

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL A DIFERENTES DOSIS EN DOS VARIEDADES
DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* I.) BAJO AMBIENTES
ATEMPERADOS EN LAS COLINAS (AGROSOL)”**

SONIA QUISPE PÉREZ

La Paz – Bolivia

2014

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

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL A DIFERENTES DOSIS EN DOS VARIEDADES
DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* I.) BAJO AMBIENTES
ATEMPERADOS EN LAS COLINAS (AGROSOL)”**

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

SONIA QUISPE PÉREZ

Asesores:

Ing. Agr. Victor Paye Huaranca

Tribunal Examinador:

Ing. Agr. Ph.D. David Cruz Choque

Ing. Agr. Eduardo Chilon Camacho

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

La Paz - Bolivia

2014

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar a esta instancia y haberme dado salud para lograr este objetivo.

Con amor y respeto a mis padres Isidoro Quispe T. Salome Pérez H. Por la educación que supieron inculcarme, a mis hermanos Eduardo, Vilma y Álvaro por el apoyo incondicional que siempre me brindan.

A Juan Luis y Camila mis dos grandes tesoros

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por brindarme salud, fuerza y valor para completar este trabajo.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por el conocimiento inculcado durante mi vida universitaria.

A mi familia que me apoyo durante todos estos años de estudio, en especial a mis padres Isidoro Quispe, Salome Pérez, por el sacrificio que hicieron para que pueda estudiar y concluir este trabajo.

A mis hermanos Eduardo, Vilma y Álvaro, por el apoyo y la paciencia que tuvieron para conmigo.

A mi asesor Ing. Agr. Víctor Paye Huaranca por la colaboración y dedicación, durante el desarrollo y culminación del presente estudio de investigación.

Mis sinceros agradecimientos a los miembros del comité revisor: al Ing. Agr. Ph.D. David Cruz Choque por compartir todo su conocimiento y sobre todo su amistad.

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri por la colaboración, sugerencias y observaciones para con este trabajo.

Ing. Agr. Eduardo Chilón Camacho por su tiempo y por las contribuciones a este trabajo de investigación.

Un agradecimiento a la empresa "AGROSOL" donde realice la parte de trabajo de campo de esta investigación, agradecer en especial al coronel Javier Quinteros por abrirme las puertas de su granja, por el apoyo, y la amistad.

A los trabajadores de la empresa por la ayuda, apoyo y enseñanza que me brindaron: doña Amanda administradora, don Oscar contador, ing. Sonia Quenta, Sandra Argani, Roberto, Seferino, Osvaldo, Rogelio, Gabriela, y a las señoras de cereales.

A mis queridas amigas: Betty López, Francisca Quijua, Adriana Espinoza, Rosmery Serrano. Gracias por su amistad!!!

CONTENIDO GENERAL

<u>DEDICATORIA</u>	i
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	ii
<u>INDICE</u>	v
<u>INDICE DE CUADROS</u>	xi
<u>INDICE DE GRAFICOS</u>	xiii
<u>INDICE DE FIGURAS</u>	xiv
<u>INDICE DE ANEXOS</u>	xv
<u>RESUMEN</u>	xvi
<u>ABSTRACT</u>	xvii

INDICE

<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>II. OBJETIVOS</u>	2
<u>2.1 Objetivo General</u>	2
<u>2.2 Objetivos Específicos</u>	2
<u>2.3 Hipótesis</u>	2
<u>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
<u>3.1 Cultivos orgánicos</u>	3
<u>3.2 Abonos orgánicos</u>	3
<u>3.2.1 Abonos orgánicos líquidos</u>	3
<u>3.3 El biol</u>	5
<u>3.3.1 Elaboración de biol</u>	5
<u>3.3.2 Proceso de fermentación del biol</u>	6
<u>3.3.3 Concentración de biol</u>	7
<u>3.3.4 Composición</u>	8
<u>3.3.5 Funciones del biol</u>	9
<u>3.3.6 Manejo y uso del biol</u>	11
<u>3.3.6.1 Biol al follaje</u>	12
<u>3.3.6.2 Biol al suelo</u>	13
<u>3.3.6.3 Biol a las raíces</u>	13
<u>3.4 Origen e historia del cultivo de la coliflor</u>	13
<u>3.5 Importancia del cultivo</u>	14
<u>3.6 Propiedades nutritivas</u>	14
<u>3.7 Taxonomía</u>	15
<u>3.8 Características botánicas del cultivo</u>	16

<u>3.8.1 Raíz</u>	16
<u>3.8.2 Tallo</u>	16
<u>3.8.3 Hoja</u>	16
<u>3.8.4 Flor</u>	16
<u>3.8.5 Fruto y semilla</u>	17
<u>3.9 Fenología del cultivo</u>	17
<u>3.9.1 Fase juvenil</u>	17
<u>3.9.2 Fase de inducción floral</u>	17
<u>3.9.3 Fase de formación del cogollo</u>	17
<u>3.9.3.1 Fase de floración</u>	17
<u>3.9.3.2 Fase de polinización y fructificación</u>	18
<u>3.10 Variedades</u>	18
<u>3.10.1 Variedades de ciclo corto</u>	18
<u>3.10.2 Variedades de ciclo medio</u>	18
<u>3.10.3 Variedades de ciclo largo</u>	18
<u>3.11 Requerimientos edafoclimáticos</u>	18
<u>3.11.1 Temperatura y crecimiento vegetativo</u>	18
<u>3.11.2 Suelo</u>	20
<u>3.11.3 pH</u>	20
<u>3.12 Prácticas culturales</u>	20
<u>3.12.1 Preparación del terreno</u>	20
<u>3.12.2 Siembra</u>	21
<u>3.12.3 Distancia de plantación</u>	22
<u>3.12.4 Control de malezas</u>	22
<u>3.12.5 Riego</u>	23

<u>3.12.6 Fertilización</u>	23
<u>3.12.7 Blanqueado</u>	24
<u>3.12.8 Peso</u>	24
<u>3.12.9 Cosecha</u>	24
<u>3.12.10 Clasificación de pella</u>	25
<u>3.13 Plagas y enfermedades</u>	26
<u>3.13.1 Plagas</u>	26
<u>3.13.2 Enfermedades</u>	27
<u>3.14 Ambientes atemperados (Carpa solar)</u>	27
<u>3.14.1 Carpa modelo dos aguas</u>	28
<u>3.14.2 Características de las carpas</u>	28
<u>3.14.3 Material de recubrimiento</u>	28
<u>3.14.4 Orientación</u>	29
<u>3.14.5 Variables microclimáticas en carpa solar</u>	29
3.14.5.1 <u>Anhidrido carbónico (CO₂)</u>	29
3.14.5.2 <u>Temperatura</u>	29
3.14.5.3 <u>Humedad relativa</u>	30
3.14.5.4 <u>Luminosidad</u>	30
3.14.5.5 <u>Ventilación</u>	31
<u>IV. LOCALIZACIÓN</u>	32
<u>4.1 Ubicación geográfica</u>	32
<u>4.2 Características agroecológicas de la zona</u>	32
<u>4.3 Precipitación</u>	32
<u>4.4 Temperatura</u>	32
<u>4.1 Fisiografía y vegetación</u>	32

<u>V. MATERIALES Y MÉTODO</u>	33
<u>5.1 Materiales</u>	33
<u>5.1.1 Material vegetal</u>	33
<u>5.1.2 Material de campo</u>	33
<u>5.1.3 Material de gabinete</u>	33
<u>5.1.4 Equipos</u>	34
<u>5.2 Metodología</u>	34
<u>5.2.1 Procedimiento experimental</u>	34
<u>5.2.1.1 Elaboración de biol</u>	34
<u>5.2.1.1.1 Acopio y formulación de biol</u>	34
<u>5.2.1.1.2 Elaboración de biol</u>	34
<u>5.2.1.2 Almacigado</u>	35
<u>5.2.1.3 Preparacion del terreno</u>	35
<u>5.2.1.4 Toma de muestra del suelo</u>	35
<u>5.2.1.5 Transplante</u>	35
<u>5.2.1.6 Labores culturales</u>	36
<u>5.2.1.6.1 Abonamiento</u>	36
<u>5.2.1.6.2 Aporque</u>	36
<u>5.2.1.6.3 Aplicación del biol</u>	36
<u>5.2.1.6.4 Riego</u>	36
<u>5.2.1.6.5 Blanqueado</u>	36
<u>5.2.1.6.6 Cosecha</u>	37
<u>5.2.2 Diseño experimental.</u>	37
<u>5.2.2.1 Modelo aditivo lineal</u>	37
<u>5.2.2.2 Factores de estudio</u>	38

5.2.2.3 <u>Formulación de tratamientos</u>	38
5.2.2.4 <u>Croquis de la parcela experimental</u>	39
<u>5.2.3 Variables de respuesta</u>	39
5.2.3.1 <u>Porcentaje de emergencia</u>	39
5.2.3.2 <u>Número de hojas</u>	39
5.2.3.3 <u>Diámetro de tallo</u>	39
5.2.3.4 <u>Altura de planta</u>	40
5.2.3.5 <u>Diámetro de pella</u>	40
5.2.3.6 <u>Días a la cosecha</u>	40
5.2.3.7 <u>Peso promedio de pellas</u>	40
5.2.3.8 <u>Rendimiento</u>	40
<u>VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	41
6.1 <u>Temperatura</u>	41
6.2 <u>Análisis físico y químico del suelo</u>	43
6.3 <u>Análisis físico y químico del biol</u>	43
6.4 <u>Porcentaje de emergencia</u>	45
6.4.1 <u>Comparación de medias para el factor variedad</u>	45
6.5 <u>Número de hojas</u>	47
6.5.1 <u>Comparación de medias para el factor variedad</u>	48
6.6 <u>Diámetro de tallo</u>	49
6.6.1 <u>Comparación de medias para el factor variedad</u>	50
6.6.2 <u>Comparacion de medias para el factor dosis de biol</u>	51
6.7 <u>Altura de planta</u>	52
6.7.1 <u>Comparación de medias para el factor variedad</u>	53
6.7.2 <u>Comparacion de medias para el factor dosis de biol</u>	54

<u>6.8 Diámetro de pella</u>	55
<u>6.8.1 Comparación de medias para el factor variedad</u>	56
<u>6.9 Días a la cosecha</u>	57
<u>6.9.1 Comparación de medias para el factor variedad</u>	58
<u>6.10 Peso de pella</u>	60
<u>6.10.1 Comparación de medias para el factor variedad</u>	61
<u>6.10.2 Comparacion de medias para el factor dosis de biol</u>	62
<u>6.11 Rendimiento</u>	63
<u>6.11.1 Comparación de medias para el factor variedad</u>	64
<u>6.11.2 Comparacion de medias para el factor dosis de biol</u>	66
<u>6.12 Análisis económico</u>	67
<u>6.12.1 Costos parciales</u>	67
<u>VII. CONCLUSIONES</u>	72
<u>VIII. RECOMENDACIONES</u>	74
<u>IX.BIBLIOGRAFÍA</u>	75

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 1. Composición química del biol</u>	8
<u>Cuadro 2. Composición bioactiva del biol</u>	9
<u>Cuadro 3. Producción Nacional de coliflor</u>	14
<u>Cuadro 4. Composición nutritiva de la coliflor</u>	15
<u>Cuadro 5. Promedio mensual de temperaturas registradas</u>	41
<u>Cuadro 6. Composición físico-químico del biol</u>	43
<u>Cuadro 7. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia</u>	45
<u>Cuadro 8. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el porcentaje de emergencia</u>	45
<u>Cuadro 9. Análisis de varianza para número de hojas</u>	47
<u>Cuadro 10. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el número de hojas.</u>	48
<u>Cuadro 11. Análisis de varianza para diámetro de tallo</u>	49
<u>Cuadro 12. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el diámetro de tallo.</u>	50
<u>Cuadro 13. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el diámetro de tallo</u>	51
<u>Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta</u>	52
<u>Cuadro 15. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre la altura de planta</u>	53
<u>Cuadro 16. Prueba de Duncan del efecto del biol sobre la altura de planta</u>	54
<u>Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de pella</u>	56
<u>Cuadro 18. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el diámetro de pella</u>	56
<u>Cuadro 19. Análisis de varianza para días a la cosecha</u>	58
<u>Cuadro 20. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre los días a la cosecha</u>	58
<u>Cuadro 21. Análisis de varianza para peso de pella</u>	60

<u>Cuadro 22. Prueba de Duncan del efecto de variedad sobre peso de pella</u>	61
<u>Cuadro 23. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el peso de pella</u>	62
<u>Cuadro 24. Análisis de varianza para el rendimiento</u>	64
<u>Cuadro 25. Prueba de Duncan del efecto de variedad sobre el rendimiento</u>	64
<u>Cuadro 26. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el rendimiento ..</u>	66
<u>Cuadro 27. Análisis de costos parciales.....</u>	68
<u>Cuadro 28. Análisis de costos, relación Beneficio/Costo</u>	70

INDICE DE GRAFICOS

<u>Gráfico 1. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo.</u>	42
<u>Gráfico 2. Promedio del porcentaje de emergencia en variedades</u>	46
<u>Gráfico 3. Promedio del número de hojas en variedades</u>	48
<u>Gráfico 4. Promedio de diámetro de tallo en variedades</u>	50
<u>Gráfico 5. Promedio de diámetro de tallo en el factor dosis de biol</u>	51
<u>Gráfico 6. Promedio de altura de planta en variedades</u>	53
<u>Gráfico 7. Promedio de altura de planta en el factor dosis de biol</u>	55
<u>Gráfico 8. Promedio de diámetro de pella en variedades</u>	57
<u>Gráfico 9. Promedio de días a la cosecha en variedades</u>	59
<u>Gráfico 10. Promedio de peso de pella en variedades</u>	61
<u>Gráfico 11. Promedio de peso de pella en el factor dosis de biol</u>	63
<u>Gráfico 12. Promedio del rendimiento en variedades</u>	65
<u>Gráfico 13. Promedio del rendimiento en el factor dosis de biol</u>	66
<u>Gráfico 14. Curva de utilidad neta del cultivo de la coliflor</u>	69

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1. Porcentaje de emergencia en almacigo</u>	90
<u>Figura 2. Trasplante a terreno definitivo</u>	90
<u>Figura 3. Número de hojas</u>	91
<u>Figura 4. Deshojado</u>	91
<u>Figura 5. Peso de pella</u>	92
<u>Figura 6. Diámetro de pella</u>	92
<u>Figura 7. Remoción y demalezado</u>	93
<u>Figura 8. Formación de pella</u>	93
<u>Figura 9. Pella para la venta</u>	94

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>Anexo1. Ubicación Geográfica</u>	81
<u>Anexo 2. Análisis físico-químico de suelo</u>	82
<u>Anexo 3. Análisis químico del biol</u>	83
<u>Anexo 4. Registro de temperaturas</u>	84
<u>Anexo 5. Registro de datos</u>	85
<u>Anexo 6. Costos de la elaboración de biol</u>	88
<u>Anexo 7. Costos de producción de coliflor</u>	89
<u>Anexo 8. Fotos del cultivo</u>	91

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis en dos variedades de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* I.) bajo ambientes atemperados en las Colinas (AGROSOL)” se llevó a cabo en los predios de la Empresa “AGROSOL” ubicado en la Provincia Murillo, Municipio de Palca en las Lomas de Achumani.

El trabajo de campo se realizó durante los meses de mayo a agosto en el cual se evaluó el efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis y dos variedades. Para lo cual se utilizó el Diseño de Bloques Completos al azar con arreglo bifactorial, con 8 tratamientos. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de emergencia, número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, diámetro de pella, días a la cosecha, peso promedio de pella y rendimiento. Se utilizó las siguientes dosis de biol: 0%, 25%, 50% y 75%; y dos variedades: Super snowball y Snowball improvet. Los resultados obtenidos sirvieron para establecer cuál fue la mejor dosis de biol y cuál fue la variedad que mejor resultado mostró.

En el ciclo del cultivo se realizaron tres aplicaciones con las diferentes dosis de biol (a los 30, 45 y 60 días después del transplante).

En cuanto al factor variedad, el mejor rendimiento se pudo observar en la variedad Snowball improvet con 46.86 tn/ha y la Super snowball con 36.32 tn/ha. En el factor dosis de biol el que presentó el mejor rendimiento fue la dosis 50% con 46.64 tn/ha y el de más bajo rendimiento fue la dosis 75% con 35.96 tn/ha.

Desde el punto de vista económico todos los tratamientos reflejaron valores positivos mayores a 1, por lo cual el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios con el tratamiento $T_7(V_2D_2)$ un valor de $B/C = 2.59$; notándose también que el menor beneficio económico obtenido fue con el tratamiento $T_4(V_1D_3)$ con 1.67, concluyendo que todos los tratamientos llegan a cubrir los gastos realizados.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Effect of biological application at different doses in two varieties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* I.) under temperate environments in the Hills (AGROSOL)" was held on the premises of Company "AGROSOL" Murillo located in the Province, Municipality of Palca in Lomas de Achumani.

The field work was conducted during the months of May to August in which we evaluated the effect of applying different doses biological and two varieties. Which was used for the design of randomized complete block under bifactorial, with 8 treatments. The response variables were: percentage of emergence, number of leaves, stem diameter, plant height, pellet diameter, days to harvest, average pellet weight and performance. We used the following biological dose: 0%, 25%, 50% and 75%, and two varieties: Super Snowball and Snowball improvet. The results were used to establish what the best dose of biological variety and what was the best result showed.

In the crop cycle were three applications with different biological dose (at 30, 45 and 60 days after transplanting).

As for the variety factor, the best performance was observed in the range Snowball improvet with 46.86 t / ha and the Super snowball with 36.32 t / ha. In the biological dose factor which showed the best performance was 50% dose with 46.64 t / ha and the lowest-achieving dose was 75% with 35.96 t / ha.

From the economic point of view all treatments reflected positive values greater than 1, which is considered profitable cultivation, yielding greater profits to the T7 treatment (V2D2) a value of $B / C = 2.59$; also being noted that the minor benefit economic obtained was T4 treatment (V1D3) with 1.67, concluding that all treatments fail to cover the costs incurred.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo productivo agrícola es un proceso de cambio permanente, cuyo propósito es maximizar la producción, mediante usos de tecnología adecuada compatible con los recursos ecológicos, económicos, y socio-culturales de nuestro país para mejorar la producción agrícola.

En los últimos años la producción en carpas solares se ha centrado solo en aquellas hortalizas que tienen mayor demanda en el mercado como ser: lechuga, acelga y otras. Sin embargo, el campo hortícola es amplio existiendo otras especies que podrían tener gran importancia en la dieta alimenticia y económica como ser la coliflor (*Brassica oleracea* L. var *botrytis* I.) que viene a ser una alternativa de consumo.

La coliflor desde el punto de vista nutricional se destaca por su elevado aporte de potasio y de vitamina C, estudios recientes afirman que la coliflor es una hortaliza anti cancerígena, previniendo el cáncer de mamas.

Los compuestos de origen animal y vegetal puede aparecer con el nombre de abonos o como fertilizante, según el fin que persiguen al ser aplicado estos a un suelo; estos reciben el nombre de fertilizantes orgánicos (biol) si son utilizados para aumentar los rendimientos agrícolas de las cosechas y serian considerados como abonos orgánicos cuando no solo se aplica desde ese punto de vista, sino también para mejorar las propiedades física, químicas y biológicas del suelo

El trabajo de investigación pretende optimizar e incrementar los rendimientos que se obtienen en las carpas solares con la producción de coliflor, de esta manera obtener mayores recursos.

Existe poca información científica sobre este cultivo es por eso que el presente trabajo de investigación generará información científica, la misma servirá de referencia a los productores y a otros sectores involucrados en el tema, ya que estará a disposición para que tengan mayores conocimientos acerca de este cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis en dos variedades de coliflor (*Brassica oleracea* L. var *botrytis* L.) bajo ambientes atemperados.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar el efecto del biol sobre el comportamiento agronómico en dos variedades de coliflor.
- Estudiar la interacción entre variedad y concentraciones de biol en el efecto de las variables de respuesta.
- Analizar los costos parciales de los tratamientos propuestos.

2.3 Hipótesis

- No existe diferencia en la característica agronómica en las dos variedades de coliflor.
- La aplicación de diferentes concentraciones no afecta en las variables de respuesta.
- La relación beneficio costo son iguales en todos los tratamientos propuestos.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cultivos orgánicos

Cuchman y Riquelme citado por Quispe (2005), indica que actualmente, los cultivos orgánicos y biológicos han incrementado de manera significativa en los países desarrollados. Su importancia radica en disminuir o eliminar la contaminación de los alimentos y en reestructuración de los sistemas de producción que aseguren su sostenibilidad en el mediano y largo plazo.

3.2 Abonos orgánicos

Gomero mencionado por Avalos (2003), afirma que son sustancias que están constituidas por descomposición de residuos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Morales citado por Valdivia (2011), afirma que se denomina abonos a aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas e indirectas, que influyen sobre el crecimiento de las plantas y sus cosechas, obrando como nutrientes, agente movilizador de sustancias, catalizador de procesos vitales, modificador de la flora, enmienda y mejora las propiedades físicas del suelo y otras. El mismo autor define a los abonos orgánicos como a todos aquellos compuestos de origen animal o vegetal que se aplican al suelo con el objetivo de aumentar la fertilidad y obtener altos rendimientos agrícolas.

3.2.1 Abonos orgánicos líquidos

Sánchez (2004), asevera que el uso de este tipo de abonos es relativamente nuevo, y considera que ayudan a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto porque los materiales con los que están hechos son materiales ya sea de la descomposición de los estiércoles y de materia verde, pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular.

Este mismo autor señala, que los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, etc. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal, además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

CIAT mencionado por Alanoca (2006), indica que los abonos líquidos aumentan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de las plagas y enfermedades, permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequías y heladas.

Restrepo (2001), afirma que las sustancias que se originan a partir de la fermentación, son muy ricas en energía libre indispensable para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta, esto es producto de la fermentación de un sustrato orgánico por medio de la actividad de los microorganismos vivos. Dentro de estos abonos existen dos tipos de abonos líquidos aquellos llamados biofertilizantes o purines y los efluentes, ambos producto de un proceso de fermentación más o menos elaborada.

a) Fermentación anaeróbica

FAO citado por Alanoca (2006), afirma que la fermentación anaeróbica es el proceso mediante el cual las sustancias orgánicas provenientes de los desechos, son desintegrados en el agua por bacterias para producir la bioenergía que es el biogás y otros residuos que permiten el uso óptimo de la materia prima, este proceso involucra varios factores que influyen para obtener buenos resultados, entre estos tenemos: la temperatura (por la presencia de las bacterias que actúan en la fermentación), el pH entre (6.5 a 7.5), agitación y tiempo de fermentación.

La digestión anaerobia es el proceso bioquímico complejo que tiene diferentes etapas en los cuales interviene un grupo específico de microorganismos, todo esto se lleva a cabo en un digestor herméticamente cerrado y este proceso puede ser afectado si se presenta elementos tóxicos que inactivan a las bacterias.

3.3 El biol

Según Medina (1992), durante la producción del biogás a partir de la formación metanogénica de los desechos orgánicos, en uno de los colectores laterales del digestor se presenta como un residuo líquido sobrenadante que recibe el nombre de biol y con el tiempo un lodo húmico en el fondo del digestor llamado biosol.

Según este autor el biol es considerado un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos permite aumentar la cantidad de raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas mejorando así sustancialmente la producción y la calidad de las cosechas.

Sánchez (2004), menciona que el biol se obtiene del proceso de descomposición anaerobia de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción de bioabonos, especialmente del abono foliar (biol).

Arispe *et al.* citado por Lázaro (2007), menciona que el biol es el afluente líquido que se descarga frecuentemente del biodigestor y por medio de filtración y floculación se separa la parte líquida del sólido, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales, este efluente se puede aplicar al follaje, como a la semilla haciendo imbibiciones. El biol puede emplearse en diluciones crecientes a razón de 600 l/ha, de solución y aplicarse a cualquier cultivo o vegetal, las soluciones más aplicadas son de 25 y 50% de biol se debe tomar en cuenta la aplicación de biol el uso de un adherente a razón de 25 cc por 100 l de solución.

3.3.1 Elaboración de biol

Restrepo (2001), menciona que el biol se puede preparar en recipientes de 200 l de capacidad que estén cerrados herméticamente. Mejía y Palencia (2002), indican que en la elaboración de caldos es importante no utilizar estiércol de los animales a los

que se esté aplicando drogas como antibióticos o purgantes, el agua no debe ser tratada con cloro.

El biol se debe aplicar cuando el suelo este húmedo, no se debe aplicar a frutos u hortalizas que van a ser consumidas en un tiempo muy reducido después de la cosecha.

Medina citado por Lázaro (2007), indica que en zonas áridas y semiáridas el estiércol que se acumula en los corrales se orea y seca rápidamente de manera que al cargar al digestor representa alrededor de 15% de solidos totales. En tales casos de acuerdo a los cálculos se requiere tan solo 2 kg de estiércol para incorporar al digestor los mismos 300 g de solidos totales. Últimamente se ha conseguido enriquecer la composición del biol tanto en sus fitorreguladores como en sus precursores mediante el agregado de alfalfa en un 5% del peso total de la biomasa.

3.3.2 Proceso de fermentación del biol

Restrepo (2001), afirma que muchos de los organismos que actúan en la fermentación son también responsables de la fermentación del maíz para hacer chicha, de la leche para hacer queso y yogurt, del jugo de caña para fabricar bebidas, del maguey para producir pulque y de la uva para procesar vino, etc.

Soria *et al.* (2001), el proceso de biodigestión anaeróbica a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, se realizan en tres etapas: a) hidrólisis y fermentación, b) acetogénesis y deshidrogenación y c) metanogénica.

El mismo autor menciona que los microorganismos que en forma secuenciada interviene en el proceso son: a) bacterias hidrolíticas fermentadoras; b) bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno; c) bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno; d) bacterias homoacetogénicas; e) bacterias metanogénicas y f) bacterias desnitrificantes.

Para asegurar el ciclo biológico de las bacterias en el proceso de biodigestión anaeróbica es necesario que se presenten las siguientes condiciones óptimas:

Temperatura, las bacterias mesofílicas completan su ciclo biológico en el ámbito de 15 a 40 °C con temperatura óptima de 35 °C. Las bacterias termofílicas cumplen sus funciones en el ámbito de 35 a 60 °C con una temperatura óptima de 55 °C.

Hermetismo, para que el proceso de digestión se lleve a cabo en forma eficiente, el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado.

Presión subatmosférica, de 6 cm de agua dentro del digestor se considera la presión óptima.

Tiempo de retención, es el tiempo promedio en que la materia es degradada por los microorganismos. Se ha observado que a un tiempo corto de retención se produce mayor cantidad de biogás pero un residuo de baja calidad fertilizante por haber sido parcialmente digerido, pero para tiempos largos de retención se obtendrá un residuo bajo en biogás, pero con un efluente (residuo) más degradado con excelentes características como fuente de nutrientes.

Relación C/N, la relación óptima es de 30:1, cuando la relación es más estrecha (10:1) hay pérdidas de nitrógeno asimilable lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es muy amplia (40:1) se inhibe el crecimiento debido a la falta de nitrógeno.

Porcentaje de sólidos, el porcentaje de sólidos óptimo para la mezcla a digerir es de 7 a 9% y se hace diluyendo el material orgánico en agua.

pH, en digestores operados con estiércol bovino los valores óptimos de operación oscilan entre 6.7 y 7.5 con límites de 6.5 a 8.0.

Agitación, esta práctica es importante para establecer el mejor contacto de las bacterias con el sustrato.

3.3.3 Concentración de biol

Medina mencionado por Quispe (2005), afirma que el biol no debe aplicarse puro, si no en diluciones, con una concentración de 50 a 75%. Haciendo el cálculo para una bomba de mochila de 20 l de capacidad.

Quispe (2003), menciona que si las concentraciones elementales, particularmente del nitrógeno, fósforo y potasio son bajas en los abonos líquidos, las aplicaciones deben ser más frecuentes, por lo menos cada 7 días para contribuir con los minerales que le faltan a la planta.

3.3.4 Composición

Medina (1992), informa que la composición química del biol (cuadro 1) deriva básicamente del estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% de alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados (BE). Aunque el biol también puede provenir de la mezcla de estiércol y alfalfa picada (BEA).

Cuadro 1. Composición química del biol

Componentes	biol%
Materia seca	5,48
Carbono orgánico total	16,33
Materia orgánico	37,23
Nitrógeno total	1,49
Nitrógeno amoniacal	37,8 mg/g
Nitratos	93 mg/g
Fibra cruda	19,9

Fuente: Medina (1992)

Suquilanda mencionado por Alanoca (2006), señala que el estiércol en estado más o menos fresco, contiene un promedio de 10% de materia seca, sólidos totales (ST); si en tales circunstancias se lleva al digestor en una proporción de tres kilos de estiércol por un litro de agua, estaremos incorporando 300 gramos de sólidos totales o de sustancia seca. Se ha logrado enriquecer la composición de biol tanto en sus fitoreguladores como en sus precursores, mediante el agregado de alfalfa picada en un cinco por ciento del peso total de la biomasa.

Cuadro 2. Composición bioactiva del biol

Componente	U	BE*	BEA**
Sólidos totales	%	5,6	9,9
Materia Orgánica	%	38	41,1
Fibra	%	20	26,2
Nitrógeno	%	1,6	2,7
Fosforo	%	0,2	0,3
Potasio	%	1,5	2,1
Calcio	%	0,2	0,4
Azufre	%	0,2	0,2
Acido Indol Acético	mg/g	12	67,1
Giberelinas	mg/g	9,7	20,5
Purinas	mg/g	9,3	24,4
Tiaminas (B1)	mg/g	187,5	302,6
Rivoflabinas(B2)	mg/g	83,3	210,1
Piridoxina(B6)	mg/g	33,1	110,7
Acido Nicotínico	mg/g	10,8	35,8
Acido Fólico	mg/g	14,2	45,6
Cisteína	mg/g	9,9	27,4
Triptófano	mg/g	56,6	127,1

Fuente: Medina (1992)

* biol proveniente de estiércol

**biol proveniente de estiércol + alfalfa

3.3.5 Funciones del biol

Medina (1992), indica que el biol es considerado como un estimulante complejo que al ser aplicado a la semilla o al follaje de los cultivos permite aumentar la cantidad de las hojas e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando sustancialmente la producción y calidad de las cosechas. Al realizar un tratamiento a la semilla con biol por su riqueza en tiamina y triptófano, así como de purinas y auxinas que permite una germinación más rápida, del mismo modo un notable crecimiento de las raíces lo que indudablemente redundará en un mejor desarrollo del cultivo y por lo tanto en un mayor rendimiento al momento de la cosecha.

Las auxinas, estimula la síntesis de etileno, el desarrollo de las raíces, reacciones enzimáticas, división celular (en forma conjunta con la citocina), estimula el

alargamiento celular, influye en la formación del xilema y floema en forma conjunta con azúcares.

Giberelinas, actúan en el rompimiento del letargo de las semillas, estimula el alargamiento celular, la formación de los tallos (encañe) forma parte en la floración.

Citocininas, estimula la división celular, impiden la senilidad de los tejidos, junto con las otras hormonas estimulan el crecimiento de las radículas, tallos o el crecimiento desorganizado. Cuando están en condiciones óptimas rompen el letargo, el embrión empieza a producir las giberelinas y las citocininas necesarias para contrarrestar la acción de los inhibidores de crecimiento e iniciación del proceso de división.

Nitrógeno, promueve el rápido crecimiento con un mayor desarrollo de hojas y tallos; sin embargo, este desarrollo no puede darse sin presencia de fósforo, potasio y otros elementos importantes. Es constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes.

Fósforo, es parte estructural de muchos compuestos principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos, tiene una función importante en el metabolismo energético, acelera la maduración.

Potasio, no parece tener una función estructural en la planta pero desempeña numerosos papeles catalíticos que en su mayoría no están claramente definidos, varias enzimas no operan eficientemente en la síntesis proteica cuando hay deficiencia de este elemento.

Calcio, es importante en la síntesis de pectina, también está involucrado en el metabolismo o formación del núcleo ej. Mitocondrias.

Azufre, forma parte de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina es un importante constituyente de proteínas; así, como de algunos compuestos de actividad biológica como glutatión, biotina, la tiamina y la coenzima A.

Boro, la función de este elemento en la planta aun no es claro aunque es demostrable su papel en el crecimiento de la planta, el aporte de boro incrementa el

trasporte de productos reactivos de la fotosíntesis en $^{14}\text{CO}_2$. El transporte y absorción de los azúcares se reduce mucho en ausencia de boro.

Cobre, el cobre desempeña funciones exclusivamente catalíticas en las plantas siendo parte de varias enzimas como el polifenol oxidasa y el ácido ascórbico oxidasa. Está presente en la plastocianina de los cloroplastos componente importante del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis y puede estar involucrado en la reducción de nitritos.

Hierro, es parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductores importantes, es esencial en la formación de la clorofila aunque no forma parte de la molécula, forma parte de la enzima como la catalasa y peroxidasa; además puede estar involucrado en lípidos lamelares del núcleo, cloroplastos y mitocondrias. Se ha demostrado que se requiere mayores niveles de hierro para la división celular que para la respiración lo cual indica sus funciones múltiples.

Magnesio, está implicado en la estabilización de partículas ribosómicas, está involucrado en reacciones de diversa capacidad como ser: para ligar enzimas y sustrato, sirve para alterar el constante equilibrio de una reacción mediante enlace con un producto ej. reacciones de quinasas. Puede anexarse formando un complejo a un inhibidor enzimático. Forma parte de la molécula de clorofila por lo tanto es esencial en la fotosíntesis, es decisivo en las reacciones del metabolismo energético.

Zinc, tiene relación directa con la síntesis de ácido indol acético, es un activador de las enzimas deshidrogenasas del ácido láctico, ácido glutámico, alcohol pirimidin nucleótico, también se encuentra involucrado de en la síntesis de proteínas.

3.3.6 Manejo y uso del biol

Gomero citado por Avalos (2003), menciona que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a las semillas o a la raíz.

El biol según Medina (1992), puede ser llevado directamente a un canal de riego interno, a un tanque de fertilización de riego por aspersión o a otros depósitos para ser asperjados posteriormente a las plantas por medio de bombas de mochila.

Según Medina (1992), tal como se observó en el cuadro 2, en la descomposición del biol encontramos diversos y valiosos precursores hormonales, aunque también ciertos represores como la metionina entre otros. Por un lado hay necesidad de reforzar la adenina para favorecer la actividad citoquímica de dicho producto y por otro encontrar la disolución adecuada a fin de menguar el efecto de la metionina, especialmente bajo condiciones de stress.

El mismo autor recomienda reforzar el biol con un compuesto rico en adeninas a fin de mejorar la estructura fotosintética del cultivo así como no emplear diluciones superiores al 50% si se asperja al follaje con 25%, dicha solución ha de servir para la inhibición de la semilla. El tiempo de inhibición o de remojo, también juega un papel importante. En alfalfa por ejemplo se usa 4 litros de solución de biol al 25% para 40 kilos de semilla, más 40 litros de agrispon y una bolsita de inoculante.

Sánchez (2004), señala que el biol es rico en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, etc. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal, además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

3.3.6.1 Biol al follaje.

Para pulverizaciones foliares según Medina (1992), el biol no debe aplicarse puro, sino en diluciones con una concentración del 50 y 75%.

Las soluciones de biol al follaje, deben aplicarse unas tres a cuatro veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas unos 400 a 800 lt/ha, dependiendo de la edad del cultivo y empleando boquillas de alta presión en abanico.

Este fitoestimulante líquido cuando se aplica al follaje, debe realizarse en momentos de mayor actividad fisiológica mediante la aplicación de aspersiones (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2001).

3.3.6.2 Biol al suelo

Medina (1992), asevera que el biol incorporado junto con el riego, no solo mejora la estructura del suelo, si no que las hormonas y precursores hormonales que contiene, conlleva a un mejor desarrollo radicular de las plantas y una mejor actividad de los microorganismos.

La forma de aplicación según Medina (1992), se lleva a cabo mediante el riego abriendo una llave de presa que se instala en el extremo de una tubería que une el tanque de almacenamiento de biol con el canal de riego.

Mandujano mencionado por Avalos (2003), señala que el biol no deja residuos tóxicos en el suelo, eleva la calidad del mismo y puede considerarse como un buen fertilizante que puede competir o complementarse con los fertilizantes químicos.

3.3.6.3 Biol a las raíces

Medina (1992), menciona que cuando el propósito es plantar raíces, recomienda sumergir tales órganos en una solución de biol al 12.5% por no más de cinco minutos y una vez oreados, se procede a la plantación de los mismos.

3.4 Origen e historia del cultivo de la coliflor.

Infoagro (2012), señala que *Brassica* es el nombre latino de las coles que deriva del latín *caulis* que significa tallo y corresponde al nombre general en español para el grupo de hortalizas que componen esta especie. Diversos estudios concluyeron que los cultivares de *B. oleracea* se originaron a partir del único progenitor similar a la forma silvestre, este fue llevado desde las costas atlánticas hasta el Mediterráneo.

Valadez (1993), señala que el origen de esta hortaliza se remonta al Mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca y Holanda. Los primeros cultivos fueron realizados en Dinamarca y Holanda y estos países enviaban semillas a los Estados Unidos.

Umterladstatter (2000), reporta que la coliflor como la mayoría de las coles, se desarrolla a partir del repollo silvestre, originario de las costas del mar Mediterráneo

3.5 Importancia del cultivo

Infoagro (2012), menciona que la coliflor es de gran importancia a nivel mundial y nacional, esta se cultivan por sus pellas específicamente, en gran parte del mundo. Normalmente se las consume como verduras crudas, cocidas, en curtidos o industrializadas.

Cuadro 3. Producción Nacional de coliflor

Departamento	Superficie (ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (kg/ha)
Chuquisaca	50	260	5.200
Santa cruz	48	250	5.208
Tarija	40	195	4.875
Potosí	35	160	4.571
La Paz	11	26	2.364
Cochabamba	9	30	3.333
Oruro	-	-	-
Beni	-	-	-
Pando	-	-	-
TOTAL	193	921	4.772

Fuente: INE; Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2008)

Casseres mencionado por Humerez (2004), la coliflor es importante en la alimentación humana por los minerales (calcio, fosforo, hierro), calorías proteínas carbohidratos y vitaminas que posee en su composición.

Valadez (1993), afirma que la coliflor es una hortaliza muy recorrida por que se puede utilizar en la cocina de manera ideal tanto para una crema como para un guiso es muy digestiva nos ayuda a cuidar nuestro intestino, contiene indol_3carvinol que según investigaciones recientes, previene el cáncer de mamas. La coliflor posee fundamentalmente potasio, fosforo y en menor medida hierro y calcio.

3.6 Propiedades nutritivas

Holle y Montes mencionado por Barrientos (2002), indica que el principal componente de la coliflor es el agua, lo que, acompañado del bajo contenido que presenta tanto de hidratos de carbono y proteínas como las grasas, le convierte en

un alimento de escaso aporte calórico. Se considera buena fuente de fibra, así como de vitaminas y minerales. En relación con las vitaminas destaca la presencia de la vitamina C, folatos y vitamina B6. También contiene otras vitaminas del grupo B, como B1, B2 y B3 pero en menores cantidades.

Valadez (1993), señala que, en cuanto a su contenido en minerales, se considera a la coliflor un alimento rico en potasio y fósforo. También contiene, en cantidades discretas, hierro, magnesio y calcio. Éste último es de peor aprovechamiento que el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral, al igual que ocurre con el hierro, cuya absorción es mucho mayor cuando procede de alimentos de origen animal.

Cuadro 4. Composición nutritiva de la coliflor por 100 g de producto comestible.

Componentes	Contenido unidad
Agua	92,00%
Carbohidratos	3.0 g
Proteínas	2,4 g
Calcio	29,00 mg
Fosforo	46,00 mg
Hierro	0,60 mg
Vitamina A	20,00 mg
Vitamina C	69 mg

Fuente: Infojardin (2012)

3.7 Taxonomía

Genero	:	Brassica
Especie	:	Oleraceae
Variedad	:	Botrytis
Nombre científico	:	<i>Brassica oleracea</i> L.
Nombre común	:	Coliflor

Fuente: Umterladstatter (2000)

3.8 Características botánicas del cultivo

3.8.1 Raíz

Maroto (1995), manifiesta que la coliflor es una planta de ciclo anual o bianual, el sistema radicular como en todas las *Brassica* es reducido, con una raíz pivotante de cerca de 50 cm de largo y raíces laterales relativamente pequeñas.

Ramírez (1992), menciona que las raíces son poco profundas y muy ramificadas con un eje principal pivotante pudiendo extenderse hasta 50 cm y 60 cm de profundidad.

García (1998), indica que por ser plantas de almacigo y posteriormente transplantadas las raíces se dañan y brotan raíces adventicias.

3.8.2 Tallo

Ramírez, mencionado por Rondo (2004), describe, que el tallo del primer año es cilíndrico, corto y engruesa casi a la misma extensión que en el repollo.

Casagro (2000), refiere que la coliflor presenta un tallo erecto, cuyo tejido medular experimenta un fuerte crecimiento primario en grosor, y se asocia a un severo freno al crecimiento en longitud

3.8.3 Hoja

Maroto (1995), menciona que las hojas son sésiles enteras poco o muy onduladas, oblongas (de unos 40 a 50 cm de largo y 20 cm de ancho).

Casagro (2000), cita que la superficie foliar está recubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojado causando el escurrimiento del agua que le otorgan el color verde azulado.

3.8.4 Flor

Ramírez (1992), señala que presentan flores blancas o amarillas, la pella se compone de flores tiernas abortivas y para el desarrollo de las flores requiere un periodo de frío para producir semillas.

Maroto (1995), menciona que las flores son amarillas, sobre inflorescencias racimosas y la fructificación se produce en silicua.

3.8.5 Fruto y semilla

Maroto (1995), señala que el fruto corresponde a una silicua amarillenta de 7 a 8 cm de largo, que contiene cerca de 20 semillas redondas de color rojizo a pardo oscuro,

3.9 Fenología del cultivo

Vigliola mencionado por Barrientos (2002), afirma que a lo largo del ciclo de cultivo de la coliflor se distinguen 3 fases:

3.9.1 Fase juvenil: Abarca desde la germinación hasta la formación de hojas y raíces. Su duración es variable según se trate de variedades de verano, otoño o invierno, con 5 - 8 semanas en los dos primeros casos y 10 - 15 semanas en el último, hasta que la planta forma 5 - 7 hojas en las variedades de verano, 12 - 15 hojas en las de otoño y 20 - 30 en las de invierno.

3.9.2 Fase de inducción floral: En esta fase se produce la diferenciación floral. Las temperaturas vernalizantes son también distintas en función de la variedad, necesitando las variedades de invierno temperaturas entre 6 - 10 °C, las de otoño entre 8 - 15 °C y las de verano pueden ser vernalizadas con temperaturas superiores a 15 °C. La duración de esta fase suele ser de 5 - 15 semanas, dependiendo de las variedades y pudiéndose acortar el período con temperaturas más bajas.

3.9.3 Fase de formación del cogollo: Las plantas dejan de formar hojas y se inicia la fase de formación de la inflorescencia a partir de las sustancias de reserva. La temperatura en esta fase juega un papel primordial, encontrándose su cero vegetativo entre 3 - 5 °C. Cuando el cogollo está bien formado llega el momento de la recolección, punto en el que aun no se ha diferenciado ningún botón floral.

3.9.3.1 Fase de floración: La pella pierde compactación, firmeza y blancura debido al crecimiento en longitud que se inicia en las ramificaciones preflorales del cogollo.

Las variedades de invierno suben a flor inmediatamente después de formado el cogollo, mientras que las de verano, sin necesidad de vernalización para formar la pella de ramificaciones preflorales sí pueden necesitar frío para florecer.

3.9.3.2 Fase de polinización y fructificación: La polinización es cruzada y entomófila. En variedades de ciclo corto las flores son auto fértiles, mientras que en cultivares de ciclo largo suelen ser auto incompatibles.

3.10 Variedades

Maroto citado por Belmonte (2011), clasifica a las variedades de coliflor en:

3.10.1 Variedades de ciclo corto y recolección estival y otoñal (mediados de otoño): su ciclo se desarrolla entre 45 a 90 días tras la plantación, suelen poseer una pella tierna.

3.10.2 Variedades de ciclo medio y recolección a finales del otoño a mediados de invierno: se recolectan una vez que han transcurrido entre 3 a 4 meses tras su plantación, la pella es semicompacta.

3.10.3 Variedades de ciclo largo, cuya recolección se efectúa entre mediados de invierno y el principio de primavera: su ciclo es muy largo tardando en cubrirlo entre 4 a 6 meses tras la plantación, la pella es muy compacta y resistentes al frío.

3.11 Requerimientos edafoclimáticos

3.11.1 Temperatura y crecimiento vegetativo

Con referencia a la temperatura mínima de 4 °C. Así mismo citan que la cabeza o pella, resiste las heladas según el grado de protección que le den las hojas externas. Las temperaturas críticas para el cultivo son:

Germinación:

Mínima	6 - 8 °C
Optima	18 - 25 °C

Máxima 30 - 35 °C

Desarrollo:

Mínima 6 °C

Crecimiento óptimo: 16 - 18 °C

Máximo 30 °C

a) Temperatura y formación de la pella.

Limongelli citado por Rondo (2004), menciona que las temperaturas mayores a 21.1 °C inhibirán a la formación de la cabeza. El número de hojas depende de la temperatura, con temperaturas elevadas la planta permanece vegetativa y continúa formando follaje.

b) Efecto de las heladas

Vigliola mencionado por Humerez (2002), asevera que la coliflor en los cultivos de la estación fría, son dañados por heladas cerca de la cosecha. La pella resistente a heladas según la protección que le den las hojas tiernas. Las plantas jóvenes pueden resistir 5 °C aunque la temperatura no sea inferior a los -3 °C.

c) Efecto de las temperaturas elevadas

Ramírez (1992), menciona que en regiones climáticas templadas, los periodos de temperaturas elevadas pueden influir considerablemente en las épocas de cosecha, debido al efecto contraproducente sobre la velocidad de crecimiento y desarrollo.

d) La temperatura y la uniformidad de maduración de pellas.

Vigliola mencionado por Humerez (2002), refiere que acortando el periodo de cosecha, disminuyen los costos y mejora la calidad. Se realizaron ensayos para reducir la longitud del periodo de cosecha mediante aplicaciones de ácido giberelico y tratamientos de frio. La coliflor es más sensible al frio que el brócoli y

ya que responden mal a las bajas temperaturas (0 °C) ocasionando la subida de los tallos florales y las altas temperaturas mayores a 26 °C queman las pellas.

Limongelli citado por Rondo (2004), afirma que la coliflor es la variedad más sensible al ambiente en el cual se cultiva. La temperatura juega un papel muy preponderante, se desarrolla mejor en climas fríos y húmedos pues es muy sensible a la falta de humedad y aún más si está formada la pella.

3.11.2 Suelo

Casseres mencionado por Barrientos (2002), señala que la coliflor se puede cultivar desde los suelos arenosos hasta suelos pesados, que tengan una elevada capacidad de humedad y deben estar bien drenados.

Unterladstaetter (2000), menciona que la coliflor exige suelos de textura francos o areno-arcillosos, húmedos y bien drenados, fértiles, ricos en materia orgánica y con una acidez más bien neutra y levemente alcalina.

Delgado de la Flor citado por Barrientos (2002), señala que la planta de la coliflor requiere de suelos ricos en materia orgánica, francos, medianamente tolerantes a las sales y poco tolerantes a la acidez.

3.11.3 pH

Este cultivo soporta sin problemas pH de hasta 5,5 por abajo y 7,5 - 7,8 por arriba, aunque en los valores intermedios de estos intervalos es donde más a gusto se encuentra.

3.12 Prácticas culturales.

3.12.1 Preparación del terreno

Maroto (1995), menciona que la preparación del terreno debe ser una labor profunda para favorecer la evaluación del agua de riego principalmente en suelos de textura pesada.

Infoagro (2012), manifiesta que la preparación consiste principalmente en la nivelación del terreno, especialmente donde se realice riego a manta o por surco, evitar desniveles que provoquen encharcamientos. Posteriormente se realiza el reparto de estiércol y abonado de fondo para facilitar el desarrollo radicular del cultivo.

3.12.2 Siembra

Maroto (1995), afirma que la siembra se realiza en almácigos, entre los meses mayo y agosto, según la zona, el ciclo productivo que quiera cubrirse, la variedad, etc.

Maroto (1995), asevera que la siembra se realiza en pequeños surcos de unos 2 cm de profundidad, la cantidad de semilla empleada es variable según las variedades, puede utilizarse entre 1.5 y 3 g/m².

Vigliola mencionado por Humerez (2002), reporta que la siembra de la coliflor se inicia en almacigo para su posterior transplante al lugar definitivo.

Limongelli citado por Rondo (2004), refiere que con la siembra de la coliflor se debe seguir las mismas recomendaciones dadas para el cultivo del brócoli en la preparación de los semilleros como en el transplante. La siembra también se puede hacer directamente en el terreno con sembradoras manuales o mecánicas utilizando las mismas distancias de siembra siendo necesario efectuar un raleo a los 20 días de nacidas las plantas.

Umterladstetter (2000), afirma que la siembra se la debe realizar de preferencia en bandejas llenos de suelo rico en materia orgánica. Las semillas deben ser colocadas a 1 cm de profundidad siendo necesario el sombreamiento por lo menos hasta una semana después de la germinación.

A si mismo Valadez (1993), reporta que al igual que el brócoli, la coliflor puede sembrarse en forma directa e indirecta utilizando más comercialmente la siembra indirecta. En la siembra directa se recomienda utilizar la sembradora de precisión que consume un promedio de 2.0 a 2.5 lb/ha.

- a) **Siembra en almacigo:** el periodo de crecimiento en almacigo es de 35 – 49 días las temperaturas óptimas en almacigo son (16 – 21 °C día) y (10 – 16 °C noche), la cantidad de semilla en almacigo es de 300 g/ha.
- b) **Siembra directa:** la cantidad de semilla utilizada en la siembra directa es de 2 a 3 kg/ha, la profundidad de siembra es de 1 – 1,5 cm, la temperatura del suelo para la germinación es: la mínima de 5 grados y la máxima de 35 grados.

3.12.3 Distancia de plantación

Vigliola mencionado por Humerez (2002), reporta que con la elección de una determinada distancia entre surcos y densidad de siembra debe tratarse de obtener una óptima población, es decir, la utilización completa de la capacidad productiva de suelo capaz de nutrir un número determinado de individuos por unidad de superficie.

Maroto (1995), menciona que el transplante se realiza a raíz desnuda cuando las plantas poseen de 5 o 6 hojas y una altura de 15 y 20 cm lo que ocurre aproximadamente cuando han transcurrido 35 – 50 días tras la siembra. El marco de plantación varía según la variedad cultivada pero en términos generales se utiliza de 0.80 – 1 m entre surcos y 0.40 – 0.80 m entre plantas.

Limongelli citado por Rondo (2004), indica que las distancias de plantación serán de 60 – 80 cm entre surcos y sobre el surco una planta a cada 35 - 45 cm.

3.12.4 Control de malezas

Maroto (1993), señala que el control de malezas es un factor determinante en la producción de pellas, ya que ellas pueden ejercer una altísima competencia al cultivo principalmente durante el primer mes.

Limongelli citado por Rondo (2004), manifiesta que para el control de malezas normalmente se recomienda dos limpiezas con azadón, cultivadoras manuales, etc. El control químico de las malezas por medio de herbicidas es lo más recomendable.

3.12.5 Riego

Umterladstatter (2000), menciona que la coliflor es una hortaliza que requiere bastante humedad en el almacigo y luego de transplante, es necesario regar diariamente hasta que los plantines se establezcan en el lugar definitivo.

Limongelli citado por Rondo (2004), indica que el riego en la época seca se dará los riegos necesarios para mantener la humedad, el riego puede ser por aspersión, por gravedad y por goteo.

Maroto citado por Barrientos (2002), señala que los riegos que se van a efectuar dependen del tipo de suelo (en suelos ligeros deben aplicarse menos riego que en suelos pesados), en épocas frías y nubladas el número de riegos es menor que en época calurosa y despejada.

Valadez (1993), recomienda riegos frecuentes al inicio del cultivo y más espaciado cuando llegara su madurez para que su crecimiento no se detenga.

3.12.6 Fertilización

Valadez (1993), señala que un cultivo para lograr un rendimiento mayor por unidad de superficie, requerirá más elementos nutritivos que otro que tenga rendimiento menor. Este importante hecho es a menudo olvidado cuando se eligen variedades de alto rendimiento. En condiciones de baja fertilidad una determinada variedad puede dar rendimiento por debajo de su capacidad total de producción.

Según Domínguez (1990), la fertilidad de un suelo es la capacidad de suministrar a los diferentes cultivos cada uno de los elementos nutritivos a lo largo de su desarrollo, el objetivo para mejorar la producción es precisamente incrementar la baja fertilidad del suelo, el cual al no ser capaz de suministrar al cultivo estos elementos nutritivos que le permitan alcanzar el desarrollo vegetativo.

Maroto (1995), señala que al llevar un cultivo dirigido de plantas a través de la fertilización se intenta regular al acopio de elementos minerales tratando de evitar así la diferencia de estos elementos nutritivos.

3.12.7 Blanqueado

Umterladstatter (2000), indica que una vez que se observa el desarrollo de la inflorescencia, estas deben ser cubiertas con mucho cuidado con las hojas más próximas e inferiores, cubriendo la inflorescencia con ellas amarrándolas con una liga o hilo, esta práctica se realiza a objeto de lograr una cabeza blanca y limpia, cosa que reditúa grandemente el precio que se puede alcanzar con el producto.

Maroto (1995), señala que cuando la cabeza se empieza a formar (de 2 a 3 pulgadas de pulpa cremosa en el punto de crecimiento), esta lista para blanquear. Amarre las hojas externas, juntas sobre el centro de la planta, para proteger la coliflor de quemaduras de sol y para prevenir que la pella se ponga verde y desarrolle un sabor desagradable.

3.12.8 Peso

El peso está en función al tamaño cuando va de 600 a 800 gr es pequeño, medio de 800 a 1000 gr y grande de 1000 a 1500 gr de peso.

3.12.9 Cosecha

Valadez (1993), afirma que la cosecha se realiza según la variedad o híbrido, entre los 55 y 100 días después del transplante, cortando las cabezas con cuchillo o navajas unos 5 – 6 cm por debajo de su base, dejando las primeras hojas que cubran las inflorescencias, con el fin de protegerlas y prolongar por varios días su duración como flor comestible.

Limongelli citado por Rondo (2004), señala que la planta se encuentra en el momento óptimo de cosecha cuando los botones están cerrados y la pella totalmente formada y todavía cubierta por las hojas tiernas, obteniéndose rendimientos entre 15 y 30 tn/ha.

Vigliola (1991), manifiesta que la cosecha de la coliflor se efectúa en forma manual, se utiliza un cuchillo con la que se corta la pella con algunas hojas de protección. La

duración de esta operación depende de la época del año y del cultivar, se diría en épocas calurosas y cada 2 a 3 días con tiempo frío.

Umterladstatter (2000), menciona que la cosecha aproximadamente se realiza a los 100 días después del trasplante. Para ello se cortan las cabezas con parte del tallo y hojas bajas envolventes, a objeto de proteger la cabeza de golpes y otros daños durante el transporte.

Valadez (1993), señala que al cosechar la coliflor se utilizan dos indicadores físicos: el tiempo y el diámetro de la inflorescencia después del amarre o blanqueado.

- Amarre: después del amarre se debe cosechar a los tres días cuando el día es caluroso o a los 6 a 7 días cuando la temperatura es fresca.
- Tiempo a los 90 a 95 días cuando sea siembra directa y a los 65 días cuando se trate de trasplante.

Al respecto Infoagro (2012), indica que el color de la cabeza debe ser blanca con una tonalidad amarillenta en ciertos cultivares la presencia de color violeta en la pella o inflorescencias es un indicador de madures y senescencia.

3.12.10 Clasificación de pella

Según Gonzales y Molina (1996), clasificaron a la coliflor en las siguientes categorías.

Categoría extra. Las coliflores clasificadas en estas categorías deben ser de calidad superior. Las inflorescencias deben ser:

- Bien formadas, firmes y compactas.
- De grano muy apretado
- De color blanco uniforme o ligeramente crema
- Exentas de todo defecto.

Además si las inflorescencias se presentan con hojas o coronadas, las hojas deben presentar aspecto fresco.

Categoría I. Las coliflores clasificadas en esta categoría deben ser de buena calidad.

No obstante puede admitirse:

- Un ligero defecto de forma o de desarrollo.
- Un ligero defecto de coloración.
- La presencia de una ligera vellosidad o pelusa muy ligera

Categoría II. Comprende las coliflores de calidad comercial, que no pueden ser clasificadas en las categorías superiores, pero que responden a las categorías mínimas de calidad. Las inflorescencias pueden ser:

- Ligeramente deformadas.
- De grano ligeramente separada.
- De coloración amarillenta.

Siempre que no sean perjudiciales para la conservación del producto y que no afecten a su valor comercial.

Categoría III. Comprende las coliflores de calidad comercial que no pueden clasificarse en una categoría, pero que corresponden a las características previstas para la categoría "II".

3.13 Plagas y enfermedades

3.13.1 plagas

Limongelli citado por Humerez (2004), coinciden en que las plagas y las enfermedades más importantes son, el pulgón de la col *Brevirecorine brassicaceae*, es uno de los vectores del virus del mosaico de la coliflor es la que se produce normalmente sobre el desarrollo de las crucíferas.

La oruga de la col, cada año aparecen distintas orugas sobre las crucíferas, llegan a producir daños de gran consideración. Los producidos por las orugas de las mariposas (*Pieris brassicae*) son las más sobresalientes, forman colonias en las hojas exteriores de la planta, comiendo todas las hojas y dejando únicamente los nervios.

Las polillas, son de color verde brillante; pueden aparecer a veces en gran número y su alimentación produce la aparición de ventanillas en la parte superior de las hojas.

Las plagas en las plantas destinadas a la producción de semilla son las pulgilla de la colza (*Psylliodes chrysocephala*) las larvas realizan túneles en los tallos y peciolos, causan severas pérdidas especialmente cuando la podredumbre bacteriana invade los tejidos dañados.

3.13.2 Enfermedades

El Mildiu o socorrina de la col, es producido por el hongo *Peronospora parasítica*, ocasiona el retardo del crecimiento de las plantas aunque ellas generalmente se recuperan a esta enfermedad. Debe evitarse la retención de agua en el suelo ya que esto hace a la planta más susceptible a la infección.

Botrytis, este hongo *botrytis cinérea*, causante de la pudrición de tejidos se desarrolla en condiciones de humedad alta y temperaturas relativamente frescas. Los ataques pueden presentarse tanto en hojas como en cuello de las plantas hasta en las mismas pellas. Resulta siempre característico su micelio abundante de color gris-ceniza. El ataque de *botrytis* desde el suelo puede ir acompañado de otro hongo, perteneciente al género *Sclerotinia de micelio* blanquecino.

3.14 Ambientes atemperados (Carpa solar)

Hartmann (1990), describe que la carpa solar es una construcción más sofisticada que las de los otros ambientes atemperados. Su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más delicados.

Hartmann (1990), menciona que respecto a la producción de hortalizas bajo invernadero se puede realizar durante todo el año y almacenar algunos de los cultivos en cajones dentro de las carpas solares para su posterior trasplante. El mismo autor indica que esta versatilidad hace su uso más aceptable y popular que otros.

Bernat *et al.* mencionado por Chura (2004), menciona que la carpa solar facilita el mantenimiento de algunos parámetros físicos. En efecto la temperatura, humedad

relativa, porcentaje de dióxido de carbono y otros, brindan condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas que se cultivan en su interior.

3.14.1 Carpa modelo dos aguas

Se trata de una de las estructuras más antiguas, muy usados en nuestro país. La pendiente del techo es variable según la radiación y pluviometría (variando normalmente entre 15 y 35°). Las dimensiones del ancho varían entre 6 y 12m (incluso mayores), por largo variable. Las alturas de los laterales varían entre 2,0-2,5m y la de cumbrera 3,0-3,5m (también se construyen más bajos que los señalados pero no son recomendables).

3.14.2 Características de las carpas.

Días (1993), indica que las carpas son ambientes relativamente reducidos que permiten conformar microclimas atemperados, a la vez estos minimizan los efectos y consecuencias de las heladas.

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

Lorente (1997), señala que la falta de condiciones ambientales y el mayor interés del horticultor es conseguir el cremento de la cosecha y de alargar la épocas de producción, ha impulsado a la empresa hortícola a practicar diferentes técnicas y crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.

Avilés (1992), concluye que por sus buenas condiciones microclimáticas y el relativo costo de inversión el sistema de carpa solar se constituye el más adecuado a nivel familiar.

3.14.3 Material de recubrimiento.

Hartmann (1990), indica que los más importantes son: de vidrio, calamina plástica y polietileno (agofilm); este último resulta el más económico y de mayor difusión en el mercado interno.

3.14.4 Orientación

Hartmann (1990), afirma que 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 mayor cantidad de radiación solar. De esta manera, el eje longitudinal esté orientado de este a oeste.

La orientación de las carpas solares en el altiplano boliviano es determinante para aquellas carpas solares que son mayores a 7 m de ancho, menores a esto no son determinantes esto en carpas solares de tipo capilla o túnel.

3.14.5 Variables micro climáticas en carpa solar

Serrano citado por Cajías (2007), menciona que las condiciones óptimas para el desarrollo de cualquier especie cultivable dentro de las carpas solares, dependen principalmente de cinco variables: CO₂, temperatura, humedad, luminosidad y ventilación.

3.14.5.1 Anhídrido carbónico (CO₂)

Alpi y tognoni citado por Cajías (2007), establecen que el CO₂ en la atmosfera es de 300 ppm aproximadamente, con un rango de variación de 200 a 400 ppm. En el interior del invernadero es más variable, pues, los procesos fisiológicos adquieren unos ritmos más intensos de desarrollo y la concentración de CO₂ disminuye rápidamente en las primeras horas de la mañana.

Hartmann (1990), señala que la atmósfera del ambiente atemperado está compuesto de humedad, anhídrido carbónico y otros gases que son indispensables para el crecimiento de las plantas, las que necesitan por lo menos 0.03% de CO₂ en el aire para desarrollarse normalmente.

3.14.5.2 Temperatura

Hartmann (1990), indica que la temperatura interior de un ambiente protegido depende en gran parte del efecto del invernadero. Este se crea por la radiación solar

que llega a la construcción y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento que evitan la radiación calorífica.

Serrano mencionado por Cajías (2007), señala que la temperatura influye en las funciones vitales vegetales: transpiración, respiración, crecimiento, floración, fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 70 °C. Fuera de estos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente.

3.14.5.3 Humedad relativa

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

Serrano mencionado por Cajías (2007), indica que 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 desarrollo de plagas y enfermedades.

3.14.5.4 Luminosidad

Hartmann (1990), menciona que un ambiente atemperado debe captar la máxima radiación solar posible y procurar que esta llegue al terreno del cultivo y a los colectores de calor. 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 reciban sombra, ya que en estas las plantas crecen lentamente, son débiles y susceptibles a enfermedades e insectos.

El mismo autor indica que la luminosidad en los cultivos se puede comprobar por la diferencia de peso de los productos que han sido cultivados con diferente intensidad de luz. Esta diferencia de peso se produce porque las plantas que crecen a la sombra son privadas de suficiente luz para la fotosíntesis, que es el proceso por el

cual las plantas transforman el anhídrido carbónico y el agua en materia orgánica, oxígeno y energía, mediante la acción de la luz.

3.14.5.5 Ventilación

Hartmann (1990), asevera que el intercambio de aire entre el interior de un ambiente atemperado y la atmósfera exterior, es fundamental para incorporar dióxido de carbono, controlar la temperatura, humedad relativa y mezclar el aire.

Serrano citado por Cajías (2007), menciona que la ventilación es muy importante porque por este medio se regula la temperatura, humedad relativa, el contenido de anhídrido carbónico y el oxígeno, mediante el intercambio de aire al interior, debido a la baja densidad de aire caliente dentro del invernadero y como consecuencia del flujo de aire desde al ambiente externo, reguladas mediante ventanas laterales, frontales o centrales.

Cuando se trata de ventilación natural, la superficie de ventilación está en función de las dimensiones del invernadero y de la ubicación de las ventanas, si estas son laterales o frontales deberá equivaler al 15% de la superficie cubierta, si tuviera ventilación cenital y lateral, las cenitales deberán equivaler al 10% de la superficie del invernadero, manteniéndose el 15% en las ventanas laterales.

IV. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Empresa “Colinas Agrosol” que se encuentra ubicada en el Departamento de La Paz, Provincia Murillo en el Municipio de Palca en las Lomas de Achumani. Situada a 16° 31' 43.97" Latitud Sur y 68° 03' 05.95" Longitud Oeste a una elevación de 3619 m.s.n.m. **(Ver anexo 1)**

4.2 Características agroecológicas de la zona

Posee una capa arable que varía entre 30 a 35 cm, donde se observa indicios de erosión hídrica y eólica en diferentes grados.

Existen aguas superficiales en posos de 6 a 8 m, con regular potencial hídrico, que permite asegurar el riego.

4.3 Precipitación

Existe una precipitación pluvial con un promedio anual de 430 mm, de los cuales cerca del 60% tienen lugar en los meses de diciembre a febrero y una humedad relativa de 55% (SENAMHI, 2010).

4.4 Temperatura

La zona se considera un lugar de clima templado y una temperatura media de 15 °C. Las temperaturas varían en función a la época del año, registrándose temperaturas bajas en los meses de mayo a agosto (SENAMHI, 2010).

4.5 Fisiografía y vegetación

La topografía de la zona muestra una pendiente con ondulaciones, mostrando algunas áreas donde se producen inundaciones de corta duración. La vegetación silvestre está compuesta principalmente de gramíneas con poco desarrollo vegetativo, tales como la paja brava, pasto pluma y pequeños arbustos de retama, malváceas, ortigas, muña, chirca y tuna.

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1 Materiales

5.1.1 Material vegetal

El estudio se realizó con las siguientes variedades de semilla de coliflor (*Brassica oleraceae var. botrytis*) cuyas características se detallan a continuación:

- **Variedad súper snowball**, es precoz de excelente calidad plantas de tamaño medio a grande con abundante follaje para proteger las cabezas de 15 cm. De diámetro compactas suaves, de color blanco.
- **Variedad snowball improvet**, también conocida como bola de nieve de hojas muy grandes que da buena envoltura interior produce cabezas.

5.1.2 Materiales de campo

- Estacas
- Cinta métrica
- Marbetes
- Azadón
- Chonta
- Picota
- Pala
- Navaja
- Bolsas plásticas

5.1.3 Material de gabinete

- Computadora
- Papelería
- Discos compacto
- Cuaderno de registro
- Lapiceros
- Regla

5.1.4 Equipos

- Cámara fotográfica
- Termómetro de máxima y mínima
- Vernier
- Balanza de precisión

5.2 Metodología

5.2.1 Procedimiento experimental

5.2.1.1 Elaboración de biol

5.2.1.1.1 Acopio y formulación de Biol

Considerando que en la agricultura orgánica no existe una receta o paquete tecnológico, se empleo material existente del lugar. El insumo orgánico de origen animal (estiércol bovino) fue obtenido de los corrales aledaños a la granja tomando la relación 1:2 (1 kg de estiércol en 2 litros de agua) recomendado por Ramos citado por Avalos (2003).

5.2.1.1.2 Elaboración de biol

La proporción utilizada en la elaboración de abono líquido fue considerando siguiendo las sugerencias descritas por (Ramos y Gutiérrez mencionado por Avalos, 2004). Para realizar el trabajo de investigación se preparo el abono líquido en un recipiente de 200 litros, para el cual se tuvo el siguiente procedimiento:

- Se recolecto 50 kg de estiércol fresco de bovino
- Se colocó en un turril plástico de color azul, en una esquina de la carpa solar, donde permaneció por el lapso de tres meses el cual duro el proceso de fermentación.
- Una vez obtenido el estiércol, con la ayuda de una pala se introdujo al interior del recipiente una preparación de alfalfa (*Medicago sativa*) picado como fuente de nitrógeno, también se incorporo vísceras de pescado como fuente de

fosforo. Se realizó la preparación del biol tres meses antes de la siembra de la coliflor para su aplicación, en la preparación se tomó una parte de estiércol y se mezcló con dos partes de agua para tener mayor aporte de nutrientes, se incorporo en la preparación una parte de alfalfa picado como fuente de nitrógeno, el cual se introdujo en un recipiente (turril) de 200 l y este fue sellado herméticamente, se dejó reposar en un lugar con temperatura optima para su correspondiente fermentación. Después de obtener el biol se llevó a laboratorio para su respectivo análisis.

5.2.1.2 Almacigado

Se realizó la limpieza de la almaciguera para el sembrado de la semilla de la coliflor en un suelo suelto, preparado específicamente para la coliflor; la siembra se realizó por surcos a chorro continuo, la almaciguera tuvo una medida de 1.00 m de largo por 1.00 de ancho.

5.2.1.3 Preparación del terreno

La preparación consistió principalmente en la remoción del suelo con la ayuda de azadón y picota, posteriormente se procedió al nivelado para evitar encharcamientos y poder realizar riegos uniformes. Seguidamente se realizó el trazado de las unidades experimentales.

5.2.1.4 Toma de muestra del suelo

Para el análisis físico-químico del suelo se tomaron muestras al azar empleando el método zigzag, evitando tomar muestras en una franja de 50 cm hasta el borde de la parcela. Se tomó 10 submuestras, formando una sola muestra compuesta posteriormente mediante cuarteo se obtuvo la muestra representativa aproximadamente de 1 kg para su respectivo análisis en laboratorio.

5.2.1.5 Transplante

Las plántulas tomadas para el trasplante fueron las más vigorosas de una longitud de 15 a 20 cm, de 6 a 8 hojas, esto ocurrió a los 20 días después de la siembra. El

trasplante es efectuó a raíz desnuda, durante la mañana acompañado de un riego lento y controlado.

5.2.1.6 Labores culturales

5.2.1.6.1 Abonamiento

El abonamiento se la realizó con diferentes concentraciones de biol (0, 25, 50, 75) %, ésta se aplicó cada 15 días.

5.2.1.6.2 Aporque

El aporque se efectuó para ayudar a la aireación de las raíces por el excesivo pisoteo o compactación del suelo que se tuvo en el terreno por las diferentes actividades.

5.2.1.6.3 Aplicación del biol

Se hizo la aplicación de 800 l/ha, recomendado por (Medina, 1992) donde señala que la solución de biol al follaje debe aplicarse de 3 a 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas, empleando boquillas de alta presión de abanico.

Para la aplicación foliar, se preparó en una mochila aspersora de 20 litros, donde se realizó la preparación de acuerdo al volumen a utilizar y la dosis de biol planteada en el ensayo. Se aplico asperjando y dejando mojado el follaje de la planta de la coliflor.

5.2.1.6.4 Riego

El riego en almacigo fue todos los días, en el trasplante el riego fue día por medio y profundo hasta completar la fase de prendimiento de la coliflor. Luego de esta fase el riego fue con una frecuencia de dos riegos por semana.

5.2.1.6.5 Blanqueado

Se procedió a realizar el blanqueado cuando las pellas ya empezaron a formarse, se realizó con el amarrado de las hojas cubriendo de esta manera la pella, así evitar los rayos solares, esto para que permita obtener pellas blancas y de buena calidad.

5.2.1.7 Cosecha

Para la cosecha se tomo el criterio de que la pella debe estar totalmente formada, compacta, blanca, sin manchas y sin hojas en el interior. El corte de la pella se efectuó manualmente con una navaja y en forma escalonada de acuerdo a la maduración de la pella.

5.2.2 Diseño experimental

Calzada (1990), señala que el diseño de bloques completamente al azar es recomendado cuando las unidades experimentales pueden agruparse de acuerdo a los niveles de variación de una fuente de variabilidad. El diseño experimental que se empleo en la evaluación e interpretación de datos fue precisamente el diseño de bloques completamente al azar bifactorial donde los factores son variedades de coliflor con concentraciones de biol con tres bloques y 6 tratamientos.

5.2.2.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media general del ensayo

β_k = Efecto de k-ésimo bloque

α_i = Efecto de i-ésima variedad

δ_j = Efecto de j-ésima concentración de biol

$(\alpha\delta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la variedad y concentración

ε_{ijk} = Error experimental

5.2.2.2 Factores de estudio

Factor V = Variedades

V_1 = Súper snowball

V_2 = Snowball improvet

Factor D = Dosis de biol

D_0 = Dosis 0% biol

D_1 = Dosis 25% biol

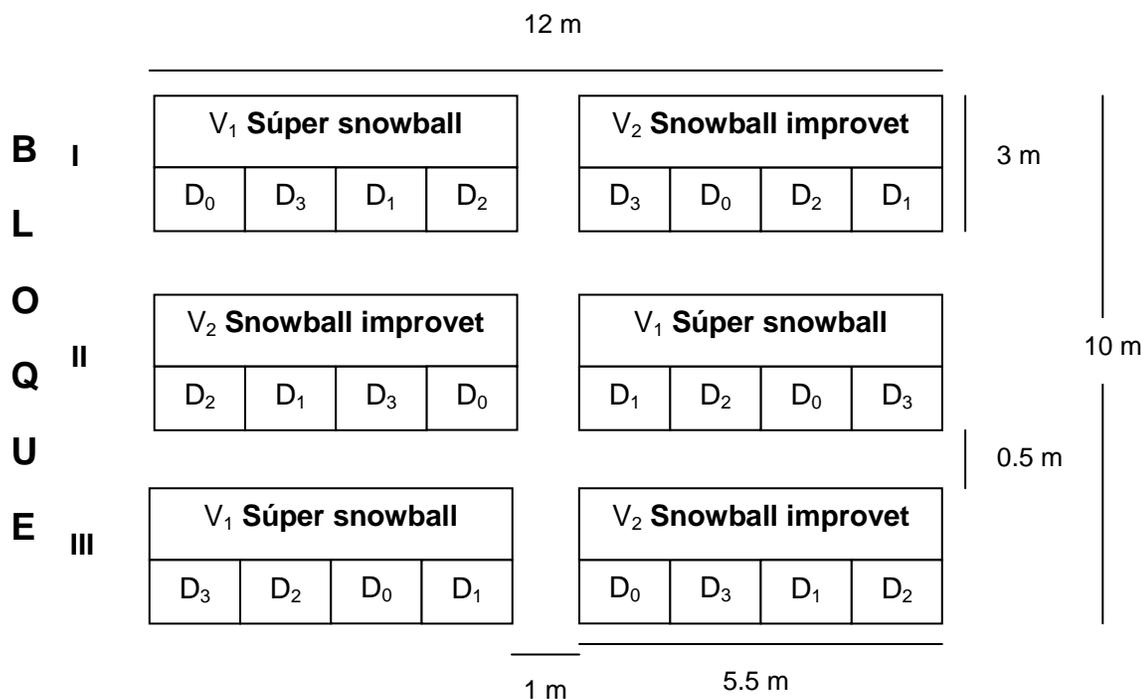
D_2 = Dosis 50% biol

D_3 = Dosis 75% biol

5.2.2.3 Formulación de tratamientos

- $T_1=V_1D_0$ = Variedad Súper snowball con 0% biol
- $T_2=V_1D_1$ = Variedad Súper snowball con 25% biol
- $T_3=V_1D_2$ = Variedad Súper snowball con 50% biol
- $T_4=V_1D_3$ = Variedad Súper snowball con 75% biol
- $T_5=V_2D_0$ = Variedad Snowball improvet con 0% biol
- $T_6=V_2D_1$ = Variedad Snowball improvet con 25% biol
- $T_7=V_2D_2$ = Variedad Snowball improvet con 50% biol
- $T_8=V_2D_3$ = Variedad Snowball improvet con 75% biol

5.2.2.4 Croquis del experimento



5.2.3 Variables de respuesta

5.2.3.1 Porcentaje de emergencia

Se evaluó el número total de las plantas emergidas en relación a las semillas sembradas y el número de plantas que perecieron después de la emergencia.

5.2.3.2 Número de hojas

Se procedió a contar el número de hojas de la coliflor en cada unidad experimental, expresando los resultados en número promedio de hojas/planta.

5.2.3.3 Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se evaluó con la ayuda del vernier calibrador medida en (cm) cada uno de los tallos por tratamiento.

5.2.3.4 Altura de planta

Se realizó mediciones del largo del tallo principal desde el suelo hasta el ápice en periodos de evaluación semanal.

5.2.3.5 Diámetro de las pellas

Empleando el vernier se midió el diámetro de las pellas en cada unidad experimental

5.2.3.6 Días a la cosecha

Se contó los días desde el transplante hasta el momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos.

5.2.3.7 Peso promedio de las pellas

Mediante el empleo de una balanza electrónica se pesó cada una de las pellas obtenidas por tratamiento, para posteriormente determinar el peso representativo.

5.2.3.8 Rendimiento de pellas

Se determinó al pesar las pellas de cada unidad experimental en relación con su área expresada en kg/m^2 .

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación tuvo por objeto establecer el efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis con dos variedades de coliflor, es decir, encontrar la dosis y la variedad adecuada con la cual se pueda obtener mayor rendimiento; para ello se tomaron las siguientes variables (% de emergencia, número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, diámetro de pella, días a la cosecha, peso promedio de pella y rendimiento de pella).

El análisis de varianza se realizó mediante el sistema de aplicaciones The SAS System versión 6.12.

6.1 Temperatura

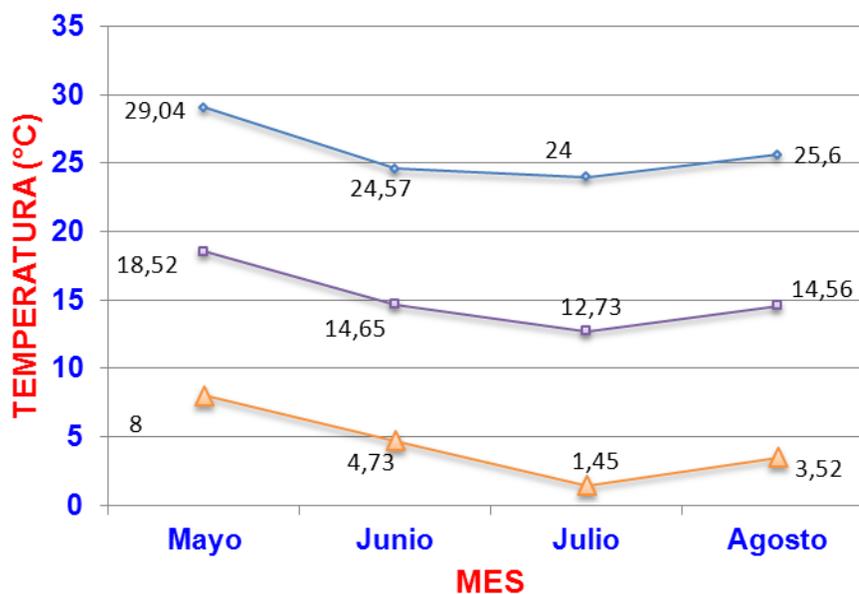
Las variaciones de temperatura durante el experimento dentro el ambiente protegido, tanto máximas como mínimas para cada mes se indican en el cuadro 5, donde muestran las fluctuaciones a lo largo del ciclo del cultivo.

Estas temperaturas se registraron con termómetros de máximas y mínimas, las cuales estaban ubicadas al centro del ambiente protegido, este registro comprendió un periodo entre el 5 de marzo al 25 de junio del 2010.

Cuadro 5. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo

TEMPERATURA (°C)	MES			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máxima	28.90	27.77	26.94	27.45
Mínima	10.65	10.37	6.45	3.52
Media	19.78	19.07	16.70	15.49

Gráfico 1. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo



En el gráfico 1, se observa que la temperatura promedio más alta fue de 29.04 °C que se presentó en el mes de mayo. La temperatura promedio baja, se registró en el mes de julio la cual fue de 3.52 °C. Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron dentro de los rangos recomendados en la revisión de literatura.

Limongelli, citado por Barrientos (2002), señala que la planta de la coliflor se desarrolla mejor en climas fríos y húmedos pues es muy sensible a la falta de humedad y más aun si está formada la pella.

Valadez (1993), señala que la coliflor es una planta de clima frío y se la clasifica en dos tipos: la Snowball (temprana o anual) y la tipo tardía o bianual; esta última requiere vernalización para emitir el vástago floral, esta hortaliza es sensible a altas temperaturas (> 26 °C) y bajas de los (0 °C) sobre todo cuando la parte comestible a madurado. Las semillas germinan a temperaturas de 5 a 6 °C, a 8 °C emergen de suelo a los 15 días y a los 18 °C en 4 a 5 días.

6.2 Análisis físico y químico del suelo

Las muestras de suelo sustraídas antes de la siembra del cultivo de la coliflor, presentaron los siguientes valores, mismos que se observan en el **anexo 2** estos datos nos permiten la interpretación del nivel de fertilidad del suelo sobre la base del análisis de laboratorio, los cuales se evalúan a continuación según tablas de interpretación de fertilidad del suelo descrito por Chilón (1997).

La textura del suelo fue Franco (F), la cual nos permite inferir que los suelos son apropiados para el cultivo de la coliflor como reporta Unterladstaetter (2000), menciona que la coliflor exige suelos de textura francos o areno-arcillosos, húmedos y bien drenados, así mismo Delgado de la Flor citado por Barrientos (2002), señala que la planta de la coliflor requiere de suelos ricos en materia orgánica y francos.

Según el análisis químico del sustrato se tiene un **pH** de 6.1 la cual es considerada ligeramente ácido, según Casagro citado por Humerez (2004), afirma que la coliflor crece en suelos que presenten un pH óptimo comprendido entre 6.0 a 6.8, pero también este cultivo soporta sin problemas pH de hasta 5,5 por abajo y 7,5-7,8 por arriba, aunque en los valores intermedios es donde más a gusto se encuentra.

La conductividad eléctrica (C.E.) en el sustrato fue 0.206 mMhos/cm, este valor nos indica que no hay problemas de sales según Chilón (1997).

En el análisis químico del suelo la capacidad de intercambio catiónico es 29.02 que es alto, saturación de bases alta con 97.6, materia orgánica muy alto, nitrógeno total muy alto, fósforo muy alto y potasio muy alto, por tanto se concluye, que es un suelo de media a alta fertilidad actual y potencial; esta interpretación se realizó según la tabla de interpretación de fertilidad de suelos (Chilón, 1997).

6.3 Análisis físico y químico del biol

Con respecto al biol, los resultados de la composición físico - químico realizado en la División del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, (**ver anexo 3**) fueron los siguientes:

Cuadro 6. Composición físico – químico del Biol

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno	0.16	%
Fosforo	0.03	% P
Potasio	0.07	% K
Calcio	0.05	%Ca
Magnesio	0.11	%Mg
Hierro	0.01	% Fe
Sodio	0.04	% Na
Densidad	1.02	g/ml
pH	6.67	-
CE	3.38	mmhos/cm
Materia Orgánica	2.73	%

Fuente: Análisis físico-químico del biol, (IBTEN, 2010)

En el cuadro 6, se presenta los resultados del análisis físico - químico del biol, los cuales se compararon con las tablas de niveles críticos para la interpretación de la fertilidad de suelo establecidos por Chilon (1997).

Sobre la base del análisis se observó un contenido medio de Nitrógeno, con lo cual se garantizó los procesos de síntesis y asimilación de productos orgánicos para el crecimiento de la planta, es decir, que como medio de cultivo puro, el biol favorece el desarrollo de los órganos vegetativos de la planta, el cual presento 0.16% de nitrógeno.

Con respecto al fosforo, su contenido se calificó como medio, el cual permitió garantizar los procesos de crecimiento y desarrollo general de la planta.

Con referencia al potasio su calificación fue similar al fosforo 0.07

pH, como se aprecia en el cuadro 6, el pH tiene un índice medio de 6.67 el cual se encuentra dentro de los valores recomendados por Chilon (1997), quien indica que 6.6 a 7.3 son parámetros medios. La densidad de sus partículas fue muy fina mostrando un valor de 1.02 g/ml, la conductividad eléctrica indico un contenido medio de salinidad, siendo su valor de 3.38 mmhos/cm.

6.4 Porcentaje de emergencia

En el cuadro 7, observamos que el coeficiente de variación fue de 5.63% lo que indica que los datos tomados son confiables, debido a la homogeneidad en el manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 7. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	43.5833	21.7917	1.02	0.3776 NS
Variedad	1	280.1667	280.1667	13.15	0.0017 *
Error exp.	20	426.0833	21.3041		
Total	23	749.8333			

C.V.= 5.63%

* = Significativo

NS = No significativo

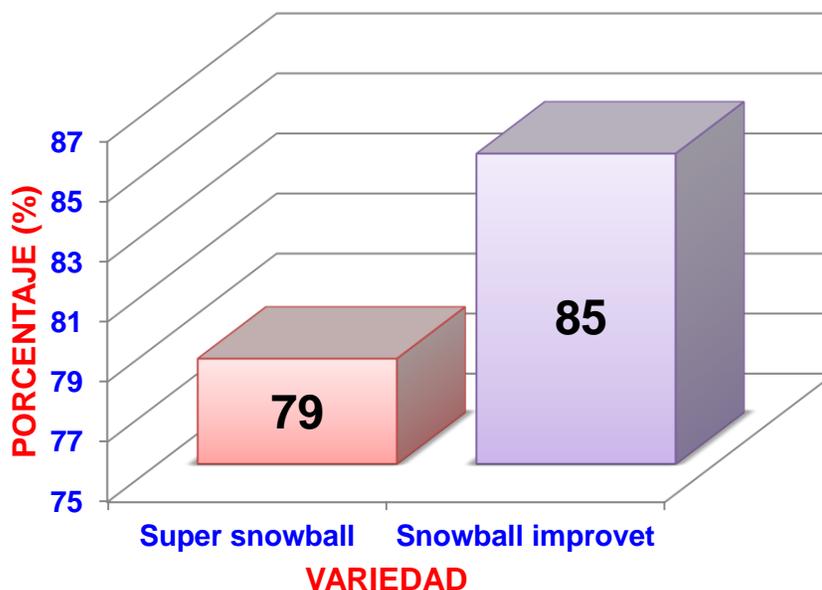
En el análisis de varianza con respecto al porcentaje de emergencia, se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre variedades, para demostrar estas diferencias, se efectuó la prueba de medias a través de Duncan.

6.4.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 8. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el porcentaje de emergencia.

Variedad	% de emergencia	Duncan 0.05
Snowball improvet	85	A
Súper snowball	79	B

En el cuadro 8, se muestra los promedios de las variedades, con su respectiva prueba de medias, donde se puede ver que existen diferencias entre los promedios lo cual es demostrado con la prueba de Duncan al 5%, el cual presento índices con diferentes letras, numéricamente la variedad Snowball improvet fue el que mostró el promedio más elevado con 85%, en cambio la variedad Súper snowball mostro 79% que es el promedio más bajo.

Grafico 2. Promedio de porcentaje de emergencia en variedades

Con respecto a las variedades el grafico 2, muestra que los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de emergencia en almácigo existieron diferencias porcentuales en emergencia llegando este a representar el 85% y 79% del total de semillas sembradas en las variedades Snowball improvet y Súper snowball respectivamente.

Barrientos (2002), quien obtuvo un 85% de emergencia, dicha diferencia en el porcentaje de emergencia posiblemente se deba a la calidad de la semilla utilizada, temperatura, fertilidad y humedad juegan un rol muy importante para el comportamiento fisiológico del cultivo, que determinan la emergencia, al respecto (Maroto, 1995) afirma, que el medio debe ofrecer buenas condiciones de producción, una buena fertilidad, humedad y buena estructura del suelo para obtener mayor cantidad de plántulas.

En cuanto al número de días transcurridos a la emergencia, las dos variedades emergieron entre los 4 a 5 días después de la siembra, comparado con lo que obtuvo Belmonte (2011), quien reporta que la emergencia de sus semillas inicio a los 3 a 5 después de la siembra.

6.5 Numero de hojas

El cuadro 9, muestra que el coeficiente de variación es 6.31% lo que indica que el manejo de las unidades experimentales ha sido bueno, pues se ha evidenciado que la variabilidad de las unidades experimentales no supero el parámetro establecido para ensayos de campo.

El análisis de varianza para el factor dosis no muestra significancia, el cual nos indica que las distintas dosis aplicadas al cultivo, no influyen en la variable

En la interacción de variedad y dosis tampoco se encontraron diferencias significativas, vale decir, que las dos variedades se comportan de manera similar con las distintas dosis de biol aplicadas.

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	16.3333	8.1667	3.40	0.0627 NS
Variedad	1	32.6666	32.6667	13.58	0.0024 *
Dosis	3	3.1666	1.0556	0.44	0.7287 NS
Var x Dosis	3	18.0000	6.0000	2.50	0.1024 NS
Error exp.	14	33.6666	2.4047		
Total	23	103.8333			

C.V. = 6.31%

* = Significativo

NS = No significativo

El análisis de varianza nos muestra que estadísticamente existen diferencias significativas en variedades sobre el número de hojas, para esto se realizó la prueba de Duncan al 5%.

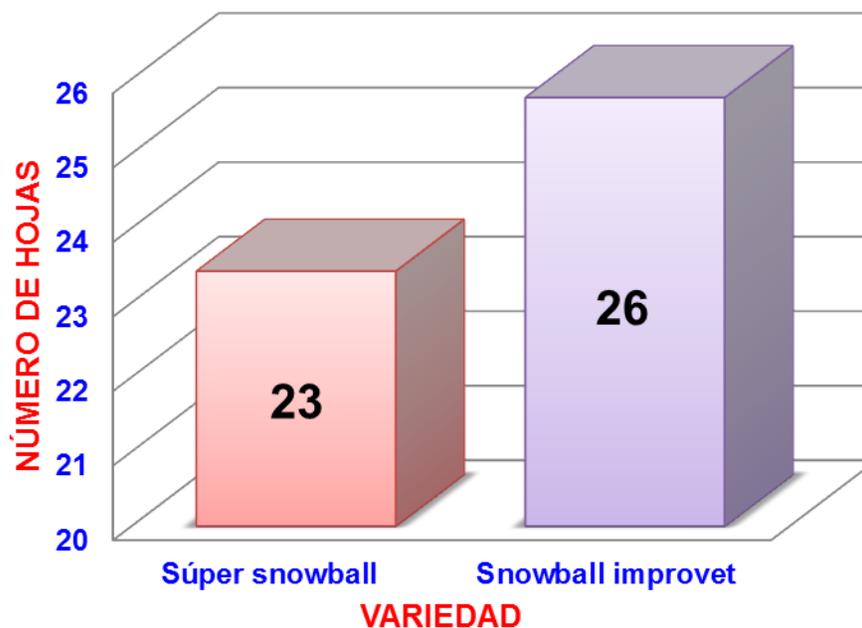
6.5.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 10. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el número de hojas.

Variedad	Numero de hojas	Duncan 0.05
Snowball improvet	26	A
Súper snowball	23	B

En el cuadro 10, se observa la prueba de Duncan, el cual nos indica que la variedad Snowball improvet tiene diferencias significativas sobre el numero de hojas, respondiendo positivamente a esta variable en estudio, a comparación de la variedad Súper snowball.

Grafico 3. Promedio de número de hojas en variedades



Como se observa en el gráfico 3, el número promedio de hojas en la variedad Snowball improvet fue la más alta con 26 hojas, en comparación a la variedad Súper snowball que tuvo 23 hojas; la superioridad de la variedad Snowball improvet

posiblemente se deba a las características genéticas de la variedad, temperatura, riego, fertilizante, etc.

Por lo indicado anteriormente se puede inferir que la variedad Snowball improvet tiene características de ser la variedad con el mayor número de hojas con relación a la otra variedad.

6.6 Diámetro de tallo

En el cuadro 11, observamos que el coeficiente de variación fue de 9.49% lo que indica que el manejo de las unidades experimentales fueron eficientes, por lo tanto, se encuentra dentro del límite aceptable.

En la interacción entre variedad y dosis no se encontró diferencias significativas, es decir, que las dos variedades se comportan de manera similar con las distintas aplicaciones de biol.

Cuadro 11. Análisis de varianza para diámetro de tallo

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	0.3858	0.1929	1.09	0.3617 NS
Variedad	1	1.5504	1.5504	8.80	0.0102 *
Dosis	3	4.2012	1.4004	7.95	0.0025 *
Var x Dosis	3	0.2345	0.0781	0.44	0.7255 NS
Error exp.	14	0.1008	0.0072		
Total	23	0.2795			

C.V. = 9.49%

* = Significativo

NS = No significativo

El análisis de varianza nos muestra también, que estadísticamente existen diferencias significativas en variedades sobre el diámetro de tallo, así mismo se encuentra diferencias significativas en el factor dosis, para esto se realizó la prueba de Duncan al 5%.

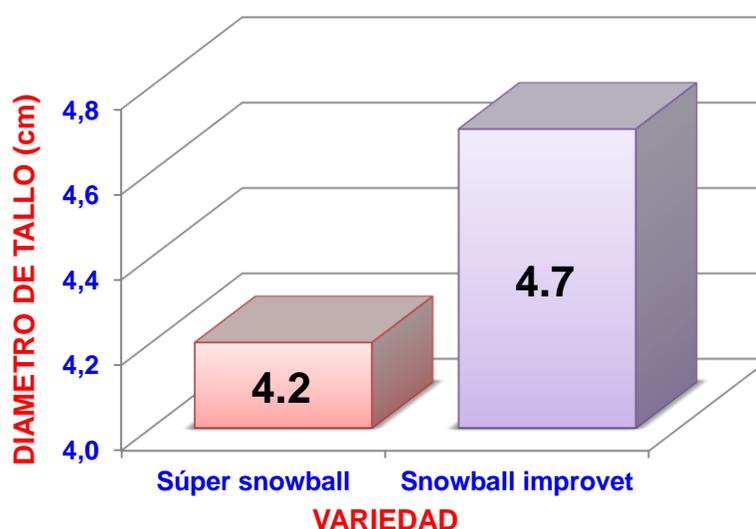
6.6.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 12. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el diámetro de tallo.

Variedad	Diámetro de tallo (cm)	Duncan 0.05
Snowball improvet	4.7	A
Súper snowball	4.2	B

En el cuadro 12, se observa la prueba de Duncan, el cual nos indica que la variedad Snowball improvet tiene diferencias significativas sobre el diámetro de tallo, respondiendo positivamente a esta variable en estudio, a comparación de la variedad Súper snowball que el diámetro de tallo es menor.

Grafico 4. Promedio de diámetro de tallo en variedades



El gráfico 4, indica las diferencias estadísticas significativas entre variedades, donde la Snowball improvet mostro un promedio superior con un valor de 4.7 cm a comparación de Súper snowball que obtuvo el menor promedio con un valor de 4.2 cm con respecto al diámetro de tallo, esta diferencia posiblemente se deba a la variabilidad misma del cultivo, temperatura, humedad.

Según Rondo (2004), en una investigación realizada demostró que la variedad Snowball improvet obtuvo un diámetro de tallo con un valor de 5.06 cm y la Súper snowball mostro un valor de 4.97 cm. Esta diferencia entre las dos investigaciones posiblemente se deba a la época de siembra, calidad de semilla, fertilidad de suelo.

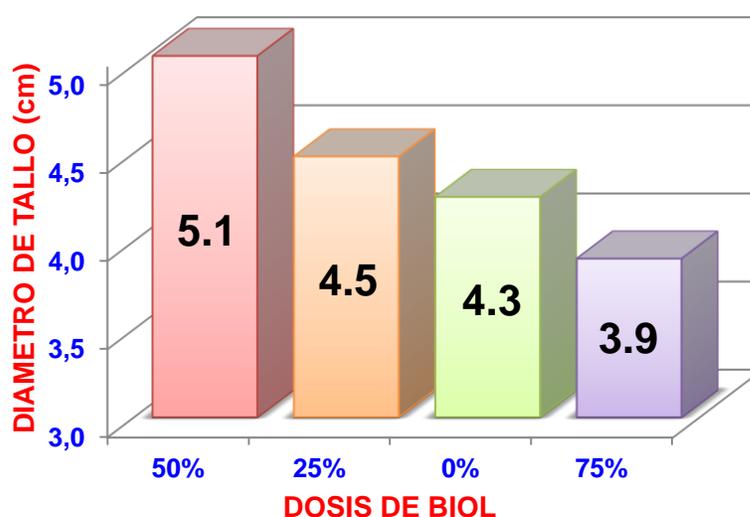
6.6.2 Comparación de medias para el factor dosis de biol

El cuadro 13, muestra la prueba de Duncan para el factor dosis de biol, donde existe diferencias estadísticas, siendo la mejor dosis ($D_2= 50\%$) con un valor de 5.1 cm y el que menor promedio mostro fue la ($D_3= 75\%$) con un valor de 3.9 cm de diámetro de tallo.

Cuadro 13. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el diámetro de tallo.

Dosis de biol (%)	Diámetro de tallo (cm)	Duncan 0.05
50	5.1	A
25	4.5	B
0	4.3	B C
75	3.9	C

Grafico 5. Promedio de diámetro de tallo en el factor dosis de biol



En el gráfico 5, se determina que el promedio de diámetro de tallo más alto obtenido tiene 5.1 cm con la dosis de 50%, seguido por la dosis 25% con 4.5 cm y el que menor rendimiento en diámetro de tallo obtuvo fue con la aplicación de 75% de biol con 3.9 cm, los cuales no presentan mucha diferencia entre sí, posiblemente esta diferencia se debió a que una menor dosis de biol permitió una mayor asimilación de nutrientes.

6.7 Altura de planta

La variable de respuesta altura de planta muestra que el coeficiente de variación es 5.43%, cuyo resultado demuestra que los datos tomados en el ensayo se encuentran dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	58.5008	29.2504	1.81	0.1991 NS
Variedad	1	81.7704	88.7704	5.07	0.0409 *
Dosis	3	176.0612	58.68780	3.64	0.0395 *
Var x Dosis	3	63.5212	21.1737	1.31	0.3092 NS
Error exp.	14	225.6258	16.1163		
Total	23	605.4795			

C.V. = 5.43%

* = Significativo

NS = No significativo

En el cuadro 14, se observa que la interacción entre los dos factores: variedad y dosis no se encontró diferencias significativas, vale decir, que estos resultados indican que las diferentes dosis de biol con variedades fueron similares, reportándose alturas similares en todos los tratamientos, por lo que se infiere que estos factores son independientes para la variable altura de planta.

El análisis de varianza nos muestra también, que estadísticamente existen diferencias significativas en variedades sobre el diámetro de tallo, de la misma

manera se encuentra diferencias significativas en el factor dosis, para esto se realizó la prueba de Duncan al 5%.

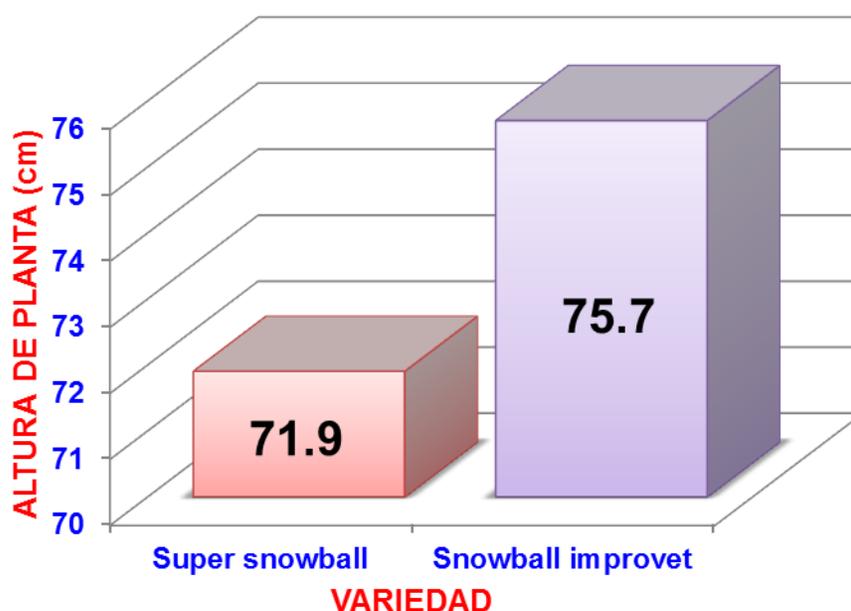
6.7.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 15. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre la altura de planta.

Variedad	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05
Snowball improvet	75.7	A
Súper snowball	71.9	B

En el cuadro 15, se observa la prueba de Duncan para el factor variedad, el cual nos indica que estadísticamente la variedad influye en la altura de planta: donde la variedad Snowball improvet es superior a la variedad Súper snowball que obtuvo rendimiento bajo en altura de planta.

Grafico 6. Promedio de altura de planta en variedades



Como se observa en el gráfico 6, la variedad Snowball improvet es el que mayor altura alcanzó con una media de 75.7 cm, a comparación de la variedad Súper snowball que tuvo una media de 71.9 cm, es el que obtuvo menor altura con relación

a la otra variedad. Esto posiblemente se deba a la misma variedad, época de siembra, temperatura y humedad; al respecto Mamani, mencionado por Rondo (2004), afirma que las características en el crecimiento en altura de planta está determinado por el carácter genético de cada variedad y las características ambientales, sustrato y la nutrición que se les proporciona a las plantas.

Gómez citado por Huallpa (2009), indica que las variaciones en altura de plantas son debidas a los factores genéticos, así como los factores climáticos que influyen de distintas maneras en la expresión de esta variable.

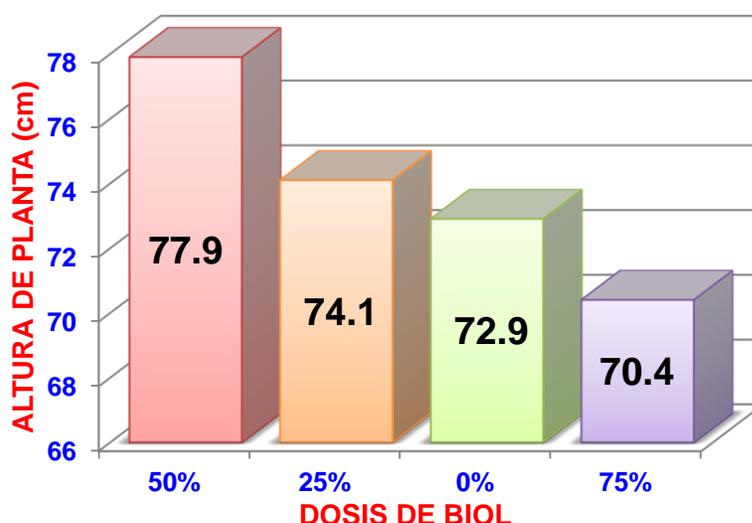
6.7.2 Comparación de medias para el factor dosis de biol

Cuadro 16. Prueba de Duncan del efecto del biol sobre la altura de planta.

Dosis de biol (%)	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05
50	77.9	A
25	74.1	A B
0	72.9	A B
75	70.4	B

El cuadro 16, muestra los resultados obtenidos con la prueba de Duncan al 5%, para el factor dosis de biol, el cual señala que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo la mejor dosis 50% y el que menor resultado mostro fue con la dosis de 75% para altura de planta.

Grafico 7. Promedio altura de planta en el factor dosis de biol



Como se aprecia en el grafico 7, el tratamiento que mejor altura de planta mostro fue con la dosis 50% un valor de 77.9 cm, seguido por la dosis 25% con 74.1 cm, y el que menor resultado mostro para esta variable fue con la dosis 75% una altura de 70.4 cm. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol contiene nutrientes asimilables y fitohormonas que regulan el crecimiento del vástago.

La hora y el momento de aplicación de biol, tiene mucha importancia, es decir, por las tardes cuando los rayos del espectro visible aun llegan al cultivo y la temperatura del ambiente es moderada entre 10 a 15 °C, es el momento de aplicación del biol previo antes se realizó el riego para que el biol sea aprovechado de mejor manera por la planta, el cual permitió un mayor desarrollo en la altura del cultivo.

6.8 Diámetro de pella

La variable de respuesta diámetro de pella muestra que el coeficiente de variación es 15.08% cuyo resultado muestra que los datos tomados en el ensayo se encuentran dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de pella

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	2.5008	1.2504	0.35	0.7124 NS
Variedad	1	39.7837	39.7837	11.06	0.0050 **
Dosis	3	0.5079	0.1693	0.05	0.9859 NS
Var x Dosis	3	7.6279	2.5426	0.71	0.5638 NS
Error exp.	14	50.3791	3.5985		
Total	23	100.7990			

C.V. = 15.08%

** = altamente Significativo

NS = No significativo

El cuadro 17, indica que el análisis de varianza para el factor dosis no muestra significancia, el cual nos señala que las distintas dosis aplicadas al cultivo, no influyen en la variable diámetro de pella.

En la interacción de variedad y dosis tampoco se encontraron diferencias significativas, es decir, que las dos variedades se comportan de manera similar con las distintas dosis de biol aplicadas a la coliflor.

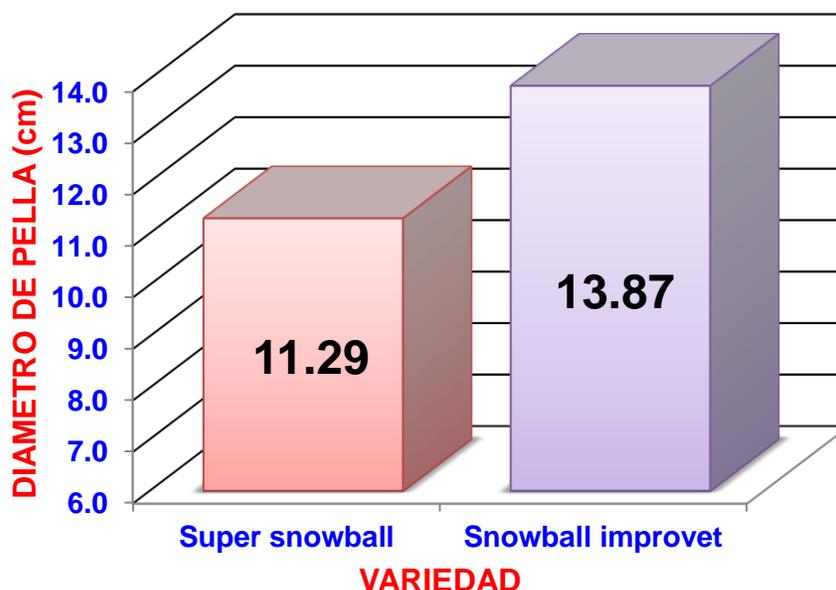
6.8.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 18. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el diámetro de pella.

Variedad	Diámetro de pella (cm)	Duncan 0.05
Snowball improvet	13.87	A
Súper snowball	11.29	B

En el cuadro 18, se observa que la variedad Snowball improvet supera en diámetro de pella a la variedad Súper snowball obteniendo diferencias significativas con la prueba de Duncan, sobre el diámetro de pella.

Grafico 8. Promedio de diámetro de pella en variedades



El gráfico 8, indica que el factor variedad afecta a la variable diámetro de pella, siendo mejor la variedad Snowball improvet con un promedio alcanzado de 13.87cm, y la que obtuvo el promedio más bajo fue la variedad Súper snowball con 11.29 cm, esta diferencia entre variedades posiblemente se deba a la genética propia de cada variedad en respuesta a las diferentes factores ambientales como la temperatura, riego, luz, pH.

Según Rondo (2004), infiere que la diferencia obtenida en diámetro de pella de las variedades se atribuye a la precocidad, factores de carácter genético y a la temperatura.

6.9 Días a la cosecha

En el cuadro 19, observamos que el coeficiente de variación es 6.26% lo que indica que los datos tomados son confiables, debido a la homogeneidad en el manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 19. Análisis de varianza para días a la cosecha

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	65.3333	32.6667	0.84	0.4512 NS
Variedad	1	192.667	192.667	4.97	0.0427 *
Dosis	3	54.8333	18.2778	0.47	0.7069 NS
Var x Dosis	3	140.333	46.7778	1.21	0.3436 NS
Error exp.	14	542.667	38.7619		
Total	23	995.833			

C.V. = 6.26%

* = Significativo

NS = No significativo

El análisis de varianza para el factor dosis no muestra significancia, el cual nos indica que las distintas dosis aplicadas al cultivo, no influyen en la variable días a la cosecha.

De la misma manera en la interacción de variedad y dosis tampoco se encontraron diferencias significativas, es decir, que las dos variedades se comportan de manera similar con las distintas dosis de biol aplicadas.

El análisis de varianza nos muestra también, que estadísticamente existen diferencias significativas en variedades sobre los días a la cosecha, para esto se realizó la prueba de Duncan al 5%.

6.9.1 Comparación de medias para el factor variedad

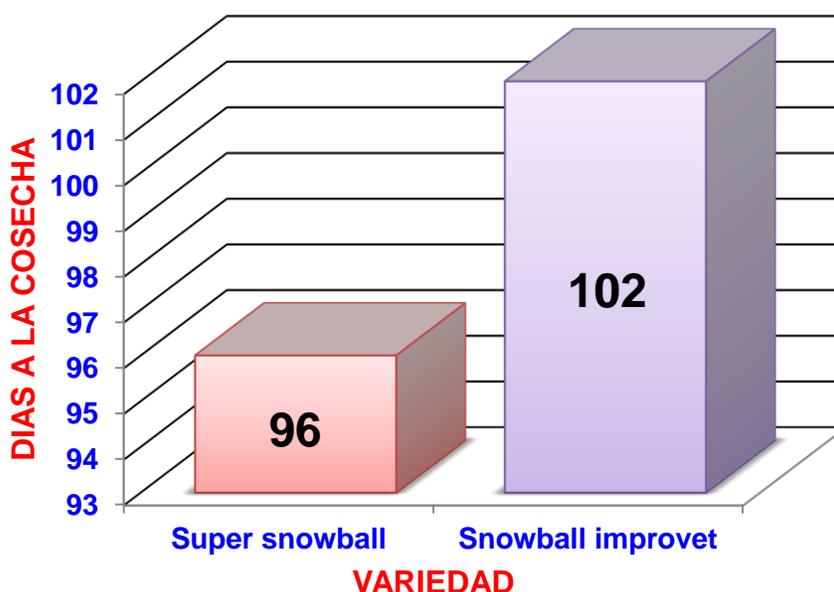
Cuadro 20. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre los días a la cosecha.

Variedad	Días a la cosecha	Duncan 0.05
Súper snowball	96	A
Snowball improvet	102	B

En el cuadro 20, se muestra los promedios de las variedades, con su respectiva prueba de medias, donde se puede ver que existen diferencias entre los promedios; el cual es demostrado con la prueba de Duncan al 5%, el cual presento índices con

diferentes letras, numéricamente la variedad Super snowball fue el que mostró el mejor promedio con 96 días, en cambio la variedad Snowball improvet con 102 días desde el momento del transplante hasta la cosecha.

Grafico 9. Promedio de días a la cosecha en variedades



Con respecto a las variedades el gráfico 9, muestra los resultados obtenidos en cuanto a días a la cosecha, mostrándonos de manera clara que existió diferencias, llegando este a 96 y 102 días en las variedades Super snowball y Snowball improvet respectivamente, esta diferencia de 6 días posiblemente se deba a la característica de la variedad, precocidad, época de siembra, temperatura, fertilidad y humedad.

Al respecto Restrepo citado por Rondo (2004) menciona que existe genotipos que responden muy bien y otros genotipos que son poco afectados por los factores ambientales (temperatura, humedad, fertilidad, etc.), probablemente la variedad Snowball improvet sea una de ellas.

6.10 Peso de pella

La variable de respuesta peso de pella muestra que el coeficiente de variación es 13.44%, por lo tanto se llega a la conclusión de que hubo un buen manejo experimental con datos confiables.

Cuadro 21. Análisis de varianza para peso de pella.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	0.0458	0.0229	2.09	0.1608 NS
Variedad	1	0.2344	0.2344	21.34	0.0004 **
Dosis	3	0.1269	0.0423	3.85	0.0335 *
Var x Dosis	3	0.0463	0.0154	1.41	0.2821 NS
Error exp.	14	0.1537	0.0109		
Total	23	0.6073			

C.V. = 13.44%

** = Altamente significativo

* = Significativo

NS = No significativo

En el cuadro 21, se observa que la interacción entre los dos factores: variedad y dosis no se encontró diferencias significativas, es decir, las variedades se comportan de manera similar con las diferentes dosis de biol, por lo que se infiere que estos factores son independientes para la variable peso de pella.

Contrariamente se observa con el factor variedad donde existen diferencias altamente significativas; y en el factor dosis se encuentran diferencias significativas sobre la variable peso de pella, para un mejor análisis se realizó la prueba de Duncan al 5%.

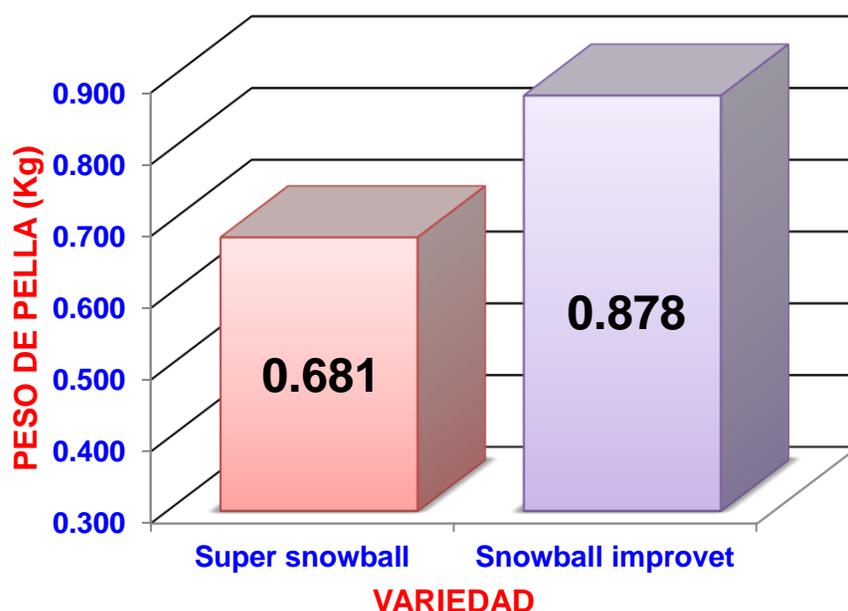
6.10.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 22. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el peso de pella.

Variedad	Peso de pella (Kg)	Duncan 0.05
Snowball improvet	0.878	A
Súper snowball	0.681	B

En el cuadro 22, se observa la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, en los que se observa las características en el incremento de peso de pella en las dos variedades, las cuales son estadísticamente diferentes, demostrando que la variedad Snowball improvet es superior a la variedad Súper snowball que obtuvo rendimiento bajo en peso de pella.

Grafico 10. Promedio de peso de pella en variedades



Como se observa en el gráfico 10, el mejor promedio de peso de pella se presentó con la variedad Snowball improvet con 0.878 kg y la que obtuvo el menor peso fue la Súper snowball con un promedio de 0.681 kg.

Respecto a los resultados obtenidos se puede inferir que la diferencia de peso de pella entre las variedades Snowball improvet y Súper snowball probablemente se pueda atribuir a la precocidad, a factores de carácter genético, temperatura, medio ambiente, humedad y características agronómicas que presenta cada variedad.

Holle y Montes mencionado por Rondo (2004), aseveran que las características de las plantas como, peso, calidad, rendimiento y otras variables se ven afectadas por factores ambientales.

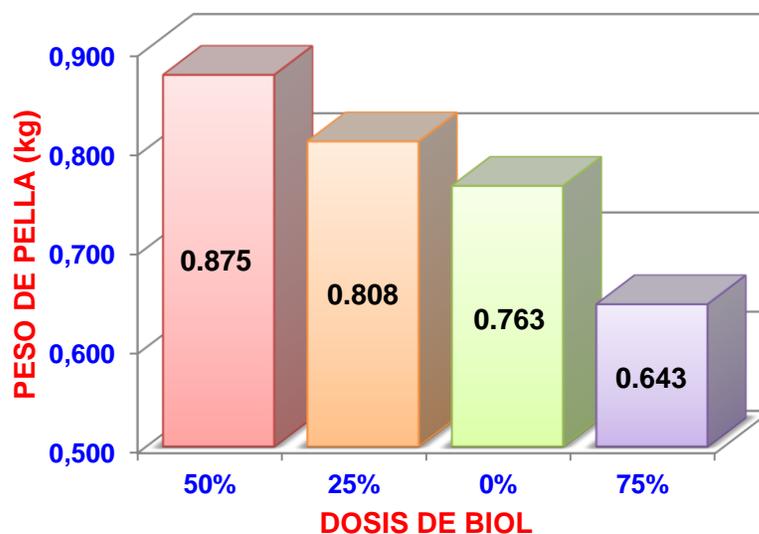
6.10.2 Comparación de medias para el factor dosis de biol

Cuadro 23. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el peso de pella.

Dosis de biol (%)	Peso de pella (Kg)	Duncan 0.05
50	0.874	A
25	0.807	A B
0	0.763	A B
75	0.674	B

El cuadro 23, muestra que los promedios del peso de pella para el factor dosis con su respectiva prueba de Duncan, en la que existen diferencias entre los promedios donde presento índices con diferentes letras en los cuatro coeficientes y numéricamente la dosis 50% fue el que mostró el mejor peso de pella, y el promedio más bajo con la dosis 75%.

Grafico 11. Promedio de peso de pella en el factor dosis de biol



En el grafico 11, se observa que existen diferencias significativas en cuanto a peso de pella, bajo la dosis de biol, por lo que este resultado muestra que el mejor peso la obtuvo la dosis 50% con 0.874 kg, seguido por la dosis 25% con 0.807 kg y la que menor peso promedio de pella obtuvo fue la dosis 75% con 0.762 kg, por lo que se infiere que el biol aplicado a la coliflor muestra su efecto en el peso de pella. Al respecto Ledesma mencionado por Barrientos (2002), señala que el peso de la pella aumenta por efecto de la fertilización orgánica y química.

6.11 Rendimiento

La variable de respuesta rendimiento muestra que el coeficiente de variación es 13.44%, por lo tanto se llega a la conclusión que hubo un buen manejo en las unidades experimentales.

Cuadro 24. Análisis de varianza para rendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Bloques	2	130494546.48	65247273.24	2.09	0.1608 NS
Variedad	1	666830520.59	666830520.59	21.34	0.0004 **
Dosis	3	360996857.45	120332285.81	3.85	0.0335 *
Var x Dosis	3	131907337.83	43969112.61	1.41	0.2821 NS
Error exp.	14	437408305.89	21243450.42		
Total	23	1727637568.26			

C.V. = 13.44%

** = Altamente significativo

* = Significativo

NS = No significativo

En el cuadro 24, se observa que la interacción entre los dos factores: variedad versus dosis no se encontró diferencias significativas, es decir, las variedades se comportan de manera similar con las diferentes dosis de biol, por lo que se infiere que estos factores son independientes para la variable rendimiento.

Contrariamente se observa con el factor variedad donde existen diferencias altamente significativas y en el factor dosis existen diferencias significativas sobre la variable rendimiento, para un mejor análisis se realizó la prueba de Duncan al 5%.

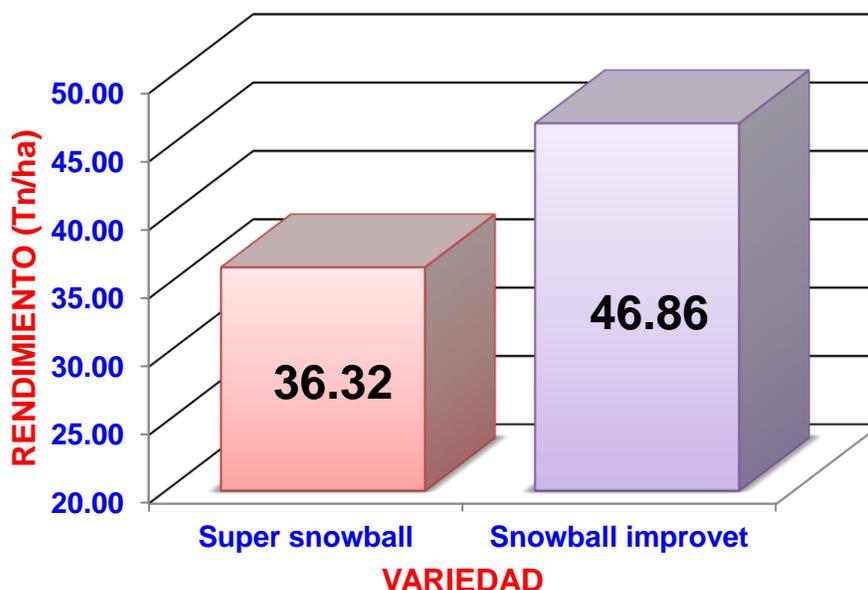
6.11.1 Comparación de medias para el factor variedad

Cuadro 25. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el rendimiento.

Variedad	Rendimiento (Tn/ha)	Duncan 0.05
Snowball improvet	46.86	A
Súper snowball	36.32	B

El cuadro 25, muestra los promedios de las variedades con su respectiva prueba de Duncan al 5%, el cual presento índices con diferentes letras, numéricamente la variedad Snowball improvet fue el que mostró el promedio más elevado con 46.86 Tn/ha en cambio la variedad Súper snowball mostro 36.32 Tn/ha que es el promedio más bajo.

Grafico 12. Promedio del rendimiento en variedades



Con respecto a las variedades el grafico 12, muestra los resultados obtenidos de manera clara donde la variedad Snowball improvet fue superior con 46.86 Tn/ha a comparación de la Súper snowball que obtuvo un promedio de 36.32 Tn/ha, esto podría atribuirse a la temperatura, fertilidad y humedad que juegan un rol muy importante en el comportamiento fisiológico del cultivo, al respecto (Rondo, 2004) afirma, que el factor temperatura, variabilidad genética y el potencial genético que presenta cada variedad inciden en el rendimiento productivo de la coliflor.

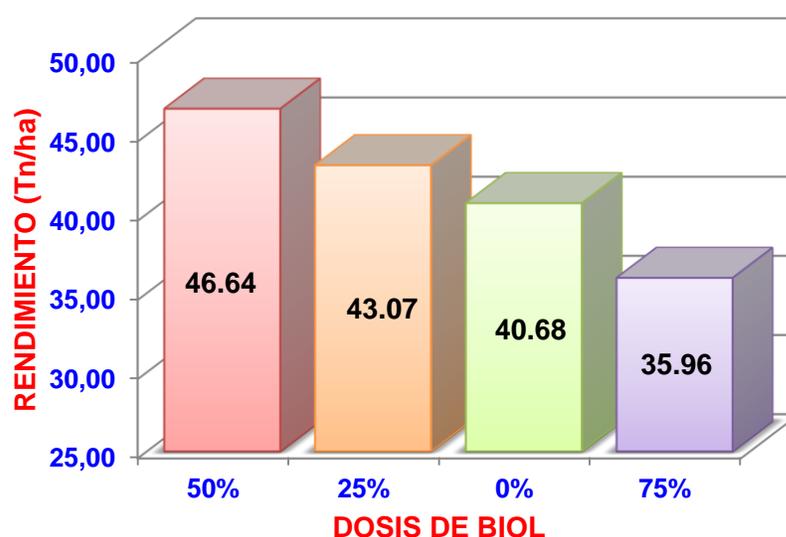
6.11.2 Comparación de medias para el factor dosis de biol

Cuadro 26. Prueba de Duncan del efecto de la dosis de biol sobre el rendimiento.

Dosis de biol (%)	Rendimiento (Tn/ha)	Duncan 0.05
50	46.64	A
25	43.07	A B
0	40.67	A B
75	35.96	B

Realizado la prueba de Duncan al 5%, el cuadro 26, para el factor dosis de biol, muestra que son diferentes estadísticamente, siendo la mejor dosis 50% alcanzando un rendimiento de 46.64 Tn/ha y el menor rendimiento promedio mostro la dosis 75% con un valor de 35.96 Tn/ha.

Grafico 13. Promedio del rendimiento en el factor dosis de biol



Como se aprecia en el grafico 13, el tratamiento que mejor rendimiento mostro fue con la dosis 50% un valor de 46.64 Tn/ha, seguido por la dosis 25% con 43.07 Tn/ha, y el que menor promedio mostro para esta variable fue con la dosis 75% un rendimiento de 35.96 Tn/ha. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol contiene nutrientes asimilables y fitohormonas que mejoran el rendimiento.

Al respecto Quino mencionado por Valdivia (2011), indica que el biol incrementa los rendimientos en un 30%, esto debido a compuestos bien importantes como son: **Nitrógeno** en forma de amonio; **aminoácidos** los que ayudan a la síntesis de tres productos como hormonas, enzimas y proteínas; **hormonas** como las auxinas y giberelinas; Vitaminas como citocininas, purinas, tiamina, riboflavinas y piroxinas; con un efecto repelente a las plagas y con un efecto en contra de las heladas.

Medina citado por Valdivia (2011), afirma que realizando trabajos con la aplicación de biol con diferentes cultivos, indica que el biol tiene un alto contenido de fitohormonas que mejora el rendimiento de los cultivos.

6.12 Análisis económico

6.12.1 Costos parciales

El cuadro 27, muestra los costos parciales de los distintos tratamientos, los cuales se realizaron en base a los rendimientos promedios de las dosis de biol en las dos variedades de coliflor, tomando en cuenta el precio por peso de pella, en el mercado que a la fecha de obtención del producto fue de 8 bolivianos por kilogramo de coliflor.

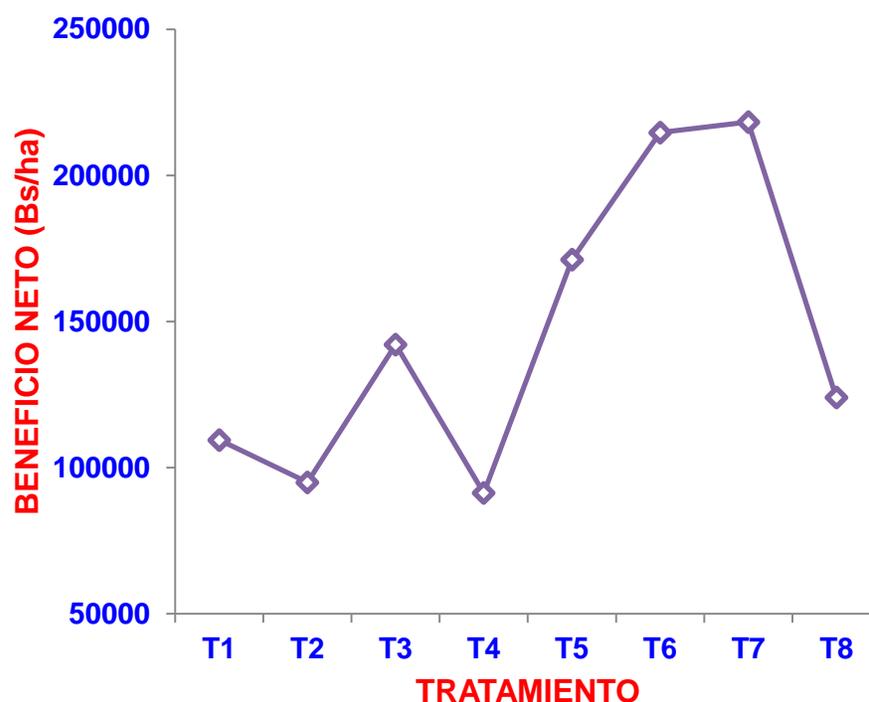
Para los costos variables, se tomó en cuenta los insumos que fueron costo de semilla, abonado, blanqueado, la mano de obra, la cual tiene comprendida todas las actividades realizadas en el área experimental y el riego utilizado durante todo el ciclo del cultivo.

Cuadro 27. Análisis de costos parciales

DETALLE	TRATAMIENTO							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
	V ₁ D ₀	V ₁ D ₁	V ₁ D ₂	V ₁ D ₃	V ₂ D ₀	V ₂ D ₁	V ₂ D ₂	V ₂ D ₃
Costo Variable								
Super snowball	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83
Snowball improvet	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83	595.83
Hilo	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Biol	7604.16	7604.16	7604.16	7604.16	7604.16	7604.16	7604.16	7604.16
Manejo de cultivo								
Almácigo	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Remoción de suelo	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Nivelado	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Surcado	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Transplante	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Refallado	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Labores culturales								
Riego	33333.33	33333.33	33333.33	33333.33	33333.33	33333.33	33333.33	33333.33
Deshierbe	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Aporque	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Aplicación de biol	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Deshoje	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Blanqueado	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Cosecha								
Recolección	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Selección	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Pesado y embolsado	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66	6666.66
Costos Fijos								
Picota	4166.67	4166.67	4166.67	4166.67	4166.67	4166.67	4166.67	4166.67
Chontilla	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33	3333.33
Rastrillo	1666.67	1666.67	1666.67	1666.67	1666.67	1666.67	1666.67	1666.67
Costo total de prod.	137129.16							
Rdto. (Tn/ha)	36.27	34.13	41.07	33.60	45.33	51.73	52.27	38.40
Rdto. Ajustado al 15%	30.83	29.01	34.91	28.56	38.53	43.97	44.43	32.64
Beneficio Bruto (Bs/ha)	246613.33	232106.67	279253.33	228480.00	308266.67	351786.67	355413.33	261120.00
Beneficio Neto (Bs/ha)	109484.17	94977.51	142124.17	91350.84	171137.51	214657.51	218284.17	123990.84
Relación B/C	1.80	1.69	2.04	1.67	2.25	2.57	2.59	1.90

Para el rendimiento ajustado como se aprecia en el cuadro 27, se utilizó el 15% de ajuste para compensar el rendimiento obtenido en la parcela experimental con el rendimiento del productor, que de acuerdo a las reglas propuestas por el CIMMYT (1988), debe ajustarse los rendimientos medios del 5 al 30%, dependiendo de las condiciones en las que se realizó el trabajo.

Grafico 14. Curva de utilidad neta del cultivo de la coliflor



El grafico 14, muestra la curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto según sus costos y beneficios. La curva es la representación gráfica de la variación de los beneficios en relación a los costos asociados a cada tratamiento.

En la curva de beneficios netos se observa que el tratamiento ($T_7=V_2D_2$) es el que tuvo la mejor rentabilidad con 218284.17 Bs/ha, seguido por $T_6=V_2D_1$ con 214657.51 Bs/ha, y la rentabilidad más baja se obtuvo en el tratamiento ($T_4=V_1D_3$) el cual tiene 91350.84 Bs/ha, esta diferencia es debido a que la variedad Súper snowball es de porte mediano en cuanto se refiere al diámetro de pella, el cual posiblemente afectó al rendimiento.

La relación beneficio-costo B/C es un indicador económico el cual indica que por cada boliviano invertido cuanto se gana y resulta de la división del beneficio bruto entre los costos totales (costos variables y fijos)

Dónde:

$B/C > 1$ es rentable

$B/C = 1$ sin utilidad

$B/C < 1$ no es rentable

El cuadro 28, nos muestra que el $T_7=V_2D_2$, es el que tiene mayor Relación Beneficio/Costo con 2.59, lo cual nos indica que por Bs 1 invertido, genera un retorno de 2.59 bolivianos por cada hectárea; seguido por el $T_6= V_2D_1$ con 2.57 bolivianos. Por otro lado también se puede observar que el $T_4= V_1D_3$ tiene menor rentabilidad con una Relación Beneficio/Costo de 1.67, lo que nos permite deducir que todos los valores obtenidos son mayores a 1, por lo tanto no existen pérdidas y el agricultor obtiene beneficios en todos los tratamientos.

Cuadro 28. Análisis de costos, relación Beneficio/Costo

Tratamiento	Ingreso Bruto	Costo Total	Ingreso Neto	Rel. B/C
$T_1 (V_1D_0)$	246613.33	137129.16	109484.17	1.80
$T_2 (V_1D_1)$	232106.67	137129.16	94977.51	1.69
$T_3 (V_1D_2)$	279253.33	137129.16	142124.17	2.04
$T_4 (V_1D_3)$	228480.00	137129.16	91350.84	1.67
$T_5 (V_2D_0)$	308266.67	137129.16	171137.51	2.25
$T_6 (V_2D_1)$	351786.67	137129.16	214657.51	2.57
$T_7 (V_2D_2)$	355413.33	137129.16	218284.17	2.59
$T_8 (V_2D_3)$	261120.00	137129.16	123990.84	1.90

Como se puede observar en el cuadro 28, todos los tratamientos tienen rentabilidad y que en ningún tratamiento se obtuvo pérdida, estos resultados, enfatizan que la variedad Snowball improvet y la dosis 50% en lo son prometedoras, pero no necesariamente son indicios suficientes para recomendar a los agricultores, estos estudios realizados sirven como referencia, sin embargo, su rentabilidad del cultivo permite incentivar, la necesidad de valorar e investigar con profundidad la producción a una tecnología apropiada.

Los resultados obtenidos pueden ser justificados, primero porque esta investigación: el cultivo fue desarrollado bajo carpa solar, también el área considerado que sin duda tiene una mejor posibilidad de manejo y control de factores que intervienen en la producción del cultivo como la humedad, riego, mejor distribución de abono utilizado y manejo apropiado.

Así también se justifica su factibilidad económica y social en el lugar que realizó la investigación, los costos obtenidos son producto de una regla de tres que se dio entre el cálculo total de la superficie trabajada en el estudio y la conversión directa a hectáreas.

VII. CONCLUSIONES

A través de las observaciones de campo y una vez efectuados los análisis e interpretaciones estadísticas en el presente trabajo, se llegan a las siguientes conclusiones:

- La variedad y el biol son dos factores muy importantes relacionados con el manejo del cultivo que intervienen sobre el mejoramiento del rendimiento, tamaño y la calidad del cultivo de la coliflor donde la variedad Snowball improvet (V_2) y la dosis 50% de biol es el que obtuvo el mayor rendimiento.
- Con respecto al porcentaje de emergencia en almacigo, la variedad que mejor respuesta mostro fue la Snowball improvet (V_2) con 85% y Súper snowball (V_1) con 79% que tuvo el menor porcentaje de emergencia.
- Desde el trasplante hasta la cosecha, la variable de respuesta número de hojas por planta, la variedad Snowball improvet (V_2) obtuvo el mayor número de hojas con 26 y la variedad Súper snowball (V_1) obtuvo menor número de hojas con 23.
- Para la variable diámetro de tallo, la variedad Snowball improvet (V_2) con 4.7 cm es el que mejor resultado mostro, en tanto la Súper snowball (V_1) solo obtuvo 4.2 cm. En cuanto a la dosis de biol, la mejor dosis fue $D_2=50\%$ con 5.1 cm, seguido por $D_1=25\%$ con 4.5 cm y por ultimo $D_3=75\%$ con un valor de 3.9 cm en diámetro de tallo.
- En cuanto a la variable altura de planta el análisis de varianza mostro significancia en el factor variedad y dosis por lo que se deduce que los factores son independientes. La variedad que mejor promedio obtuvo es Snowball improvet (V_2) con 75.7 cm y la variedad que menor resultado mostro es Súper snowball (V_1) con 71.9 cm. Con respecto a la dosis, la $D_2=50\%$ con 77.9 cm presento mayor altura, seguido por la $D_1=25\%$ con 74.1 cm, finalmente se tiene a la $D_3=75\%$ que obtuvo menor altura de planta con 70.4 cm.

- En relación al diámetro de pella el comportamiento de las variedades estudiadas fueron diferentes debido a las diferencias genéticas de cada variedad, donde, la Snowball improvet (V_2) presento un diámetro de pella mayor con 13.87 cm a comparación de la Súper snowball (V_1) con un diámetro de 11.29 cm.
- Para la variable días a la cosecha el análisis de varianza mostro significancia para factor variedad, donde el menor tiempo de días a la cosecha la obtuvo la variedad Súper snowball (V_1) con 96 días y la que mayor tiempo a la cosecha mostro fue la Snowball improvet (V_2) con 102 días en promedio.
- Con respecto a la variable peso de pella en el factor variedad la Snowball improvet (V_2) obtuvo el mayor peso promedio con 0.878 kg. En el factor dosis, los pesos más altos la obtuvieron $D_2=50\%$ y $D_1=25\%$ con 0.874 y 0.807 g respectivamente.
- En cuanto al rendimiento de pella se observó el mayor rendimiento con la variedad Snowball improvet (V_2) con 46.86 tn/ha y el menor con 36.32 tn/ha con la variedad Súper snowball (V_1). Para el factor dosis de biol también existe diferencias significativas, obteniendo la dosis $D_2=50\%$ y $D_1=25\%$ los rendimientos más altos con 46.64 y 43.07 tn/ha respectivamente, mientras el promedio más bajo la obtuvo la $D_3=75\%$ con un rendimiento de 35.96 tn/ha.
- En el análisis de costos, los mayores ingresos fueron obtenidos con la Snowball improvet y la dosis 50% un ingreso neto de 218284.17 Bs/ha.
- La relación B/C de los tratamientos del experimento, reflejan valores positivos mayores a 1, demostrando que el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios para el agricultor con los tratamientos $T_7 (V_2D_2)$ y $T_6 (V_2D_1)$ con valores de B/C = 2.59 y 2.57 respectivamente; el menor beneficio económico obtenido fue con los tratamientos $T_2 (V_1D_1)$ con 1.69 y $T_4 (V_1D_3)$ con un valor de 1.67. Concluyéndose de esta manera que todos los tratamientos llegan a cubrir los gastos realizados además de obtener de estos un beneficio económico adicional.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis y evaluación de los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo se establecen las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere realizar trabajos de investigación con otras variedades de importancia comercial, con el objeto de corroborar los resultados obtenidos en el presente trabajo.
- Se recomienda utilizar la dosis de biol al 50 y 25% con el fin de mejorar los rendimientos de pella en el cultivo de coliflor, pues con estas dosis se obtuvieron los mejores resultados.
- Realizar otros estudios sobre el comportamiento del cultivo utilizando biol en otros cultivos hortícolas.
- Realizar estudios tomando en cuenta otros factores de estudio por ejemplo densidad de siembra, niveles de fertilización, fertirrigación con biol, etc.
- Realizar un estudio de mercado de este cultivo, para determinar si una producción a mayor escala tendría una aceptación favorable en el mercado nacional.
- Se recomienda estudios de microbiología y síntesis orgánica del biol para conocer su composición.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Alanoca C. S. 2006. Efecto de la fertilización con biol en el cultivo ecológico de estevia (*Stevia rebaudiana*). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Avalos, T. F. 2003. Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* Var. *Cicla* L.) bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Avilés, D. 1992. Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones microclimáticas en el altiplano. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Baldivia, C. S. 2011. Efecto del biol y niveles de estiércol ovino en el comportamiento productivo de la cebolla (*Allium cepa*) variedad rosada criolla en la comunidad de Kasa Achuta. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Barrientos, A. E. 2002. Evaluación agronómica de dos factores de producción de coliflor (*Brassica oleracea* var *botrytis*) fertilidad y densidad. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba – Bolivia.
- Belmonte, A. I. 2011. Evaluar el efecto de las distancias de siembra y las dosis de ácido giberelico en la producción de coliflor híbrido (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) en ambiente protegido. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Calzada, J. 1990. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial jurídica. Tercera edición. Lima – Perú.
- Cajías, C. A. 2007. Efecto de poda en el rendimiento de vaina en dos etapas de desarrollo de dos variedades de arveja china (*Pisum sativum*), en ambiente

- atemperado, en la provincia Murillo. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Casagro.com. (2000). Servicios agropecuarios. Diseño web hondureño disponible en la página <http://www.dorisramon.com> FC. 29/01/03.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto interamericano de desarrollo. Tercera Edición. San José Costa Rica. IICA. Serie de libros.
- Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Lima – Perú. Editorial Milagros. Castaños, C. 1993. Horticultura manejo simplificado. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Texaco – México.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México. CIMMYT México.
- Chilon, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Calculo de dosis de fertilizante. Ediciones CIDAT. Primera edición. La Paz – Bolivia.
- Chura, D. 2004. Efecto de podas en zapallo. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Días, F. 1993. Defensa contra heladas en los invernaderos. Memorias de construcción y manejo de invernaderos. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.
- Domínguez, A. V. 1990. El abonado de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.
- Estrada, J. 1990. Carpas solares. Técnicas de producción para hortalizas. Centro de desarrollo y fomento al auto ayuda CEDEFOA. La Paz – Bolivia
- Gonzales, A. y Molina, E. 1996. Técnicas de cultivo en Brassicas agricultura, consultado el 10 abril de 2012. Disponible en [htm://www.caracteristicas del cultivo en España y Romanesco](http://www.caracteristicasdelcultivoenEspana.yRomanesco.com).

- Hartmann, L. F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Fundación para alternativas de desarrollo (FADES). Editorial FOCET Boliviano Ltda. EDOBOL. La Paz – Bolivia.
- Holle, M. y Montes, A. 1985. Manual enseñanza practica de producción de hortalizas. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Ediciones IICA. Primera Edición. San José Costa Rica.
- Huallpa, S. F. 2009. Comportamiento productivo de variedades de nabo (*brassica napus l.*) con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de la paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- INE, 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA 2008
- INFOAGRO, 2012. Coliflor, Cultivo y Manejo. Consultado 30 septiembre 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/coliflor.htm>
- INFOJARDIN, 2012. Huerto - Cultivo Coliflor – Coliflores. Consultado 30 septiembre 2012. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-coliflor-coliflores.htm>
- Lázaro, Ch. Z. 2007. Evaluación de la aplicación de biol en el cultivo de maca (*Lepidium meyenii Walp.*). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. La Paz – Bolivia.
- Limongelli, H. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Primera edición. Editorial Hemisferio del sur S.A. Buenos Aires – Argentina.
- Lorente, J. 1997. Horticultura. Editorial Idea Books S.A. España.
- Maroto, J. V. 1995. Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Madrid – España. Editorial Mundi Prensa.
- Medina, A. 1989. Proyecto biogás. UMSS – GTZ. Cochabamba – Bolivia.

- Medina, 1992. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos. Editorial mauro. Lima – Perú.
- Mejía, L. A. y Palencia, G. 2002. Abono orgánico manejo y uso en el cultivo de cacao. Corpoica.
- SENAMHI., 2010. Boletín Agroclimatológico. M.T.C.A.N. La Paz, Bolivia.
- Sánchez, C. 2004. Biohuertos, el cultivo en casa. Lima – Perú. Ediciones Ripalme.
- Quispe, C. D. 2005. Uso de biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo diferentes concentraciones en ambiente temperado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Quispe, G. 2004. Efecto del biol en el cultivo de pepinillo bajo diferentes concentraciones en ambiente atemperado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Ramirez, J. 1992. Cultivo de coliflor. Editorial AUMM. La Paz – Bolivia.
- Raymond, D. 1988. Cultivo practico de hortalizas. Quinta impresión. México D. F. Editorial Continental.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José – Costa Rica.
- Rondo, 2004. Comportamiento agronómico de tres variedades de coliflor (*Brassica Oleracea* L. var. *Botritys* L.), en dos distancias de plantación, bajo ambiente atemperado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Serrano, Z. 1979. Hortalizas de invernadero. Editorial AEDOS. Barcelona – España.
- Soria, F. M. J. Ferrera C, R. Etchevers, J. Alcantar, G. Trinidad, S. Borges, G. y Pereyda, P. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestion de

excreta líquida de cerdo. 10 de abril de 2012. Disponible en:
www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art353-362.pdf.

Terranova. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Editorial Terranova. Colombia.

Umterladstatter, K. R. 2000. La horticultura en el subtropico húmedo y subhúmedo de Bolivia. Primera edición. Santa Cruz – Bolivia. UAGRM. Facultad de Ciencias Agrícolas. Dirección de Carrera de Ingeniería Agronómica.

Valadez, L. A. 1993. Producción de hortalizas. Primera edición. México D. F. Editorial Limusa.

Vigliola, M. I. 1991. Manual de horticultura. Segunda edición. Buenos Aires – Argentina. Editorial Hemisferio del Sur.

ANEXOS

Anexo 1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA



REPÚBLICA DE BOLIVIA



DEPARTAMENTO DE LA PAZ



PROVINCIA MURILLO

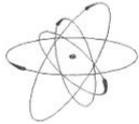


Las Lomas – Achumani
CARPA SOLAR
Colinas “AGROSOL”

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

ANALISIS FÍSICO-QUIMICO DE SUELOS



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

 INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
 UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

 INTERESADO : SONIA QUISPE PEREZ
 PROCEDENCIA : Dpto. LA PAZ, PALCA LAMIRPAMPA,
 ACHUMANI, Calle 29.

 N° SOLICITUD: 099 / 2010
 FECHA DE RECEPCION: 5 / julio / 2010
 FECHA DE ENTREGA: 21 / julio / 2010
 N° Factura : 3774 - 10

N° Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRABA %	CARBO NATOS LIBRES	pH En agua 1:5	pH en KCl1N 1:5	C.E mmhos/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT. BAS.	M.O. %	N Total %	P Asimilable ppm	
											Al+H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
421 / 2010	Muestra de suelo	42	23	35	F	0.0	P	6.1	5.7	0.206	0.70	18.5	5.82	1.97	2.1	28.3	29.0	97.6	8.88	0.46	108.78

OBSERVACIONES,-

 P Asim
 C.E.
 C.I.C.
 T.B.I.

 Cationes de Cambio: Calcio, magnesio y potasio extraídos con acetato de sodio 1 N. Sodio extraído con acetato de amonio 1N.
 Fosforo Asimilable.
 Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.
 Capacidad de Intercambio Catiónico.
 Total de Bases de Intercambio.

CARBONATOS LIBRES

 A Ausente
 P Presente
 PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

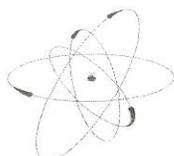
 F : Franco
 L : Limoso
 A : Arenoso
 Y : Arcilloso
 YA : Arcilloso Arenoso
 FYA : Franco Arcilloso Arenoso

 FA : Franco Arenoso
 AF : Arenoso Franco
 FY : Franco Arcilloso
 YL : Arcilloso Limoso
 FYL : Franco Arcilloso Limoso
 FL : Franco Limoso


 RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

Anexo 3

ANALISIS QUIMICO DE BIOL



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE FERTILIZANTES

INTERESADO : *SONIA QUISPE PEREZ*
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO.*

NUMERO DE SOLICITUD : *105 / 2010*
 FECHA DE RECEPCION : *14 / julio / 2010*
 FECHA DE ENTREGA : *30 / julio / 2010*

A G R O S O L

N° Factura : 3792 - 10

DESCRIPCIÓN : *BIOL*

N Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
490-01 /2010	Nitrógeno	0,16	%	
490-02 /2010	Fosforo	0,03	%	Espectrofotometría UV - Visible
490-03 /2010	Potasio	0,07	%	Emisión atómica
490-04 /2010	Calcio	0,05	%	Absorción atómica
490-05 /2010	Magnesio	0,11	%	Absorción atómica
490-06 /2010	Hierro	0,01	%	Absorción atómica
490-07 /2010	Sodio	0,04	%	Emisión atómica
490-08 /2010	Densidad	1,02	g/ml	Picnometría
490-09 /2010	pH	6,67	%	Potenciometría
490-10 /2010	CE	3,38	Mmhos/cm	Potenciometría
490-11 /2010	Materia orgánica	2,73	%	Walkley - Black

OBSERVACIONES.- CE : Conductividad eléctrica.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Anexo 4

REGISTRO DE TEMPERATURA

Días	MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1			7	24	6	26	3	28
2			5	26	4	26	4	25
3			4	24	3	24	4	26
4			6	23	1	24	2	25
5	10	25	6	25	2	21	4	26
6	9	23	5	21	-1	19	2	24
7	7	24	4	26	0	23	3	28
8	8	26	3	27	0	25	6	27
9	9	32	5	24	2	21	6	26
10	7	30	6	22	3	25	4	25
11	8	31	3	26	1	26	2	27
12	9	32	7	24	3	24	4	28
13	8	29	5	26	2	27	5	29
14	7	26	6	25	2	21	2	22
15	8	33	5	24	1	24	2	26
16	9	32	5	23	-1	26	4	27
17	7	31	4	26	-2	24	3	26
18	9	27	5	24	-3	24	2	25
19	9	32	4	23	0	22	3	23
20	8	32	7	24	1	24	7	22
21	11	26	5	26	3	26	3	27
22	9	33	5	26	2	23	1	22
23	8	30	4	24	0	24	4	25
24	7	29	3	21	1	22	6	26
25	9	31	3	23	-1	21	2	25
26	6	27	4	24	2	24		
27	7	28	3	25	2	25		
28	7	26	4	28	4	25		
29	6	33	5	26	3	26		
30	8	29	4	27	3	26		
31	6	27			2	26		
Promedios	8,00	29,04	4,73	24,57	1,45	24,00	3,52	25,60

Anexo 5

REGISTRO DE DATOS

Porcentaje de emergencia

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	82	82	80
	D1	79	81	78
	D2	80	80	79
	D3	85	61	75
V2	D0	89	86	89
	D1	86	87	85
	D2	85	83	86
	D3	81	81	80

Numero de hojas

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	24	27	23
	D1	26	23	21
	D2	21	26	22
	D3	24	23	21
V2	D0	25	24	25
	D1	24	25	25
	D2	27	29	25
	D3	27	27	26

Diámetro de tallo

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	3,4	3,5	3,6
	D1	3,1	3,7	3,5
	D2	4,2	3,7	3,6
	D3	3,4	3,2	4,0
V2	D0	3,2	4,3	4,0
	D1	3,1	3,6	3,5
	D2	3,2	3,6	3,6
	D3	3,1	3,5	3,6

Altura de planta

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	65,3	75,3	69,5
	D1	73,8	75,7	68,9
	D2	75,5	75,6	70,5
	D3	75,7	75,6	62,3
V2	D0	77	68,7	60,5
	D1	70,7	72,3	67,5
	D2	80,3	79,5	85,8
	D3	67,8	74,1	75,2

Diámetro de pella

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	9.1	12.2	12.2
	D1	12.2	12.1	11.9
	D2	10.8	10.1	12.3
	D3	12.2	12.0	8.4
V2	D0	14.2	14.2	14.2
	D1	12.4	15.3	10.4
	D2	17.8	11.2	14.3
	D3	14.5	14.5	13.4

Días a la cosecha

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	97	98	98
	D1	95	95	95
	D2	97	98	97
	D3	96	97	96
V2	D0	101	100	99
	D1	99	99	129
	D2	100	99	101
	D3	101	100	99

Peso de pella

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	0.644	0.730	0.663
	D1	0.775	0.652	0.502
	D2	0.910	0.751	0.649
	D3	0.600	0.593	0.702
V2	D0	0.997	0.732	0.810
	D1	1.003	0.811	1.102
	D2	1.001	0.856	1.080
	D3	0.702	0.657	0.792

Rendimiento

Variedad	Dosis	BLOQUE		
		I	II	III
V1	D0	34346.67	38933.33	35360.00
	D1	41333.33	34773.33	26773.33
	D2	48533.33	40053.33	34613.33
	D3	32000.00	31626.67	37440.00
V2	D0	53173.33	39040.00	43200.00
	D1	53493.33	43253.33	58773.33
	D2	53386.67	45653.33	57600.00
	D3	37440.00	35040.00	42240.00

Anexo 6

COSTOS DE ELABORACIÓN DE BIOL

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	SUB TOTAL (Bs)	TOTAL (Bs)
Contrucción de biodigestor					
Turril plástico (200 l cap.)	Pza.	1	200	200	
Nylon	m	2	5	10	
Manguera	m	1	1,5	1,5	211,5
Insumos para la elaboración de biol					
Estiércol bovino	kg	50		15	
Alfalfa			5	5	
Tripas de pescado	kg	2	2,5	5	
Adherente (1/2 l)	Pza.	1	30	30	55
Costo variable					
Mano de obra	Jornal	1	40	40	40
Total					306,5

Calculo del precio de biol en campo

$$\text{Precio de biol} = \frac{\text{Costo de producción de biol (Bs)}}{\text{Cantidad de biol producido (litro)}}$$

$$\text{Precio de biol} = \frac{306,5 \text{ (Bs)}}{84 \text{ (litros)}}$$

$$\text{Precio de biol} = 3,648 \text{ Bs/l}$$

$$\text{Precio de biol} \approx 3,65 \text{ Bs/l}$$

Anexo 7

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE COLIFLOR (120 M²)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	TOTAL (Bs)
Insumos				
Super snowball	g	5	1,43	7,15
Snowball improvet	g	5	1,43	7,15
Hilo	Ovillo	6	5	30
Biol	litro	25	3,65	91,25
Manejo de cultivo				
Almácigo	jornal	1	40	40
Remoción de suelo	jornal	3	40	120
Nivelado	jornal	1	40	40
Surcado	jornal	1	40	40
Transplante	jornal	2	40	80
Refallado	jornal	1	40	40
Labores culturales				
Riego	jornal	10	40	400
Deshierbe	jornal	2	40	80
Aporque	jornal	2	40	80
Aplicación de biol	jornal	1	40	40
deshoje	jornal	3	40	120
Blanqueado	jornal	2	40	80
Cosecha				
Recolección	jornal	2	40	80
Selección	jornal	2	40	80
Pesado y embolsado	jornal	2	40	80
				1535,55
Costos Fijos				
Picota	pieza	2	25	50
Chontilla	pieza	2	20	40
Rastrillo	pieza	1	20	20
				110
Total costos fijos				110
Total costos variables				1535,55
Costos parciales				1645,55
Costo total				1645,55

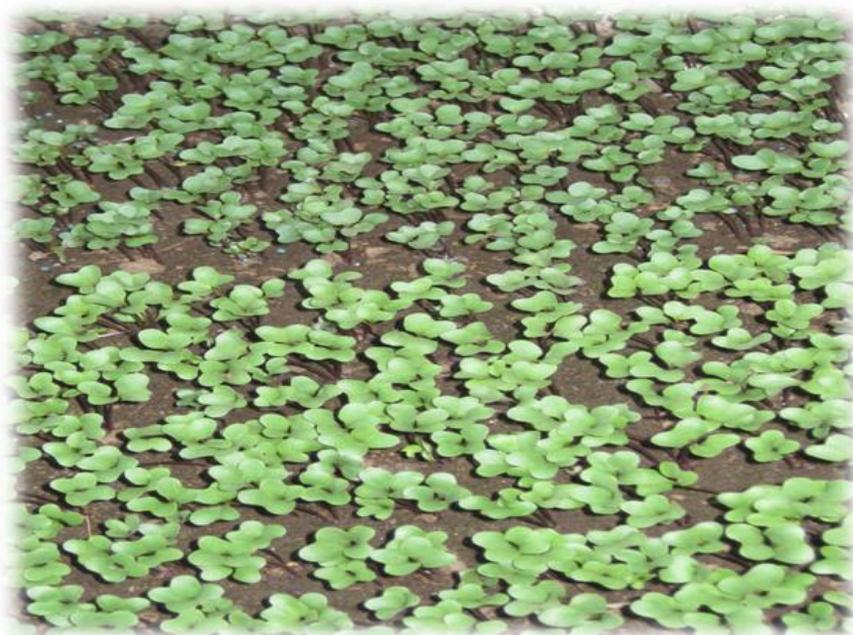
Anexo 8**Figura 1. Porcentaje de emergencia en almacigo****Figura 2. Trasplante a terreno definitivo**

Figura 3. Numero de hojas



Figura 4. Deshojado



Figura 5. Peso de pella



Figura 6. Diámetro de pella



Figura 7. Remoción y desmalezado



Figura 8. Formación de pella



Figura 9. Pella para la venta

