en la calidad de los repollitos, resultando estos de textura suave y descolorida. Los métodos para realizar esta práctica pueden variar según la especie de maleza y el nivel de infestación, pudiendo aplicarse herbicidas o simplemente manualmente. Pero lo recomendable es los controles manuales y mecánicos compatibles con el manejo ecológico.

4.7.2 Escarda.

Loayza (1981), menciona y recomienda efectuar las labores superficiales, estas consisten riegos, aporques, deshierbes, alrededor de las plantas.

Ramírez (1989), indica que las plántulas comienzan a crecer, se removerá la tierra ligeramente y luego se realizara el aporque y se continuaran riegos frecuentes y algunos días mas tarde se repondrán las plántulas que no arraigaron; a veces hay que dar riegos cada 2 a 3 días, para que las hortalizas sean más suculentas, se debe realizar las escardas cada 15 a 20 días para destruir malezas o aporque de la tierra a la base de cada Col de Bruselas para asegurar buen desarrollo.

4.7.3 Deshierbe.

Japon (1986), menciona que debe realizarse en número de tres deshierbes desde el transplante hasta la cosecha.

4.7.4 Deshojado.

Ogden (1990), el deshojado se realiza con el fin de promover un desarrollo de los cogollos de la planta, que empieza en la parte inferior del tallo es cuando las hojas se ponen amarillas en ese momento debe hacer el deshojado.

4.7.5 Cosecha.

Gudiel (1997), menciona que la cosecha de la Col de Bruselas se van cortando de abajo hacia arriba conforme alcanzan el desarrollo deseado.

Ospina (1995), indica que la cosecha puede iniciarse entre 120 y 150 días después del transplante, haciéndolo en orden ascendente, es decir, recolectando los repollitos cuando alcancen un tamaño aproximado de 4 a 5 cm de diámetro, pudiendo alcanzar hasta 20 t/ha.

Ogden (1990), explica que la recolección de cogollos se efectúa escalonadamente se empieza de la parte basal del tallo donde los brotes son los primeros en madurar estas deben ser compactas sólidas alcanzando el tamaño de una nuez.

4.7.6 Rendimiento.

Gudiel (1997), indica que el rendimiento de la Col de Bruselas varia de 5000 a 15000 kg/ha y una planta vigorosa puede llegar a rendir 750 gramos.

Ramírez (1989), menciona en el altiplano el rendimiento aproximado de 20000 kg/ha. En sectores vallunos 30000 kg/ha, en lugares alejados las variedades que se cultivan tienen que soportar el transporte rudo, por lo tanto debe ser bien adaptado.

4.8 Descripción del invernadero.

Mejía (1985), explica que el invernadero es un elemento colector de la energía solar, una utilización de materiales y una ubicación definida en función del máximo aprovechamiento de la intensidad de la radiación solar y de una producción agrícola de alta productividad.

Hartman (1990), precisa que el invernadero es una construcción más sofisticada que la de otros ambientes atemperados. En el altiplano boliviano se ha construido varios tipos de invernaderos los más comunes son: túnel, media agua y los materiales más usados para la construcción generalmente son: adobe, madera, fierro y agrofilm o calamina plástica para la cubierta.

Cedefoa (2002), las carpas solares son construcciones que a diferencia de otras construcciones llevan techos transparentes de un material plástico en donde existe un mayor aprovechamiento de la energía solar, son adecuados para la producción de hortalizas y flores puesto que se genera un ambiente favorable para los cultivos. Resalta el hecho de ser adaptables a condiciones del altiplano además de ser construcciones rústicas del lugar y muy económicas.

4.8.1 Efecto de invernadero.

Bernesi (1994), la atmósfera de la tierra está compuesta de muchos gases. Los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno. El efecto de calentamiento que producen los gases se llama efecto invernadero: la energía del sol queda atrapada por los gases, del mismo modo en que el calor pueda atrapado detrás de los vidrios de un invernadero. En el sol se produce una serie de reacciones que tienen como consecuencia la emisión de cantidades enormes de energía, una parte muy pequeña de esta energía llega a la tierra, y participa en una serie de procesos físicos y químicos esenciales para la vida.

4.8.2 Importancia del invernadero.

Cedefoa (1989), da la importancia del invernadero por que los pobladores del altiplano boliviano en todas las épocas se han dedicado al cultivo de rubros tradicionales andinos, debido a que estos cultivos son adaptados a las condiciones climáticas adversas que caracterizan a esta región, sin embargo parte de la dieta del poblador son las hortalizas que en la mayoría de los casos los adquieren en los mercados de consumo, proveniente de regiones productoras muy distantes. La intervención de intermediarios “rescatiris” y los elevados costos de transporte, son factores que contribuyen al encarecimiento de los precios que a veces no están al alcance del consumidor del altiplano.

Hace aproximadamente diez años se inicia la promoción de la técnica denominado *cultivos bajo protección* que incluye a las carpas solares trayendo consigo ventajas social y económico; la consigna reforzar la dieta alimentaria, poniendo al alcance hortalizas frescas.

4.8.3 Tipos de invernaderos.

Hartman (1990), en el altiplano boliviano se han desarrollado diferentes tipos de invernaderos, los más comunes son: el “túnel”, “medio túnel” y “dos aguas” y el que mejor resultado dio fue “media agua”. La construcción, por lo general es sencilla, de donde se utiliza adobe para los

muros, madera o fierro de construcción para el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para la cubierta.

4.8.4 Material de construcción.

Hartman (1990), menciona que la transparencia de los materiales de recubrimiento debe ser una de las características más importantes a considerarse al elegir el techado, ya que de ella dependen las condiciones para el desarrollo de las especies cultivadas, entre otros aspectos técnicos a considerar son la durabilidad y fragilidad de estos materiales: entre los que tenemos vidrio, calamina plástica y polietileno (agrofilm), con el último material de cubierta resulta más económica, además de ser la de mayor difusión en nuestro medio. (Cuadro 5), se presenta algunas características de materiales de cubierta.

Cuadro 5. Características de materiales de cobertura.

| Material de cobertura | Resistencia al clima | Características | | Durabilidad (años) |
|------------------------|----------------------|--|--|--------------------|
| | | Positivas | Negativas | |
| Polietileno (Agrofilm) | Regular | - Bajo costo - Liviano - Flexible - Manipulable | - Corta duración - Deformable | 1 - 3 |
| Calamina | Elevada | - Muy durable - No se deforma | - Costo elevado - Peso elevado - No flexible | 5 - 10 |

Fuente: Hartman (1990).

Serrano (1979), los costos de construcción de un ambiente atemperado se recomienda utilizar en lo posible materiales locales. El costo de materiales no locales o sofisticados utilizados para los cimientos, cubierta, puertas y ventanas puede ser relativamente más elevados.

4.9 Aspectos físicos y ambientales.

4.9.1 Orientación.

Hartman (1990), la lámina de protección transparente o techo de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte con el objeto de captar la mayor cantidad de radiación solar, de esta manera el longitudinal está orientado de este a oeste.

Serrano (1979), la orientación de un ambiente atemperado es determinante para la mayor o menor captación de luz, puesto que el sol adopta a lo largo del año diferente inclinación sobre el horizonte, el ángulo de incidencia de los rayos solares varía entre meses. En diciembre el sol presenta la mínima inclinación (-23.4°) hacia el sur, mientras que en junio el sol presenta la mínima declinación (+23.4°) hacia el norte y es cuando está más alejado del hemisferio sur.

4.9.2 Temperatura.

Serrano (1979), indica los vegetales para sus funciones vitales, necesitan más de las temperaturas óptimas, por encima o por debajo de ellas no se realizan o se ven dificultados los procesos fisiológicos. Cada especie vegetal, en cada momento crítico de su ciclo biológico necesita una temperatura óptima para su desarrollo normal.

Paz (1997), la temperatura quizás sea la que más influye sobre el desarrollo de la planta de una forma más aparente. Es pues, el primer factor climático que se intenta regular en el cultivo protegido.

Cuadro 6. Exigencias climáticas.

| | | |
|-----------------------|------------------------|------------|
| Temperaturas críticas | Punto de congelación | - 15 °C |
| | Crecimiento cero | 3 a 5 °C |
| | Mínimo para desarrollo | 6 °C |
| | Crecimiento óptimo | 16 a 18 °C |
| | Máxima para desarrollo | 30 °C |
| Germinación | Temperatura mínima | 6 a 8 °C |
| | Temperatura óptima | 18 a 25 °C |
| | Temperatura máxima | 30 a 35 °C |
| Humedad | | Alta |
| Luz | | Baja |

Fuente: Paz (1997).

4.9.3 Luminosidad.

Hartman (1990), las plantas responden a la parte visible de la energía solar y buscan permanentemente la luminosidad. Es por ello, que en el diseño de un ambiente atemperado se deben minimizar las áreas de cultivo que reciben sombra, que en éstos las plantas crecen lentamente, son débiles y susceptibles a enfermedades e insectos.

Serrano (1979), indica que la luminosidad interviene en la fotosíntesis y en el fotoperiodismo (influencia que tiene la duración del día solar en la floración de los vegetales); también en el fototropismo, en el crecimiento de los tejidos, en la floración y en la maduración de los frutos.

4.9.4 Humedad relativa.

Bernat et. al. (1987), sostiene que la humedad relativa del ambiente es la relación entre la masa de vapor de agua por m³ y la que existiría si el vapor estuviera saturado a la misma temperatura.

Hartman (1990), la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa del aire fluctúa entre el 30 y 70 %. Debajo de 30 % de humedad las hojas y tallos se marchitan. Con humedad por encima del 70 % la incidencia de enfermedades es un serio problema.

Serrano (1979), la humedad de la atmósfera del invernadero interviene en la transpiración, en el crecimiento de los tejidos, en la fecundación de las flores y en el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Localización.

El presente trabajo de investigación se desarrollo en los invernaderos de la “Granja Ecológica San Silvestre”, que se encuentra ubicado en la localidad de Contorno Letanías sud oeste de la ciudad industrial de Viacha, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, y a una altitud de 3860 m.s.n.m. Geográficamente se ubica a 16° 42'5" latitud sud y 68° 15'54" de longitud oeste. (Anexo 1; Figura 2) (Benson, 1995).



Figura 2. Vista panorámica “Granja Ecológica San Silvestre”.

5.1.1 Agroecología de la zona.

La zona de estudio es propia del Altiplano Central y Norte, que esta clasificado como Estepa Montañosa Templada Fria según el sistema de clasificaciones de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo.

Cuadro 7. Agroecología de la zona.

| Características | Descripción |
|-------------------------|--|
| Clima | Templado frío. |
| Vegetación | Montañosa, thola, stipa, ichu, festuca y pradera nativa. |
| Temperatura media anual | 8.3 °C. |
| Humedad relativa | 50.8 %. |
| Meses de lluvia | Noviembre, diciembre, enero, febrero y mayo. |
| Heladas al año | Febrero, mayo, junio, julio y agosto, con 5.3 d x m. |
| Granizos al año | Septiembre y febrero, con dos días por mes. |
| Suelos | Textura franco arcilloso gravoso de 30 - 50 cm. |

Fuente: Instituto Benson, (1995), citado por Cortés, (1997).

Climáticamente, la región tiene los siguientes indicadores:

17

| | |
|------------------------------|---------|
| Precipitación promedio anual | 521 mm. |
| Temperatura mínima | 5 °C. |
| Temperatura media | 13 °C. |
| Temperatura máxima | 18 °C. |

5.2 Características del invernadero.

El ambiente atemperado o invernadero de tipo walipini (Figura 3), donde se realizó el presente estudio tiene una construcción de media agua, cubierto en su totalidad con polietileno (agrofilm), de 250 micrones de espesor. La estructura ocupa una superficie total de 79.92 m², sostenida por medio de callapos y bien sujeta con cintas de embalaje, alambre y cintas de goma. En cuanto a la orientación del invernadero walipini, se encuentra en dirección norte.



Figura 3. Imagen del invernadero walipini y las dimensiones.

La superficie cultivable que ocupa el invernadero es de 79.92 m², con una altura máxima lateral de 2.80 m, la pared frontal mínima alcanza a 1.80 m de altura, una profundidad de 1.20 m, el ancho del invernadero es de 5.40 m y un largo de 14.80 m con ventanas laterales (Anexo 3).

5.2.1 Suelo del invernadero.

El suelo que se encuentra en el invernadero son profundos con buen drenaje exterior y ligeramente lento el interno, estos suelos tienen un desarrollo estructural moderado, la capa superficial es de textura media, franco arenoso, de color pardo a rojizo.

5.2.2 Muestreo de suelo.

Burguete y Rodríguez (1987), indican que antes de la siembra y trasplante del vegetal, y después de la cosecha, se tomaron muestras de suelo del invernadero por el método sistemático en dos dimensiones y semialineado. Se tomaron cinco muestras entre 0 y 20 cm de profundidad, en forma de zig - zag, la misma fue debidamente mezclada y homogeneizada, de la cual se tomó una sola muestra por el método del cuarteo.

5.2.3 Análisis del suelo.

En el Cuadro 8, se puede observar el análisis físico y químico del suelo en invernadero antes de establecer el cultivo de Col de Bruselas.

Cuadro 8. Análisis de suelo.

| PH Sol.1:5 | CE Sol.1:5 | MO % | N % | P Ppm | K Meq/100gr/suelo | Textura | DAP Gr/cc | CC 0.3atm | PMP 0.3atm |
|---------------|---------------|---------|--------|----------|----------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|
| 6.68 | 0.48 | 6.10 | 0.25 | 60.00 | 1.00 | Franco arenoso | 1.40 | 15.80 | 7.90 |

5.3 Materiales.

5.3.1 Material vegetal.

En el presente trabajo de investigación se utilizó tres variedades de semilla de Col de Bruselas (*Brassica oleracea L. var. gemmifera*). En el (Cuadro 9). Se detalla las características de los cultivares.

Cuadro 9. Características de los cultivares de Col de Bruselas.

| Cultivar | Ciclo | Vigor | Forma | Color | Suavidad | Procedencia |
|---|-------------|--------------|---------|--------------|-----------|----------------|
| Lunet | Semi tardío | Muy vigoroso | Redondo | Verde oscuro | Muy suave | Holanda |
| Características morfológicas: Cultivar híbrido F-1, de alto rendimiento, se adapta a diferentes condiciones climáticas y suelo, de porte alto erguido de 68.85 a 97.02 cm, provee repollitos compactos y en gran número por planta. Standard para producción de repollitos de 1ª categoría. Semilla con 98 % de germinación y 99 % de pureza varietal. | | | | | | |
| Couve | Intermedio | Vigoroso | Redondo | Verde oscuro | Suave | Italia |
| Características morfológicas: Cultivar varietal, de mediano rendimiento, se adapta a condiciones climáticas críticas, de porte erguido de 63.28 a 86.51cm, de altura y forma repollitos compactos. Semilla con 95 % de germinación y 98 % de pureza varietal. | | | | | | |
| Long Island Improved | Precoz | Medio | Redondo | Verde claro | Suave | Estados Unidos |
| Características morfológicas: Cultivar varietal, de rendimiento intermedio, se adapta a variadas climáticas, de porte erguido de 64.06 a 91.15 cm, de altura y forma repollitos no muy compactos. Semilla con 96 % de germinación y 98 % de pureza varietal. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia, en base a observaciones de cultivares.

5.4 Material de campo.

5.4.1 Equipos.

- Motocultor.
- Mochila fumigadora.
- Balanza de precisión.
- Vernier.
- Cámara fotográfica.
- Película normal y slide.
- Termómetro mínima y máxima.

5.4.2 Herramientas y Materiales.

- Picota.
- Pala.
- Chontilla.
- Rastrillo.
- Carretilla.
- Regadera.
- Juego de paletas.
- Tijera de podar.
- Flexómetro.
- Wincha.
- Lienza.
- Manguera.
- Pintura.
- Estacas de madera.
- Letreros de identificación.
- Nylon de envasado.

5.4.3 Material de gabinete.

- ✓ Computadora.
- ✓ Calculadora.
- ✓ CD's. y disquetes
- ✓ Material de escritorio.
- ✓ Cuaderno de registro.

5.4.4 Materia orgánica.

Se utilizó estiércol de vacuno descompuesto de 10 t/ha, en el momento de la preparación del suelo.

5.4.5 Insumos agrícolas y otros productos.

- Semilla.
- Cal viva para desinfección.
- Insecticida natural (elaborado a base de nicotina).

5.5 Metodología.

5.5.1 Diseño experimental.

El análisis estadístico utilizado para el estudio fue un diseño completamente al azar, donde la parcela principal esta representada por las cultivares de Col de Bruselas. El resultado dio origen a 3 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en 4 repeticiones, dando como resultado a 12 unidades experimentales. Modelo estadístico propuesto por, (Rodríguez del Ángel, 1991).

El Modelo lineal estadístico.

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

Donde:

| | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Y_{ij} | = | Una observación cualquiera. |
| μ | = | Media general del experimento. |
| α_i | = | Efecto de la i -ésimo tratamiento. |
| ε_{ij} | = | Error experimental. |

5.5.2 Características de las parcelas experimentales.

Las características del ensayo experimental fueron las siguientes: (Anexo 2; Figura 4).

| | |
|---|----------------------|
| Número de tratamientos | 3 |
| Número de repeticiones | 4 |
| Distancia entre surco | 0.50 m. |
| Distancia entre plantas | 0.40 m. |
| Número de planta por surco | 6 |
| Ancho de unidad experimental | 1.10 m. |
| Largo de unidad experimental | 3 m. |
| Área de unidad experimental | 3.3 m ² . |
| Número de unidades experimentales | 12 |
| Numero de plantas por unidad experimental | 18 |



Figura 4. Vista de las parcelas experimentales, dentro del invernadero walipini.

5.6 Desarrollo del experimento.

5.6.1 Preparación del terreno.

Se procedió a preparar el terreno, realizando una limpieza de todo residuo vegetal existente, luego con la ayuda de un picota se procedió a cavar el suelo a una profundidad de 0.30 m, posteriormente con un motocultor, el cual está equipado con un rotobator, se dio cuatro pasadas al terreno para así poder desterronar, y mullir el suelo. Seguidamente con un rastrillo fue nivelado el suelo y posteriormente el trazado y colocación de estacas en las parcelas del área experimental. (Figura 5).



Figura 5. Roturado de terreno dentro del invernadero walipini.

5.6.2 Trazado de parcelas experimentales.

En el terreno preparado se realizó el marcado de las parcelas experimentales de 3.30 m². Cada unidad experimental fue demarcada debidamente con estacas. Posteriormente, se procedió a realizar trabajos de nivelación del área (Figura 6).



Figura 6. Trazado de parcelas experimentales en walipini.

5.6.3 Siembra en almaciguera.

La siembra se efectuó en almacigueras de cajas de madera de dimensiones: 0.40 m de ancho, 0.60 m de largo y de 0.15 m de profundidad, la misma para cada cultivar. El sustrato se preparó en una relación (1:1:1:1/2:1/4), tierra de lugar, humus, estiércol, arena fina, ceniza. Todos los sustratos mencionados fueron cernidos. Luego se desinfectó la mezcla antes de la siembra con agua hervida en ebullición, con el fin de evitar el desarrollo de patógenos y la germinación de malas hierbas y posterior competencia en el desarrollo. La siembra se realizó en surcos enterrando las semillas con sustrato sobrante a una profundidad de 2 a 3 mm.

La semilla que se empleó fue de acuerdo a la relación 8 gramos de semilla/m², la misma que fue cubierta con sustrato sobrante para facilitar la germinación y evitar enfermedades fungosas post emergencia. El riego se realizó diariamente hasta que se logró la germinación y crecimiento para su posterior trasplante.

5.6.4 Transplante de plántulas.

El trasplante (Figura 7), las plántulas fueron transplantadas al terreno definitivo cuando alcanzaron una altura de 12 a 15 cm en la almaciguera, para que alcancen esta altura transcurrió 38 días, con 5 a 6 hojas verdaderas, posteriormente se procedió con la apertura de hoyos pequeños a una profundidad de 8 a 10 cm, estas fueron sometidas a un acondicionamiento fisiológico, el cual consistió en reducir el volumen y frecuencia de riego en la almaciguera. Las plántulas fueron dispuestas a una densidad de plantación de 0.50*0.40 m², haciendo un total de 18 plántulas por unidad experimental.



Figura 7. Vista general del ensayo a las dos semanas de trasplante.

5.6.5 Refalle.

La reposición de plántulas muertas (refalle) se efectuó a los días quinto y octavo, haciendo el seguimiento en cada unidad experimental, determinando que las plántulas marchitas se deben únicamente al estrés por trasplante y un daño en la masa radical, alcanzando al 1 %.

5.7 Manejo agronómico.

5.7.1 Riego.

El riego se efectuó con regadera de aspersión gruesa con una capacidad de 10 litros. La cantidad de H₂O aplicada fue de 3 l/m², con una frecuencia diaria luego del trasplante (hasta 15 días) y posteriormente por el método de inundación localizado cada tres días el tiempo restante del ensayo (150 días).

5.7.2 Deshierbe.

El control de malezas se realizó semanalmente en forma manual para evitar la competencia en absorción de nutrientes, práctica que se realizó con la herramienta (chontilla).

5.7.3 Escarda.

La labor que consiste en remover el suelo para favorecer un mejor desarrollo de las plantas, para lo cual se utilizó paletas de transplante, chontilla y un rastrillo de mano.

5.7.4 Control fitosanitario.

Durante el periodo del experimento no se presentó problemas fitosanitarios dentro del invernadero. Para el control de plagas se preparó insecticidas naturales a base de nicotina y agua de tarwi.

5.7.5 Cosecha.

La cosecha se realizó en forma escalonada por cada unidad experimental, por tratarse de un cultivo cuyo crecimiento y madurez fisiológico es indeterminado, se realizó tres cosechas en los tres cultivares utilizados. La cosecha fue realizada cuando los repollitos alcanzaron una constitución compacta, la coloración característica de cada cultivar y las dimensiones mínimas para cada cultivar. La primera cosecha fue realizada a 120 días después del transplante y las siguientes dos en intervalos de tiempo de 14 a 21 días entre cosechas.

5.8 Variables de respuesta.

Las características del cultivo se consideraron como variables de evaluación fueron el rendimiento en materia verde, y la evaluación detallada de los componentes de desarrollo del cultivo como ser: Días a la emergencia, Altura de la planta, Diámetro de tallo, Número de hojas, Número de cogollos, Diámetro de cogollos, Peso de cogollos por planta y Rendimiento de cogollos.

5.8.1 Días a la emergencia.

El parámetro se evaluó desde el momento en que se siembran las semillas en el sustrato de la almáciguera hasta la emergencia de las hojas cotiledóneas.

5.8.2 Altura de la planta.

Esta variable fue tomada de diez plantas en cada unidad experimental de las cuales se obtuvo un promedio de altura, estos fueron tomados después del transplante hasta la cosecha del cultivo. Las plantas medidas fueron tomadas al azar dentro de cada unidad experimental, las cuales fueron marcadas para continuar las sucesivas mediciones, desde la base del suelo hasta el ápice de la planta.

5.8.3 Diámetro de tallo.

Se procedió a medir el diámetro de tallo, desde el transplante y la formación de las yemas axilares hasta la cosecha del cultivo. Las plantas medidas fueron las mismas de la variable altura de la planta. Estas mediciones fueron tomadas a la altura de las primeras hojas de la planta.

5.8.4 Número de hojas.

Esta variable del número de hojas, cuando el desarrollo de los cogollos en las axilas de cada hoja. Y determinado por planta y por unidad experimental, posteriormente se obtuvieron medias.

5.8.5 Número de cogollos.

El número de cogollos totales fue determinado por planta y por unidad experimental, posteriormente se obtuvieron promedios. Este parámetro se evaluó a partir de la primera cosecha, es decir desde los 120 días y continuando con las siguientes dos cosechas, con intervalo de 14 a 21 días aproximadamente.

5.8.6 Diámetro de cogollos.

Para el diámetro de cogollos, se tomó 100 cogollos y se procedió a promediar el diámetro de las plantas escogidos al azar en cada cosecha, la medición fue realizada en la parte central de los mismos, o de la región más engrosada de los cogollos; esta medida fue registrada para cada unidad experimental.

5.8.7 Peso de cogollos por planta.

El variable del peso por planta, en las tres cosechas que tuvo el cultivo, se procedió por separado los cultivares en forma aleatoria un número de 100 cogollos, los cuales fueron pesados, además de registrar sus respectivas medidas de cada cultivar.

5.8.8 Rendimiento de cogollos.

Para evaluar esta variable se tomó en cuenta las plantas efectivas para la cosecha, aquellas que se encontraban en la parte central de cada unidad experimental, es decir que se suprimieron las hileras de plantas laterales y las plantas orientadas hacia los pasillos. El rendimiento del cultivo está representado por el valor registrado se expresa en kg/m^2 y es acumulativo, resultado de las tres cosecha efectuadas.

5.9 Análisis económico.

El análisis económico se realizó una vez obtenidos los datos de rendimiento, para ello se utilizó el siguiente: fórmula.

$$BB = P_x * Y_x$$

Donde:

BB = Beneficio bruto

P_x = Precio de producto x

Y_x = Cantidad del producto x

Por su parte para determinar el beneficio neto se utilizó,

$$BN = BB - CV$$

Donde:

BN = Beneficio neto
 BB = Beneficio bruto
 CV = Costos variables

El coeficiente de la relación beneficio costo (B/C) se determina:

$$B/C = \frac{BT}{CT}$$

Donde:

B/C = Beneficio costo
 BT = Beneficios totales
 CT = Costos totales

La relación (B/C) tiene la siguiente interpretación:

B/C = > 1 significa ingresos para el agricultor
 B/C = 1 El agricultor no pierde ni gana
 B/C = < 1 indica, pérdida para el agricultor

5.9.1 Tasa de retorno marginal.

La tasa de retorno marginal (TRM), que es útil para evaluar económicamente la adopción de una tecnología nueva. La tasa de retorno es una medida del beneficio neto dividido por el capital adicional que se invierte en una nueva tecnología (Horton, 1986).

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

Donde:

TRM = Tasa de retorno marginal
 Δ BN = Incremento en beneficio neto
 Δ CV = Incremento en costos variables

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el presente trabajo, con el objeto de determinar los variables de respuesta que se ha planteado en el estudio.

6.1 Variables agronómicas relacionadas con el desarrollo del cultivo.

6.1.1 Registro de temperatura en el invernadero-walipini.

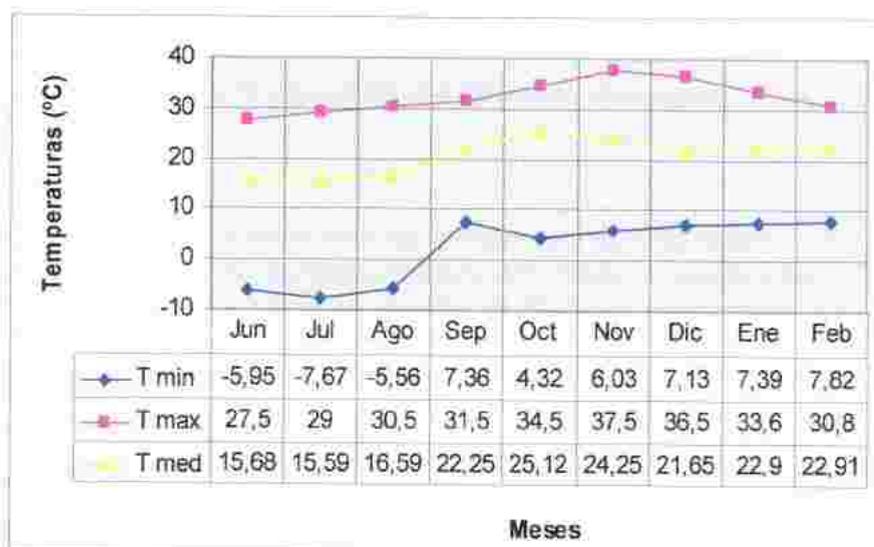


Figura 8. Temperatura mínima, media y máxima en el invernadero walipini.

En la Figura 8, muestra el comportamiento de la temperatura al interior del invernadero, durante el desarrollo del cultivo. Se puede observar que entre los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero se registraron las temperaturas, siendo el mes de noviembre donde se registraron temperaturas máximas.

Durante los meses de junio a agosto se registraron temperaturas bajas, siendo los meses de septiembre a febrero con valores medios óptimos y casi similares.

Las diferencias de temperaturas no fueron elevadas, las temperaturas máximas tuvieron una oscilación entre 28 a 38 °C, es decir que existió una diferencia de 10 °C. Las temperaturas mínimas tuvieron un comportamiento similar, fluctuando entre -6 y 8 °C. Las temperaturas medias tuvieron entre 15 y 25 °C.

Gudiel (1997), indica que el cultivo de hortalizas en invernaderos, en especial del grupo de las crucíferas, son susceptibles a los cambios bruscos de temperatura, el comportamiento fisiológico de estas se muestra influenciado en forma negativa, a través de la amplitud térmica. En este caso particular, la amplitud térmica no fue una limitante para el desarrollo del cultivo. La temperatura adecuada para el desarrollo del cultivo esta entre 15 y 21 °C.

6.1.2 Desarrollo en almaciguera.

La presencia de los plantines en almaciguera, fue determinada en días (Figura 9), entre la siembra (S), la germinación (G) la primera hoja verdadera (1ª H) y la sexta hoja verdadera (6ª H).

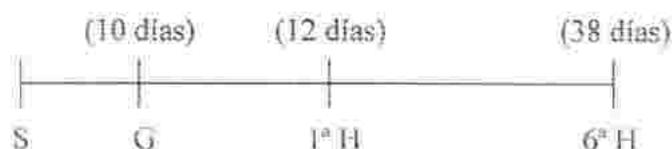


Figura 9. Desarrollo del cultivo en almaciguera.

6.1.3 Días a la emergencia.

La siembra y la germinación, transcurrido un tiempo de 5 días las plántulas lograron un 50 % de emergencia a los 10 días 85 %, el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emergencia fue de 10 a 12 días, de la misma forma se observó el 99 % de emergencia, alcanzando la mayor uniformidad de plántulas germinadas en el almacigo, presentes con el primer par de hojas (Figura 10).

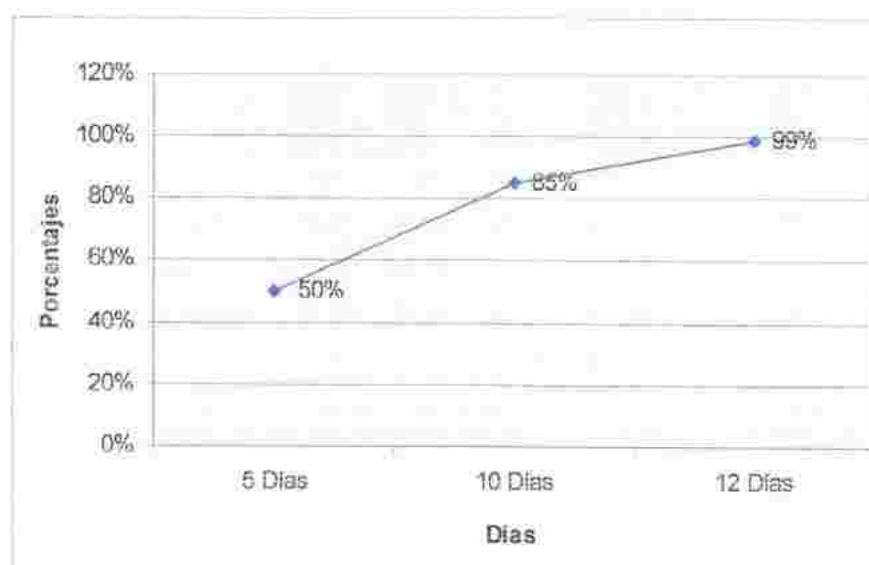


Figura 10. Días a la emergencia en (%).

6.1.4 Análisis de varianza para el parámetro altura de planta.

Realizado el ANVA que se presenta en el (Cuadro 10), para los valores de altura registrados a lo largo del ensayo, se interpreta del mismo, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación del 18.28 %, nos hace referencia a que la toma de datos fue relativamente buena, sin embargo, existió efectos no controlables en los bordes del walipini por acción de la sombra, humedad excesiva y salinidad del sustrato.

Cuadro 10. Análisis de varianza de altura de la planta.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | Prob. |
|--------------|----|----------|---------|--------|-------|
| Repeticiones | 3 | 511.992 | 170.664 | 0.7250 | |
| Tratamientos | 2 | 222.885 | 111.443 | 0.4734 | |
| Error | 6 | 1412.399 | 235.400 | | |
| Total | 11 | 2147.277 | | | |

Coefficiente de variación: 18,28 %.

Pese a no existir diferencia estadística, las medias de altura que se muestra a continuación, permite resaltar las diferencias numéricas entre los cultivares.

La Figura 11, representa un diagrama de desarrollo en altura (cm) que tuvo el cultivo entre los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. En el segundo mes se desarrollo (agosto) el cultivo tuvo un crecimiento lento alcanzando un promedio de 33.38 cm de crecimiento.

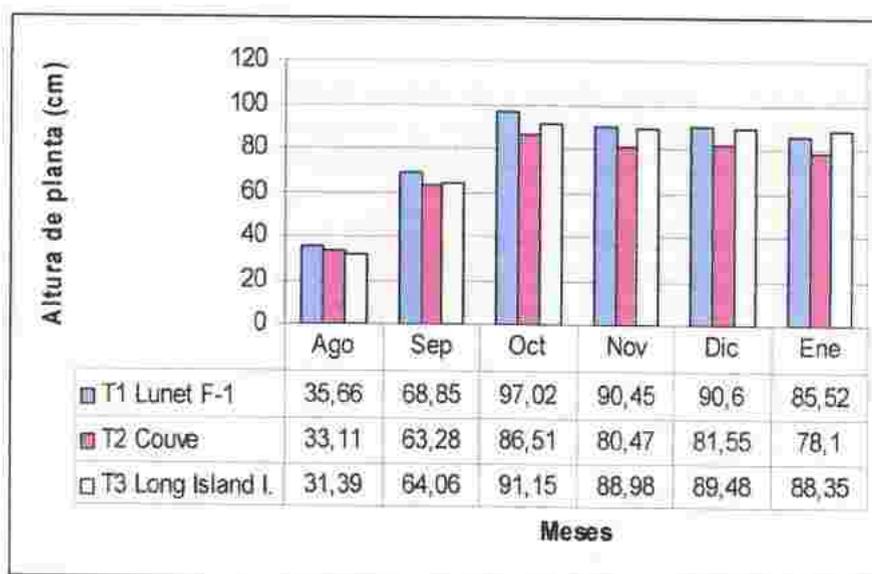


Figura 11. Histograma de crecimiento en altura de planta (cm), durante la fase de desarrollo del cultivo.

En el tercer mes de desarrollo (septiembre), el cultivo incremento 32.01 cm en altura de planta, alcanzando un promedio máximo de 65.39 cm.

En el cuarto mes de desarrollo (octubre), el incremento en altura de planta del cultivo fue desminuyendo paulatinamente, determinando un crecimiento de 26.17 cm y llegando a un máximo crecimiento del cultivo hasta 91.56 cm. En esta fase de desarrollo el cultivo dejó de incrementar en altura de planta y se comenzó a observar el desarrollo de los repollitos alrededor del tallo principal.

En el séptimo mes de desarrollo (enero), el cultivo alcanza un promedio general de altura para las tres variedades, correspondiente a 83.99 cm.

De la Figura 11, se observa que las alturas por variedad, alcanzan su máximo valor en el mes de octubre, para el cultivar Lunet con 97.02 cm, para el cultivar Couve 86.51 cm y para Long Island Improved con el valor de 91.15 cm.

Comparando las alturas alcanzadas por los tres cultivares con los reportes de Piñeiro (2001), quien trabajando con fertilización foliar con los cultivares Lunet y Long Island, logró obtener alturas máximas de 56.66 cm. y 61.50 cm. respectivamente, lo que nos permite afirmar que bajo las condiciones de walipini, se lograron mayores alturas.

Casseres (1984), indica que las hortalizas pueden presentar un desarrollo diametral en las primeras semanas de cultivo, para que posteriormente el desarrollo de la altura de planta sea más acelerado, este comportamiento se evidencia más aun cuando estas especies son cultivadas en ambientes atemperados.

6.1.5 Desarrollo diametral de tallo.

En la Figura 12, se presenta el comportamiento de desarrollo del diámetro de tallo del cultivo (cm). De la misma forma que la altura de planta, en este caso también se registraron los datos de diámetro de tallo entre los meses de agosto a enero, distribuidas en dos mediciones semanales, haciendo un total de veinte cuatro semanas medidas para evaluar el desarrollo del cultivo.

Al contrario que la altura de planta, el desarrollo del diámetro de tallo fue más lento y menos notorio. En el segundo mes de desarrollo (agosto) el cultivo tuvo un incremento en diámetro de tallo alcanzando un promedio de 0.98 cm de crecimiento.

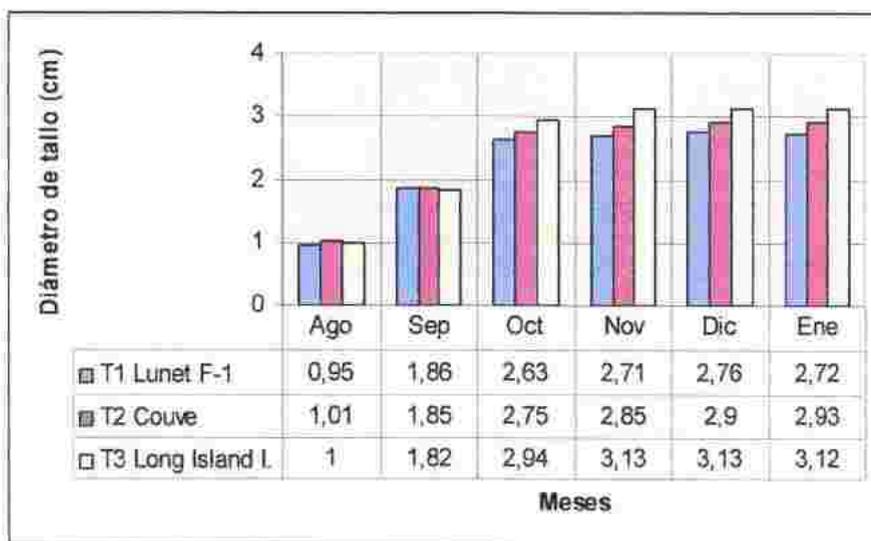


Figura 12. Crecimiento del cultivo en diámetro de tallo (cm).

En el tercer mes de desarrollo (septiembre), el cultivo tuvo un incremento de 0.86 cm alcanzando un diámetro de 1.84 cm.

En el cuarto mes de desarrollo (octubre), el cultivo tuvo un incremento de 0.93 cm, alcanzando un diámetro de 2.77 cm.

En el sexto mes de desarrollo (diciembre), el cultivo tuvo el menor incremento en diámetro, alcanzando solo a 0.04 cm, llegando a un diámetro de tallo final de 2.93 cm.

En el mes de enero, el cultivo dejó de incrementar el diámetro de tallo, para dar paso al desarrollo de los repollitos, los cuales brotan de las axilas alrededor del tallo, así el desarrollo del diámetro de tallo finaliza con la aparición de estas partes morfológicas.

Por su parte Piñeiro (2001), utilizando los cultivares Lunet y Long Island bajo diferentes dosis de fertilización foliar, alcanza un valor promedio general para su ensayo igual a 2.50 cm, bastante cercano a los valores registrados para el presente trabajo.

Maroto (1995), indica que la Col de Bruselas es un cultivo cuyo hábito de crecimiento no difiere en gran manera de otras hortalizas de su misma especie taxonómica, sin embargo existen fases en su desarrollo que hace de este cultivar una hortaliza especial, cuya particularidad radica en un desarrollo inicial del tallo principal, sobre el cual se desarrollaran posteriormente los repollitos.

6.1.6 Número de hojas.

En la Figura 13, presenta el desarrollo en número de hojas que tuvo el cultivo entre los meses de agosto a enero. Se toma en cuenta el promedio entre variedades, ya que tienen similar comportamiento en la formación de hojas. En el segundo mes de desarrollo (agosto), el cultivo tuvo un crecimiento lento alcanzando un promedio de 14.50 hojas.

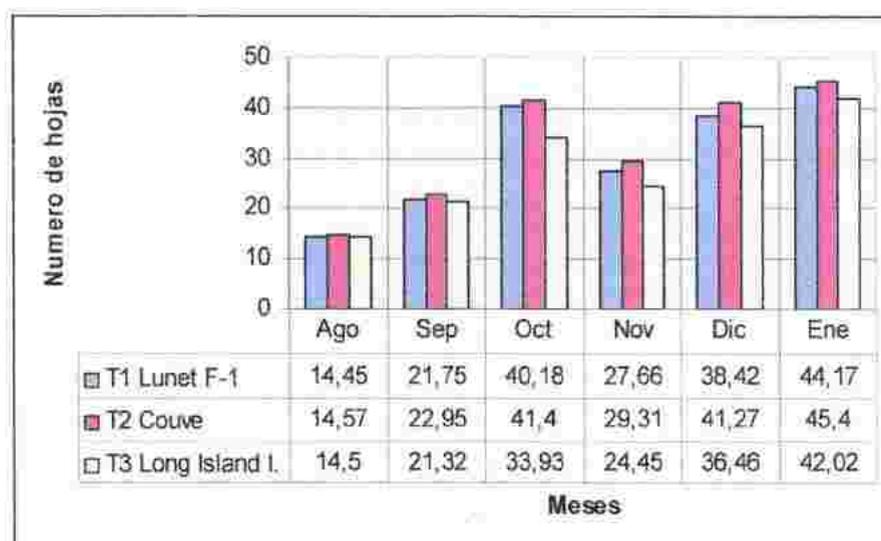


Figura 13. Número de hojas.

En el tercer mes de desarrollo (septiembre), el cultivo incremento 7.50 hojas, alcanzando un promedio de cerca a 22 hojas.

En el cuarto mes de desarrollo (octubre), el cultivo tuvo un rápido incremento de 16.50 hojas en promedio, alcanzando un número promedio de hojas de 38.50.

En el quinto mes de desarrollo (noviembre), la formación de hojas en el cultivo disminuyó, reportando un crecimiento de 11.36 hojas en promedio, alcanzando un promedio general para las tres variedades de 27.14 hojas.

En el sexto mes de desarrollo (diciembre), el cultivo tuvo un incremento de 11.57 hojas alcanzando un número de hojas de 38.71. Finalmente, el séptimo mes de desarrollo (enero), el cultivo tuvo un incremento de 5.15 hojas, llegando a un número promedio máximo de 43.86 hojas.

6.1.7 Análisis de varianza para el factor número de cogollos por planta.

Producto del muestreo en diez plantas por unidad experimental, se obtuvo el número de pellas o cogollos por planta, llegándose a comparar las tres variedades a través de este factor y calculando los valores que se muestra en el Cuadro 11:

Cuadro 11. Análisis de varianza de número de cogollos por planta.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | Prob. |
|--------------|----|---------|--------|--------|--------|
| Repeticiones | 3 | 76.887 | 25.629 | 2.6735 | 0.1410 |
| Tratamientos | 2 | 22.682 | 11.341 | 1.1830 | 0.3689 |
| Error | 6 | 57.518 | 9.586 | | |
| Total | 11 | 157.087 | | | |

Coefficiente de variación: 7.97 %.

Del cuadro de ANVA, se puede establecer que no existen diferencias significativas entre las tres variedades, queriendo significar que las tres variedades Lunet, Couve y Long Island Improved, tienen una productividad similar en cuanto a cogollos se refiere; así mismo, el valor de C. V., indica buena precisión en la toma de datos.

Sin embargo, la mejor firmeza de cogollos se observa en la variedad Lunet y Couve; en Long Island Improved, se tiene la apertura de los cogollos por cambios de temperatura hacia rangos mayores a 36 °C.

En la Figura 14, se presenta el diagrama de incremento en número de cogollos que tuvo el cultivo entre los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. En el segundo mes de desarrollo (agosto) el cultivo tuvo un desarrollo lento alcanzando un promedio de 9.96 cogollos/planta.

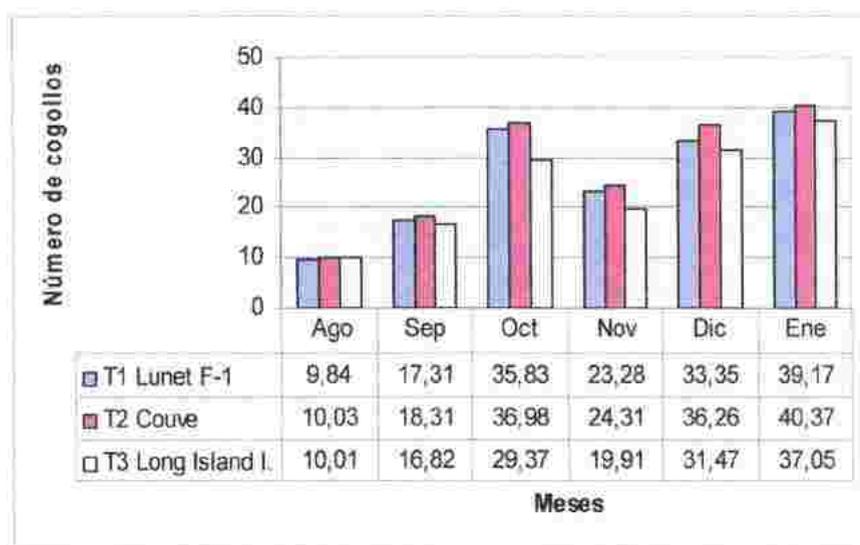


Figura 14. Número de cogollos.

En el tercer mes de desarrollo (septiembre), el cultivo incremento en 7.52 cogollos, alcanzando un promedio de 17.48 cogollos/planta. Así paulatinamente el número va en incremento hasta que en el séptimo mes de desarrollo (enero), ya para la última cosecha, alcanza el valor máximo de cogollos por planta igual a 38.86.

6.1.8 Diámetro de cogollos.

En la Figura 15, representa un diagrama de crecimiento y desarrollo en diámetro de cogollos (cm) que tuvo el cultivo entre los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. En el segundo y tercer mes de crecimiento no hubo incremento en el cultivo.

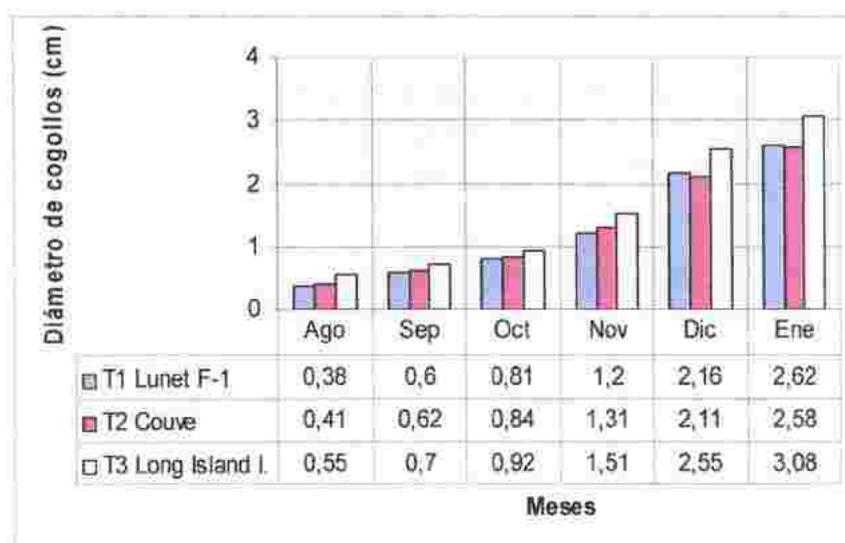


Figura 15. Diámetro de cogollos en (cm).

Para el sexto mes de desarrollo, diciembre, el cultivo comienza a mostrar el desarrollo de los cogollos, los cuales se van arrepollando y mostrando su forma típica, en este mes el diámetro general alcanzado por los tres cultivares asciende a 2.27 cm.

En el séptimo mes de desarrollo, enero, ya para finalizar con la cosecha, se logran diámetros con un máximo promedio general de 2.76 cm.

6.2 Variables relacionadas con el rendimiento.

6.2.1 Análisis de varianza para el factor rendimiento por U. E.

Como se muestra en el (Cuadro 12), se efectuó la prueba de ANVA para determinar cuál de las tres variedades presentó mejor comportamiento con relación al rendimiento por unidad experimental (tomando en cuenta que 1UE = 1,8 m²) en principio.

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento por unidad experimental.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | Prob. |
|--------------|----|-------|-------|--------|--------|
| Repeticiones | 3 | 0.244 | 0.081 | 2.4261 | 0.1638 |
| Tratamientos | 2 | 0.165 | 0.082 | 2.4567 | 0.1662 |
| Error | 6 | 0.201 | 0.033 | | |
| Total | 11 | 0.609 | | | |

Coefficiente de variación: 18.26 %.

Realizado el cálculo, se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) del 18.26 %, que para condiciones del walipini, reflejan las condiciones reales, donde por efectos de la humedad, sales y sombra, las lecturas pueden variar en gran medida.

Por la probabilidad, resultante de la prueba de F, se infiere que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no corresponde efectuar una prueba adicional de comparación de medias; sin embargo para su comentario, se presentan los valores medios obtenidos por cosecha en la Figura 16.

Interpretando los datos, se demuestra que si bien no existe diferencia estadística, si existe diferencia numérica notable sobre todo entre las variedades Lunet F-1 y Long Island Improved, acumulando luego de las tres cosechas 1.097 y 0.839 kg/U.E. respectivamente.

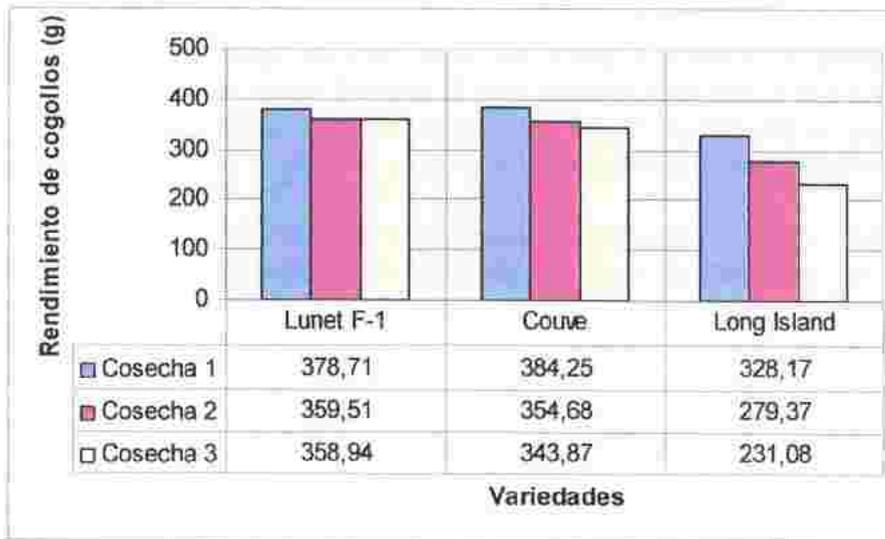


Figura 16. Rendimiento de tres cosechas de Col de Bruselas.

Esto se debe a que el cultivo en cuestión tiene esa característica de presentar un desarrollo indeterminado, es decir que la formación y desarrollo de los cogollos son en forma progresiva y escalonada.

En la primera cosecha, fue la variedad Couve que presentó el mayor rendimiento (384.25g.) seguida de la variedad Lunet F-1 con (378.71g.) y por último la variedad Long Island Improved con (328.17g.), estas diferencias fueron numéricas y no estadísticas.

Para la segunda cosecha fue la variedad Lunet F-1 que presentó el mayor rendimiento (359.51g.) seguido por la variedad Couve con (354.68g.) y por último la variedad Long Island Improved con (279.37g.), respectivamente.

Luego, para la tercera cosecha, fue la variedad Lunet F-1 que presentó el mayor rendimiento (358.94g.) seguido de la variedad Couve con (343.87g.) y por último la variedad Long Island Improved con (231.08g.), con lo que finalizó el período de cosechas escalonadas, esto también debido a las condiciones ambientales poco favorables para el cultivo debido a elevadas precipitaciones en los meses de enero y febrero.

6.2.2 Análisis de varianza para el factor rendimiento por hectárea.

Al igual que el análisis efectuado por unidad experimental, se efectúa el cálculo para aproximar los resultados a un rendimiento por hectárea (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea.

| FV | GL | SC | CM | Fc. | Prob. |
|--------------|----|--------|-------|--------|--------|
| Repeticiones | 3 | 7.605 | 2.535 | 2.4299 | 0.1634 |
| Tratamientos | 2 | 5.204 | 2.602 | 2.4940 | 0.1628 |
| Error | 6 | 6.260 | 1.043 | | |
| Total | 11 | 19.068 | | | |

Coefficiente de variación: 18.29 %.

Del análisis estadístico, también en este caso, no existe significancia estadística entre los tratamientos (variedades), esto puede deberse al bajo número de tratamientos y repeticiones; sin embargo el coeficiente de variación no sobrepasa del 18.29 %, lo cual es permisible por las variaciones dentro del walipini, es decir el efecto sombra, humedad y salinidad en los bordes.

En la Figura 17, se muestran resultados de rendimiento (kg/ha) de Col de Bruselas. En el presente figura se puede apreciar que existen tres rendimientos, fueron similares numéricamente para las tres variedades desde el primer hasta el tres rendimiento, obviamente este resultado fue arrastrado hasta el rendimiento acumulado, que representa la suma de los tres rendimientos.

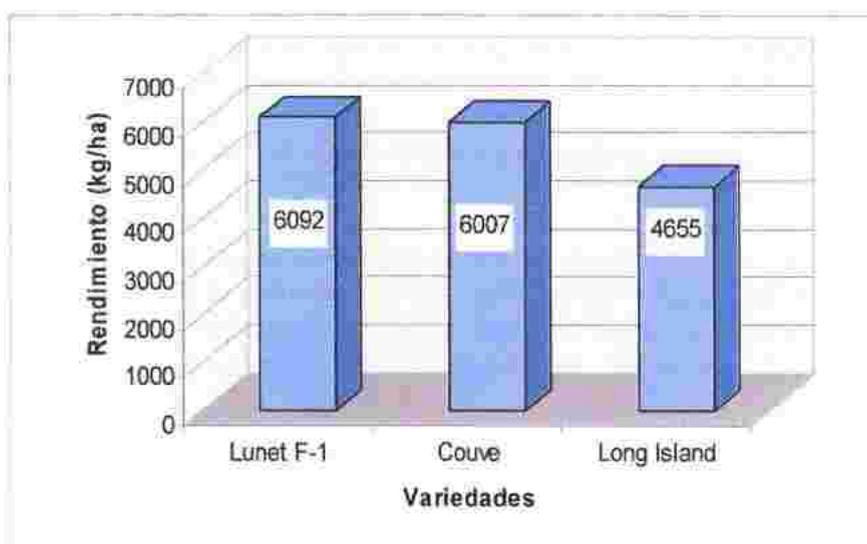


Figura 17. Rendimiento de Col de Bruselas (kg/ha).

En la gráfica de la (Figura 17), se observa los histogramas, en base a la suma de las tres cosechas efectuadas en las unidades experimentales y transformadas por hectárea; tenemos al mejor rendimiento con la variedad Lunet F-1, con 6.092 kg/ha, superior a Couve y Long Island Improved por 85 y 1.437 kg/ha, respectivamente.

Según Veizaga (1992) obtuvo rendimientos promedios de 7.098 toneladas por hectárea, en San Benito, departamento de Cochabamba.

La variación en los rendimientos, puede explicarse a partir de las características varietales y también a través del manejo que se debe realizar con el cultivo, antes y después de realizar la primera cosecha, se debe efectuar la limpieza de las hojas, que da lugar a la formación de siguientes cogollos mas grandes y en mayor número, determinando mejores rendimientos parciales a la segunda cosecha, esto hasta que la planta llegue a un estado en que ya no pueda formar mas cogollos sobre la superficie del tallo.

Giacconi y Escaff (1994), indican entre las crucíferas la Col de Bruselas es la variedad que requiere de mayor humedad del ambiente y temperaturas moderadas entre en la fase de desarrollo y formación de repollitos, ambientes muy diferentes a estos influyen directamente sobre la fisiología del cultivo; esta variedad por lo general es cultivada en áreas regadas de las costas marítimas, o en zonas con estas características ambientales.

La transformación del rendimiento en toneladas por hectárea para el presente ensayo, establece que entre los cultivares de mayor y menor rendimiento existe la diferencia de 1.437 t/ha, esto repercute como veremos más adelante en un mayor beneficio económico para el cultivar Lunet F-1.

6.3 Análisis económico.

El análisis económico se realizó mediante el presupuesto parcial, de una área de 79.92 m², el rendimiento se ajustó al (-) 20 % de cogollos pequeños que no entraron a la venta o pérdida por cosecha.

El beneficio bruto de campo se determinó con los precios promedios en el campo considerando la cantidad de kilogramos por área de cultivo de cada variedad.

Los costos variables monetarios se calcularon tomando en cuenta los precios disponibles en el mercado (Anexo 4).

Los datos de costo de producción, así como los insumos, mano de obra, control fitosanitario, comercialización etc. Fueron calculados para 79.92 m² (Cuadro 14). El análisis económico se realizó con el propósito de identificar los cultivares que con menos inversión puedan producir una mayor rentabilidad para que el productor de esta manera puede incrementar sus ingresos económicos.

Cuadro 14. Cálculo de beneficios totales.

| Cultivar | Peso Promedio/79.92 m ² . Con ajuste al (-) 20 % (Kg). | Unidad. | Precio (Bs.) | Beneficios totales/79.92 m ² (Bs.) | Beneficios totales/Ha (Bs.) |
|----------------|---|---------|--------------|---|-----------------------------|
| Lunet F-1 | 38.95 | Kg. | 10.00 | 389.50 | 48736.24 |
| Couve | 38.40 | Kg. | 9.00 | 345.60 | 43243.24 |
| Long Island I. | 29.76 | Kg. | 8.00 | 238.08 | 29789.80 |

El rendimiento con ajuste al (-) 20 % es para cada tratamiento el cual resulta de la diferencia entre el rendimiento experimental aplicada con técnica y el rendimiento de un agricultor común.

Cuadro 15. Cálculo de beneficio costo (B/C).

| Cultivar | Relación beneficio costo |
|----------------|--------------------------|
| Lunet F-1 | 1.30 |
| Couve | 1.21 |
| Long Island I. | 0.81 |

El cuadro de Beneficio/Costo muestra que el coeficiente mayor corresponde a Lunet F-1, con el valor de 1.30, seguida de Couve con 1.21 y Long Island Improved con coeficiente de 0.81 respectivamente.

Cuadro 16. Cálculo de utilidad neta o beneficio neto.

| Cultivar | BB (Bs)/Ha | CV (Bs)/Ha | BN (Bs)/Ha |
|----------------|------------|------------|-------------|
| Lunet F-1 | 48736.24 | 37024.52 | 11711.72 |
| Couve | 43243.24 | 35648.15 | 7595.09 |
| Long Island I. | 29789.80 | 36474.00 | (-) 6684.20 |

BB = Beneficio bruto; CV = costos variables; BN = Beneficio neto
 BN = BB - CV

Se mantiene la variedad Lunet F-1 con el mejor beneficio neto por hectárea, entonces seguidamente, se calculan las diferencias de CV y BN entre las variedades Lunet F-1 y Couve únicamente, ya que Long Island Improved presenta BN negativo (Cuadro 16).

Por lo tanto, a continuación, se calculará la tasa de retorno marginal, asumiendo que la variedad Lunet F-1, reporta mejores posibilidades económicas; para ello en el (Cuadro 17), se calcula el beneficio neto para cada caso.

Cuadro 17. Determinación de la tasa de retorno marginal.

| Tratamientos | CV (Bs)/Ha | Δ CV | BN (Bs)/Ha | Δ BN | TRM |
|-------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| T1 Lunet F-1 | 37024.52 | 1376.37 | 11711.72 | 4116.63 | 2.99 |
| T2 Couve | 35648.15 | -825.85 | 7595.09 | 910.89 | 1.10 |
| T3 Long Island I. | 36474.00 | | (-) 6684.20 | | |

Tasa de Retorno Marginal TRM = Δ BN/ Δ CV

El Cuadro 17, presenta el análisis de retorno marginal de cultivares, demostrando que invertir en el cultivo de la variedad Lunet F-1, en condiciones de walipini, genera una tasa de retorno marginal igual a 2.99, significando el incremento del 299 % por las inversiones adicionales.

Estos datos nos permiten ver que el agricultor al pasar del T1 al T2, recibiría una tasa de retorno marginal de 110 %, es decir por cada boliviano invertido recibiría más 1.10 Bolivianos.

VII. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos y en función a los objetivos planteados, se llega a las siguientes conclusiones.

Los días a la emergencia en almaciguera, transcurrieron en un tiempo de 5 días las plántulas lograron un 50 % de emergencia y a los 10 días el 85 % de emergencia.

La Col de Bruselas según el ensayo realizado es una planta rústica que se adapta a climas frescos y húmedos así mismo es resistente al frío considerando que las bajas temperaturas mejoran la calidad de su producción, habiendo registrado bajas entre -6 y 6 °C.

No existió diferencia estadística en la altura de planta; numéricamente, corresponde al cultivar Lunet F-1 (T1) el valor de 97 cm.; las variedades Couve y Long Island I. 86 y 91 cm. respectivamente.

Para el diámetro de tallo, fue superior en valores el cultivar Long Island I. con 3.13 cm. seguido de el cultivar Couve con 2.93 cm, y por último el cultivar Lunet F-1 con 2.76 cm.

En el parámetro diámetro de cogollos, el cultivar Long Island I. fue superior con 3.08 cm, seguidos de los cultivares Lunet F-1 con 2.62 y Couve con 2.58 cm.

El rendimiento acumulado de tres cosechas de repollitos en el cultivo de Col de Bruselas, que el cultivar Lunet F-1 obtuvo el mayor rendimiento con 6092 kg/ha.; el de menor rendimiento fue Long Island I. con 4655 kg/ha.

La relación Beneficio/Costo se consiguió que el cultivar Lunet F-1 $B/C = 1.30$ considerada de mayor rentabilidad, luego el cultivar Couve con $B/C = 1.21$ considerada rentable, y Long Island I. con $B/C = 0.81$ no rentable.

VIII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda en función a los resultados y conclusiones expuestos en el presente trabajo especialmente para los productores e interesados de la región del altiplano central.

El cultivo de la Col de Bruselas es una alternativa atractiva en la producción de hortalizas, ya que este cultivo presenta un buen precio y una creciente aceptación en los mercados de la ciudad de La Paz.

Por las cualidades mostradas en cuanto el rendimiento, el cultivar Lunet F-1 puede ser una alternativa para la producción de esta hortaliza en bajo invernadero. El cultivar Long Island I. puede ser una alternativa para la restitución de materia orgánica al suelo, por las características de formación de biomasa presentada.

Es necesario continuar con el cultivo en walipinis, mejorando el sistema de sombreado y de ventilación del mismo.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

- Barja, G. 1998. Ensayo de mejoramiento y producción de semilla en repollo. Facultad de Ciencias Agronómicas. UMSS. pp. 24.
- Bernat, C.; Victoria, J. y Martínez, J. 1987. Invernaderos. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp. 5-15.
- Bernesí, R. 1994. Efecto invernadero. Disponible en; rdberesia@rnet.com.ar
- Bonar, A. 1981. Cómo cultivar las hortalizas. Editorial Blume Milanesado. Barcelona, España. 95 p.
- Burguete, F. y Rodríguez, F. 1987. Muestreo de suelos. En: Aguilar, A.; Echevers, J. y Castellanos, J. (Eds.) pp. 1-15. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México DF., México.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. pp. 180-183.
- Cedefoa, 1989. Carpas solares. Técnicas de construcción. Ed. Jiménez S. R. L. La Paz, Bolivia. pp. 13.
- Cedefoa, 2002. Carpas solares. Técnicas de construcción. La Paz, Bolivia. pp. 7-12-75.
- Cortés, H. 1997. Efecto de la consuelda (*Symphytum officinale*) en diferentes niveles de combinación con alfalfa (medicago sativa) en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado UMSA. La Paz, Bolivia. 140 p.
- Cruz, C. 1985. Fertilizante orgánico. Instituto Técnico de Agricultura. Villa Nueva, Guatemala. pp. 3-21.
- Fersini, A. 1979. Horticultura práctica. Editorial Diana. 2a Edición Aumentada. México. 527 p.
- Giaconi, V. y Escaff, M. 1994. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Buenos Aires, Argentina. pp. 258-263.
- Granero, J. M. 1983. Uso de la materia orgánica en los cultivos. Instituto Técnico de Agricultura. Guatemala. pp. 4-5.
- Gudiel, V. 1997. Manual agrícola. Editorial Super B. Guatemala. pp. 38-45.
- Hartman, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Editorial Offsed Boliviana Ltda. La Paz, Bolivia. pp. 9-48-65.
- Horton, D. 1986. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa al nivel de finca. Montevideo, Hemisferio Sur y Centro Internacional de la Papa. 15 p. (Boletín de Información Técnica 16).

- Japon, J. 1986. Cultivo del brócoli y de la Col de Bruselas. Editorial Rivadeneyra, S.A. Barcelona, España. pp. 1-20.
- Limongelli, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en nuestra huerta comercial. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 29-40.
- Loayza, H. 1981. Curso de técnicas agropecuarias cultivo de la col. Estación Experimental de Chinoli. IBTA. MACA. Potosí, Bolivia. pp. 44-45.
- Maldonado, M. M. 2007. Producción de hortalizas en carpas solares. Edición Iglesia Evangélica Luterana Boliviana. Secretaria de Desarrollo Social. La Paz, Bolivia. pp. 7-27-70.
- Maroto B, J. V. 1995. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. 4.ª Edición revisada y ampliada. España. pp. 198-204.
- Maroto B, J. V. 1989. Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 563 p.
- Mateo, J. M. 1968. Repollos y Coles de Bruselas variedades y cultivos agricultura práctica. Ed. Publicaciones de capacitación agraria. Madrid, España. pp. 15-20.
- Mejia, G. 1985. El invernadero, sus posibilidades y características. Seminario sobre agricultura en invernaderos. Instituto de Energía de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Revista Nº 7. La Paz, Bolivia.
- Ogden, S. 1990. Cultivo natural de las hortalizas. Ed. Diana. México. pp. 157-158.
- OMS. 1996. Día Mundial de la Alimentación. El hambre y la mal nutrición. La Paz, Bolivia. pp. 83-85.
- Ospina, J. 1995. Producción agrícola 2. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Ed. Terranova. Bogotá, Colombia. pp. 311-314.
- Paz, M. 1997. Horticultura. Biblioteca de la Agricultura. Editorial Idea Books. Barcelona, España. pp. 609-611.
- Pérez, C. 1980. Comportamiento de variedades de repollo producción de semilla en los Yungas de La Paz. Tesis de grado. UMSA. La Paz, Bolivia. pp. 35-65.
- Piñeiro, V. A. 2001. Determinación de la dosis optima de fertilizante foliar orgánico en tres cultivares de Col de Bruselas. Tesis de grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 96 p.
- Ramírez, A. 1989. Cultivo de Repollo. Editorial UAMM. La Paz, Bolivia pp.17-57.
- Rodríguez del A, J. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. pp. 38-54.

Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. 1.^a Edición. Barcelona, España. 360 p.

Serrano, C. Z. 1985. Prontuario del horticultor. Editorial Almería. España. 427 p.

Sobrino, E. 1994. Tratado de horticultura herbácea. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp. 10-187.

Soto, R. 1985. Uso de la materia orgánica en las hortalizas. Instituto Técnico de Agricultura. Villa Nueva, Guatemala. pp. 5-10.

Turchi, A. 1987. Guía práctica de horticultura. Ediciones Ceac. Barcelona, España. pp. 29-117-131.

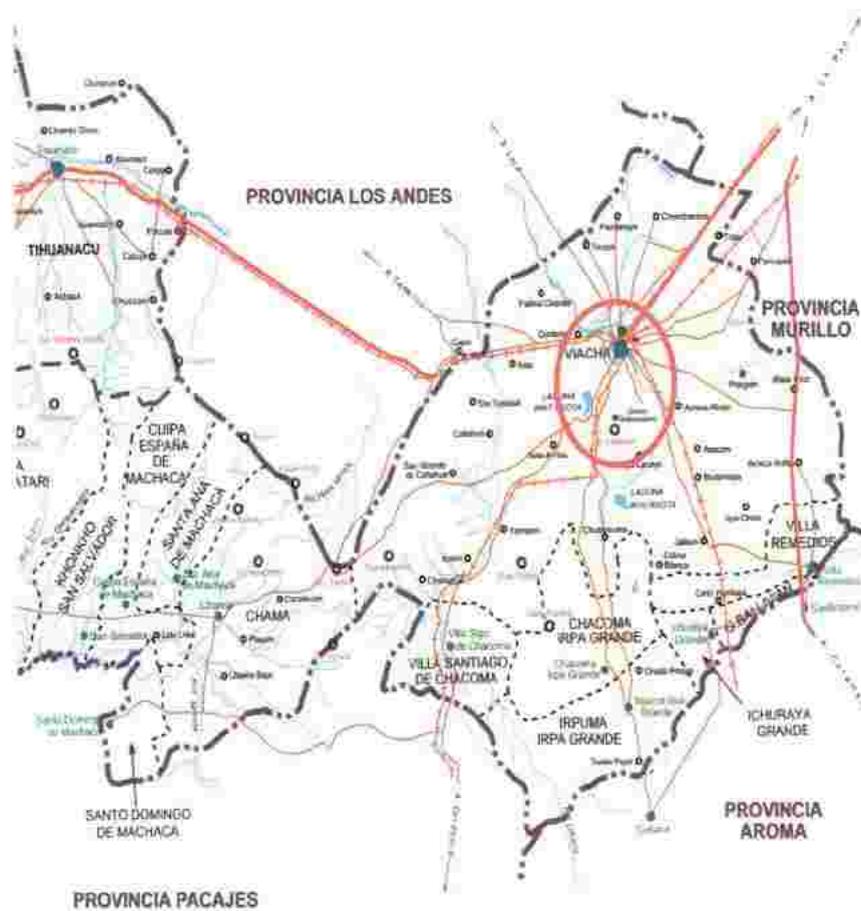
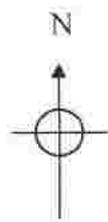
Valadez, L. A. 1996. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. 298 p.

Veizaga, 1992. Efecto de dos factores de producción sobre la calidad de Rendimiento de la Col de Bruselas. UMSS. Cochabamba, Bolivia. pp. 15-60.

Watt, B. K. 1975. Composition of Foods. Agricultural Handbook N° 8. U. S. Dept. of Agricultura. Washington D. C.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación



LUGAR: CONTORNO LETANIAS-VIACHA

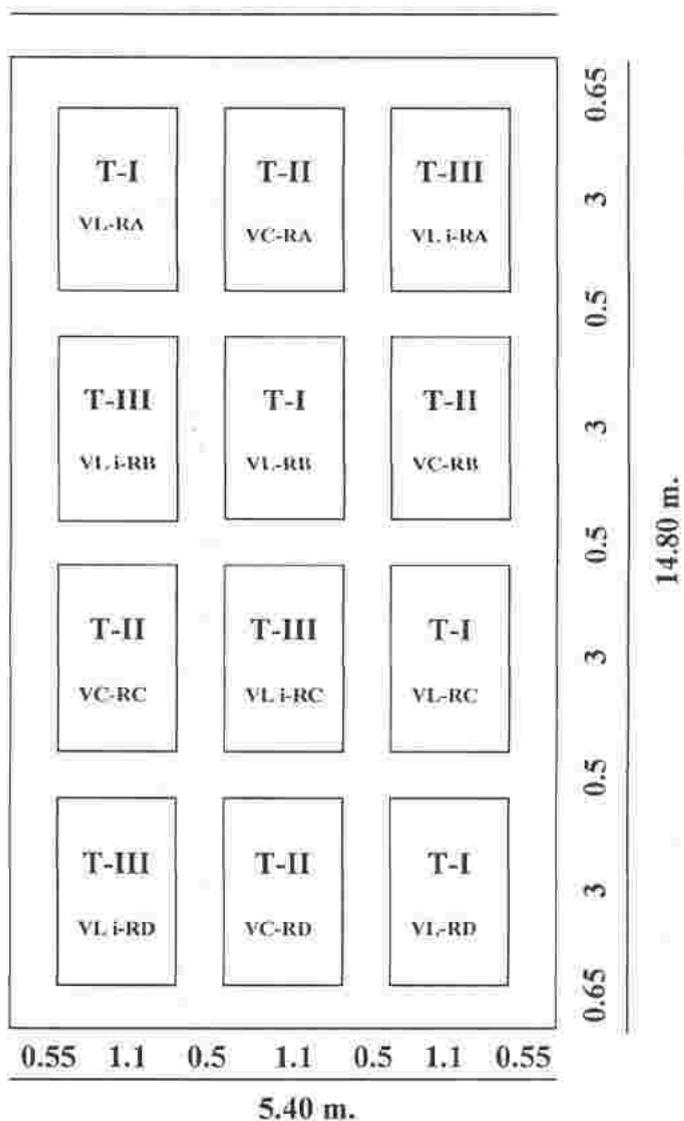
Fuente: Instituto geográfico militar

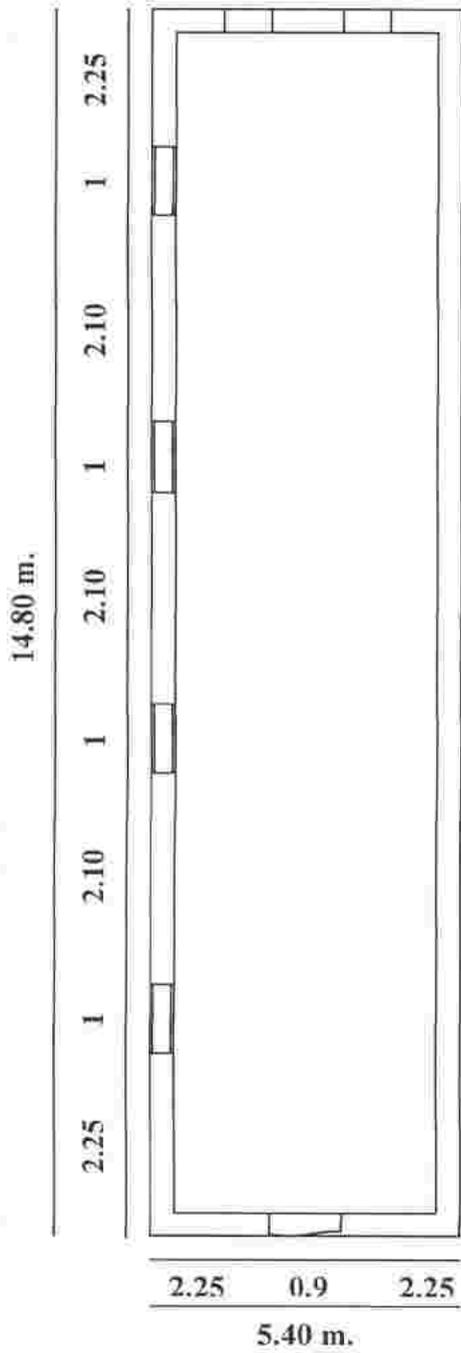
Anexo 2. Croquis experimental



TRATAMIENTOS

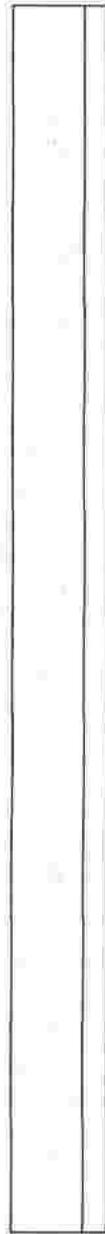
- Lunet F-1
TRATAMIENTO I
- Couve
TRATAMIENTO II
- Long Island Improved
TRATAMIENTO III



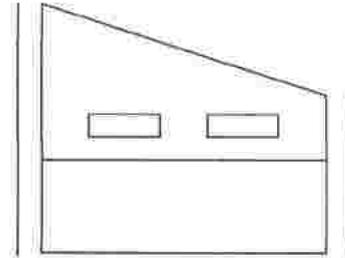


PLANO DE PLANTA

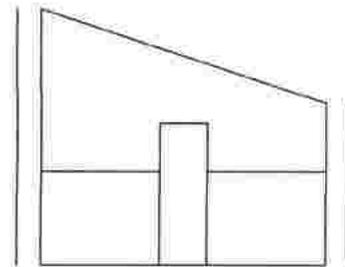
ELEVACIÓN LATERAL



1,20 m. 1,60 m.



2,80 m.



Anexo 4. Cálculo de costos variables para la producción de Col de Bruselas/79.92 m².

TRATAMIENTO T1 Lunet F-1

| DETALLE | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNIT. (Bs.) | TOTAL (Bs.) |
|-------------------------------|--------|----------|----------------------|----------------|
| I. LABOREO AGRONOMICO: | | | | |
| Almacigado y roturado | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Rastrada y nivelada | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Transplante | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Riego | Jor. | 2 | 25.00 | 50.00 |
| Escarda | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshierbe | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshojado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Tratamiento fitosanitario | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Recolección | Jor. | 1½ | 25.00 | 37.50 |
| Selección | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Embolsado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Comercialización | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| II. INSUMOS: | | | | |
| Semilla | Grs. | 20 | 3.00 | 60.00 |
| Fertilizante orgánico | Kgs. | 100 | 0.10 | 10.00 |
| Insecticidas naturales | Lts. | 10 | 0.40 | 4.00 |
| IMPREVISTOS 10 % | | | | 26.90 |
| SUB. TOTAL | | | | 269.00 |
| TOTAL | | | | 295.90 |

TRATAMIENTO T2 Couve

| DETALLE | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNIT. (Bs.) | TOTAL (Bs.) |
|-------------------------------|--------|----------|----------------------|----------------|
| I. LABOREO AGRONOMICO: | | | | |
| Almacigado y roturado | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Rastrada y nivelada | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Transplante | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Riego | Jor. | 2 | 25.00 | 50.00 |
| Escarda | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshierbe | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshojado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Tratamiento fitosanitario | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Recolección | Jor. | 1½ | 25.00 | 37.50 |
| Selección | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Embolsado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Comercialización | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| II. INSUMOS: | | | | |
| Semilla | Grs. | 20 | 2.50 | 50.00 |
| Fertilizante orgánico | Kgs. | 100 | 0.10 | 10.00 |
| Insecticidas naturales | Lts. | 10 | 0.40 | 4.00 |
| IMPREVISTOS 10 % | | | | 25.90 |
| SUB. TOTAL | | | | 259.00 |
| TOTAL | | | | 284.90 |

TRATAMIENTO T3 Long Island Improved

| DETALLE | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNIT. (Bs.) | TOTAL (Bs.) |
|-------------------------------|--------|----------|----------------------|----------------|
| I. LABOREO AGRONOMICO: | | | | |
| Almacigado y roturado | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Rastrada y nivelada | Lts. | 1 | 3.75 | 3.75 |
| Transplante | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Riego | Jor. | 2 | 25.00 | 50.00 |
| Escarda | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshierbe | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Deshojado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Tratamiento fitosanitario | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Recolección | Jor. | 1½ | 25.00 | 37.50 |
| Selección | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Embolsado | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| Comercialización | Jor. | ½ | 25.00 | 12.50 |
| II. INSUMOS: | | | | |
| Semilla | Grs. | 20 | 2.80 | 56.00 |
| Fertilizante orgánico | Kgs. | 100 | 0.10 | 10.00 |
| Insecticidas naturales | Lts. | 10 | 0.40 | 4.00 |
| | | | | 26.50 |
| IMPREVISTOS 10 % | | | | 265.00 |
| SUB. TOTAL | | | | 291.50 |
| TOTAL | | | | 291.50 |