

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE DOS
VARIETADES DE BRÓCOLI, BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES EN
EL ALTIPLANO CENTRAL**

YUDDY CONDORI CONDORI

La Paz – Bolivia

2010

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

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE DOS
VARIETADES DE BRÓCOLI, BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES EN
EL ALTIPLANO CENTRAL**

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

YUDDY CONDORI CONDORI

Asesores:

Dr. Abul Kalam Kurban

Ing. René Calatayud Valdez

Tribunal Examinador:

Ing. Freddy Porco Chiri

Ing. Víctor Paye Huaranca

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

2010

INDICE GENERAL

	Página
Índice General.....	i
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Anexos.....	viii
Dedicatoria.....	ix
Agradecimientos.....	x
Resumen.....	xi
Summary.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.1.3. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Origen del Brócoli.....	3
2.2. Importancia del Brócoli.....	3
2.3. Componentes químicos nutritivos del Brócoli.....	4
2.4. Clasificación.....	5
2.4.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.4.2. Descripción fisiológica del Brócoli.....	5
2.4.3. Descripción morfológica del Brócoli.....	5
2.5. Cultivares de Brócoli.....	6
2.5.1. Fases del cultivo.....	6
2.5.2. Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.6. Características agronómicas del Brócoli.....	9
2.6.1 Características de la calidad de Brócoli.....	11
2.7. Distancia de siembra.....	12

2.8. Aplicaciones Foliares.....	12
2.8.1. Fitoestimulante multifoliar de macollo.....	13
2.8.1.1. Multifoliar de macollo.....	13
2.8.2.2. Composición química del multifoliar de macollo.....	15
2.8.2.3. Propiedades del multifoliar de macollo.....	15
2.8.3. Descripción de macro nutrientes en multifoliar.....	16
2.8.4. Descripción de micronutrientes en el multifoliar.....	16
2.8.5. Promotores de crecimiento en las fitohormonas vegetales.....	18
2.9. Importancia de los Macro nutrientes en las plantas.....	18
2.9.1. Nitrógeno (N).....	19
2.9.2. Fosforo (P).....	20
2.9.3. Potasio (K).....	20
2.9.4. Calcio (Ca).....	21
2.9.5. Magnesio (Mg).....	22
2.9.6. Azufre (S).....	23
2.10. Importancia de los micronutrientes en las plantas.....	23
2.10.1. Hierro (Fe).....	24
2.10.2. Manganeseo (Mn).....	25
2.10.3. Zinc (Zn).....	25
2.10.4. Cobre (Cu).....	26
2.10.5. Boro (B).....	27
2.10.6. Molibdeno (Mo).....	27
2.10.7. Cloro (Cl).....	28
2.10.8. Níquel (Ni).....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Localización.....	30
3.1.1. Ubicación geográfica.....	30
3.1.2. Características climáticas de la zona.....	31
3.1.3. Suelos.....	32
3.1.4. Intensidad y dirección de los vientos.....	32

3.1.5. Heladas.....	32
3.1.6. Vegetación.....	33
3.1.7. Actividades productivas.....	33
3.2. Materiales.....	34
3.2.1. Material biológico.....	34
3.2.1.1. Variedad Montecristo.....	34
3.2.1.2. Variedad Dalmira.....	34
3.2.2. Fuente Orgánica.....	34
3.2.3. Material de campo.....	34
3.2.4. Material de gabinete.....	35
3.3. Métodos.....	35
3.3.1. Metodología del estudio.....	35
3.3.2. Preparación del terreno.....	36
3.3.3. Toma de muestras de suelo.....	36
3.3.4. Análisis físico químico de suelo.....	37
3.3.5. Trazado de parcelas experimentales e identificativos.....	38
3.3.6. Siembra en almacigo.....	38
3.3.7. Trasplante a lugar definitivo.....	39
3.4. Evaluaciones periódicas.....	39
3.5. Labores culturales.....	39
3.5.1. Aporque.....	40
3.5.2. Deshierbes.....	40
3.5.3. Riego.....	40
3.5.4. Aplicación de fertilizante multifoliar a las hojas.....	41
3.5.5. Cosecha.....	42
3.6. Diseño Experimental.....	42
3.6.1. Modelo estadístico.....	42
3.6.2. Tratamientos.....	42
3.6.3. Medidas del área experimental.....	43
3.7. Parámetros de evaluación.....	44

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1. Análisis físico químico del Suelo.....	46
4.1.1. Textura.....	46
4.1.2. pH.....	46
4.1.3. Conductividad Eléctrica (C.E.).....	47
4.1.4. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).....	47
4.1.5. Materia Orgánica (M.O.).....	47
4.1.6. Macro y microelementos.....	48
4.2. Análisis de Variables agronómicas.....	48
4.2.1. Altura de la planta.....	48
4.2.2. Diámetro del tallo principal.....	51
4.2.3. Días a la formación de la cabeza (macollo).....	56
4.2.4. Días a la maduración Comercial.....	59
4.2.5. Peso de la Inflorescencia principal por planta (g).....	61
4.2.6. Rendimiento.....	64
4.2.7. Resultados del análisis económico.....	67
4.2.7.1. Resultados del análisis de dominancia.....	67
4.2.7.2. Curva de beneficios netos.....	68
4.2.7.3. Resultados de la Tasa de Retorno Marginal.....	69
4.2.7.4. Resultados de la Relación Beneficio Costo.....	70
5. CONCLUSIONES.....	72
6. RECOMENDACIONES.....	74
7. BIBLIOGRAFIA.....	75
8. WEBGRAFIA.....	80

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición química del Repollo, Brócoli, Coliflor en crudo en 100 g de porción comestible.....	4
Cuadro 2. Composición química del Brócoli, Coliflor, y Repollo cocidos en 100 g de porción comestibles.....	4
Cuadro 3. Clasificación según su ciclo de crecimiento.....	6
Cuadro 4. Composición de macro nutrientes de multifoliar.....	15
Cuadro 5. Composición de micro nutrientes de multifoliar.....	15
Cuadro 6. Parámetros meteorológicos del altiplano central.....	31
Cuadro 7. Análisis físico químico del suelo.....	37
Cuadro 8. Niveles de concentraciones en las dos variedades.....	43
Cuadro 9. Dimensiones del área experimental.....	43
Cuadro 10. ANVA de la altura de planta.....	48
Cuadro 11. Comparación de medias de la Altura de la planta del factor A y B...	49
Cuadro 12. ANVA para el diámetro del tallo principal.....	52
Cuadro 13. Comparación de medias del diámetro del tallo del factor A y B.....	52
Cuadro 14. Comparación de medias del diámetro del tallo de la interacción de los factores A y B.....	55
Cuadro 15. ANVA para los días de la formación de la cabeza.....	56
Cuadro 16. Comparación de medias de días de la formación de la cabeza de factor A y B.....	57
Cuadro 17. ANVA de los días a la maduración comercial.....	59
Cuadro 18. Comparación de medias de los días a la maduración	

comercial de Factor A y B.....	60
Cuadro 19. ANVA para el peso de la inflorescencia principal por planta.....	62
Cuadro 20. Comparación de medias del peso de la inflorescencia principal por planta de Factor A y B.....	62
Cuadro 21. Anva del Rendimiento.....	65
Cuadro 22. Comparación de medias del Rendimiento del Factor A y B.....	65
Cuadro 23. Análisis de dominancia.....	68
Cuadro 24. Tasa de Retorno Marginal.....	69
Cuadro 25. Relación Beneficio Costo.....	70

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fitoestimulante Foliar.....	13
Figura 2. Localización del área de estudio.....	30
Figura 3. Ubicación de la Granja de Cervecería Boliviana Nacional.....	31
Figura 4. Semilla certificada.....	35
Figura 5. Preparación del terreno.....	36
Figura 6. Parcelas experimentales.....	38
Figura 7. Siembra en almácigo.....	39
Figura 8. Labores culturales.....	40
Figura 9. Riego.....	41
Figura 10. Aplicación de Fertilizante multifoliar.....	41
Figura 11. Altura de la planta factor A.....	50
Figura 12. Altura de la planta factor B.....	51
Figura 13. Diámetro del tallo factor A.....	53
Figura 14. Diámetro del tallo factor B.....	54
Figura 15. Diámetro del tallo de la interacción A y B.....	55
Figura 16. Días de la formación de la cabeza factor A.....	57
Figura 17. Días de la formación de la cabeza factor B.....	58
Figura 18. Días a la maduración comercial del factor A.....	60
Figura 19. Días a la maduración comercial del factor B.....	61
Figura 20. Peso de la inflorescencia principal por planta (g) del factor A.....	63
Figura 21. Peso de la inflorescencia principal por planta (g) del factor B.....	64
Figura 22. Rendimiento del factor A.....	66
Figura 23. Rendimiento del factor B.....	67
Figura 24. Curva de beneficios netos.....	69

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Cálculo de niveles de dosis de Fitohormona, según requerimiento del Cultivo.
- Anexo 2. Medidas de la Unidad Experimental.
- Anexo 3. Análisis Físico Químico del suelo.
- Anexo 4. Costos Fijos.
- Anexo 5. Costos Variables (Bs/ha).
- Anexo 6. Total de costos de Producción por tratamiento (Bs/ha).
- Anexo 7. Fotografías.

Dedicatoria:

A Dios porque con amor me protege me fortalece y me guiaste, y a mi compañera Fanny por su cariño y respaldo en las circunstancias más complicadas de mi vida que me comprendió y me apoyó en todo momento.

Agradecimientos:

Agradezco a ti Dios por ser el más importante, agradecerte por la vida, por ayudarme, protegerme fortalecerme y nunca abandonarme, recordando que sin ti, ningún logro me sería posible.

A la “Universidad Mayor de San Andrés”, a los docentes de la Facultad de Agronomía y al personal administrativo, quienes contribuyeron en mi formación profesional, recibidas en todos los años de estudiante.

Por el apoyo técnico aportados en el presente trabajo, a mis asesores:

Dr. Abul Kalam Kurban,

Ing. René Calatayud Valdéz.

Por las observaciones acertadas en la presente investigación a mi tribunal examinador:

Ing. Freddy Porco Chiri.

Ing. Víctor Paye Huaranca,

Al Ing. Rubén Calle Director administrativo de la granja de la Cervecería Boliviana Nacional (C.B.N.) en Letanías, por su apoyo desinteresado en la culminación del presente documento.

Al personal de la granja de C.B.N en Letanías, por hacer agradable mi estadía.

A la persona en quien deposité mi confianza Ing. Javier Yana. Por estar en mis momentos de quietud y de incertidumbre y por apoyarme en la redacción del texto final.

A todos los compañeros que compartieron conmigo y por caminar a mi lado en la senda universitaria.

A todos ellos mis agradecimientos más sinceros.

Yuddy Condori Condori

RESUMEN

EL Presente trabajo de investigación fue realizado en letanías Provincia Ingavi del Departamento de La Paz - Bolivia.

La investigación consistió en la evaluación agronómica en dos variedades promisorios de Brócoli bajo la aplicación de fitoestimulante multifoliar en diferentes niveles de dosis. Para ello se consideró el diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde el factor de variedad se ubicará en parcelas principales y el factor de dosis en sub parcelas. Donde tenemos 8 tratamientos con 4 repeticiones y 32 unidades experimentales.

La parte experimental fue efectuado a campo abierto de 146.4 m² utilizando material vegetal semilla de Brócoli cultivares híbridos Dalmira y Montecristo. Almacigados a razón de 15 g/m² por cada variedad, procediéndose previamente a la desinfección del suelo 48 horas antes de la siembra, después de la germinación previa selección de las plántulas se procedió al trasplante en densidad de 0.30 a 0.30 m entre plantas y 0.35 a 0.35 m entre surcos.

Las evaluaciones se registraron semanalmente tomándose al azar cuatro plantas por unidad experimental después del transplante marcándose para posterior mediciones hasta la cosecha del cultivo.

La cosecha se efectuó por bloques a los 72 a 76 días después del trasplante cuando las plantas formaron inflorescencias compactas, con 20 cm de corte en el tallo de la cabeza comercial. Donde se registraron como variables de respuestas evaluadas la altura de la planta, diámetro del tallo principal, peso de la inflorescencia principal. Días a la formación de la cabeza principal, días a la maduración comercial, rendimiento.

Se procedió a la aplicación del fitoestimulante multifoliar en sus 3 niveles de dosis y un testigo, aplicados directamente a las hojas, una vez a la semana y en concentraciones de 0 ml, 20 ml, 60 ml, 100 ml en mochila de 15 litros de aspersor.

Se obtuvo mayor rédito económico en el T2,(20 ml.de multifoliar en la variedad Montecristo), con una relación de beneficio costo de 2.431.y el T4 (testigo y variedad Montecristo) obtuvo menor relación beneficio costo con 1.403, aun así fue rentable.

SUMMARY

The Present work gives investigation it was carried out in Letanias, county engrave he gives the department he gives The La Paz - Bolivia.

The investigation consisted on the agronomic evaluation in promissory two varieties he gives low Broccoli the application he gives fitoestimulante multifoliar in different levels he gives dose. For it was considered it the experimental design he/she gives at random blocks in parcels divided with four repetitions, where the factor gives variety it will be located in main parcels and the factor gives dose in sub. parcels. Where we have 8 treatments with 4 repetitions and 32 experimental units.

The experimental part was made to open field he gives 146.4 m² using material vegetable seed he/she gives broccoli hybrid cultivars Dalmira and Montecristo. Almacigados to reason gives 15 g/m² for each variety, being proceeded previously to the disinfections gives the floor 48 hours before the sidebar, after the germination previous selection he gives the plantlets you proceeded to the transplant in density he gives 0.30 to 0.30 m between plants and 0.35 to 0.35 m among rillses.

The evaluations registered taking at random four plants for experimental unit after the transplant marking weekly he stops later mensurations until the crop he gives the cultivation.

The crop was made by blocks at the 72 to 76 days after the transplant when the plants formed compact inflorescences, with 20 cm. give court in the shaft he gives the commercial head. Where they registered as variables he gives answers evaluates. La height he gives the plant, diameter he gives the main shaft, I weigh she gives the main inflorescence. Days to the formation he gives the main head, days to the commercial maturation, yield.

You proceeded to the application she gives the fitoestimulante multifoliar in their 3 levels he gives dose and a witness applied to the leaves directly a vs a week and in concentrations he gives 0 ml, 20 ml, 60 ml, 100 ml in backpack gives 15 liters he gives asperser.

Bigger yield was obtained with the concentration he gives 20 ml she gives multifoliar in all the variables, seeing the results can say that with this concentration there is but I develop they were also obtained bigger development in the variety Montecristo

1. INTRODUCCIÓN

En el altiplano boliviano uno de los desafíos es satisfacer las necesidades alimenticias y mejorar la economía del agricultor, tarea difícil, si se considera los problemas de escasa disponibilidad de agua de lluvia, deficiencia de nutrientes y heladas. Todos estos factores mencionados representan un serio problema causando la reducción de la producción agrícola.

Durante los últimos años ha crecido el interés en la producción de cultivos no tradicionales, sobre todo de aquellos cuyas perspectivas de mejorar la nutrición y la economía campesina, resulta interesante el consumo que alcanzan en ciertos mercados las hortalizas.

El cultivo del Brócoli (*Brassica oleraceae* var *Itálica*), es una de las hortalizas de mayor importancia principalmente por su mayor contenido nutricional en vitaminas, proteínas y sales minerales pudiéndose constituir de esta manera en una actividad atrayente para los agricultores.

Esta especie agrícola ha mostrado un alto grado de adaptación en valles de río abajo, Achocalla y parte del altiplano, debido a que esta hortaliza resiste las bajas temperaturas.

La producción de ésta hortaliza en los últimos años se ha centrado, debido a que tiene una demanda en el mercado y puede ser cultivado por el agricultor conjuntamente con otras hortalizas de hoja como la lechuga, acelga.

La aplicación de fertilizantes foliares es una actividad importante en la producción agrícola, cuya finalidad es restaurar todos los nutrientes que han sido extraídos por otros cultivos anteriores, a la vez mantener el equilibrio ecológico ya que es aplicado directamente a las hojas.

Con el presente trabajo de investigación se pretende evaluar el desarrollo y a la vez el rendimiento de dos variedades de Brócoli más cultivadas, con diferentes dosis de fitohormona multifoliar.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización foliar, de dos variedades de Brócoli bajo diferentes concentraciones.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la variedad de Brócoli más adecuada a la zona de estudio, con la aplicación de fertilizante fitoestimulante multifoliar.
- Identificar la dosis mas apropiada del fertilizante foliar y que mejor efecto tenga sobre el rendimiento de las dos variedades de Brócoli.
- Realizar el análisis económico parcial en relación beneficio costo para cada tratamiento propuesto.

1.1.3. Hipótesis

Ho = Ninguna de las dos variedades de Brócoli se adecua a la zona de estudio con la aplicación del fertilizante foliar.

Ho = No existe efecto sobre el rendimiento en las variedades de Brócoli en las diferentes concentraciones de fertilizante foliar.

Ho = La relación beneficio costo para cada tratamiento son iguales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del Brócoli

Valadez (1993), menciona que el cultivo del Brócoli es originario de Italia, pero su aparición es mas reciente que el repollo, col, coliflor y fue introducido a los Estados Unidos de Norteamérica en 1925 por emigrantes italianos.

Casseres (1984), indica que el Brócoli tiene un ancestro, en una planta silvestre que quizá llego al mediterráneo del Asia menor, a las peñas calcáreas de Inglaterra y costas de Dinamarca.

El Brócoli es una crucífera nativa de Asia occidental se desarrolló a partir de un repollo salvaje, mediante procesos de mejoramiento se transformó en lo que hoy se conoce (1)

2.2. Importancia del Brócoli

Lázaro (1982), menciona que la característica principal de esta hortaliza es el sabor particular, al ser ingerido en su preparación y el contenido de vitamina C, siendo mayor que otras hortalizas.

El Brócoli es una subespecie de las coles, cuya parte comestible esta constituida por las inflorescencias prematuramente desarrolladas, formando una pella redonda, tierna y generalmente verde, también son llamadas coliflores de invierno son mas rústicos y resistentes al frío (2)

Unterladstatter (2000), sostiene que el Brócoli posee propiedades medicinales por su alto contenido en hierro y es muy recomendado para controlar la diabetes, actúa beneficiosamente sobre los riñones, vesículas e intestinos, además de fortalecer las defensas del organismo. Estudios recientes atribuyen al Brócoli aptitudes anticancerígenos que contribuyen además a prevenir problemas prostáticos.

(1) <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>

(2) [http. Angelfire.Com/ia2/ingenieria agricola/Brócoli.Htm](http://Angelfire.Com/ia2/ingenieria agricola/Brócoli.Htm)

Fersini (1986), indica que de esta variedad solo se utiliza las inflorescencias para el consumo y no así las hojas, tiene un gran contenido de vitamina C, así como de otras vitaminas y minerales.

Cáceres (1984), menciona que el repollo, coliflor y el brócoli son tres hortalizas destacadas de la familia crucíferas cuyos requerimientos son parecidos, de las tres el repollo es el más importante por su amplia difusión y relativa facilidad de producción.

Vallejos (1995), sostiene que el brócoli tiene propiedades que ayudan a combatir el desarrollo de tumores cancerosos.

2.3. Componentes químicos nutritivos del Brócoli

Callizaya (2000), indica que el cultivo de esta hortaliza presenta un bajo contenido en cuanto a calorías, y tiene un alto contenido de aminoácidos y minerales.

Cuadro 1. Composición química del Repollo, Brócoli, Coliflor en crudo en 100 g de porción comestible

Cultivos	Agua (%)	Calorías (Kcal)	Proteína (mg)	Ca (mg)	Vit.A (UI)	Vit.C (mg)	Tiamina (mg)	Niacina (mg)	Riboflavina (mg)
Repollo	92.4	29	1.4	45	50	72	0.07	0.30	0.08
Brócoli	89.9	37	3.3	41	20	102	0.08	0.75	0.20
Coliflor	91.7	31	2.4	22	40	70	0.20	0.57	0.10

Fuente: Vigliola (1992)

Cuadro 2. Composición química del Brócoli, Coliflor, y Repollo cocidos en 100 g de porción comestibles

Cultivo	Agua (%)	Calorías (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Hidratos (%)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Vit.A (UI)	Vit.C (mg)	Niacina (mg)	Tiamina (mg)
Bróc.	91.3	26	3.1	0.3	4.5	88	62	0.8	50	90	0.8	0.2
Colif.	92.8	22	2.3	0.2	4.1	21	42	0.7	60	55	0.6	.08
Repo.	93.9	30	1.1	0.2	4.3	44	20	0.3	130	33	0.3	.04

Fuente: Vigliola (1992)

2.4. Clasificación

Según Cásseres (1984), indica que el Brócoli esta comprendido en el segundo grupo de los cultivos de tallos y flores.

Montes (1982), menciona que la clasificación de las olerizas conlleva a diferentes problemas debido a requerimientos ambientales y biológicos, ubicación taxonómica, técnicas culturales, tipo de producto, todo estos factores citados puede servir para clasificar las olerizas.

2.4.1. Clasificación taxonómica

Se clasifica de la siguiente manera al cultivo del Brócoli.

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledoneas)
Sub Clase	: Dillenidae
Orden	: Capareles
Familia	: Brassicaceae
Género	: Brassica
Especie	: <i>Oleraceae</i>
N. común	: Brócoli

Fuente: Valadez (1993)

2.4.2. Descripción fisiológica del Brócoli

Según Vigliola (1992), el crecimiento del Brócoli es anormal cuando las temperaturas son altas y otros factores ambientales, se retrasa la maduración y las cabezas producidas son disparejas, menos compactas y más descoloridas con sabor fuerte.

2.4.3. Descripción morfológica del Brócoli

Maroto (1995), menciona que es una especie bianual de hojas más estrechas y erguidas con pecíolos generalmente desnudos, inflorescencias con superficie más granulada constituyéndose en conglomerados parciales más o menos cónicos

que suelen terminar con este tipo de formación, el ápice compuesto de botones florados. Las flores son más pequeñas en forma de cruz, de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal, produce abundante semilla, redondas de color rosáceo, algo más pequeño que las otras coles.

Esta hortaliza presenta una raíz axomorfa, que puede ramificarse y llegar a formar una red muy tupida y extensa, el tallo ramificado desde el cuello y subterráneo puede perdurar cuando muere la parte aérea de las plantas. Las hojas por su forma se clasifican en simples, sin estipulas, la inflorescencia es del tipo “racimo compacto de flores hermafroditas actinomorfas”, se clasifica a la flor de la siguiente manera: Sépalos 4, pétalos 4 alternas, estambres 6, el fruto es del tipo cápsula especializada de dehiscencia longitudinal denominada silicua.

2.5. Cultivares de Brócoli

Cuadro 3. Clasificación según su ciclo de crecimiento

TIPO	CICLO	VARIEDADES
Precoz o tempranos	50 - 75 días	De cicco, Calabres.
Intermedio	80 - 120 días	Waltham, Atlantic
Tardíos	150 días	Green Duke
Cultivares Híbridos	90 - 110 días	Montecristo, Dalmira, Pirata

Fuente: (3)

2.5.1. Fases del cultivo

a) Crecimiento.

Donde la planta solamente desarrolla las hojas.

b) Inducción floral

La planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas, inicia la formación de la flor, de manera simultanea va brotando hojas de tamaño más pequeño, que en la fase de crecimiento.

(3) www.sakata.com.mx/paginas/Hibridos_Brocoli.htm

c) Formación de Pellas

La planta en la yema terminal desarrolla una inflorescencia, al mismo tiempo en las yemas axilares de las hojas esta ocurriendo la fase de inducción floral, con la formación de nuevas inflorescencias que serán bastante más pequeñas que la inflorescencia principal.

d) Floración

En esta fase los tallos que sustentan las inflorescencias inician un crecimiento longitudinal, con apertura de flores.

e) Fructificación

En esta fase es donde se forman las frutas "silicuas" y semillas.

2.5.2. Requerimientos edafoclimáticos

a) Clima

Valadez (1993), indica que el Brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos, así mismo puede tolerar heladas (-2 °C), siempre y cuando no se haya formado aun la inflorescencia, ya que esta es fácilmente dañada por las bajas temperaturas, el rango de temperaturas para la germinación es de 5 a 25 °C, pudiendo llegar a emerger a los 3 y 8 días respectivamente, las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25 °C, siendo la optima de 17 °C, a temperaturas de 0 °C o mayores a 30 °C, puede detener su desarrollo de la inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo para evitar la apertura de las yemas florales.

Vigliola (1992), asume que el desarrollo de inflorescencias, son ideales a temperaturas promedio de 15 °C, el Brócoli tiene los mismos requerimientos climáticos que el Coliflor, aunque es mucho más sensible al calor, resiste las heladas pero afectan a las inflorescencias, produciéndose manchas de color marrón que desmerecen la calidad comercial.

b) Suelo

El Brócoli es una especie de amplia adaptación en suelos, aunque tiene preferencia por los suelos profundos y francos. Pudiendo necesitar más nitrógeno en especial para el desarrollo de las yemas laterales. Se puede mejorar los rendimientos aplicando nitrógeno después de cortar la inflorescencia principal (Vigliola, 1992)

A la vez Sobrino (1989), indica que para una adecuada producción se requiere un pH lo más cercano a la neutralidad. El intervalo lo mas aconsejable esta entre 6.0 y 6.8, ya que es una planta poco tolerable a la acidez, se desarrolla en una amplia gama de suelos pero son preferibles los francos arcillosos y limosos profundos con buen contenido de materia orgánica y con una buena capacidad de retención de agua.

c) Fertilización del Brócoli

En la mayoría de los casos se recomienda la incorporación de estiércol o abonos verdes al suelo, suplementados mas tarde con aplicaciones de nitrógeno al lado del surco, sin embargo los abonos completos se usan en suelos mas pesados, mientras que en los suelos orgánicos solo se aplica nitrógeno disueltos (Cáceres, 1980)

Se suele incorporar como abono orgánico gallinaza en la proporción de 20000 kilos por hectárea con resultados satisfactorios. Los aportes en abono en cobertura se hacen varias veces, teniendo presente que cuando se inicie la formación de la inflorescencia se deben cortar las aportaciones de abono nitrogenado, para que estas cierren bien de forma que se obtengan inflorescencias firmes y compactas. Igualmente el potasio tiene gran importancia en la formación de inflorescencias firmes (Japón, 1986)

Ramírez (1995), menciona que el cultivo del Brócoli requiere de 60 - 20 - 50 N, P, K. Por otro lado, Vigliola (1986), sostiene que el brócoli necesita más nitrógeno al desarrollar las yemas laterales después de cortar la cabeza principal.

2.6. Características agronómicas del Brócoli

a) Siembra

Según Maroto (1995), la siembra se realiza en almácigos según la zona de ciclo productivo que quiera cubrirse, la variedad. La siembra se realiza en pequeños surcos de 2 cm de profundidad, la cantidad de semilla empleada es variable según las variedades, puede utilizarse entre 1.5 y 3 g/m²

La siembra de Brócoli se inicia en almacigo para su posterior trasplante al lugar definitivo y que la época de siembra es similar a la del Coliflor, pero existe una mayor elasticidad (Vigliola, 1992)

Valadez (1993), menciona que al igual que el Coliflor, el Brócoli puede sembrarse en forma directa utilizándose comercialmente aun mas la siembra directa, en la siembra directa se recomienda utilizar la sembradora de precisión que consume un promedio de 2.0 a 3.5 lb/ha.

La siembra se la debe realizar de preferencia en bandejas llenas de suelo rico en materia orgánica. Las semillas deben ser colocadas a 1 cm de profundidad siendo necesario el sombreado por lo menos hasta una semana después de la germinación.

b) Riego

El Brócoli es una hortaliza que requiere bastante humedad en el almacigo y luego del trasplante, es necesario regar diariamente hasta que los plantines se establezcan en el lugar definitivo. También cita Valadez (1993), que es importante mencionar que su etapa critica es cuando las plantas están pequeñas (edad aproximada 30 a 45 días) y es donde se debe tener un riego frecuente (Unterladstatter, 2000)

c) Aporque y escarda

Valadez (1995), afirma que es importante la practica de la escarda, cuyo objetivo principal es oxigenar y aflojar el suelo, se recomienda realizar las escardas necesarias, sobre todo cuando los suelos son arcillosos (pesados), esta labor se

realiza antes de cada riego, y/o fertilización nitrogenada, luego dejar pasar 1 o 2 días para que se oxigene el suelo y después fertilizar cuando sea necesario.

d) Cosecha

Según Vigliola (1992), menciona que esta operación se lleva a cabo manualmente cortando con un cuchillo las cabezas acompañadas por algunas hojas envolventes.

Después del trasplante a unos 62 días para adelante están listas las inflorescencias para ser cosechadas (cabezas bien compactas), esto debe hacerse antes que la cabeza principal abra las flores, después de esta cosecha aparecen los brotes laterales, que tan bien son de buena calidad alimenticia.

e) Rendimiento

Según Ospina (1995), una producción de 36.000 kg/ha se considera normal. También Vigliola (1986), manifiesta que el rendimiento total oscila entre 10 y 20 t/ha.

f) Almacenamiento y comercialización

El Brócoli y la Coliflor se almacenan pero no es común, se comercializa en cajones de madera, las cabezas y los tallos cortados se atan en manojos (Vigliola, 1986).

Ospina (1995), menciona que las pellas o inflorescencias se consumen frescas o en curtidos en sopas, ensaladas, guisos o como decorativas con sus hojas.

g) Plagas

Según Ospina (1995), describe que este cultivo es susceptible a las siguientes plagas.

Babosas (*Deroceras* sp., *Limas* sp. y *Milax* sp)

Éstos moluscos se alimentan de las hojas, perforan y ensucian el follaje, se controlan con cebos envenenados de metaldehídos o con espolvoraciones del mismo producto.

Desfoliadores gusano anillado (*Loptophobia aripa*).

Las larvas recién eclosionadas se alimentan del follaje dejándolo translucido, cuando están bien desarrollados dejan perforaciones.

Polilla de las coles (*Plutella* sp. y *lostella* L.).

El daño se caracteriza por perforaciones irregulares en el follaje, se controla biológicamente con la ayuda del *Apanteles* sp.

Gusano Santamaría (*Maenas* sp.).

La larva puede llegar a esqueletizar el follaje, su presencia es ocasional.

j) Enfermedades

Pie negro (*Poma Lingam Tode*).

Se observa una lesión de forma ovalada de color café claro, deprimido en la base del tallo, y sobre las hojas aparecen manchas de color café circulares, las plantas se marchitan y se vuelcan (Messiaen, 1967)

Podredumbre negra o bacterial (*Xanthomonas campestris pam*)

Se observa manchas clorofilaza en los bordes de las hojas y nervaduras ennegrecidas. Se recomienda desinfectar semilleros con agua caliente a 50 °C, por 30 minutos (Anaya, 1999)

Mildeo veloso (*Peronospora parasitica peerson*)

En las hojas se observan vellos blanquecinos y se produce un amarillamiento en la parte superior de las hojas y posteriormente en la corola de las hojas, se controla con productos de cobre (Herbas, 1981)

2.6.1 Características de la calidad de Brócoli

Para determinar la calidad de Brócoli se toman las siguientes características: Inflorescencias mayores a 10 cm, de diámetro pertenecen a la categoría "A" y las inflorescencias menores a 10 cm, son de la categoría "B", también influyen las características externas como color, forma y grado de madurez (Vigliola, 1986)

A la vez Cásseres (1984), indica que en el Brócoli el verde intenso y la compactibilidad son características deseables. El mercado acepta inflorescencias de menor tamaño y aun si estuviesen atados en un manojo, pueden ser de calidad excelente.

2.7. Distancia de siembra

Las distancias utilizadas pueden ser de 30 x 30, 40 x 40, o 50 x 70 cm entre hileras y 20, 30 o 40 cm entre plantas si se desea una producción de cabezas centrales solamente se justifica disminuir el espaciamiento (Vigliola, 1992)

El mismo autor menciona que en general cuando disminuye la distancia, los rendimientos de una sola cosecha aumentan y el peso de la inflorescencia se reduce, pero la inflorescencia no es la misma en todos los cultivares.

2.8. Aplicaciones Foliars

Las aplicaciones foliars es el método más eficiente de suministro de micro nutrientes y macro nutrientes que son necesarios e indispensables para la planta.

La efectividad de la fertilización foliar depende de un gran número de medidas, de la cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie y de su traslado por los conductos flemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica, estas sustancias nutritivas deben de atravesar la cutícula, las paredes y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja (Chilon, 1997)

La fertilización foliar es el método de aplicación de nutrientes, puede emplearse como un complemento de la fertilización básica del suelo, no es común utilizarlo como reemplazo de sistemas convencionales de fertilización, ya que las unidades de nutrientes aplicadas en cada pulverización deben ser bajas por los riesgos de provocar alguna lesión a los tejidos (Kramarovsky, 1987)

Según Bolivian Organic (1997), recomienda y justifica la fertilización foliar en las siguientes situaciones específicas.

- Cuando el cultivo esta sobre suelos con gran capacidad de fijación o inmovilización de nutrientes.

- En periodos de desarrollo de la planta críticos para un determinado elemento.
- En condiciones desfavorables como periodos de sequía que impiden la absorción de elementos.

2.8.1. Fitoestimulante multifoliar de macollo

2.8.1.1. Multifoliar de macollo

a) Generalidades

Es un producto especialmente para obtener mayor desarrollo y crecimiento de las plantas. Estimula el desarrollo radicular y permite una mejor nutrición a la acción metabólica del cultivo obteniendo un excelente “macollamiento”.



Figura 1. Fitoestimulante Foliar

Es un fertilizante foliar líquido, denso altamente humectable con agua, representa un nuevo y eficaz medio para incrementar las cosechas; sus principales

componentes son elementos mayores N.P.K., micronutrientes, fitohormonas y un humectante que facilita la absorción a través de las hojas y llevarlo a todo el sistema radicular de la planta, ideal para los cultivos de arroz, soya, trigo, algodón, papa, flores y en cantidad para las hortalizas.

b) Compatibilidad

El multifoliar de macollo es un producto compatible con la mayoría de los productos bioestimulantes, hormonas, fungicidas, insecticidas, a excepción de los productos que tienen reacción alcalina.

Este producto hormonal estimula y permite a la planta utilizar mejor los elementos nutritivos pero debe utilizar de acuerdo al cuadro de dosificación del producto.

c) Tratamiento preventivo

Para estimular el crecimiento normal de la planta mejorando su calidad y obteniendo mejores rendimientos.

d) Tratamiento curativo

En casos de crecimiento lento o insuficiente y cuando los síntomas de carencia están claramente visibles el multifoliar proporciona la rápida absorción de elementos carentes, con una pronta recuperación del cultivo.

e) Forma de aplicación

Usar de 60 a 130 ml. de multifoliar por 15 litros de agua en los cultivos establecidos aplicar al follaje y en las camas de almácigos se aplica directamente al suelo.

El abono foliar es adsorbido de inmediato por las plantas y se puede comprobar su eficacia a partir del cuarto día al verse las hojas mas verdes y con un desarrollo mas rápido y aparición de nuevos brotes.

2.8.2.2. Composición química del multifoliar de macollo

Cuadro 4. Composición de macro nutrientes de multifoliar

Nitrógeno	N	11 g/l.
Fósforo	P ₂ O ₅	0.8 g/l.
Potasio	K ₂ O	0.6 g/l.

Fuente: Agrícola Peruana (2009)

Cuadro 5. Composición de micro nutrientes de multifoliar

Magnesio	Mg	0.5 g/l.
Fierro	Fe	0.026 g/l.
Cobre	Cu	0.03 g/l.
Zinc	Zn	0.03 g/l.
Boro	B	0.05 g/l.
Fitohormonas	Trazas	Trazas
Coadyuvantes		30 g/l.

Fuente: Agrícola Peruana (2009)

2.8.2.3. Propiedades del multifoliar de macollo

Físicas

Induce al desenvolvimiento de la raíz y condiciona mejor las cantidades de hoja, el incremento es facilitado debido al mejor aprovechamiento de la absorción de nutrientes, aumentando la capacidad de retención de elementos nutritivos del suelo.

Químicas

Aumenta la respiración y absorción de nutrientes debido a reacciones químicas, proporcionando a las plantas alguna resistencia a las enfermedades. De alguna forma puede corregir el pH del suelo por medios de intercambio cationico (Agrícola Peruana, 2009)

2.8.3. Descripción de macro nutrientes en multifoliar

Nitrógeno

Es el elemento más importante en la nutrición vegetal, es el elemento mas requerido por los vegetales es un componente de las proteínas, ácidos nucleicos es el único elemento que no se dispone de la roca madre, a la planta da coloración verde favorece en el crecimiento de la hoja estimula el crecimiento prematuro. La carencia de este elemento da coloración verde pálido amarillento y retrasa el crecimiento.

Fósforo

Es uno de los macro nutrientes esenciales. Esta esencialidad es debida a que entra a formar parte de los ácidos nucleicos, fosfolipidos y otros componentes del material celular, así como por ser el elemento clave en el transporte de energía y por intervenir en la respiración, fotosíntesis. El fósforo induce en la formación de un activo y potente sistema radicular, estimula la rápida formación y crecimiento de raíces, la carencia se manifiesta de hojas color púrpura o rojas.

Potasio

Es uno de los elementos esenciales mayores, es decir, que en mayor cantidad se encuentra en las plantas. Su presencia regula fenómenos o procesos vitales como: economía del agua, metabolismo de glúcidos y proteínas en este sentido, incide en la absorción vía radicular y foliar, en la apertura y cierre de estomas y resistencia de las plantas a la salinidad, sequía y frío, regula la turgencia celular, por otro lado, también aumenta el mayor vigor de las plantas estimula la formación de tallos fuertes, la carencia se manifiesta como perdida de vigor y fruto descolorido (Restrepo, 2001)

2.8.4. Descripción de micronutrientes en el multifoliar

Magnesio

Este elemento en las plantas fomenta la fotosíntesis es el principal elemento de la clorofila, la carencia de este elemento en los vegetales incide en la clorosis de las

hojas viejas y el exceso de este elemento hace que haya una menor absorción de calcio y potasio.

Boro

Este micronutriente en forma de borato suele estar en una concentración de 0.1 a 2.5 ppm, las cantidades de boro en las plantas son variables y puede ser tóxico en exceso dependiendo del cultivo del que se trate. El boro facilita el transporte de azúcares a través de la membrana, también se afirma que está involucrado en la síntesis de auxinas.

Hierro

Micronutriente que es absorbido en forma de ferrosa y férrica y como quelatos, fisiológicamente interviene en muchas proteínas e interviene en la síntesis de ácidos nucleicos, la sintomatología que presenta los cultivos por deficiencia del hierro es clorosis en las hojas jóvenes, raíces cortas muy ramificadas.

Cobre

Este microelemento es absorbido por las plantas como catión, un exceso ocasiona efectos tóxicos, el cobre desempeña acciones catalíticas en las plantas y en diversas enzimas, oxidasa y ácido ascórbico, la deficiencia se manifiesta como necrosis de las hojas, la muerte regresiva de los frutales en donde las hojas se marchitan y caen.

Zinc

Micronutriente que es absorbido en forma catiónica, en cantidades pequeñas, es común en el suelo hasta de 1 ppm. Fisiológicamente la planta lo utiliza en muchas enzimas como deshidrogenasas, proteinasas y peptidasas. Posiblemente una deficiencia repercute en el ARN y en los ribosomas, tiene directa relación con la síntesis de ácido indolacético. La deficiencia se manifiesta como la atrofia y reducción de hojas, las yemas con poco vigor vegetativo.

Fitohormonas

Es un bioestimulante de los procesos naturales del metabolismo de las plantas; incrementa la actividad enzimática, favorece la síntesis de las proteínas y de los hidratos de carbono, induce la acumulación de diversas vitaminas. Las fitohormonas en las plantas estimulan algunas actividades fisiológicas, al ser aplicado en el follaje de los cultivos permite aumentar la cantidad e incrementar la capacidad de fotosíntesis, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas (Medina, 1992)

2.8.5. Promotores de crecimiento en las fitohormonas vegetales.

Auxina

La auxina incrementa el control osmótico de las plantas, aumenta la permeabilidad celular, aumenta la síntesis del ácido ribonucleico y aumenta la concentración de oxígeno en la planta.

Citoquinina

La citoquinina interviene más cuando se forma las células hijas, realiza su efecto en la división celular, está relacionado con la presencia de auxina.

Giberelina

Las giberelinas son fitorreguladores de crecimiento de origen natural, las producen numerosos hongos, induce el alargamiento de diferentes órganos de la planta tales como el alargamiento del tallo, floración, periodo de letargo de las semillas, favorece el engorde y uniformidad del fruto, se adelanta la cosecha. Actúa principalmente sobre los tejidos meristemáticos modificando la actividad fisiológica de la planta.

Coadyuvantes

Componentes de aceite mineral parafínico que mejora la adherencia, persistencia y aumenta el poder de mojar el follaje (Restrepo, 1998)

2.9. Importancia de los Macro nutrientes en las plantas

Entre los macro nutrientes se tiene:

2.9.1. Nitrógeno (N)

Es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; si añadimos que los suelos suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. Tiene implicaciones en la contaminación ambiental por nitratos.

Las formas de absorción del nitrógeno son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). Existe también la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico N_2 , en la simbiosis entre leguminosas y bacterias tipo *Rhizobium* (4)

Síntomas de deficiencia

- Las plantas deficientes de N son más pequeñas de lo normal
- Clorosis en las hojas adultas (el nitrógeno se transporta de hojas adultas a hojas más jóvenes debido a su alta movilidad)
- Algunas plantas como el tomate o el maíz muestran una coloración purpúrea causada por la acumulación de pigmentos antocianos.
- Aumento de la concentración de azúcares
- Menor crecimiento foliar frente al desarrollo radicular.
- Disminución de tamaño celular.
- Disminución de síntesis de proteínas.
- La floración queda muy restringida con notable reflejo en la fructificación.
- Las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos
- El crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse.
- Se adelanta la floración y la maduración. (4)

(4) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/nitrogeno.htm>

2.9.2. Fosforo (P)

Es un nutriente de baja disponibilidad en el suelo, a pesar de ser relativamente abundante. Después del nitrógeno, es el que más gasto supone como abono de los cultivos.

Su absorción radicular es activa y rápida.

Se absorbe principalmente como H_2PO_4^- en suelos con pH inferior a 7.0 y como HPO_4^{2-} en suelos básicos.

Un factor que facilita la absorción del fósforo es la presencia de micorrizas, hongos del suelo que se asocian a las raíces (5)

Síntomas de deficiencia

- Presenta clorosis primero en las hojas adultas debido a su movilidad
- Las plantas presentan enanismo y un color verde intenso. Puntas de hoja necróticas.
- Caída prematura de las hojas.
- Pigmentación rojiza en las hojas, en el envés de las hojas de tomate
- La madurez se ve retardada aunque depende de la relación nitrógeno/fósforo, ya que un exceso de nitrógeno la retarda y la abundancia de fósforo la acelera
- Necrosis en pecíolos y frutos.
- Fallos en la fecundación de flores y cuajado de frutos.
- Escaso vigor. (5)

2.9.3. Potasio (K)

Elemento relativamente abundante en la naturaleza. Es junto a N y P, de los más utilizados como fertilizantes inorgánicos.

(5) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/fosforo.htm>

El potasio se encuentra en los suelos como componente de la roca madre en forma de silicatos, en el interior de las láminas de la arcilla, fijado al complejo arcillo-húmico y en la disolución del suelo. Únicamente el que está en la disolución de suelo, es el asimilable por las plantas.

Su absorción es activa y rápida, en forma de catión potasio.

Síntomas de deficiencia

Los primeros síntomas de clorosis por deficiencia de K se aprecian en las hojas adultas, típico de la deficiencia de un nutriente móvil.

La deficiencia de K provoca clorosis en los espacios intervenales de las hojas, llegando a producir manchas necróticas en el ápice y bordes de la hoja.

Las plantas con un menor aporte de K presentan una mayor susceptibilidad al ataque de patógenos en la raíz y una mayor fragilidad en los tallos. A veces se observan síntomas de marchitamiento o de "sauce llorón" o de pérdida de turgencia.

También puede provocar un acortamiento de entrenudos (planta achaparrada), hojas con tonalidad verde azulada, márgenes resecos y manchas pardas.

Los frutos, o productos agrícolas en general, deficientes en K son más sensible a los ataques fúngicos (6)

2.9.4. Calcio (Ca)

Es un elemento relativamente abundante en la corteza terrestre. En la célula vegetal se encuentra fuera del citoplasma. Juega, entre otros, un papel hormonal o de segundo mensajero. Se adiciona en el encalado de suelos ácidos.

Absorción pasiva, como ion divalente Ca^{2+} .

Es el catión intercambiable más dominante en el suelo fértil. La mayor parte se encuentra como forma no intercambiable unido a otros minerales o como carbonato cálcico. Por medio de la cal, se puede regular el pH del suelo.

(6) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/potasio.htm>

Un suelo ácido contiene gran cantidad de H^+ que pueden ser intercambiables por iones Ca^{++} , aumentando el pH

Síntomas de deficiencia

Síntomas de deficiencias son siempre más evidentes en tejidos jóvenes y zonas meristemáticas de raíces tallos y hojas, por su baja movilidad.

Necrosis en frutos y disfunciones en la estructura física de la planta.

Produce malformaciones en frutos.

Hojas jóvenes encorvadas, mueren comenzando por el ápice y los bordes.

Acortamiento de las raíces.

Muerte del tallo comenzando por la yema terminal (7)

2.9.5. Magnesio (Mg)

Es un elemento relativamente abundante en la corteza terrestre, y se estudia asociado al calcio, potasio y sodio. En planta es significativo su papel como constituyente de la molécula de clorofila.

Absorción mayoritariamente pasiva en forma catiónica divalente, Mg^{2+} .

Se comporta como un elemento muy móvil tanto en la célula como en toda la planta.

Participa en el intercambio catiónico con el resto de cationes osmóticos. En suelos es un elemento menos abundante que el calcio.

Síntomas de deficiencia

La deficiencia de Mg produce síntomas de clorosis intervenal, a veces moteado clorótico, en toda la planta, dado que se trata de un nutriente muy móvil. Puede producir manchas necróticas en la lámina foliar.

Puntas y bordes de hojas curvadas hacia arriba (8)

(7) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/calcio.htm>

(8) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/magnesio.htm>

2.9.6. Azufre (S)

El azufre es el nutriente relativamente menos investigado debido a la falta de carencia de azufre en los cultivos y acompañante de otros abonos y plaguicidas.

Puede absorber por los estomas en forma de dióxido de azufre y así puede ser absorbido por la planta. No obstante el SO₂ se considera un agente contaminante atmosférico, que proviene de la combustión de carbono fósil, que hace disminuir el proceso fotosintético al disminuir la clorofila.

El sulfato, al igual que el nitrato, una vez dentro de la planta se asimila, fundamentalmente en hojas, antes de incorporarse a un esqueleto de carbono o molécula orgánica (9)

Síntomas de deficiencia de Azufre

Las plantas con deficiencia de azufre sufren clorosis generalizada que incluye los haces vasculares, seguida de formación de pigmentos antociánicos.

El azufre no es tan móvil como el N, K y P, y los síntomas de la deficiencia se aprecian primero en las hojas jóvenes puntos de crecimiento.

Las plantas con un aporte deficitario de S presentan un menor crecimiento, y los tallos se hacen rígidos y quebradizos.

Algunos cultivos sufren defoliaciones.

La deficiencia de S provoca una acumulación de hidratos de carbono y de nitratos que no se pueden asimilar debidamente.

Las hojas tienden a arrugarse a medida que la deficiencia de S progresa (9)

2.10. Importancia de los micronutrientes en las plantas

Se considera micronutrientes a los elementos esenciales cuya concentración en plantas es menor a 0.1% en peso seco. Actualmente se considera micronutrientes a los siguientes elementos: Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Boro, Molibdeno, Cloro, Níquel.

(9) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/Azufre.htm>

Los micronutrientes metálicos (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Ni) tienen algunas características en común:

Las funciones de los micronutrientes metálicos en planta son más bien metabólicas anticipando en la regulación enzimática, formando parte constitutiva de la enzima o actuando como coenzima, o en funciones redox (10)

2.10.1. Hierro (Fe)

Micronutriente ligado a la clorosis férrica, de contenido elevado en suelos pero de muy baja disponibilidad para la planta.

La absorción de Fe en suelos calizos es problemática debido a que su solubilidad a pH básico es muy baja.

La planta lo absorbe de forma activa, como Fe²⁺, después de ser reducido el Fe³⁺, por una reductasa férrica en el exterior de la raíz (11)

Síntomas de deficiencia

Clorosis intervenal en las hojas jóvenes (elemento poco móvil), y en casos muy graves, defoliación total.

El hierro se acumula en las hojas más antiguas y es relativamente inmóvil en el floema, probablemente debido a la formación de óxidos o fosfatos férricos

Desintegración de cloroplastos.

Tallos cortos, delgados y curvados.

En plantas anuales se muestra una disminución en su crecimiento, aspecto raquítrico y descenso de la producción.

Los árboles se defolian y comienzan a secarse por la periferia.

Los frutos son pequeños, maduran precozmente, pudiendo tener apariencia cérea (11)

(10) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micronutrientes.htm>

(11) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Hierro.htm>

2.10.2. Manganeso (Mn)

El manganeso es absorbido por la planta como Mn^{2+} , tanto por la raíz como por las hojas. Las necesidades cuantitativas son pequeñas, pero fluctúan más que para cualquier otro micronutriente.

Existe en varios estados de oxidación en la naturaleza (Mn^{++} , Mn^{+++} y Mn^+), pero es absorbido fundamentalmente como ion Mn^{2+} .

Es insoluble en suelos alcalinos (12)

Síntomas de deficiencia

Clorosis (por lo general, la clorosis aparece en hojas jóvenes, amarilleando el limbo, e incluso, tomando un color blanco, mientras las nerviaciones permanecen con el color verde (aspecto de tela de araña)) intervenal asociada con el desarrollo de pequeñas manchas necróticas.

Produce una desorganización de las membranas del núcleo, de las mitocondrias y especialmente de la membrana tilacoidal

Nervaduras tienden a desaparecer.

Necrosis de cotiledones de plantas de leguminosas.

Cloroplastos pierden clorofila y granos de almidón, finalmente se desintegran.

Las carencias se suelen manifestar en suelos con alto potencial de oxidación que provoca la insolubilización y retrogradación de las formas de Mn (12)

2.10.3. Zinc (Zn)

- Se encuentra en minerales ferromagnésicos (magnetita, biotita) puede ser liberado por intemperización.
- Es absorbido como catión divalente, Zn^{2+} , tanto por vía radicular como por vía foliar.
- También puede ser absorbido en forma de quelato.

(12) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Manganeso.htm>

- Su disponibilidad para la planta, como la del resto de micronutrientes, es mayor a pH ácidos (13)

Síntomas de deficiencia

Los síntomas se inician siempre en las hojas más jóvenes (baja movilidad), que presentan zonas jaspeadas cloróticas intervenales que terminan necrosándose y afectando a todo el parénquima foliar y a los nervios.

Crecimiento reducido (crecimiento en roseta), hojas reducidas (microfilia).

Acortamiento en la longitud de los entrenudos.

Reducción de floración y fructificación.

Un hecho a tener en cuenta es que todas las plantas con deficiencias en Zn presentan hojas con elevados contenidos de Fe, Mn, nitratos y fosfatos, mientras que los contenidos en almidón son bajos (13)

2.10.4. Cobre (Cu)

El cobre está relacionado con las enzimas oxidasas de importantes procesos redox de la planta.

Se puede encontrar en minerales como calcopirita desde donde puede derivar como sulfuro (14)

Síntomas de deficiencia

La deficiencia de Cu produce una reducción en la lignificación y acumulación de fenoles.

Necrosis del ápice de hojas jóvenes que va progresando hasta perder las hojas.

Ramas y tallos incapaces de permanecer erguidos.

Aspecto marchito generalizado.

Las hojas se tuercen, se hacen quebradizas y caen (14)

(13) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Zinc.htm>
(14) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/cobre.htm>

2.10.5. Boro (B)

El boro es un micronutriente que puede causar importantes pérdidas en cultivos de frutos carnosos. Aunque su esencialidad se conoce desde 1925 sólo recientemente se han empezado a entender sus funciones en las plantas.

El B es absorbido por la planta como ácido bórico ($B(OH)_3$) y quizás como anión borato ($B(OH)_4^-$) a pH elevado. Es un proceso básicamente pasivo.

La materia orgánica del suelo al mineralizarse puede constituir una fuente importante de B asimilable para la planta (15)

Síntomas de deficiencia

La deficiencia de B afecta al crecimiento de las raíces, con una menor producción de raíces secundarias. También ocasiona la disminución del crecimiento y deformaciones en las zonas de crecimiento

Provoca una clorosis en las hojas más jóvenes, a la que le sigue la necrosis y la muerte de los meristemas. Provoca muerte del ápice caulinar.

Las plantas no logran una buena formación de flores y se produce un aborto floral.

Disminución de la superficie foliar, con hojas jóvenes deformes, gruesas, quebradizas y pequeñas.

También disminuye la resistencia a las infecciones (15)

2.10.6. Molibdeno (Mo)

El molibdeno es el nutriente de mayor peso atómico. El requerimiento de Mo de los cultivos es muy bajo.

Puede existir en el suelo como MoO_4^{2-} , $HMoO_4^-$, MoS_2 , fundamentalmente, y es el único micronutriente que aumenta su solubilidad con un aumento del pH.

Compite a nivel de absorción con sulfatos y fosfatos, dado que la especie química en la que aparece es la de molibdato (MoO_4^{2-} , $HMoO_4^-$) (16)

(15) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Boro.htm>

(16) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/molibdeno.htm>

Síntomas de deficiencia

No induce formas específicas en las hojas, sino que frena su desarrollo en la fase embrionaria.

Las hojas tienen un tamaño más reducido, presentando clorosis y moteados de color marrón (en toda o parte de la hoja), surgen zonas necróticas en la punta de la hoja, que se extienden a los bordes.

En ocasiones, aun manteniendo el color verde, se suelen presentar deformaciones, a causa de la muerte de alguna de las células del parénquima.

La deficiencia en Mo repercute en un contenido anormal de NO₃⁻ en hojas y, por lo tanto, influye en el metabolismo del Nitrógeno (16)

2.10.7. Cloro (Cl)

Se absorbe En forma de cloruro altamente soluble

Como cloruros inorgánicos solubles.

El cloro es absorbido por las plantas tanto por la raíz como por vía aérea en forma de Cl⁻ (17)

Síntomas de deficiencia

Desarrollo de las raíces se reduce longitudinalmente y engrosan en las zonas apicales.

Hojas más pequeñas con manchones cloróticos y necróticos.

Clorosis y necrosis generalizada. · Marchitez de ápices foliares.

Marchitamiento de la planta.

Aparecen cuando el contenido es inferior a 2 mg/Kg (17)

(16) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/molibdeno.htm>

(17) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/cloro.htm>

Síntomas por exceso

Adelgazamiento de las hojas, con tendencia a enrollarse.

Amplias neurosis que provocan que las hojas se sequen.

Se puede llegar a confundir el exceso de cloruros con la deficiencia de potasio, de ahí que sea necesario acudir al análisis químico de las hojas (17)

2.10.8. Níquel (Ni)

El Níquel forma parte de la enzima ureasa, relacionada con el metabolismo de formación de urea.

Dependencia de algunas bacterias (*Rhizobium*) del Ni que se encuentran en relación simbiótica con la planta (18)

Síntomas de deficiencia

Necrosis en las puntas de las hojas (18)

(17) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/cloro.htm>

(18) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Niquel.htm>

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en la Granja de Cervecería Boliviana Nacional ubicado a los pies del cerro Letanías, en la primera Sección del Municipio de Viacha, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, a $16^{\circ} 42' 5''$ de Latitud Sur y $68^{\circ} 15' 54''$ de Longitud Oeste, a una altitud de 3858 m.s.n.m., a una distancia de 35 km de la Ciudad de La Paz (I.G.M., 2009)

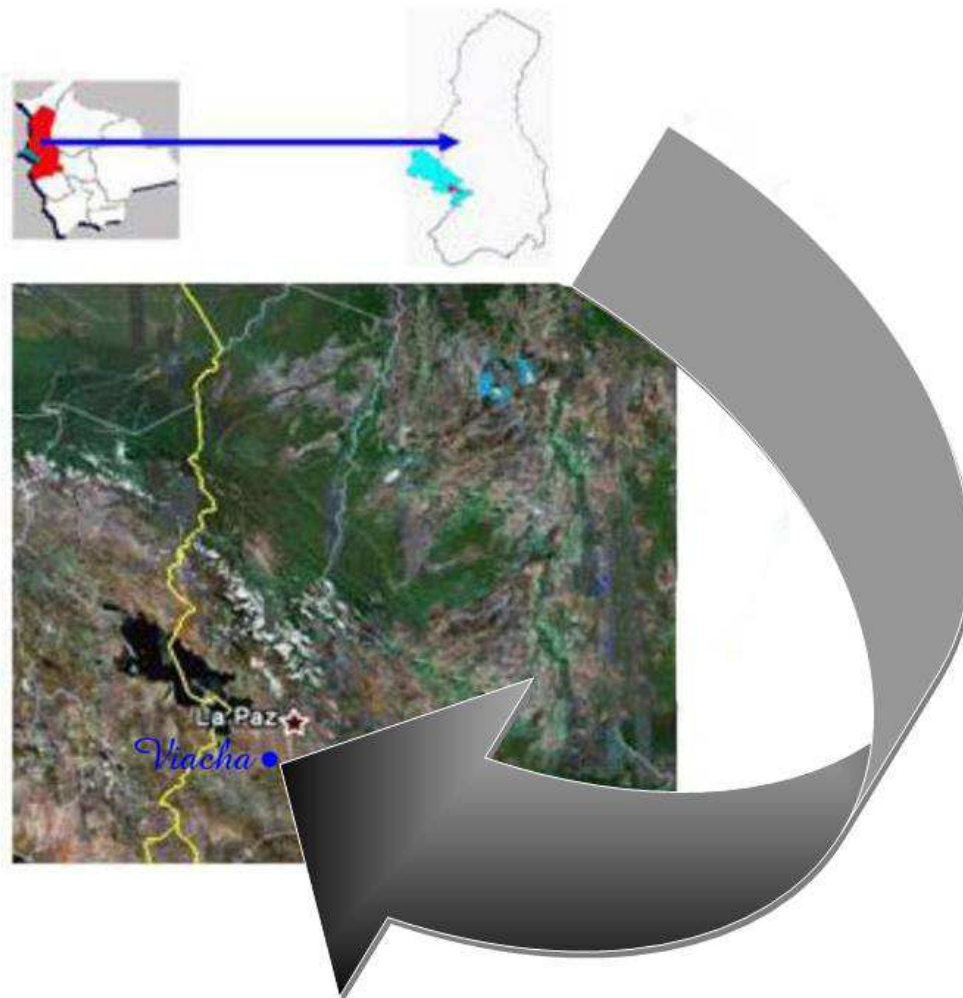


Figura 2. Localización del área de estudio



Figura 3. Ubicación de la Granja de Cervecería Boliviana Nacional

3.1.2. Características climáticas de la zona.

De acuerdo a la clasificación climática de SENAMHI (2009), basado en zonas de vida, el altiplano central se clasifica como una estepa montañosa, templado frío, los datos meteorológicos que le caracterizan se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Parámetros meteorológicos del altiplano central

Parámetro	Medida	Parámetro	Medida
• Precipitación anual media	473,7 mm	• Velocidad del viento media anual	12,80 km/h
• Temperatura media anual	7,2 °C	• Promedio anual de horas sol	2859,00 h
• Promedio de temperatura máxima	14,60 °C	• Evaporación media anual	1434,00 mm
• Promedio de temperatura mínima	1,0 °C	• Días promedio de heladas al año	170,00 días
• Humedad relativa media anual	65,80 %	• Días promedio de granizo al año	4,00 días

Fuente: SENAMHI (2009)

En cuanto a los riesgos climáticos, éstos son delimitados por la distribución de lluvias éste se concentra más entre Diciembre a Marzo y en los meses Abril a Noviembre la precipitación es nulo, excepto con la caída de nevada.

La temperatura media anual es de 7,2 °C, la humedad relativa media anual es de 65,80% las heladas son muy frecuentes a partir del mes de Abril a Agosto (SENAMHI, 2009)

3.1.3. Suelos

La topografía de la zona es suavemente ondulada con suelo de origen aluvial, muy profundo, no inundable con permeabilidad que varía de moderada a muy poco permeable en todo el perfil. El suelo donde se encuentra la granja, presenta una pendiente levemente inclinada (2 – 5%), con poca grava en la superficie, la capa superficial presenta textura mediana (franco), estructura blocosa y granular media, firme en húmedo él pH varía de ligeramente ácido a neutro (6,4 a 6,9). El contenido de materia orgánica varía de bajo a medio (0,05 a 3,70%) (Aviles, 1992).

Las propiedades físicas son de estructuración débil, compactación elevada y baja porosidad, impidiendo la infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto riesgo de erosión. La capa arable es poco profunda. Los suelos en los cerros aledaños son poco profundos y muy pedregosos, con tendencia a la erosión. (Orsag, 2003).

3.1.4. Intensidad y dirección de los vientos

Los vientos del altiplano central son muy inestables, las variaciones son muy diferentes de acuerdo a las estaciones del año, los vientos mas fuertes se presentan en los meses de agosto, septiembre y parte de octubre, la velocidad en esta época alcanza los 10 a 12.95 km por hora generalmente la velocidad sube en las últimas horas de la tarde (CIACER – GEOBOL, 1985).

3.1.5. Heladas

Este factor climatológico se debe casi exclusivamente al estancamiento del aire frío a los 2 y 3 metros a partir del suelo, generalmente las heladas se presentan en

las madrugadas del nuevo día, puesto que el aire ya se ha enfriado hasta llegar a la temperatura de congelamiento 0 °C, este punto de congelamiento hace que el contenido de las células de las hojas y flores se congelen y determinen la ruptura de los tejidos de las mismas, presentando esa inconsistencia parecida a quemada o estrujada teniendo en cuenta este riesgo y conocimiento se realiza las siembras en los meses diciembre, enero, febrero donde hay ausencia de heladas. (SENAMHI, 1996).

3.1.6. Vegetación

Los suelos del altiplano central, albergan a una serie de especies silvestres entre las cuales mencionamos algunas:

Erodium cicutarium (reloj-reloj)

Eragrostis curvula (pasto llorón)

Bromus uniloides (Cebadilla)

Distichlis unilis (Chiji)

Stipa – ichu (paja brava)

Chenopodium sp (quinua silvestre o ajara)

Solanum sp (papa silvestre)

Taraxacum officinalis (Diente de león)

Brassica campestris L. (Mostaza blanca)

Parastrephia lepidophylla (T'ola)

Fuente: Rojas (1990)

3.1.7. Actividades productivas

La producción agropecuaria de la región de Letanías de Viacha es netamente campesina y rural caracterizándose por tener Sistemas de Producción Tradicional y de subsistencia con escasa presencia de tecnología. Se cultivan papa, quinua, cebada, papaliza, oca, haba, trigo y algunas hortalizas de verano. También genera actividades pecuarias como ser la producción de vacunos y su subproducto lácteo, ovino, camélido, porcinos.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

El experimento fue establecido utilizando dos variedades híbridas de Brócoli, Montecristo, y la variedad Dalmira que con mas frecuencia es cultivada por su adaptabilidad y resistencia al clima frío.

Las características agronómicas de las dos variedades de brócoli se describen a continuación:

3.2.1.1. Variedad Montecristo.

Variedad híbrida de porte vigoroso con tallo robusto, alto follaje de color verde grisáceo, inflorescencia de color verde grisáceo de alta productividad, resistente a temperaturas menores a -2 °C Aviles (1992)

3.2.1.2. Variedad Dalmira

Variedad híbrida precoz porte bajo con hojas partidas y con abundante ramificaciones de inflorescencias Aviles (1992)

3.2.2. Fuente Orgánica

En el ensayo se utilizó como fuente de nutrientes el bioestimulante multifoliar.

3.2.3. Material de campo

Los materiales al nivel de campo empleados fueron los siguientes:

- Picotas
- Palas
- Chontas
- Flexo metro
- Estacas de madera
- Rastrillos
- Cordel plástico
- Marbetes
- Baldes
- Regadera

- Mochila aspersor
- Vernier
- Balanza analítica
- Carretilla
- Manguera

3.2.4. Material de gabinete

Los materiales y equipos que se utilizaron para el registro y tabulación de datos fueron los siguientes.

- Computadora
- Calculadora
- Hojas bond
- Tablas de registro
- Cuaderno de apunte
- Cámara fotográfica
- Paquete estadístico

3.3. Métodos

3.3.1. Metodología del estudio

El presente trabajo tuvo la siguiente secuencia metodológica:

Para el establecimiento del cultivo del Brócoli se empleo semilla certificada de la variedad Montecristo y la variedad Dalmira.



Figura 4. Semilla certificada

3.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó aproximadamente con un mes de anticipación (10 de diciembre de 2008) a la siembra. Labor que consistió en la remoción del terreno con picota y chonta de forma manual a una profundidad de 25 cm. Realizada esa labor se hizo la rastreada, la nivelación y buen drenaje para el emparejado del terreno, con el fin de un manejo racional y evitar la salinización del suelo.



Figura 5. Preparación del terreno

3.3.3. Toma de muestras de suelo

Se delimito cada parcela (bloque) mediante estacas y cuerdas, para luego avanzar a lo largo de la parcela siguiendo un camino en Zig – Zag evitando tomar muestras en una franja de 20 cm, hasta el borde de la parcela.

Se tomaron 32 muestras individuales luego se introdujo en una bolsa nylon y formando al final una muestra compuesta que se llevo al laboratorio Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN)

3.3.4. Análisis físico químico de suelo

Cuadro 7. Análisis físico químico del suelo

Arena	%	57
Arcilla	%	21
Limo	%	22
Grava	%	13.0
Clase textural		FYA (franco arcilloso arenoso)
Carbonatos libres		P
PH en agua		6.98
C.E. mS/cm		0.458
SAT.BAS.	%	99.2
Materia orgánica	%	3.78
N. total	%	0.24
P. Asim. ppm		58.20
CATIONES DE CAMBIO (meq/100 gr suelo)		
Al + H		0.15
Ca		11.76
Mg		4.80
Na		0.78
K		2.02
TBI		19.36
CIC		19.51

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Laboratorio (IBTEN) (2009)

3.3.5. Trazado de parcelas experimentales e identificativos

Antes de la siembra se procedió a demarcar los bloques, las unidades experimentales con cinta métrica el tamaño y luego se distribuyó los tratamientos en el campo experimental para esto se utilizaron estacas, hilo cáñamo, después del trasplante se identificaron los tratamientos con marbetes con el código de cada tratamiento respectivo.



Figura 6. Parcelas experimentales

3.3.6. Siembra en almacigo

Previamente a la siembra se desinfectó el sustrato con agua hirviendo, en un volumen aproximado de 20 l, para eliminar la mayor cantidad de microorganismos patógenos presentes en el suelo. La siembra se efectuó al boleó, en un almacigo de 2 m de largo y 3 m de ancho con una profundidad de 15 cm, a razón de 10 g/m² de semilla de Brócoli, en un sustrato de relación 1:1:1 tierra del lugar, arena y abono orgánico. Procediendo luego a cubrir la semilla con arena y tierra del lugar, con un tamiz de malla fina, el almacigo fue protegido con paja esparcida en el área de siembra, culminando el proceso con un riego abundante.

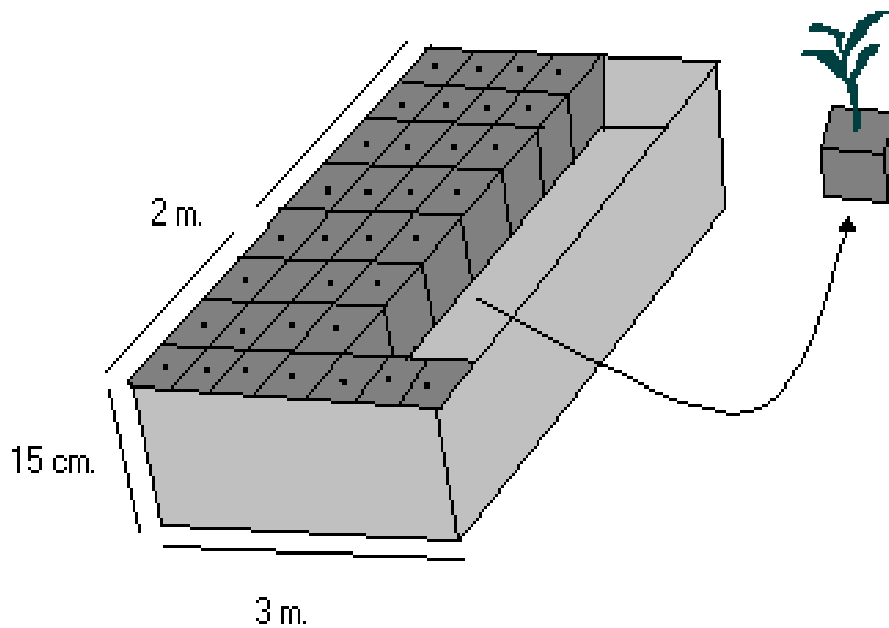


Figura 7. Siembra en almácigo

3.3.7. Trasplante a lugar definitivo

Se trasplantó al lugar definitivo cuando adquirieron las cuatro hojas verdaderas, se efectuó en fecha 25 de enero del 2009, después de dos semanas de almácigo, se trasplantó en horas de la tarde a partir de las cuatro de la tarde, para que no sufra estrés y por consecuencia exista prendimiento en su totalidad.

3.4. Evaluaciones periódicas

Se realizó durante todo el tiempo de desarrollo del ciclo vegetativo del cultivo, la toma de datos para la evaluación del comportamiento fenológico y fisiológico se realizó cada siete días, para tal efecto se marbeteó las plantas.

3.5. Labores culturales

Las labores culturales tales como aporque, deshierbes y control fitosanitario se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo.



Figura 8. Labores culturales

3.5.1. Aporque

En el ensayo se realizó un solo aporque manualmente con chonta a los 45 días después de la siembra.

3.5.2. Deshierbes

Se efectuaron en dos oportunidades antes y después del aporque con la ayuda de una estaca, no habiendo necesidad de realizar nuevamente esta labor, porque la proliferación de las hierbas en el campo, no fueron muy considerables.

3.5.3. Riego

Durante el desarrollo del cultivo, se realizó riegos en surcos cuando no había precipitaciones en forma regular para garantizar el desarrollo del cultivo, esto no significa que el riego forma parte de los factores de estudio.



Figura 9. Riego

3.5.4. Aplicación de fertilizante multifoliar a las hojas

La fertilización fue directamente a las hojas, con el único objetivo de que las hojas de la planta asimilen rápidamente los nutrientes aportados por el multifoliar y que exista menos pérdida en la aplicación por efecto de la evaporación del líquido.

La forma de aplicación del multifoliar a las hojas, no solo mejora la estructura del suelo, sino que por los precursores hormonales que contiene, conlleva aun mejor desarrollo de la planta y a una mejor actividad de los microorganismos del suelo.

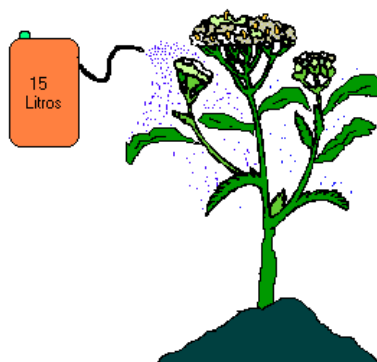


Figura 10. Aplicación de Fertilizante multifoliar

3.5.5. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a los 72 días después del trasplante, se efectuó cuando la inflorescencia principal no abrió las flores.

3.6. Diseño Experimental

El diseño experimental fue distribuido en bloques al azar en parcelas divididas con 8 tratamientos y 4 repeticiones en 32 unidades experimentales (Vásquez, 1990)

3.6.1. Modelo estadístico.

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_a + \gamma_j + (\alpha \gamma)_{ij} + \varepsilon_b$$

X_{ijk}	=	Una observación cualquiera
μ	=	Media de la población
β_k	=	Efecto del k – ésimo bloque
α_i	=	Efecto de la i – ésima niveles de dosis multifoliar
ε_a	=	Error de la parcela mayor
γ_j	=	Efecto de la j – ésima Variedades de Brócoli
$(\alpha \gamma)_{ij}$	=	Efecto de la i-ésima niveles de dosis foliar con la j-ésima Variedades de Brócoli
ε_b	=	Error de la parcela menor

Fuente: Vicente (2001)

3.6.2. Tratamientos

La ejecución del ensayo experimental comprende cuatro tratamientos con fitoestimulante multifoliar (abono líquido).

Factor A: Niveles de concentraciones de dosis multifoliar

- a1 = 0 ml/15 l de agua (Testigo)
- a2 = 20 ml/15 l de agua (Baja)
- a3 = 60 ml/15 l de agua (Media)
- a4 = 100 ml/15 l de agua (Alta)

Factor B: Variedades del cultivo

- b1 = Montecristo
- b2 = Dalmira

De acuerdo con esta formulación se tiene los siguientes tratamientos:

Cuadro 8. Niveles de concentraciones en las dos variedades

Trat.	Factor A	Factor B	Combinación	Descripción
T1	Testigo	Montecristo	a1b1	Testigo (0 ml multifoliar/15 L de agua) y variedad Montecristo
T2	20 ml	Montecristo	a2b1	20 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Montecristo
T3	60 ml	Montecristo	a3b1	60 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Montecristo
T4	100 ml	Montecristo	a4b1	100 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Montecristo
T5	Testigo	Dalmira	a1b2	Testigo (0 ml multifoliar/15 L de agua) y variedad Dalmira
T6	20 ml	Dalmira	a2b2	20 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Dalmira
T7	60 ml	Dalmira	a3b2	60 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Dalmira
T8	100 ml	Dalmira	a4b2	100 ml multifoliar/15 L de agua y variedad Dalmira

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Medidas del área experimental

Cuadro 9. Dimensiones del área experimental

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
UNIDAD EXPERIMENTAL	
Largo	3 m
Ancho	1,5 m
Superficie Unidad Experimental	4,5 m ²
Nº de Unidades Experimentales	32
Espacio Unidad Experimental	0,3 m
Largo parcela experiemntal	24 m
Ancho parcela experimental	6 m
Área total	144 m ²
Área neta	146,4 m ²
BLOQUE EXPERIMENTAL	
Largo	6 m
Ancho	6 m
Superficie de bloque	36 m ²
Nº de bloques	4

Fuente: Elaboración propia

3.7. Parámetros de evaluación

La evaluación de las variables se efectuó sobre plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

a) Altura de la planta

Para medir esta variable una vez marbeteado la planta de Brócoli al azar por cada unidad experimental y con la ayuda de un flexómetro, se tomo la medida desde el suelo hasta el final de la cabeza principal. En el momento de madurez fisiológica del cultivo.

b) Diámetro del tallo principal (DTP)

El diámetro del tallo principal de las plantas se registró en milímetros, con la ayuda de un calibrador, en la parte media del tercio inferior de las plantas, cuando las plantas alcanzaron la fase de madurez fisiológica.

c) Días a la formación de la cabeza

Se registró el número de días transcurridos mediante observaciones diarias desde la siembra hasta que el 50% de las plantas iniciaron la formación de la cabeza “macollo” en la rama principal de la planta.

d) Días a la madurez comercial

Se registró el número de días que trascurrieron desde la siembra hasta que el 50% de las plantas alcanzaron la madurez fisiológica. Esta fase fenológica se caracteriza por la diferenciación a simple vista de la cabeza “macollo”, antes de que florezca.

e) Peso de la inflorescencia principal

Esta característica se registró con el pesaje de los macollos de la plantas en gramos y corresponde al rendimiento promedio de plantas identificadas en cada unidad experimental.

f) Rendimiento

El rendimiento se obtuvo de cada unidad experimental, siendo que se cosechó en su totalidad de cada tratamiento, se realizó el pesaje únicamente de las inflorescencias (cabezas)

k) Evaluación económica

El análisis económico y la rentabilidad de las variedades, se realizó siguiendo el método de costos de producción, para la estimación de costos comparativos entre tratamientos según Perrin *et al* (1988), bajo las siguientes formulas.

Ingreso Neto

$$IN = R \times P$$

Donde:

IN = Ingreso Neto

R = Rendimiento

P = Precio

Beneficio Neto o utilidad del cultivo

$$BN = IN - CP$$

Donde: BN = Beneficio Neto

IN = Ingreso Neto

CP = Costos de producción

Relación Beneficio/Costo

$$B/C$$

Donde B = Beneficio

C = Costo

Nota:

Si el valor es mayor a 1 \Rightarrow Inversión aceptada

Si el valor es igual a 1 \Rightarrow Inversión Dudosa

Si el valor es menor a 1 \Rightarrow Inversión Rechazada

Fuente: Calzada (1982)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis físico químico del Suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio se deduce el siguiente análisis.

4.1.1. Textura

El análisis físico del suelo demuestra que se trata de un suelo Franco arcilloso arenoso (FYA), típico de un suelo proveniente de la zona del altiplano central el cual nos permite inferir que se puede cultivar el brócoli pese a las exigencias del cultivo en cuanto a la humedad y nutrientes.

Los suelos franco arcilloso arenoso pueden almacenar la humedad, pero pueden ser pobres en cuanto a drenaje y aireación, químicamente son activas y en contacto con el agua se hidratan desprendiendo calor, captando a la vez minerales para nutrir a las plantas (Terranova, 1995)

4.1.2. pH

Los valores obtenidos en laboratorio expresan un valor de 6.98, lo que significa que esta muy próximo a la neutralidad y es un suelo que cumple con las exigencias del cultivo en cuanto al pH apropiado para el cultivo del brócoli.

Rodríguez (1982), menciona que los suelos ácidos o alcalinos son desfavorables para el crecimiento y desarrollo de muchos microorganismos. Disminuyen las cantidades de elementos nutritivos asimilables por las plantas y se incrementa la presencia de elementos tóxicos que las raíces absorben.

FAO (1985), menciona que un valor de pH igual a 7 se considera neutro y los valores inferiores a 7, son ácidos y los valores superiores son básicos.

Los suelos en lugares trópicos húmedos, el pH del suelo es ácido, debido al efecto de lixiviación ocasionado principalmente por las fuertes lluvias. En tanto que en los suelos fértiles se sitúa entre 4 y 8 y se debe registrar como característica específica del suelo (FAO, 1985)

4.1.3. Conductividad Eléctrica (C.E.)

El valor expresado en laboratorio fue de 0.458 mS/cm (miliSiemens por centímetro), éste valor de acuerdo a Chilon (1997), nos indica que no existen problemas de salinización, es decir la concentración de sales en la solución del suelo es baja.

Al respecto, Bohorquez (2001), indica que la baja proporción de sales, contribuye a que no exista aumento del pH y de la presión osmótica en la solución del suelo, favoreciendo así la actividad de los microorganismos y la normal absorción de agua al interior de las plantas.

4.1.4. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La capacidad de intercambio catiónico en la muestra del suelo fue de 19.51 meq/100g, el cual corresponde a un rango medio, según Chilon (1997), lo que quiere decir que la retención e intercambio de nutrientes en la solución del suelo fue de un nivel intermedio.

Al respecto Fuentes (1999), sostiene que un suelo es fértil cuando la capacidad de intercambio cationico es alta y además la mayor parte de los cationes absorbidos son básicos. Cuando el CIC es bajo (5 meq/100gr) se debe a las elevadas precipitaciones y la temperatura de la región que incide en el lavado excesivo de los cationes.

4.1.5. Materia Orgánica (M.O.)

La materia orgánica del suelo fue de 3.78 %, que según Guerrero (1996), considera a esta cantidad como un contenido alto, que favorece el aporte de nutrientes, estructuración y la retención de agua en el suelo.

La influencia de la materia orgánica en suelos franco arcillo arenoso, mejora la friabilidad, estructura y la porosidad facilitando la penetración de las raíces, así como la distribución del agua y el aire en el cuerpo del suelo, comprobándose que los suelos con alto contenido de materia orgánica presentan el doble de permeabilidad al agua, que los de bajo contenido (Chilon, 1997)

4.1.6. Macro y microelementos

Los micronutrientes u oligoelementos no se necesitan más que en pequeñas cantidades para el buen crecimiento de la planta y solo se debe añadir en cantidades mínimas cuando el mismo suelo no los contiene, los macronutrientes son necesarios en grandes cantidades y puede ser indispensable tener que añadirlos en grandes cantidades, si hay escasez de ellos en el suelo (FAO, 1980)

Se ha comprobado que la materia orgánica tiene una alta cantidad de sustancias bioestimulantes que otorgan beneficios adicionales en la nutrición de las plantas al acelerar los procesos metabólicos (19)

4.2. Análisis de Variables agronómicas

4.2.1. Altura de la planta

El análisis de varianza indicó que existieron diferencias significativas del factor A (Niveles de dosis de concentraciones de multifoliar) y factor B (Variedades de Brócoli). Así mismo no reporta significancia entre bloques, la prueba determinó que no hubo diferencia significativa (NS). El coeficiente de variación fue de 3.01% lo cual esta dentro del rango de aceptación de buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 10. ANVA de la altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	5.000	1.667	2.85 NS	3.86
Fact. "A"	3	141.750	47.250	81.00 *	3.86
Error "A"	9	5.250	0,548		
Factor "B"	1	128.000	128.000	149.85 *	4.75
Inter."AxB"	3	1.750	0,584	0.68 NS	3.49
Error "B"	12	10.250	10.250	0.85	
Total	31	292.000	292.000		

C.V. = 3.01%

(19) [Http: //www.cmaabonos.organicos/8.htm](http://www.cmaabonos.organicos/8.htm)

Para realizar un análisis mas minucioso, se procedió a una comparación de medias (cuadro 11), mediante la prueba Tukey al 5% de significancia.

Cuadro 11. Comparación de medias de la Altura de la planta del factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (cm)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (cm)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
a3	33,00	A	b1	32,75	A
a4	32,62	A	b2	28,75	B
a2	29,25	B			
a1	28,12	B			

El comportamiento de la altura con respecto al Factor A fueron los siguientes: el nivel a3 (60 ml/15 l de agua) obtuvo la mayor altura con 33 cm, seguido de a4 (100 ml/15 l de agua) con un valor de 32.62 cm, las menores alturas le corresponden a los factores a2 y a1 (20 ml/15 l de agua; 0 ml/15 l de agua), con valores de 29.25 y 28.12 cm.

Con respecto a las variedades el Factor b1 (Montecristo) fue el mejor con un valor de 32.75 cm. Por otro lado, la menor altura le corresponde a b2 (variedad Dalmira) con 28.75 cm.

Se puede especular que la variedad Montecristo desarrolló mayor altura debido a las características fenológicas.

Al respecto Gutiérrez (2005), obtiene alturas de 46 cm con la variedad Montecristo en comparación con la variedad Green Stor, pero en condiciones de carpa solar. A campo abierto la variedad de Montecristo obtuvo una altura de 33 cm con una diferencia de 13 cm.

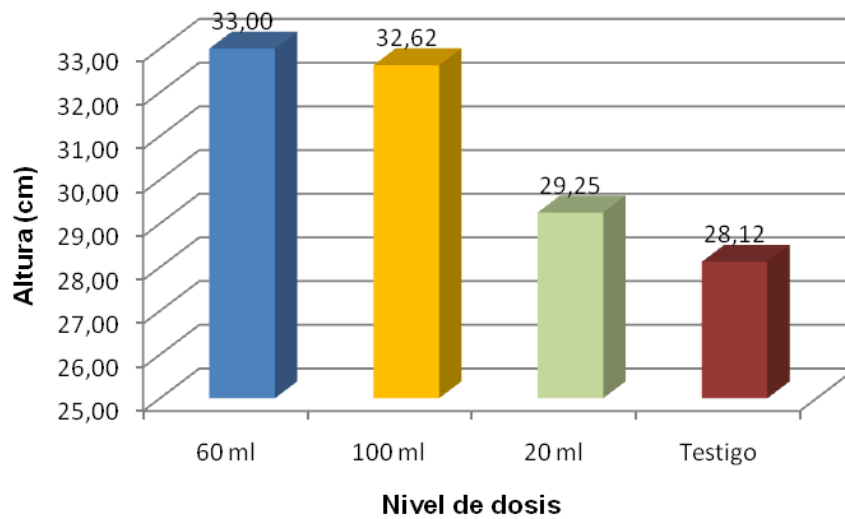


Figura 11. Altura de la planta factor A

Estas variaciones de altura, pueden ser atribuibles a la presencia de fitohormonas y nutrientes concentrados en la dosis de 60 ml. Interfiriendo posteriormente en la asimilación adecuada de la planta, razón por lo cual se registran las mejores alturas con la aplicación de dosis adecuada. De esta manera el promedio de altura más bajo que se haya registrado fue del testigo cuya concentración fue de 0 ml de multifoliar y con una altura de 28 cm.

Cala (2004), estima que el tamaño de la planta puede tener una cierta influencia en la formación de los macollos en el cultivo de Brócoli, a menor distancia de plantación la formación de macollo y su maduración es más rápido que a mayor distancia, lo que puede estar relacionado con el agotamiento temprano del contenido de nutrientes en el suelo.

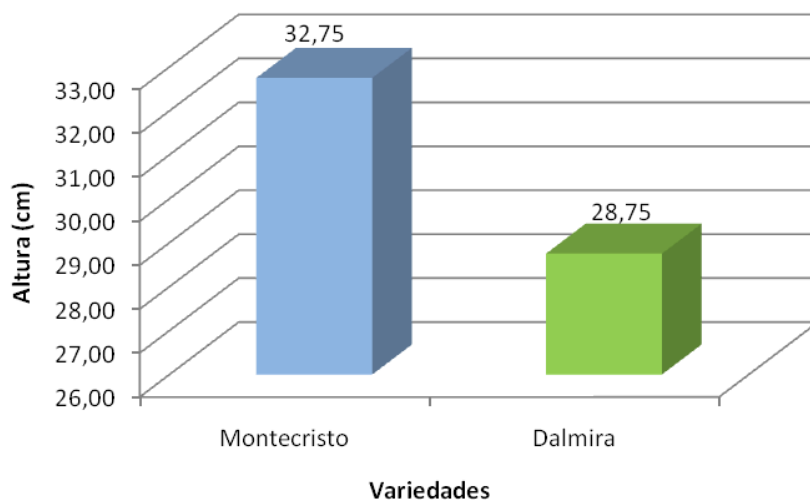


Figura 12. Altura de la planta factor B

La (figura 12), muestra la desigualdad en aproximadamente de 4 cm de la variedad Montecristo que obtuvo una altura de 32,75 cm en comparación con la variedad Dalmira que obtuvo 28,75 cm por lo que se puede afirmar que hubo diferencias estadísticamente como se muestra en el Análisis de varianza, esto pudo haber sido por las características fenológicas que tiene cada variedad.

Al respecto Suquilanda (1995), indica que el multifoliar es fuente importante de fitorreguladores es capaz de promover actividades fisiológicas, acelera el enraizamiento, estimula el desarrollo de las plantas y mejora la floración.

En relación al crecimiento Medina (1992), señala que la incorporación de activadores vegetales (biol, purin, productos foliares) al suelo junto con el riego no solo mejora la estructura del mismo, que por las hormonas que contiene, conlleva a un mejor desarrollo radicular en las plantas y a una mejor actividad en los microorganismos del suelo.

4.2.2. Diámetro del tallo principal

El análisis de varianza para el diámetro del tallo, reportó que existieron diferencias significativas (*) en el nivel de dosis multifoliar, variedades en la interacción. Mientras que entre bloques, la prueba determinó que no hubo diferencias significativas (NS).

Por otro lado, el coeficiente de variación fue de 1.81%, lo cual señaló que el grado de dispersión de las observaciones en torno a la media poblacional fueron confiables.

Cuadro 12. ANVA para el diámetro del tallo principal

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	0.005	0.002	1.10 NS	3.86
Fact."A"	3	0.387	0.123	80.35 *	3.86
Error "A"	9	0.015	0.001		
Fact."B"	1	0.256	0.256	142.06 *	4.75
Int."AxB"	3	0.064	0.021	11.87 *	3.49
Error "B"	12	0.022	0.002		
Total	31	0.759			

C.V. = 1.81%

Luego de dicho análisis se procedió a efectuar la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 13. Comparación de medias del diámetro del tallo del factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (cm)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (cm)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
a3	2,47	A	b1	2,42	A
a4	2,41	A	b2	2,24	B
a2	2,23	B			
a1	2,22	B			

La prueba Tukey estableció que el mayor diámetro del tallo obtuvo el nivel a₃ (60 ml/15 l de agua) cuyo promedio fue de 2.47 cm, le siguió en orden de magnitud el nivel a₄ con un diámetro promedio de 2.41 cm, no existiendo diferencias estadísticas entre ambos. A su vez el nivel a₂ (20 ml/15 l agua) alcanzó un promedio de 2.23 cm. Mientras que el nivel a₁ (testigo) presentó un valor menor de 2.22 cm.

Por lo cual se evidencia, que al aplicar la dosis media de multifoliar (nivel a₃), el diámetro en el cultivo de Brócoli se incremento favorablemente, en cambio con la dosis más concentrada (nivel a₄) las plantas reaccionaron engrosando su diámetro. Con la dosis baja no se logró obtener buenos diámetros

Por otro lado, la variedad Montecristo reaccionó favorablemente con un promedio de diámetro de 2.42 cm, la variedad Dalmira obtuvo un diámetro menor de 2.24 cm.

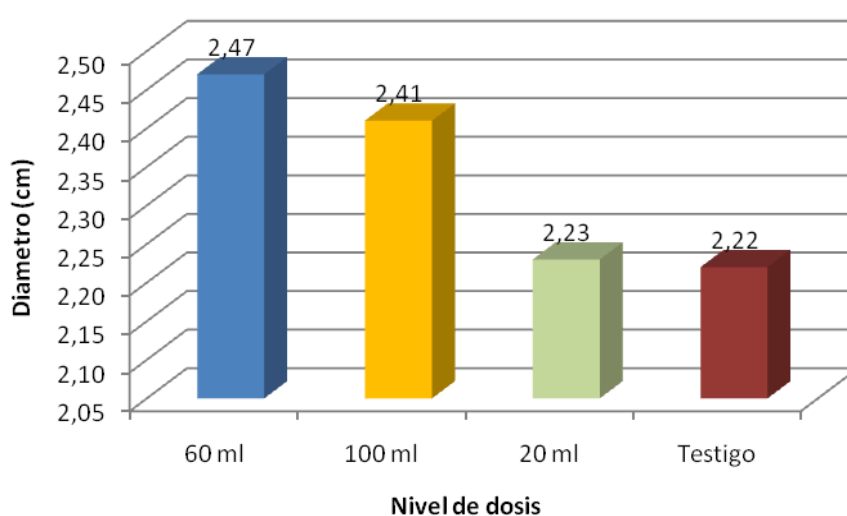


Figura 13. Diámetro del tallo factor A

La (figura 13), se identifica que la dosis adecuada para el desarrollo en cuanto al diámetro de tallo del cultivo de Brócoli fue de 60 ml de multifoliar con (2.47cm) de diámetro con respecto al testigo que obtuvo un diámetro menor con 0 ml de multifoliar de (2.22 cm) de diámetro.

Según Martines (2006), menciona que el diámetro del tallo del cultivo del Brócoli en condiciones de carpa solar debería de variar entre 3 a 7 cm de diámetro, y se puede observar que a campo abierto obtuvo un promedio de 2.47 cm con una diferencia mínima en el trabajo realizado.

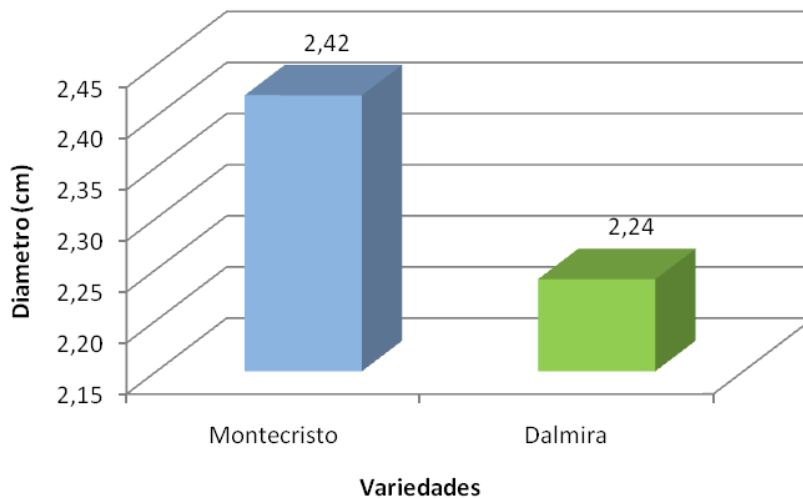


Figura 14. Diámetro del tallo factor B

A pesar de que los cuatro niveles de dosis se aplicaron simultáneamente a las dos variedades, la variedad Montecristo obtuvo mayor diámetro con respecto a la variedad Dalmira, esto puede deberse a las características propias que tiene cada variedad.

Según Mendoza (1999), indica en su trabajo con factores de fertilidad en la siembra del cultivo de Brócoli, la diferencia encontrada en el diámetro del tallo fue mínima, por lo que se puede deducir que en el estudio de esta variable no hay mucha diferencia.

El desarrollo del tallo pudo estar sujeto a otros factores, donde no precisamente intervenga el efecto del cultivar sino a factores externos como distancia de plantación, riego, temperatura.

Cuadro 14. Comparación de medias del diámetro del tallo de la interacción de los factores A y B

	Factor B		
Factor A	Montecristo	Dalmira	Media
Testigo	2,27	2,17	2,22
20 ml	2,28	2,19	2,23
60 ml	2,62	2,33	2,47
100 ml	2,53	2,29	2,41
Media	2,42	2,24	2,33

Se puede deducir que con la aplicación de 60 ml de multifoliar, es probable que influyesen en el desarrollo y producción del Brócoli, siendo mejor que en los otros tratamientos, además se especula también que interviniesen los factores como la luz, agua.

Japón (1986), indica que estas plantas necesitan gran luminosidad, además existen variedades con tallos de un metro de altura y diámetro de 5 cm. en condiciones adecuadas, los de trasplante varían enormemente, siendo por regla general las más amplias para el cultivo de Brócoli.

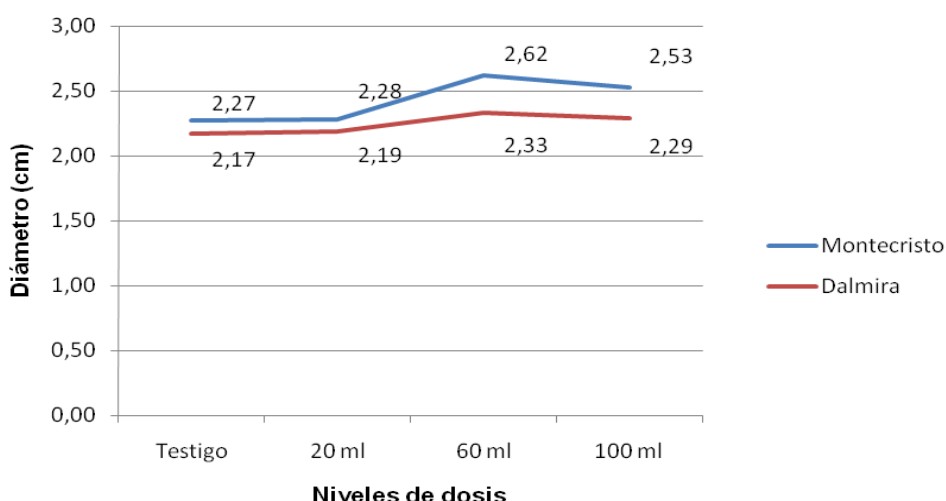


Figura 15. Diámetro del tallo de la interacción A y B

En la variedad Montecristo el mayor diámetro fue de 2.62 cm con una dosis de multifoliar de 60 ml, a su vez, la variedad Dalmira el mejor diámetro fue de 2.33 cm, con una aplicación de 60 ml.

4.2.3. Días a la formación de la cabeza (macollo)

Estadísticamente a un nivel de significancia al 5%, el análisis de varianza determinó que existieron diferencias significativas en los días a la formación de la cabeza, respecto a los bloques, niveles de dosis de concentración y la interacción de A y B el ANVA estableció que fueron homogéneos, es decir, no hubo diferencias significativas. Por otro lado, si existió diferencias significativas con respecto a las variedades.

El coeficiente de variación fue de 0.57%, lo cual esta dentro del rango de aceptación de buen manejo de las unidades en estudio.

Cuadro 15. ANVA para los días de la formación de la cabeza.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	0.625	0.208	2.14 NS	3.86
Fact."A"	3	1.375	0.458	4.71 *	3.86
Error "A"	9	0.875	0.097		
Fact."B"	1	180.500	180.500	722.00 *	4.75
Int."AxB"	3	0.500	0.167	0.67 NS	3.49
Error "B"	12	3.000	0.250		
Total	31	186.875			

C.V. = 0.57%

Para un análisis mas minucioso se realizó una comparación de medias con la prueba múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad.

Cuadro 16. Comparación de medias de días de la formación de la cabeza de factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (días)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (días)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
a1	88,00	A	b2	90,06	A
a2	87,75	A B	b1	85,31	B
a3	87,50	B			
a4	87,50	B			

El (Cuadro 16), nos muestra el promedio de los días de la formación de la cabeza, el nivel a_4 y a_3 fueron los mejores niveles multifoliales por que formaron sus cabezas en menor tiempo 87.50 días respectivamente, a su vez el que tardó en su formación fue el testigo ($a_1 = 0$ ml), de 88 días después de la siembra

La mejor variedad en la formación de la cabeza, fue Montecristo con 85.31 días.

La siguiente figura muestra el desarrollo del cultivo de brócoli para todos los tratamientos.

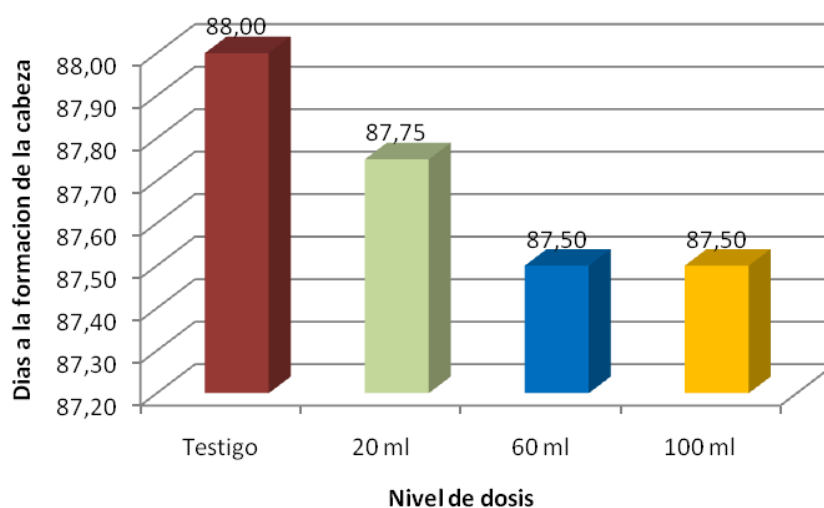


Figura 16. Días de la formación de la cabeza factor A

Durante el crecimiento de la planta se evidencia diferencias en el desarrollo en cuanto a días en la formación de la cabeza principal, está en función del tiempo, los cuales pueden ser atribuidos a la presencia de hormonas vegetales presentes en sus diferentes niveles y disueltos en agua hacen que sean mas asimilables para la planta.

Cala (2004), indica que los nutrientes en estado liquido libera en el agua nutrientes mas asimilables para la planta.

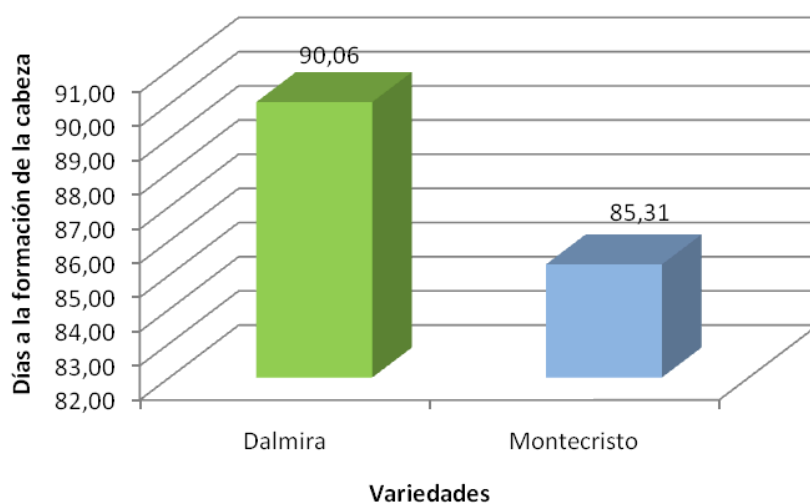


Figura 17. Días de la formación de la cabeza factor B

Observando la variabilidad en cuanto a días a la formación de la cabeza principal en la (figura 17) se puede advertir que la variedad de Dalmira tardó más tiempo en formar la cabeza (90 días), situación que es diferente en la variedad de Montecristo cuyo tiempo en días para la formación de la cabeza fue de 85 días, al respecto se define que la aplicación del mutifoliar obtuvo mayor efecto en la variedad Montecristo, y además ejerce una influencia importante con relación al crecimiento de la planta.

Quisbert (2004), el crecimiento de los plantines es influenciado por la aplicación de abonos líquidos por vía foliar y radicular, además que las sustancias nutritivas presentes en abonos líquidos son fácilmente asimilables en las plantas.

4.2.4. Días a la maduración Comercial

El análisis de varianza, indicó que no existieron diferencias significativas (NS) entre el nivel de dosis multifoliar y la interacción A y B, la prueba determinó que hubo diferencias significativas (*) en los días a la maduración comercial, esto con respecto a los bloques y las variedades

El coeficiente de variación mostró que el grado de dispersión de las observaciones en torno a la media fue de 2.20%, indicando que el manejo de las unidades experimentales se realizó de buena manera, los resultados de campo fueron confiables para el análisis estadístico.

Cuadro 17. ANVA de los días a la maduración comercial.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	22.734	75.781	34,92 *	3.86
Fact."A"	3	2.344	0.781	0.36 NS	3.86
Error "A"	9	19.532	2.170		
Fact."B"	1	13.132	13.132	265,42 *	4.75
Int."AxB"	3	14.844	4.948	1,00 NS	3.49
Error "B"	12	59.375	4.948		
Total	31	16.367			

C.V. = 2.20%

Los valores registrados son resumidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Comparación de medias de los días a la maduración comercial de Factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (días)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (días)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
a2	101,25	A	b2	107,50	A
a3	101,25	A	b1	94,68	B
a4	101,25	A			
a1	100,62	B			

Los días a la maduración comercial Factor A (Niveles de dosis Multifloliar) fueron en su mayoría similares siendo su maduración a los 101 días. Por otro lado, la variedad Montecristo respondió mejor, con una maduración a los 94.68 días

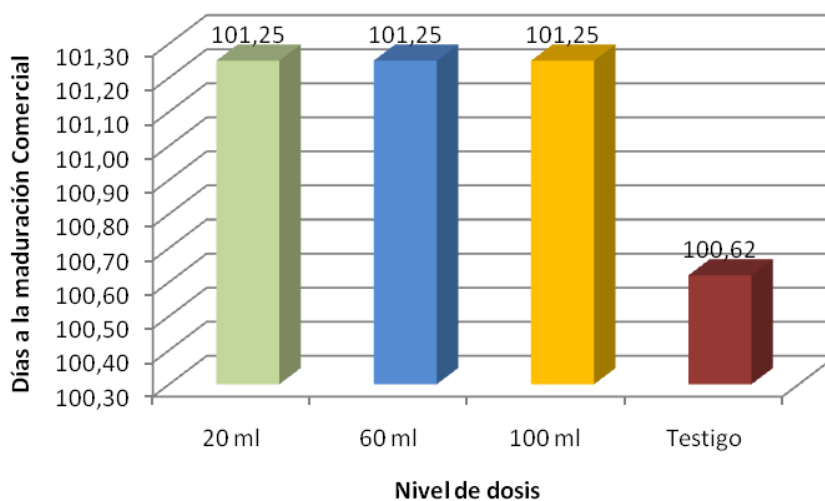


Figura 18. Días a la maduración comercial del factor A

Durante el crecimiento de la planta se evidencia diferencias mínimas en el desarrollo floral, estas diferencias pueden ser atribuidas a la presencia de hormonas y nutrientes que retardaron el desarrollo, frente al testigo al que no se lo aplicó.

Quisbert (2004), menciona que el crecimiento de los plantines es influenciado por la aplicación de abonos líquidos por vía radicular a través del riego al sustrato, además que las sustancias nutritivas presentes en los abonos líquidos son fácilmente asimilables en las plantas.

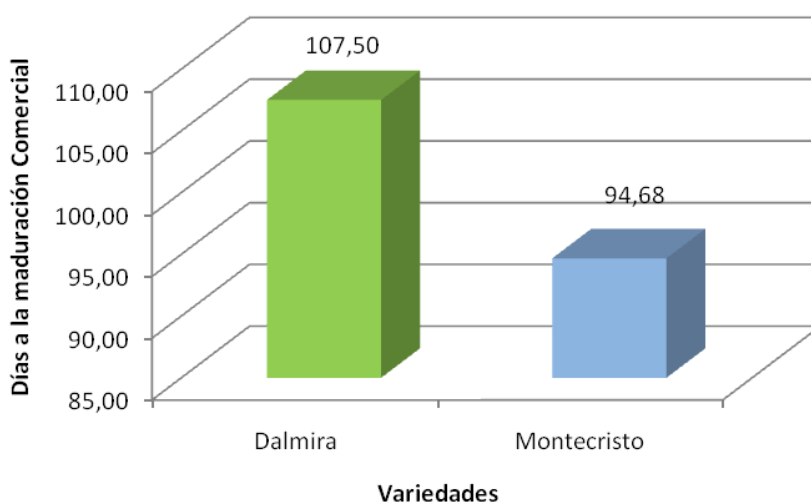


Figura 19. Días a la maduración comercial del factor B

Se puede observar que la variedad Dalmira tardó 107 días, en la maduración de los macollos frente a la variedad Montecristo que tardó 94 días en la maduración de los macollos, estas diferencias pudo haber sido por las características propias que tiene cada variedad.

4.2.5. Peso de la Inflorescencia principal por planta (g)

El análisis de varianza (Cuadro 19), mostró el comportamiento de los bloques y de la interacción A y B, estableciendo que no existieron diferencias significativas (NS), se observó que hubo diferencias significativas (*) en el peso de la inflorescencia principal por planta, con respecto a las dosis aplicadas y a las variedades.

El coeficiente de variación fue de 9.29%, lo cual señaló que el manejo fue eficiente.

Cuadro 19. ANVA para el peso de la inflorescencia principal por planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	453.75	151.25	0.979 NS	3.86
Fact."A"	3	35842.75	11947.58	77.40 *	3.86
Error "A"	9	1389.25	154.36		
Fact."B"	1	1837.68	1837.68	7.224 *	4.75
Int."AxB"	3	944.37	314.79	1.237 NS	3.49
Error "B"	12	3052.31	254.35		
Total	31	43520.12			

C.V. = 9.29%

Mediante la prueba Tukey al 5% de probabilidad, se analiza las diferencias presentes en la investigación.

Cuadro 20. Comparación de medias del peso de la inflorescencia principal por planta (g) de Factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (g)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (g)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
60 ml	213.12	A	Montecristo	179.21	A
20 ml	193.43	B	Dalmira	164.06	B
100 ml	151.87	C			
Testigo	128.12	D			

Los valores calculados son interpretados mediante la siguiente gráfica.

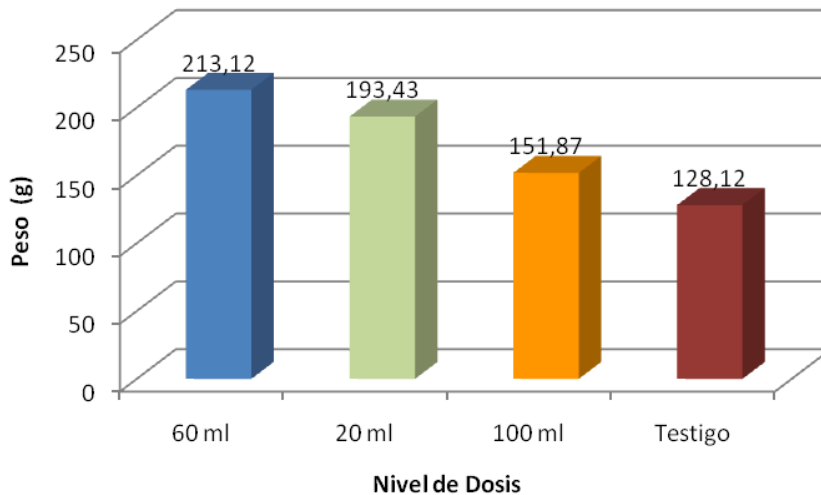


Figura 20. Peso de la inflorescencia principal por planta (g) del factor A

Así como días a la maduración comercial, el peso comercial de la inflorescencia es otra variable necesaria que determina el análisis económico de la producción, ya que este determina la rentabilidad del producto, por lo tanto los valores registrados demuestran la superioridad (213.12 g) a 60 ml frente al testigo cuyo promedio no pasa los (128.12 g).

Las diferencias en el incremento del peso de las inflorescencias se pueden atribuir a la posible interacción entre factores como los fitoestimulantes, los mismos que pueden estar sujetos a efectos físicos y químicos.

Al respecto Callizaya (2000), en su estudio de evaluación de la roca fosforica como fertilizante natural en el cultivo de Brocoli afirma que la aplicación de fertilizantes es efectiva en la formación de las inflorescencias y diámetros de las cabezuelas.

Por otra parte Alvarez (2001), determina que los resultados de cabeza entre diferentes variedades de Brocoli, concluyendo que estos incrementos fueron proporcionales de acuerdo a cada variedad lo que de alguna manera corroboran los resultados obtenidos del cultivo de esta especie.

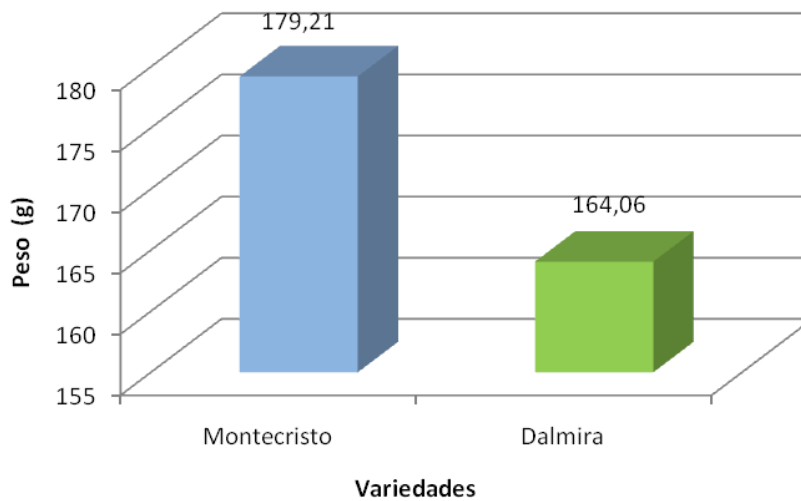


Figura 21. Peso de la inflorescencia principal por planta (g) del factor B

La (figura 21), se puede apreciar que la variedad Montecristo obtuvo mayor peso en promedio de la inflorescencia de 179.21 g con respecto a la variedad Dalmira que obtuvo un peso de inflorescencia de 164.06 g, esta diferencia pudo haber sido por las características fenológicas que posee cada variedad.

Vigliola (1992), indica que si se desea una producción de cabezas centrales solamente se justifica disminuir el espaciamiento, en general a medida que disminuye la distancia el peso de la inflorescencia se reduce, pero la influencia no es la misma en los cultivares donde se aplica fertilizantes puede aumentar o reducir dependiendo de la dosis que se aplica.

4.2.6. Rendimiento

El análisis de varianza (cuadro 22), nos muestra que existen diferencias significativas con respecto al Factor A y B. Por otro lado, No existen diferencias en los bloques y en la interacción. El coeficiente de variación (9.2%) indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, por tanto los datos obtenidos merecen confianza.

Cuadro 21. Anva del Rendimiento

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. (5%)
Bloque	3	726016	242005	0,98 NS	3.86
Fact."A"	3	57348480	19116160	77,40 *	3.86
Error "A"	9	2222592	246954		
Fact."B"	1	2940288	2940288	7,22 *	4.75
Int."AxB"	3	1510912	503637	1,23 NS	3.49
Error "B"	12	4883456	406954		
Total	31	69631744			

C.V. = 9.2

El siguiente cuadro resume los promedios obtenidos mediante la prueba de Tukey para el rendimiento.

Cuadro 22. Comparación de medias del Rendimiento del Factor A y B

FACTOR A			FACTOR B		
Nivel	Promedio (kg)	Tukey ($\alpha = 5\%$)	Variedades	Promedio (kg)	Tukey ($\alpha = 5\%$)
60 ml	8525	A	Montecristo	7168	A
20 ml	7737	B	Dalmira	6562	B
100 ml	6075	C			
Testigo	5125	D			

En un balance de comparación de promedios entre tratamientos para el rendimiento, demuestra la variabilidad en kilogramos.

Los valores para cada tratamiento son expresados mediante la siguiente figura.

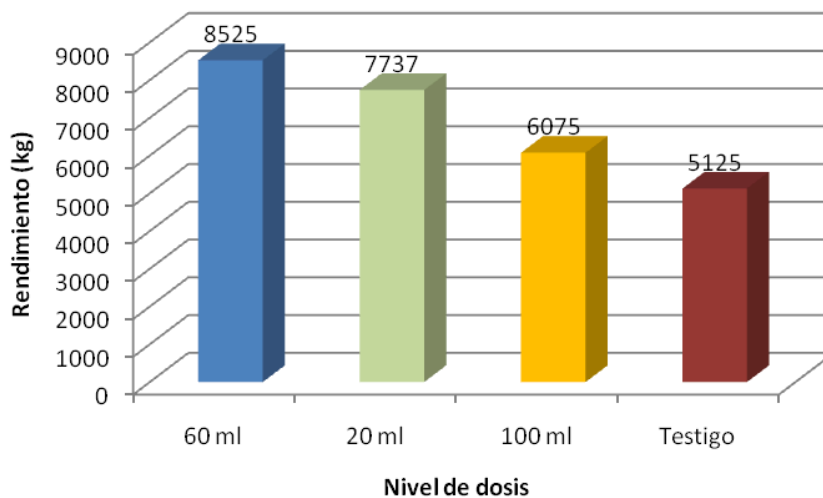


Figura 22. Rendimiento del factor A

El mejor rendimiento le pertenece a la dosis de 60 ml, con un rendimiento de 8525 kg, por otro lado, el testigo es el de menor rendimiento con 5125 kg.

Según Vallejos (2004), menciona que en algunas provincias de La paz se obtienen un rendimiento de 10000 kilogramos por hectarea en condiciones de carpa solar.

Cruz (2004), indica que la incorporación de abonos orgánicos líquidos específicamente ejerce influencia en el rendimiento del producto comercial frente al rendimiento de los abonos sólidos.

Los valores obtenidos en la presente investigación necesariamente son comparadas por estudios realizados, en el mismo cultivo con el objetivo de calificar la eficiencia del multifoliar por lo tanto, Elola (2001), consigue alcanzar promedios de 11.14 t/ha para la variedad Montecristo bajo carpa solar, analizando este valor se define que el promedio alcanzado con la dosis 60 ml es óptima (8.25 t/ha) a campo abierto en comparación con el testigo que muestra valores inferiores (5.15t/ha).

La siguiente gráfica demuestra en promedio el rendimiento de cada variedad.

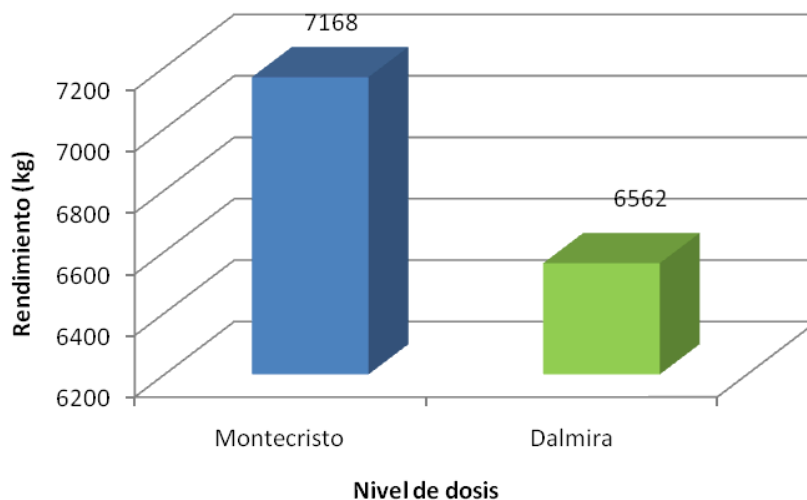


Figura 23. Rendimiento del factor B

Entre las dos variedades de Brócoli, existen diferencias en cuanto al rendimiento, el mejor promedio la obtuvo la variedad Montecristo con 7168 kg frente a la variedad Dalmira que alcanzó 6562 kg con una diferencia de 606 kg.

Vallejos (1997), menciona que el cultivo del Brócoli responde favorablemente cuando la humedad del suelo es la adecuada, por lo contrario con niveles bajos de humedad el rendimiento disminuye considerablemente

4.2.7. Resultados del análisis económico

El análisis económico de los diferentes tratamientos en estudio se realizó utilizando dos técnicas, la primera es la del presupuesto parcial (Perrin *et.al*, 1988) que toma en cuenta sólo los costos variables. Esta técnica tiene tres pasos importantes que son el análisis de dominancia, la curva de beneficios netos y la tasa de retorno marginal, los cuales se detallaran más adelante. La segunda técnica utilizada fue la Relación Beneficio Costo (Perrin *et.al* 1988), la cual considera todos los gastos efectuados en el desarrollo del ciclo del Brócoli.

4.2.7.1. Resultados del análisis de dominancia

Este paso nos permitirá eliminar las alternativas que tienen beneficios netos bajos (tratamientos dominados), así se simplifica el análisis, en el siguiente cuadro se detalla que tratamientos son dominados y no dominados.

Cuadro 23. Análisis de dominancia

Tratamiento	Total de Costos Variables (Bs/ha)	Beneficios Netos (Bs/ha)	Análisis de Dominancia
T1	13460	14800	Dominado
T2	17171	27788	Dominado
T3	19960	38900	Dominado
T4	23071	49788	Dominado
T5	11360	8800	Dominado
T6	15071	21788	Dominado
T7	19960	38900	No Dominado
T8	23071	49788	No Dominado

Fuente: Elaboración Propia

El menor costo variable le corresponde al T5 (Testigo y variedad Damira) con 8800 Bs y el mayor se presenta en el T4 y T8 (100 ml y variedad Montecristo; 100 ml, variedad Dalmira, correspondientemente) con 49788 Bs. El análisis de dominancia nos muestra que dos tratamientos resultaron ser no dominados y son los siguientes: T7 (60 ml y variedad Dalmira) y T8 (100 ml y variedad Dalmira), al igual que el T3 y T4, para la tasa de retorno marginal se toma en cuenta los valores de dominancia.

4.2.7.2. Curva de beneficios netos

La curva de beneficios netos es el paso que nos permite visualizar a los tratamientos dominados en un gráfico, estos se unen con una pendiente positiva, la cual es llamada la curva de beneficios netos (figura 24). Cabe señalar que los tratamientos dominados se ubican siempre de forma ascendente en una gráfica.

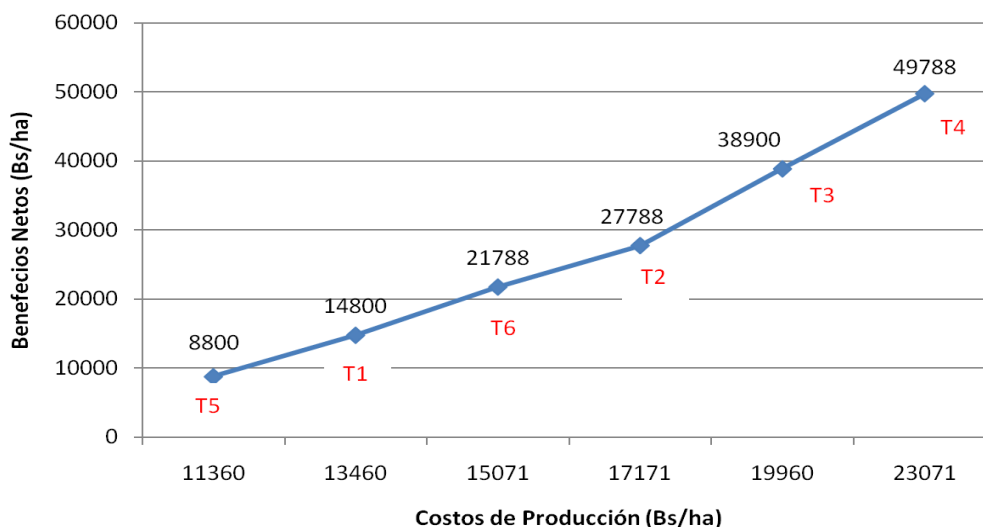


Figura 24. Curva de beneficios netos

4.2.7.3. Resultados de la Tasa de Retorno Marginal

En el cálculo de la Tasa de Retorno Marginal, se toma en cuenta a los tratamientos dominados y para determinar si es aceptable se consideró una Tasa de Retorno Mínima (retorno adicional al margen de recuperar el capital) del 100% ya que es una práctica nueva y requiere que el agricultor adquiera habilidades nuevas, el siguiente cuadro nos indica en detalle las Tasas de Retorno Marginal.

Cuadro 24. Tasa de Retorno Marginal

Trat	Costos		Beneficio		T.R.M. (%)
	Costo Variable	Costo Marginal	B. Neto	B. Marginal	
T5	11360	2100	8800	6000	285,7
T1	13460	1611	14800	6988	433,8
T6	15071	2100	21788	6000	285,7
T2	17171	2789	27788	11111	398,4
T3	19960	3111	38900	10888	350
T4	23071	0	49788	0	0

Fuente: Elaboración Propia

El (cuadro 25), muestra la tasa de retorno marginal y establece el beneficio que puede obtener el agricultor con una inversión de capital y cuando quiere cambiar una práctica o conjunto de prácticas por otra.

En tanto se observa que la tasa de retorno marginal del tratamiento T3 (60 ml y variedad Montecristo) es de 350%, que indica que por cada boliviano invertido se puede esperar recobrar el boliviano invertido y obtener 2.50 bolivianos adicionales. Por otro lado, la tasa de retorno marginal del T4 (100 ml y variedad Montecristo) es de 0% es decir se espera recobrar el boliviano invertido y no ganar nada.

Por consiguiente el agricultor, debe tomar como alternativa el tratamiento T3 (60 ml y variedad Montecristo), la misma cuenta con una tasa de retorno marginal de 350%.

4.2.7.4. Resultados de la Relación Beneficio Costo

Para el cálculo de la Relación Beneficio Costo se consideraron los gastos efectuados en la preparación de la tierra, el proceso de siembra, labores culturales y cosecha del cultivo.

Teniendo los costos de producción, para la obtención del producto, se estableció que el precio real de la venta del producto, es de 5 Bs/kg de Brócoli.

A continuación se presenta un cuadro resumen de todos los tratamientos.

Cuadro 25. Relación Beneficio Costo

Tratamiento	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo de producción (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Relación B/C
T1	26250	13460	12790	1,950
T2	41750	17171	24579	2,431
T3	43000	19960	23040	2,154
T4	32375	23071	9304	1,403
T5	25000	11360	13640	2,201
T6	35625	15071	20554	2,364
T7	42250	19960	22290	2,117
T8	28375	23071	5304	1,230

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de este cuadro muestran que todos los tratamientos obtuvieron réditos económicos, pero el tratamiento 2 (20 ml y variedad Montecristo) presentó como la más rentable con valor de 2.431. Los resultados indican que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 2.43 Bs, seguido del tratamiento 3 (60 ml y la variedad Montecristo) con una relación beneficio costo de 2,154.

El tratamiento 4 (Testigo y variedad Montecristo) obtuvo la menor Relación Beneficio Costo con 1.403 pero aun así es rentable.

Con respecto a la variedad Dalmira, la mejor relación Beneficio costo tuvo el tratamiento 6 (20 ml y variedad Dalmira) con 2,364.

Por otro lado el tratamientos 8 (100 ml y variedad Dalmira) registró menor valor en la relación beneficio costo con 1,230, siendo de todas formas beneficioso aunque en menor grado.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y según los resultados obtenidos, se llegaron a las siguientes conclusiones.

- Las semillas de la variedad Montecristo fueron las que mejor se adaptaron a las condiciones propias del lugar, en cambio la variedad Dalmira obtuvo rendimientos menores.
- El nivel a₃ (60 ml/15 l de agua) obtuvo la mayor altura con 33 cm, la menor altura le corresponden al factor a₁ (0 ml/15 l de agua), con un valor de 28.12 cm. Con respecto a las variedades el Factor b₁ (Montecristo) fue el mejor con un valor de 32.75 cm. Por otro lado, la menor altura le corresponde a b₂ (variedad Dalmira) con 28.75 cm.
- El mayor diámetro del tallo obtuvo el nivel a₃ (60 ml/15 l de agua) con un promedio de 2.47 cm, mientras que el nivel a₁ (testigo) presentó un valor menor de 2.22 cm. Por otro lado, la variedad Montecristo reaccionó favorablemente con un promedio de diámetro de 2.42 cm, la variedad Dalmira obtuvo un diámetro menor de 2.24 cm.
- El nivel a₄ y a₃ (100 ml/15 l agua; 60 ml/15 l agua) fueron los mejores niveles Multifoliales por que formaron sus cabezas en menor tiempo 87 días respectivamente, a su vez el testigo (a₁= 0 ml), desarrolló su macollo a los 88 días. Con respecto al factor b, la variedad Montecristo alcanzó su inflorescencia a los 85 días.
- La variable maduración comercial, nos indica que la variedad Montecristo estuvo listo para su comercialización a los 95 días. Por otro lado, la variedad Dalmira se comercializó a los 107 días.
- Los valores registrados demuestran la superioridad 213.12 g a 60 ml de dosis frente al testigo cuyo promedio en peso por planta fue 128.12 g. A su vez, la variedad Montecristo obtuvo mayor peso de 179.21 g, la variedad Dalmira obtuvo un peso de 164.06 g.

- Los mejores rendimientos le pertenecen a la dosis de 60 ml y 20 ml en 15 l de agua, con 8525 y 7737 kg respectivamente, el testigo es el de menor rendimiento con 5125 kg. Por otro lado, el mejor rendimiento lo obtuvo la variedad Montecristo con 7168 kg frente a la variedad Dalmira que alcanzó 6562 kg
- Todos los tratamientos obtuvieron réditos económicos, siendo el tratamiento 2 (20 ml y variedad Montecristo) fue la más rentable con valor de 2.431, seguido del tratamiento 3 (60 ml y la variedad Montecristo) con una relación beneficio costo de 2,154. El tratamiento 4 (Testigo y variedad Montecristo) obtuvo la menor Relación Beneficio Costo con 1.403 pero aun así fue rentable.
- En forma general en la mayoría de las variables evaluadas durante el ensayo, los valores registrados como los mas elevados fueron siempre por efecto del fitoestimulante multifoliar.

6. RECOMENDACIONES

Según los resultados y conclusiones obtenidos en la presente investigación se recomienda lo siguiente.

- Se estableció que por los resultados agronómicos y resultados económicos alcanzados la variedad Montecristo es una alternativa para los agricultores de las zonas del altiplano donde los problemas de clima son determinantes y esta variedad tuvo buenos efectos en su desarrollo.
- Implementar un mayor estudio sobre la aplicación de fitoestimulantes foliares en otras variedades particularmente con 20 ml de multifoliar, con ella se obtuvo un mayor rendimiento de inflorescencia principal con el objeto de reconfirmar si esta es la dosis óptima para el desarrollo de la inflorescencia (macollo) principal.
- Sugerir estudios donde intervengan mayor gama de cultivos híbridos resistentes y probar estos en diferentes condiciones climáticas y sistemas de producción, es decir a campo abierto como en la presente investigación.
- Proponer estudios donde intervenga la utilización de otros fitoestimulantes foliares libre de toxinas en sus diferentes niveles de aplicación, ya que pudo ser este el motivo del incremento de tamaño y peso en las inflorescencias principales.
- Sobre la base de este estudio, se recomienda en próximas campañas agrícolas, incluir otras variedades bajo este sistema con la aplicación del multifoliar en otras localidades con el fin de determinar parámetros de estabilidad para posteriormente utilizar como variedades mucho mas comerciales.
- Se recomienda realizar trabajos similares con otros cultivos hortícolas con la aplicación del fitoestimulante multifoliar en distintas épocas y diferentes dosis.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA, S. 1994. Hortalizas, plagas y enfermedades. Editorial Trillas, México. Pp 279.
- AVILES, D. 1992. Evaluación comparativa de sistemas microclimaticos para la producción de hortalizas en la provincia Pacajes – Dpto. La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 158.
- AGRICOLA PERUANA E.I.F. 2009. Santa Anita Lima Perú.
- Bolivian Organic (B.O.), 1997. Bolivian Organic, manual de aplicación del fertilizante foliar orgánico NutriGROW Cochabamba – Bolivia. Pp 1 – 5.
- CALA, O. 2004. Efecto de distintos fuentes de materia orgánica líquida en sistema de policultivo con tomate. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 50 – 62
- CALLIZAYA, R. 2000. Evaluación de la roca fosfórica como fertilizante natural en el cultivo de brócoli en ambiente controlado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 31 – 33.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial milagros Lima. Pp 103 – 173.
- CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. Editorial IICA. 3ra Ed. San José, Costa Rica Pp 170 - 173
- CASSERES, E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, San José Costa Rica. Pp.153.
- CEPEDA, M. 1991. Química de suelos. Editorial Trillas. ME. Pp 75.
- CHILON, E. 1997. Fertilidad de los suelos y nutrición de las plantas, calculo de dosis de fertilizantes. Editorial CIDAT. 1ra Ed. La Paz Bolivia.

- CIACER – GEOBOL, 1985. Estudio integrado de los Recursos Naturales del Departamento de La Paz. Pp 325.
- CRUZ, D. 2004. Efecto de abonos orgánicos líquidos sobre variedades de lechuga en ambientes atemperados. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 88 - 90
- ELOLA, S, B. 2001 Evaluación agronómica de variedades de Brócoli en las localidades de San Benito y la Tamborada. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba - Bolivia. Pp. 50 – 67.
- FAO, 1980. Los fertilizantes y su empleo, guía de bolsillo para los extensionistas, 3ra Ed. Roma IT. Pp. 18-20.
- FERSINI, A. 1986. Horticultura practica. Editorial Diana S.A. México. Pp. 113-114.
- FUENTES, J. 1999. Manual practico sobre utilización del suelo y fertilizantes, Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. Madrid ES. Pp. 40-47.
- GUTIERREZ, Z. 2005. Cultivares de Brócoli (*brassica oleraceae* var. *Italica*) en diferentes distancias de trasplante. UMSA. La Paz - Bolivia. Pp. 54-76.
- HERBAS, R. 1981. Manual de fitopatología, Editorial universitario. Oruro – Bolivia. Pp 349 – 353.
- JAPON, J. 1986. Cultivo del Brócoli y de la Col de brucas. Ediciones Ribadeneira S.A. 1ra Ed. Madrid. ES. Pp 11 – 15.
- KRAMAROVSKI, T. 1987, Fertilización y abonos orgánicos criterio para su aplicación, Buenos Aires – Argentina Ediciones Hemisferio Sur pp 17 – 23.
- LAZARO, E. 1982. Compendio de la flora Española, vol. 2. Madrid, España. 134 p.
- LOPEZ T, M. 1994. La Horticultura. Editorial Trillas. México Pp. 22 – 42.

- MARTINEZ, D. 2006. Incidencia de la densidad de siembra y fitorreguladores y en la calidad y rendimiento del brócoli en el valle de Cochabamba. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba - Bolivia. Facultad de Agronomía. Pp 65.
- MAROTO, J. 1995. Horticultura herbácea Especial. Editorial Mundi Prensa. 4ta Ed. Madrid – España. Pp 131.
- MENDOZA, J. 1992. Densidad de plantación y abonamiento orgánico en brócoli, bajo carpa solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp. 17 – 25.
- MESSIAEN, M. 1967. Enfermedades de las hortalizas, Ediciones Oikos, Barcelona España. Pp. 243.
- MEDINA, S. 1992. Evaluación de dos variedades y densidades de plantación de brócoli. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba Bolivia. Pp. 56 – 63.
- MONTES, A. 1982. Enseñanza practica de producción de hortalizas Instituto Internacional de cooperación para la agricultura (IICA) Costa Rica. 55 p.
- TERRANOVA. 1995. Comportamiento de suelos. Tomo III. Bogotá Colombia. Pp 37 – 45.
- UNTERLADTATTER, T. 2000. La horticultura en el sub trópico húmedo y sub húmedo de Bolivia. Asociación XXI. Del libro Cochabamba BO. Pp 13 – 24.
- OGDEN, S. 1983. Cultivo natural de las hortalizas. Editorial Diana, ME. Pp 35.
- OSPINA, T. 1995. La horticultura en el sub trópico húmedo y sub húmedo de Bolivia. Centro juvenil Capitanía.
- ORSAG, V. 2003. Apuntes de clases. Fertilidad de Suelos. Facultad de Agronomía UMSA.

- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE VIACHA (P.D.M.), 2001. La Paz – Bolivia.
- PERRIN, R. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico para la evaluación económica CIMMYT, México. Pp. 1 – 79.
- QUISBERTH, C. 2004. Respuestas en plántulas de café a la aplicación de diferentes dosis de abonos orgánicos líquidos en la Provincia Caranavi Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 50 – 56.
- RAMIREZ, D. 1995. Incidencia de la densidad de siembra y fitoreguladores en la calidad de Brócoli en Cochabamba Bolivia. Pp 5-22.
- RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, Instituto Interamericano para la agricultura (IICA), San José Costa Rica. Pp 30-35.
- RESTREPO, J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, colección agricultura orgánica para participantes, Centro América y Brasil. Pp. 13 – 33.
- ROJAS, F. 1990. Catalogo de plantas. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz– Bolivia. 45 p.
- RODRIGUEZ, M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial los amigos del libro Cochabamba - Bolivia. Pp 32.
- RUIZ, T. 1993. Manual de horticultura. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. Pp 12 – 41.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2001, Boletín meteorológico. La Paz – Bolivia.

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 1996. Estaciones Meteorológicas del Altiplano Central, Boletín de Información. Pp. 16.
- SIDALC, 2009. Sistema de Información. Documento agropecuario.
- SOBRINO, E. 1989. Tratado de horticultura Herbácea. Editorial AEDOS. Barcelona, España. Pp 44 – 46.
- SUQUILANDA, T. 1995. Manual para la producción orgánica, Edición ES, serie Nro 12. Quito Ecuador.
- VALLEJOS, L. 1995. Instituto Boliviano de tecnología Agropecuario Boletín Técnico Nro 3 nuevas variedades de brócoli para los valles de Cochabamba.
- VALLEJOS, L. 1997. Comportamiento de 5 variedades de brócoli en tres épocas de trasplante, programa frutales y hortalizas, informe anual de actividades Cochabamba Bolivia. Pp. 8 – 12.
- VALADEZ, A. 1993. Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, S.A. México. Pp. 19.
- VIGLIOLA, M. 1992. Manual de horticultura. Editorial Hemisferio sur, S.A. Buenos Aires, Argentina. Pp. 19 – 72.

8.WEBGRAFIA

- (1) <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>
- (2) [http. Angelfire.Com/ia2/ingenieria agricola/Brócoli.Htm](http://Angelfire.Com/ia2/ingenieria_agricola/Brócoli.Htm)
- (3) www.sakata.com.mx/paginas/Hibridos_Brocoli.htm
- (4) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/nitrogeno.htm>
- (5) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/fosforo.htm>
- (6) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/potasio.htm>
- (7) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/calcio.htm>
- (8) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/magnesio.htm>
- (9) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/Azufre.htm>
- (10) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micronutrientes.htm>
- (11) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Hierro.htm>
- (12) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Manganeso.htm>
- (13) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Zinc.htm>
- (14) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/cobre.htm>
- (15) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Boro.htm>
- (16) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/molibdeno.htm>
- (17) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/cloro.htm>
- (18) <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Niquel.htm>
- (19) [Http: //www.cmaabonos organicos/8 htm](http://www.cmaabonosorganicos/8.htm)

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de niveles de dosis de Fitohormona, según requerimiento del Cultivo.

Para el cálculo de dosis se aplicó las recomendaciones de López (1994).

a) Datos para el cálculo de nutrientes disponibles en la Capa Arable:

DETALLE	RESULTADOS
Densidad aparente	1.3 g/cc
Prof.efectiva	0.005 m
Nitrógeno (N)	0.24 %
Fosforo (P)	2.02meq/100g suelo
Potasio (K)	58 ppm

Fuente: elaboración propia con datos de laboratorio

b) Cálculo del volumen del suelo:

$$V_s = 0.05 \text{ m} * 146.4 \text{ m}^2 = 73.1 \text{ m}^3$$

$$P_s = 73.1 \text{ m}^3/\text{ha} * 1300 \text{ kg}/1 \text{ m}^3 = 9.516 \text{ kg}/\text{ha}$$

c) Calculo de Nitrógeno en la Capa Arable:

$$9.516 \text{ kg}/\text{ha} * 0.24 \text{ kgNt}/100 \text{ kgS} = 22.838 \text{ kg Nt.}$$

d) Cálculo de Nitrógeno disponible por el coeficiente de mineralización del 1.5% año.

$$22.838 \text{ kgNt} * 1.5 \text{ kgNt}/100 \text{ KgNt} * 100 = 34.25 \text{ Kgdisp}/\text{ha.}$$

$$34.25 \text{ kgdisp}/\text{ha año} * 1 \text{ año}/12 \text{ meses} * 4 \text{ meses}/\text{ciclo cult.} = 11.419 \text{ kgdisp}/\text{ha.}$$

e) Calculo de Fósforo disponible en P₂O₅.

$$58 \text{ ppm} * 1 \text{ gr}/1000 \text{ ppm} * 1 \text{ kg}/1000 \text{ gr} * 1 \text{ kgP}_2\text{O}_5/0.44 \text{ kgP} = 1.32 \text{ kgP}_2\text{O}_5/\text{ha.}$$

f) Calculo de K₂O disponible.

$$K_{\text{disponible}} = (0.4 - 0.5) K_{\text{inter.}}$$

$$0.5 * 2.02 \text{ meqk}/100 \text{ grS} = 0.0101 \text{ meqKdisp}/100 \text{ grS.}$$

$$0.0101/100 * 1/1000 * 39/1 * 1/1000 * 1/0.83 * 1000/1 * 95.1/\text{ha} = 11.457 \text{ kg k}_2\text{O}/\text{ha.}$$

g) Nutrientes disponibles en el lugar:

$$N \text{ disp.} = 11.419 \text{ kg/ha} * 0.4 = 4.57$$

$$P_{2O5} \text{ disp.} = 1.32 \text{ kg/ha} * 0.3 = 0.49$$

$$K_2O \text{ disp} = 11.457 \text{ kg/ha} * 0.4 = 5.58$$

h) Calculo de requerimientos reales de nutrientes:

coeficiente de aprovechamiento de cultivo 60 – 20 – 50

$$N = 4.57 * (100/60) = 9.28$$

$$P = 0.49 * (100/20) = 2.45$$

$$K = 5.58 * (100/50) = 11.16$$

Coeficiente de aprov. Total del cultivo = 22.5 kg = 22.5 cc/m².

Fitohormona enriquecido total = 12.4 cc/litH₂O.

$$= 12.4 * 2 = 24.8 = 20 \text{ cc.}$$

i) Con los datos obtenidos se realizó tres niveles de dosis para el ensayo:

1.- 0 cc /litH₂O Testigo

2.- 20 cc/lit/H₂O Baja

3.- 60 cc/litH₂O Media

4.- 100 cc/litH₂O Alta

Anexo 2. Medidas de la Unidad Experimental

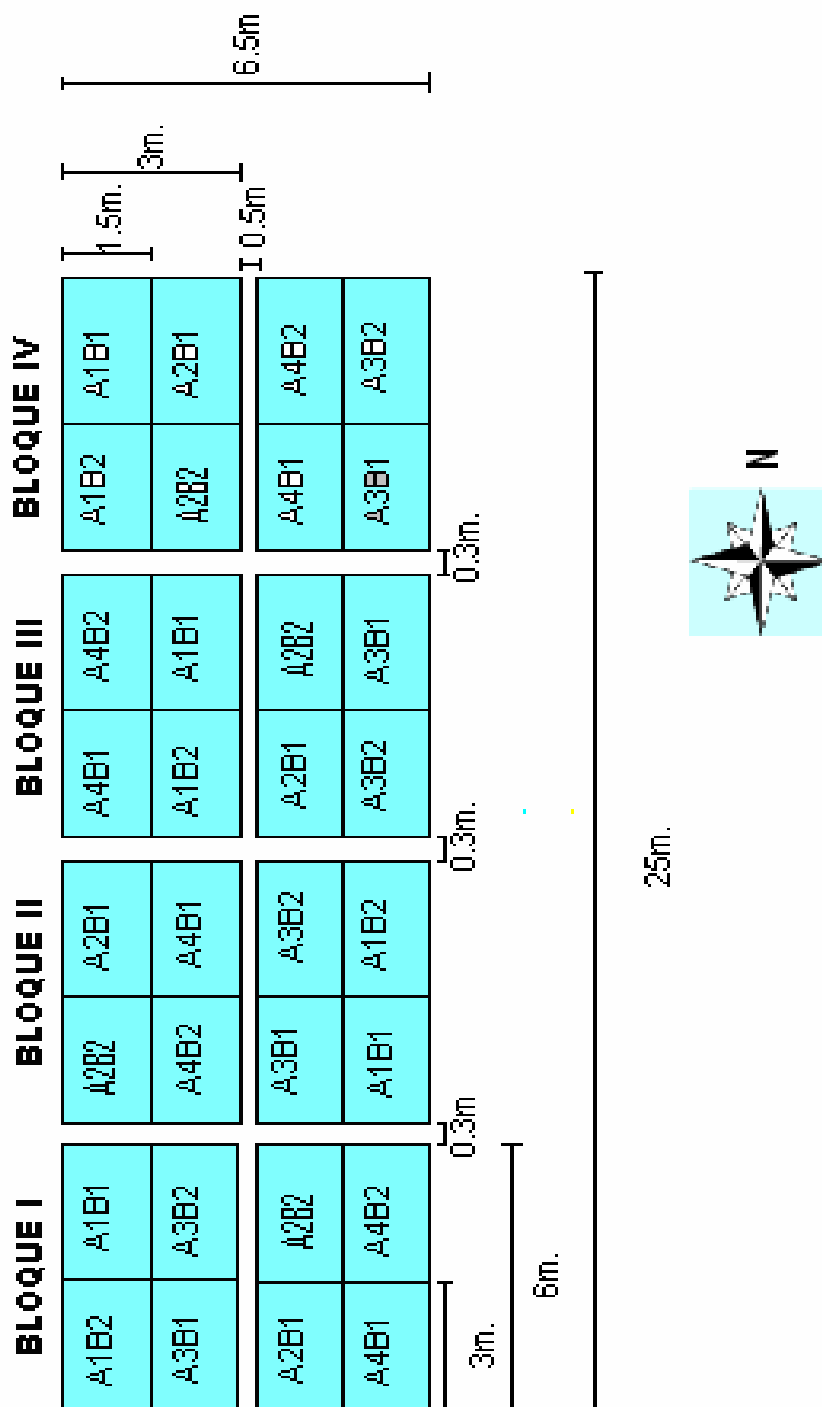


Figura 25. Medidas de la unidad experimental

Anexo 3. Análisis Físico Químico del suelo

Nº 00094

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : YUDDY CONDORI CONDORI
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,

Nº SOLICITUD : 078 / 2009
FECHA DE RECEPCION : 14 / abril / 2009
FECHA DE ENTREGA : 22 / abril / 2009

FACULTAD DE AGRONOMIA - UMSA

Nº Lab.	CODIGO	ARENA		ARCILLA		LIMO		CLASE		CARBO NATOS LIBRES	pH en agua en 1:1	pH en agua en 1:10	C/E en agua en 1:10	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)					SAT. BAS. %	Materia orgánica %	N TOTAL %	P Asim. ppm
		%	%	%	%	GRAVA %	TEXTURA	CLASE	Al + H					Ca	Mg	Na	K	TBI				
312 / 2009	Muestra de suelo	57	21	22	FYA	13.0	P	6.98	6.95	0.458	0.15	11.76	4.80	0.78	2.02	19.36	19.51	99.2	3.78	0.24	58.20	

OBSERVACIONES,-
* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
P Asim Fósforo Asimilable.
C.E. Conductividad eléctrica en milisiemens por centímetro.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
T.B.I. 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



[Signature]

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2433509 - 2433877 - 2126383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia
Casilla 4821, Telf.: 2800095 CIN-Vacha, E-mail: lbten@entelnet.bo

Anexo 4. Costos Fijos

	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo (Bs)
Pala	4	pieza	35	140
Pico	4	pieza	35	140
Rastrillo	5	pieza	25	125
Chonta	4	pieza	30	120
Cuchillo	7	pieza	20	140
Manguera	100	metros	5	500
Estacas	100	pieza	3	300
Letreros	20	pieza	4	80
yute	10	pieza	10	100
Bolsas	100	pieza	2	200
Balanza analítica	1	pieza	650	650
Semilla (almaciguera)	1,5	kg	350	525
Compra Sustrato (almaciguera)	12	m3	130	1560
Compra Estiércol (almaciguera)	12	m3	90	1080
Compra de Cascajo (almaciguera)	10	m3	60	600
Mochila de aspersión	1	pieza	620	620
TOTAL (Bs)				6880

Anexo 5. Costos Variables (Bs/ha)

	Tratam 1	Tratam 2	Tratam 3	Tratam 4	Tratam 5	Tratam 6	Tratam 7	Tratam 8
Preparación del terreno	550	550	550	550	550	550	550	550
Construcción almacigueras	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Siembra en almacigueras	220	220	220	220	220	220	220	220
Trasplante a lugar definitivo	650	650	650	650	650	650	650	650
Deshierbe (contrato)	360	360	360	360	360	360	360	360
Costo de multifoliar	0	3111	8000	11111	0	3111	8000	11111
Aplicación de Multifoliar	0	600	600	600	0	600	600	600
Cosecha y selección	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Embolsado	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Transporte a mercados	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
TOTAL de costo Variable (Bs/ha)	6280	9991	13080	16191	4480	8191	13080	16191

Anexo 6. Total de costos de Producción por tratamiento (Bs/ha)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Total de costos fijos (Bs/ha)	6880	6880	6880	6880	6880	6880	6880	6880
Total de costos variables (Bs/ha)	6280	9991	13080	16191	4480	8191	13080	16191
Total de costos de producción (Bs/ha)	13160	16871	19960	23071	11360	15071	19960	23071

Anexo 7. Fotografías



Semilla de Variedad Montecristo



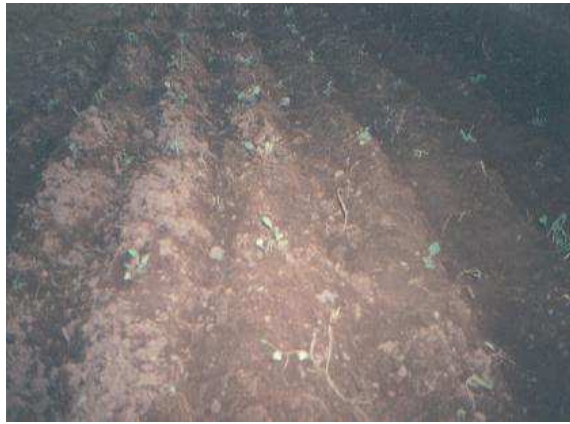
Semilla de Variedad Dalmira



Siembra en germinadero



Preparación de terreno



Trasplante a lugar definitivo



Delimitación del área por tratamientos



Plántulas en germinadero



Plántulas en crecimiento



Plántulas en etapa de trasplante



Plantas Adultas



Formación de la Pella