



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brevicorine brassicae* L) UTILIZANDO FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y CONVENCIONAL EN LA PARROQUIA SAN PABLO DE ATENAS, CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica

AUTORA:

GLADIS MARLENE CARRASCO AGUIAR

DIRECTOR DE TESIS:

ING. AGR. OLMEDO ZAPATA ILLANEZ. M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2012

RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (Brevicorine brassicae L.) UTILIZANDO FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y CONVENCIONAL EN LA PARROQUIA SAN PABLO DE ATENAS, CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

.....
ING. AGR. OLMEDO ZAPATA ILLANEZ. M.Sc
DIRECTOR DE TESIS.

.....
ING. AGR. DANILO MONTERO SILVA. Mg.
BIOMETRISTA.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE TESIS:

.....
DR. FERNANDO VELOZ VELARDE. M.Sc.
ÁREA TÉCNICA.

.....
ING. MILTÓN BARRAGAN CAMACHO. M.Sc.
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

El presente trabajo, resultado de un gran Sacrificio y Esfuerzo, está dedicado a Dios por haberme dado el don de la vida, por su infinita bondad y amor, para poder llegar a cumplir mis objetivos profesionales.

A las personas más importante de mi vida, a quiénes amo con todo mi corazón, mis queridos Hijos KLEBER y DANIELA, quienes me han apoyado con su amor, esfuerzo y paciencia en estos años tan difíciles brindándome su confianza y las palabras de aliento que más deseaba escuchar en instantes en los cuales sentía desfallecer en mi propósito

A mi familia por su valioso aporte moral en todo este camino duro de la vida, para llegar al sendero de la superación y terminar una etapa de mi vida.

GLADIS MARLENE

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi eterno agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente Escuela de Ingeniería Agronómica, por darme la oportunidad de formar parte de ella.

A mis docentes, porque gracias a su cariño, guía, apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios que constituyen el regalo más grande que pudiera recibir por lo cual les viviré eternamente agradecida.

De manera especial quiero dejar constancia de mi agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Ing. Olmedo Zapata Illanez. M.Sc Director de Tesis, quien sin escatimar esfuerzo alguno me guio en la planificación, desarrollo y culminación de esta tesis de grado.

Un agradecimiento sincero agradecimiento al Ing. Danilo Montero Silva. Mg en el Área de Biometría por su apoyo decidido en la ejecución de este trabajo de investigación.

Hago énfasis de mi agradecimiento a los Miembros del Tribunal de Calificación de Tesis en las personas del Dr. Fernando Veloz Velarde. M.Sc en el Área Técnica e Ing. Milton Barragán Camacho. M.Sc, en el Área de Redacción Técnica por todo el apoyo brindado durante el proceso investigativo.

Finalmente un agradecimiento muy especial a todas las personas que estuvieron prestándome su valiosa colaboración, ya que tras de anhelo siempre hay personas que creen en nosotros, brindándonos de diferente manera su solidaridad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen.....	4
2.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.3. Clasificación morfológica.....	5
2.3.1. Raíz.....	5
2.3.2. Tallo.....	6
2.3.3. Hojas.....	6
2.3.4. Flores.....	6
2.3.5. Fruto.....	6
2.4. Valor nutricional.....	7
2.5. Híbridos en estudio.....	8
2.5.1. Coronado.....	8
2.5.2. Legacy.....	9
2.6. Fases del cultivo.....	10
2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	11
2.7.1. Temperatura.....	11
2.7.2. Luminosidad-humedad.....	11
2.7.3. Suelos.....	11
2.7.4. Fertilización química y orgánica.....	12
2.7.4.1. Fertilización química.....	12
2.7.4.2. Fertilización orgánica.....	18
2.7.4.2.1. Abonos orgánicos.....	18
2.7.4.2.1.1. Ecoabonaza.....	21
2.8. Mineralización de la materia orgánica.....	22
2.9. Factores que intervienen en el crecimiento de los vegetales.....	23
2.9.1. Factores nutritivos.....	23

2.9.2. Factores metabólicos.....	24
2.9.3. Tipo hormonal.....	24
2.10. Manejo agrónomico del cultivo	24
2.10.1. Preparación del terreno	24
2.10.2. Siembra	25
2.10.3. Transplante.....	25
2.10.4. Riego	25
2.10.5. Control de malezas.....	26
2.10.6. Aporque.....	26
2.11. Plagas y enfermedades	26
2.11.2. Enfermedades.....	27
2.12. Cosecha y postcosecha.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Materiales.....	30
3.1.1. Localización del ensayo	30
3.1.2 ubicación del ensayo	30
3.1.3. Situación climática y geográfica	30
3.1.4. Zona de vida.....	31
3.1.5. Material experimental	31
3.1.4. Materiales de campo	31
3.1.5. Materiales de oficina.....	32
3.2. Métodos.....	32
3.2.1. Factores en estudio:.....	32
3.2.2. Tratamientos: combinación de factores:	33
3.3. Procedimiento:	33
3.4. Tipo de análisis	34
3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA).....	34
3.4.2. Análisis de efecto principal para Factor A: Híbridos de brócoli.....	34
3.4.3. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de Factor B: Dosis de fertilización	34
3.4.4. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacciones AxB..	34

3.4.5. Análisis de correlación y regresión simple	34
3.4.6. Análisis económico de la relación beneficio/costo	34
3.5. Métodos de evaluación y datos tomados.....	35
1. Porcentaje de prendimiento (PP).....	35
2. Altura de plantas (AP).....	35
3. Número de hojas (NH)	35
4. Ancho de la hoja (AH)	35
5. Longitud de la hoja (LH)	36
6. Días a la formación de la pella (DFP).....	36
7. Días a la cosecha (DC).....	36
8. Diámetro del tallo (DT).....	36
9. Incidencia de plagas (IP).....	36
10. Incidencia de enfermedades (IE).....	37
11. Diámetro de pellas (DP).....	37
12. Número de plantas cosechadas (NPC)	37
13. Peso de pellas por parcela (PPP).....	37
14. Rendimiento de brócoli en kg. /ha (RH)	37
3.6. Manejo del ensayo.....	38
1. Análisis de suelo	38
2. Preparación del suelo	38
3. Surcado.....	38
4. Fertilización química, orgánica y convencional.....	38
5. Transplante	39
6. Riegos.....	39
7. Control de malezas	39
8. Aporque.....	40
9. Cosecha	40
10. Pos cosecha	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
1. Porcentaje de prendimiento (PP); días a la formación de la pella (DFP) y días a la cosecha (DC)	41

2. Altura de plantas (AP) en cm en el trasplante, a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha	50
3. Número de hojas en el trasplante (NHT), a los 30 días después del trasplante (NH a los 30 ddt) y en la cosecha (NHC).....	57
4. Número de plantas cosechadas (NPC); diámetro del tallo en cm (DT); ancho de la hoja en cm (AH) y longitud de la hoja en cm (LH)	66
5. Diámetro de la pella en cm. (DP); peso de la pella/parcela en kg (PPP) y rendimiento de brócoli en kg/ha (RH).....	75
6. Coeficiente de variación (CV)	83
7. Análisis de correlación y regresión	84
8. Análisis químico del suelo antes y después del ensayo	87
9. Análisis económico de la relación B/C e I/C	90
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1. Conclusiones	93
5.2. Recomendaciones.....	95
VI. RESUMEN Y SUMMARY	96
6.1. Resumen.....	96
6.2. Summary	98
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	100

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PÁG.
1. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.....	41
2. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en la variable porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.	42
3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B: Dosis de fertilización las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.....	44
4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables Días a la formación de la pella y días a la cosecha.	47
5. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y días a la cosecha.	50
6. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables altura de plantas en el trasplante, a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.	51
7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B: Dosis de fertilización las variables altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.	53
8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.	55
9. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y cosecha.	57

10. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables número de hojas en el trasplante; a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.....	58
11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B: Dosis de fertilización en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.	60
12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha	63
13. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.	66
14. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.	67
15. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B: Dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.	69
16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.	72
17. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.....	75
18. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.	76
19. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B: Dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.	78

20. Resultados de la prueba de tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.	81
21. Análisis de correlación y regresión lineal	84
22. Resultados del análisis químico del suelo antes y después del ensayo.	87
23. Costo que varían en la producción de brócoli mediante la aplicación de 200-60-80-30 kg./ha de N-P-K-S; 500 kg/ha Ecoabonaza y convencional	90
24. Relación B/C en la producción de brócoli mediante la aplicación de 200-60-80-30 kg./ha de N-P-K-S; 500 kg/ha Ecoabonaza y convencional.	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No.	PÁG.
1. Híbridos de brócoli en las variables porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.....	42
2. Dosis de fertilización en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.	45
3. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (axb) en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.....	48
4. Híbridos de brócoli en la variable altura de plantas en el trasplante, a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.	51
5. Dosis de fertilización en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.....	54
6. Híbrido de brócoli por dosis de fertilización en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha	56
7. Híbridos de brócoli en las variables número de hojas en el trasplante; a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.....	58
8. Dosis de fertilización en la variable número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha	61
9. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha	64
10. Híbridos de brócoli en las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.	67
11. Dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.	70
12. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.....	73
13. Híbridos de brócoli en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.	76
14. Dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha.	79

15. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en kg y rendimiento de brócoli en kg./ha..... 82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Localización del Ensayo
2. Resultado del análisis de suelo al inicio de la investigación
3. Resultados del análisis de suelo después de la investigación
4. Resultados del experimento
5. Fotografías del manejo del experimento
 - 5.1. Trazado de parcelas del ensayo
 - 5.2. Plantas listas para el trasplante
 - 5.3. Trasplante
 - 5.4. Evaluación del porcentaje de prendimiento
 - 5.5. Evaluación de la altura de plantas de brócoli a los 30 después del trasplante
 - 5.6. Evaluación de número de hojas/planta a los 30 después del trasplante
 - 5.7. Aporque del ensayo
 - 5.8. Evaluación de días a la formación de la pella
 - 5.9. Vista general del desarrollo del cultivo
 - 5.10. Evaluación del número de hojas en la cosecha
 - 5.11. Visita del Tribunal
 - 5.12. Evaluación de días a la cosecha
 - 5.13. Evaluación del diámetro de la pella
 - 5.14. Evaluación del peso de la pella
6. Glosario de términos técnicos

I. INTRODUCCIÓN

El brócoli, es una crucífera nativa de Asia Occidental y de las costas del Mediterráneo, los romanos ya cultivaban esta planta en Europa y se desarrolló a partir de un repollo salvaje que, mediante procesos de mejoramiento genético realizados desde 1920 en Estados Unidos, se transformó en el que hoy conocemos, hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse. (http://www.sica.gov.ec/brocoliyfuente_divisas.html)

La superficie cosechada de brócoli en el mundo se ha incrementado de 589 mil 384 hectáreas en 1990 a 954 mil 139 para el 2006, China es el país con mayor crecimiento en la superficie ya que pasó de 97 mil 907 hectáreas entre 1990-94 a 366 mil 622 entre 2004 y 2006. (<http://www.made-in-argentina.com.html>)

En los últimos años el Ecuador ha tenido una perspectiva en el cultivo de brócoli orgánico que viene incrementando por la tendencia del mercado mundial, que exige productos de calidad, puesto que es una hortaliza de alta demanda y consumo por sus características nutricionales.

El 99,9% de la superficie sembrada con brócoli (del total de 3.423 hectáreas) se localiza en la Sierra. Según el último Censo Agropecuario 2010, el 68% de la producción se concentra en Cotopaxi, el 16% en Pichincha, el 10% en Imbabura y el porcentaje restante en Carchi, Chimborazo y Tungurahua.

La Producción de Brócoli en la Provincia de Bolívar se encuentra en forma transitoria en huertos familiares con una producción aproximadamente de 5.000 m² y a nivel cantonal se estima una producción de 2000 m². (Suquilanda, M. 2010)

La planta de brócoli coronado es productiva y adaptable a diferentes climas y condiciones meteorológicas, sus principales bondades son: alto potencial de rendimiento; cabeza compactas y soporta condiciones extremas de manejo.

El híbrido de brócoli Legacy, es de excelente comportamiento, tanto para fresco como para congelado, dependiendo de las condiciones ambientales, su ciclo varía entre los 80 a 90 días después del trasplante campo abierto.

Últimamente existe un gran interés que va en aumento la explotación del brócoli, ya que el consumidor ha descubierto varias ventajas en relación a otras hortalizas; el sabor, el tiempo de cocción y su variado uso, partiendo de estos parámetros y con conocimiento de que no se han hecho investigaciones agronómicas que permitan tener un paquete tecnológico adecuado para difundir este cultivo, que por ser de ciclo corto será una buena alternativa en la rotación de cultivos.

La fertilización cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo importantes características de fertilidad, como la estructura y textura del suelo.

Los fertilizantes orgánicos son compuestos a base de carbono que incrementan la productividad de las plantas, asegura que los alimentos producidos estarán libres de sustancias químicas perjudiciales para la salud. Como resultado de esto, quienes consumen estos alimentos, están menos expuestos a enfermedades como el cáncer, infartos y enfermedades de la piel. (Jaramillo, J. 2006)

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Determinar el comportamiento agronómico de los híbridos de brócoli Legacy y Coronado en esta zona agroecológica.

- ✓ Identificar qué dosis de fertilización (Química, orgánica y convencional) es la más adecuada en la producción de brócoli.
- ✓ Realizar el análisis económico de la relación Beneficio/Costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

El Brócoli pertenece a las regiones del Este y Suroeste de Francia, es una especie de origen Italiano y, según algunas opiniones, es el progenitor de todas las coliflores cultivadas en la actualidad. (Toledo, J. 2009)

El Brócoli (***Brassica oleracea*** L.), es originaria de Europa Occidental y es cosmopolita, (Hidalgo, M. 2010)

Esta hortaliza al igual que la Col y la Coliflor, tienen un ancestro común en el repollo original, que fue planta silvestre que llegó al Mediterráneo; de Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y a las costas de Dinamarca, Francia, y España. Su origen es muy antiguo existiendo referencia histórica sobre su cultivo antes de la era cristiana. (Andrade, J. 2011)

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Vegetal
División	Spermatofhyta (espermatofita)
Clase	Dicotiledoneae (dicotiledóneas)
Orden	Rhoeadales (readales)
Familia	Crucífera
Género	Brassica
Especie	Oleracea
Nombre Científico	<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica
Nombre Vulgar	Brócoli

(<http://www.brócoli/cultivoymanejo.html>)

2.3. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA

El brócoli, al igual que la coliflor y las coles de brucas, es de la familia de las coles, todas estas hortalizas de deben tratar de la misma forma, pueden resistir heladas pero no muy fuertes. (Jaramillo, J. 2010)

Esta planta anual es una forma de coliflor, que produce cabezas verdes alargadas, y en ramificaciones, retiene humedad durante su desarrollo. (Toledo, J. 2009)

Es una planta herbácea muy vigorosa, su producto comestible es la inflorescencia, pertenece la familia de las crucíferas (*Brassica oleracea* var. *italica*). Es un cultivo de clima templado frío, para su óptimo desarrollo requiere temperaturas alrededor de los 8 grados centígrados a 17 °C como ideal, aunque puede soportar de 2 °C a 25 °C y un foto periodo de 11 a 13 horas luz, clima templado a ligeramente frío y humedad relativa intermedia a baja. (<http://www.sakata.com.mx/html>)

2.3.1. Raíz

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 0.8 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo.

El sistema radicular del brócoli trasplantado en el campo definitivo está conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte en los primeros, 0,4-0,6 m. de profundidad. (<http://www.brócoli/cultivoymanejo/html>)

2.3.2. Tallo

La planta Brócoli es de naturaleza herbácea, con un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm. de longitud. Este tallo principal presenta entre nudos cortos con hábitos de desarrollo intermedio entre la forma receta y caulinar. La parte superior del tallo es limitado por el desarrollo de la inflorescencia principal, las únicas ramificaciones presentes en el tallo inflorescencias secundarias que se ubican en los nudos superiores. (Toledo, J. 2009)

2.3.3. Hojas

Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una aproximadamente de 50 cm. de longitud y 30 cm. de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor, la superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable.

(<http://www.brócoli/cultivoymanejo/html>)

2.3.4. Flores

Las flores son perfectas y actinomorfas, los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de auto incompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como abejas y moscas. (Araujo, J. 2010)

2.3.5. Fruto

El fruto es una silicua con más de 10 semillas, dehiscentes cuando madura, las semillas son redondas, pequeñas (2 mm.- de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un grano de semilla contiene entre 180 y 250 semillas. (Toledo, J. 2009)

2.4. VALOR NUTRICIONAL

El análisis nutritivo y calórico está realizado en base a una porción de 100 g. de brócoli.

Calorías 4.4 %; Agua 89%; Energía 34 calorías; Proteínas 3.6 g.; Grasas 0.4 g.; Carbohidratos 4.9 g.; Sales Minerales: Calcio 103 mg.; Fósforo 78 mg.; Hierro 1.1 mg.; Sodio 15 mg.; Potasio 382 mg.; Vitaminas: Tiamina 0.10 mg.; Riboflavina 0.23 mg.; Niacina 0.9 mg.; Ácido ascórbico 113 mg.; Vitaminas A1 (IU) 2.500 mg.

(http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos/20exportables/brócoli/fuente_divisas/html)

Valor nutricional del brócoli por 100 g. de producto comestible:

Proteína (g)	5.45
Lípidos (g)	0.3
Glúcidos (g)	4.86
Vitamina A (U.I.)	3.500
Vitamina B1 (mg)	100
Vitamina B2 (mg)	210
Vitamina C (mg)	118
Calcio (mg)	130
Fósforo (mg)	76
Hierro (mg)	1.3
Calorías (cal)	42-32

(<http://www.agriculturaurbana.galeon.com/productos.html>)

2.5. HÍBRIDOS EN ESTUDIO

La tendencia del desarrollo de nuevos cultivares está orientados principalmente a la producción de híbridos, los que en relación a los cultivares de polinización abierta, presenta las siguientes ventajas comparativas:

- ✓ Mejor rendimiento
- ✓ Mayor precocidad
- ✓ Más calidad del producto
- ✓ Cabezas más grandes
- ✓ Plantas pequeñas para siembra de alta densidad

Algunas limitaciones respecto al uso de los híbridos son de alto costo de las semillas; así como la necesidad de contar con un mayor nivel tecnológico del cultivo y gastos en insumos para la producción. (<http://www.infoagro.com.html>)

En el país no se producen semillas de brócoli; estas se importan principalmente de Estados Unidos y Holanda. Asia, entre las principales casas productoras de semilla Legacy y Coronado F1, está Asgrow Seeds, de Maratón Sakata Seeds cuya casa matriz está en Jasón y distribuye a través de Estados Unidos, de Shogum PetoSeeds. Además está Bejo en Holanda, que desarrolla también semillas de romanesco. (<http://www.corpei.org/FrameCenter.com/html>)

2.5.1. Coronado

Es un híbrido intermedio tardío, con plantas vigorosas. Sus pellas presentan buena resistencia en post cosecha. Es una pella de domo bien formado y de excelente presencia, lo que lo hace ideal tanto para el mercado fresco como para el congelado.

La planta de brócoli coronado es productiva y adaptable a diferentes climas y condiciones meteorológicas, sus principales bondades son:

- ✓ Alto potencial de rendimiento
- ✓ Cabeza compactas
- ✓ Soporta condiciones extremas de manejo

Recomendaciones técnicas

Altura: 2600 - 3100 msnm

Distancia de! trasplante: 40 cm x 50 cm

Densidad: 50 000 plantas /ha

Ciclo: 70 - 85 días después del trasplante campo abierto. (Vademécum Agrícola 2008)

2.5.2. Legacy

Brócoli híbrido de excelente comportamiento, tanto para fresco como para congelado.

Características del híbrido:

- ✓ Cabezas grandes y pesadas, compactas y muy firmes, de grano fino
- ✓ Forma de domo perfecto, floretes simétricos y de color verde oscuro
- ✓ Buena uniformidad y vigor de planta, desarrollada pocos brotes laterales
- ✓ Adaptación: mejor plantación a condiciones frescas, este líder ofrece alto potencial de rendimiento y excelente calidad
- ✓ Precocidad: dependiendo de las condiciones ambientales, su ciclo varía entre los 80 a 90 días después del trasplante campo abierto
(<http://www.semilleria.cl/AdjuntosProd/65.pdf/html>)

2.6. FASES DEL CULTIVO

Dependiendo de las condiciones, las semillas germinan entre los 6 a 10 días con la aparición de un par de hojas. Las plantas desarrollan sus hojas y tallos hasta la fase óptima de trasplante; esto es cuando mide 12 a 15 cm. de altura con 3 a 5 pares de hojas. En esta manera la semilla germinada se denomina plántula, que identifica el estado temprano de crecimiento de la planta, cuando está lista para ser trasplantada: 5 a 6 semanas después de la siembra de la semilla. La conversión hasta hace pocos años era trasplantar solamente la plántula, pero últimamente se la trasplanta junto con el sustrato de su cubículo.

La vida económica de un cultivo de brócoli es de 80-90 días, excluyendo la fase de almácigo, y la cosecha se inicia entre 70-80 días después de la siembra definitiva (el trasplante de la planta de semillero)

(<http://www.corpei.org/FrameCenter.com/html>)

En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

- ✓ De crecimiento la planta desarrolla solamente hojas
- ✓ De inducción floral: Después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento
- ✓ De formación de pellas: La planta en la yema terminal desarrolla una pella y, y al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal
- ✓ De floración: Los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores
- ✓ De fructificación: Se forman los frutos (silicuas) y semillas

(<http://www.brócoli/Agroalimentación-cultivoymanejo.html>)

2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

2.7.1. Temperatura

La temperatura promedio anual es de 13 a 15 °C. (Bustos, M. 1996)

La planta para un desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20 a 24 grados centígrados. La planta para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 a 15 °C de temperatura durante varias horas del día. La planta y la pella no se hielan con temperaturas cercanas o debajo de los 0°C, cuando su duración es de pocas horas del día.

(<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocli.html>)

2.7.2. Luminosidad-Humedad

La humedad atmosférica es uno de los limitantes del cultivo de Brócoli; también afirma que el fotoperiodismo es un factor decisivo en la implantación del cultivo.

(<http://www.infoagro.com/hortalizas/brocul.html>)

2.7.3. Suelos

Para una adecuada producción de brócoli se requiere un pH alto, lo más cercano a la neutralidad. El intervalo más aconsejable para un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo por parte de la planta está entre 6.0 y 6.8, ya que es una planta poco tolerante a la acidez. (<http://www.agriculturaurbana.galeon.com.html>)

Como todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Se desarrolla una amplia gama de suelos pero son preferibles los francos, franco arcilloso o franco limosos,

profundos, con buen contenido de materia orgánica y con una buena capacidad de retener agua. En suelos pesados es necesario llevar a cabo labores de drenaje tanto interno como superficial.

(<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocli.html>)

El brócoli se adapta a una gran variedad de suelo, aunque prefiere las margas fértiles bastante profundas y el suelo debe estar limpio y contener un alto porcentaje de materia orgánica.

Se puede cultivar con éxito en muchos tipos de suelo, pero logra mejor calidad el producto en suelos relativamente pesados y con alta capacidad de retención de humedad. (Ross, C. 2010)

2.7.4. Fertilización Química y Orgánica

2.7.4.1. Fertilización Química

Desde un punto de vista estricto, la fertilización es el aporte mineral, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y abonado es aporte de productos orgánicos (estiércol y otros), que además de aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo importantes características de fertilidad, como la textura y estructura.

(<http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/broculi.html>)

El brócoli es exigente en potasio y también en boro; en suelos que el magnesio sea escaso conviene hacer aportaciones de este elemento.

En suelos demasiado ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH, con el fin de evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “Hernia de la col”.

Si el brócoli es un cultivo de relleno, el último es la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura, a no ser que interese estercolar para el cultivo principal que le va a seguir en la alternativa; en este caso se aportan 3 Kg. por metro cuadrado de estiércol que esté bien fermentado.

(<http://www.angelfire.com/ia2ingenieriaagricola/brocli.html>)

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica se incorporará un mes o dos antes de plantación del orden de 4 Kg./ha de estiércol bien fermentando. Si es un cultivo de relleno, último es la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura. Las extracciones totales de 1 ha., de brócoli son las siguientes: N 90 Kg./ha, P₂O₅ 34 Kg./ha. (<http://www.uco.es/d62corm.html>)

Utilizamos abono básico una semana antes trasplantar para acelerar la absorción de nutrientes en dosis de: Nitrógeno; 270 Kg. /ha, Fósforo 190 Kg. /ha, Potasio; 200 Kg. /ha, bajo el siguiente esquema:

CANTIDAD DE FERTILIZACIÓN Kg./ha EN EL CULTIVO			
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Abono básico	170	170	170
1er. Abono Adicional	50	20	20
2do. Abono Adicional	50		10

Fuente: Suquilanda, M. 2010

Al iniciar el crecimiento de la planta en el lugar definitivo, el primer abonado adicional será (más o menos 15 días después del trasplante). Considerando el crecimiento de la planta se da el segundo abono adicional (a los 15 a 20 días después del primer abono adicional). Como en esta época estarán muy grandes, no se aporca mucho porque es fácil de herir las hojas basales y raíces para cosechar botones laterales se da un tercer abono adicional al instante después de la cosecha del botón principal. (Muraoka, Y. 2009)

La fertilización del suelo se hará respondiendo a los análisis que deberán practicarse previamente. Para el efecto se utilizará una serie de materiales orgánicos previamente procesados, tales como: estiércol, Residuos de cosechas, abonos verdes, compost, abonos líquidos y humus de lombriz; a estos materiales se puede agregar complementariamente sales fertilizantes, permitidos por los organismos mundiales de la agricultura orgánica tales como: muriato de potasa, sulfato de potasio, azufre puro, sulfato de magnesio hidratado.

Recomienda aplicar de 30-90 Kg. de N/ha, 120-180 Kg. de P_2O_5 /ha y 120-180 Kg. K_2O /ha. (Suquilanda, M. 2010)

La dosis y tipos de fertilización recomendado es de 100-120 Kg. de N/ha y 50-80 Kg. de P_2O_5 /ha; mientras que el potasio no debe aplicarse en caso de necesidad comprobada. Además recomienda dosis referenciales de 80-120 kg. de N/ha, 60Kg. de P_2O_5 /ha y 60 Kg. K_2O /ha, para suelos pobres y en el caso de sembrarse en suelos de fertilidad media en rotación de otros cultivos intensamente fertilizados basta aplicar 80-120 Kg. de N/ha. (Haro, M. y Maldonado, L. 2009)

✓ **El Nitrógeno en la Planta**

El brócoli al ser una planta pequeña de hojas largas para que se produzca el proceso de fotosíntesis y la formación de la pella requiere de grandes cantidades de nitrógeno.

Cuando se encuentran en presencia de cantidades adecuadas en los vegetales, es responsable de un marcado incremento en el desarrollo del tallo, hojas y la presencia de una suficiente cantidad de nitrógeno, se observa en la mayoría de los de los casos, por un excelente color verde exhibido por el cultivo vegetal. El nitrógeno es utilizado por la planta para la síntesis de sus proteínas, constituye igualmente a la producción de clorofila, la misma que al encontrarse en cantidades adecuadas en las hojas y la interacción de la energía luminosa aportada por el sol, facilita la transformación y síntesis de azúcares y almidones. (Alarcón, C. 2011)

✓ **Efectos que causa el N en las hortalizas:**

- Acentúa el color verde del follaje
- Confiere succulencia a los tejidos
- Favorece el desarrollo exuberante del follaje
- Puede aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades
- Aumenta el tenor de proteína
- Propicia el volcamiento
- Alarga el ciclo vegetativo de los cultivos
- Retrasa la maduración de frutos

✓ **Deficiencia**

Las manifestaciones más características de las deficiencias de Nitrógeno en la planta son: Reducción general del crecimiento, debilitamiento general del color verde, amarillamiento que empieza en las hojas inferiores de la planta y generalmente avanza desde el ápice hasta la base de la hoja. (Bustos, M. 2009)

La carencia de nitrógeno en la planta, se manifiesta en primer lugar por una vegetación raquílica, la planta se desarrolla poco, posee un sistema vegetativo pequeño y el follaje toma un color verde amarillento, que luego evoluciona hacia una pigmentación anaranjada o violácea en los bordes de las hojas, escasa vegetación insuficiente, acompañada de una maduración acelerada de la caída prematura de las hojas y una disminución de los rendimientos. (Andrade, J. 2011)

✓ **El Fósforo en la Planta**

El brócoli produce cabezas verde alargadas, y en ramificaciones, retiene humedad durante su desarrollo por lo que a semejanza con el nitrógeno, el fósforo forma parte de cada una de las células vivas existentes en la planta; con la particularidad

de que su presencia, en las semillas y en las partes jóvenes que se encuentran en activo crecimiento, se encuentran en mayores cantidades que en las restantes partes de la planta. Este elemento interviene en la formación de la nucleoproteínas, ácidos nucleídos, fosfolípidos así como también en la división celular, respiración, fotosíntesis, síntesis de azúcares grasas y proteínas, acumulación de energía (en los compuestos de ATP y NADP); etc.

(<http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/brocul.html>)

✓ **Efectos que causa el P en las hortalizas:**

- Fomenta y acelera el desarrollo de raíces
- Aumenta el número de renuevos
- Aumenta la fructificación
- Acelera la maduración de frutos
- Participa en la formación de semillas
- Evita el acame o volcamiento
- Aumenta el tenor de carbohidratos, aceites, grasas y proteínas
- Aumenta la resistencia a enfermedades
- Participa en la fijación simbiótica del N

✓ **Deficiencia**

La carencia de este elemento produce grandes trastornos fisiológicos tales como: lento crecimiento y desarrollo de la planta, floema y xilema poco desarrollado, disminución de peso y tamaño, pobre floración y fructificación, retraso de la maduración, hojas de color verde oscuro e incluso con matices rojizos. (Reigosa, M. *et. al.* 2010)

✓ **El Potasio en la Planta**

Es una planta herbácea muy vigorosa, su producto comestible es la inflorescencia, las pellas deben ser muy compactas y resistir al manejo de poscosecha, por lo que requiere del potasio es un elemento esencial para las plantas, mantiene el equilibrio del jugo celular de las plantas, igual mente juega un papel muy importante en la producción y desintegración del almidón y los azúcares. Existe una estrecha asociación entre el potasio y la pérdida de agua, habiéndose observado que las plantas a las cuales se les proporcionan cantidades adecuadas de potasio se encuentra en mejores condiciones para resistir la sequía. (Reigosa, M. *et. al.* 2010)

✓ **Efectos que causa el K en las hortalizas:**

- Incrementa la eficacia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones
- Estimula el llenado de los tubérculos
- Mejora la calidad de los productos
- Mantiene la turgencia de la planta
- Evita los efectos severos de la sequía y de las heladas
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Reduce el volcamiento
- Ayuda en la fijación simbiótica del N

✓ **Deficiencia**

A partir de la importancia fisiológica del potasio, en el metabolismo y catabolismo del vegetal, se deducen los problemas y trastornos ocasionados por su deficiencia. Las cuales pueden manifestarse con la disminución de la fotosíntesis, disminución del traslado de azúcares a la raíz, reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y

presentan un menor vigor y crecimiento, los frutos y semillas reducen de tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis, las hojas tienden a “enrullarse” amarillan los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego superiores. (Bustos, M. 2009)

2.7.4.2. Fertilización Orgánica

2.7.4.2.1. Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para elevar la actividad biológica en el suelo. Muchas de las sustancias orgánicas más importantes en los abonos, como las enzimas, vitaminas y hormonas no pueden conseguirse fácilmente en otras formas de fertilizantes. El contenido en estos materiales orgánicos constituye una fuente apropiada de fertilizante nitrogenado. (Pardo, N. 2009)

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos, se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, su altura de aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. (<http://www.geocities.com/raaeru/ao.html>)

La Agricultura Orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismos allí presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora,

tomen asimilables los nutrientes y de esta manera puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación. Los abonos orgánicos son ricos en micro y macro elementos, necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas. Mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad. (Vademécum Agrícola. 2008)

Algunos campesinos, cuando escuchan hablar de abonos orgánicos relacionan el nombre con compostas, estiércoles, abono natural, hojas podridas e incluso "basura" de la casa. Esto es correcto pero sólo en parte, pues los abonos orgánicos son todos los materiales de origen orgánico que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano, incluyendo además a los estiércoles de organismos pequeños y al trabajo de microbios específicos, que ayudan a la tierra a mantener su fuerza o fertilidad.

(<http://www.geocities.com/raaseru/ao.html>)

El abono orgánico lo puede crear la naturaleza o el ser humano con su trabajo. Esto lo hacen con la ayuda organizada de animalitos como las lombrices, las gallinas ciegas, las hormigas y de millones y millones de microbios que se llaman hongos, bacterias y actinomiceto.

Cada animalito al comer los materiales orgánicos, la va desbaratando y suavizando con sus dientes, su saliva y su estómago. El estiércol que sale de algunos animalitos es el mejor alimento para otros que hacen los mismos, después unos microbios, y otros más. Todos participan hasta que los materiales orgánicos quedan convertidos en tierra rica en nutrientes.

En el caso de microbios específicos como las bacterias y hongos, algunos de ellos viven pegados a las raíces de plantas que tienen vainas, y esta convivencia hace que los nutrientes que se encuentran en el aire se bajen y fijen en la tierra, dando

como resultado que la tierra tenga una mayor cantidad de nutrientes.
(<http://www.infoagro.com/abonos/abonos-organicos.html>)

La aplicación de estos abonos orgánicos se reforzaba con la asociación e intercalación de cultivos, rotación de cultivos; con prácticas de labranza mínima, labranza y siembra en contorno, nivelar la tierra y construcción de terrazas.

Ahora, nosotros estamos recibiendo información de que existen otros tipos de abonos orgánicos. Estos abonos orgánicos modernos son:

- ✓ Compostas
- ✓ Abonos verdes
- ✓ Lombricultura
- ✓ Biofertilizantes
- ✓ Abonos líquidos. (Bejo, Z. 2010)

Ventajas:

- ✓ Ayuda a la formación de agregados estables, por consiguiente y mejora la estructura fiable
- ✓ Promueve la aireación y la penetración del agua
- ✓ Mejora la capacidad de retención de humedad
- ✓ Suministra abundantes partículas coloidales con la carga negativa (humus) capaces de retener e intercambia cationes nutritivos
- ✓ Actúa como amortiguador al reducir la tendencia del suelo a un cambio drástico de su pH que ocurre al agregar sustancias formadas de ácidos o álcalis
- ✓ Afecta la formación de complejos órgano-metálicos, estabilizando así los micros nutrientes del suelo que de otro modo no se tendrían
- ✓ Constituye una fuente de muchos nutrientes vegetales
- ✓ Mantiene y crean la vida de microbios en la tierra
- ✓ Sí la tierra es dura la hace más suave

- ✓ Si la tierra es arenosa la hace más firme
 - ✓ Ayudan a retener el agua de lluvia
 - ✓ Dan más tipos de nutrientes en un estado en que las raíces los pueden tomar
 - ✓ Aumentan el grueso de los tallos y tamaño de los frutos
 - ✓ Afirman los colores de tallos, hojas y frutos
 - ✓ Aumentan las cosechas
 - ✓ Los nutrientes permanecen por 2 o 3 años en la parcela
 - ✓ Aumentan la cantidad y calidad de proteínas de los frutos
- (<http://www.infoagro.com/abonos/abonos-organicos.html>)

2.7.4.2.1.1. Ecoabonaza

Se deriva de la pollinaza de la granja de engorde de PRONACA, la cual es comportada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades. Ecoabonaza por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y los provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos.

Dosis recomendada de Ecoabonaza para algunos cultivos:

CULTIVOS	Kilogramos/ha
Brócoli	400 – 600 Kg./ha
Cebolla de bulbo	800 – 1000 Kg./ha
Fréjol	400 – 600 Kg./ha
Papa	1000 – 1500 Kg./ha
Tomate	500 – 700 Kg./ha

Fuente: Vademécum Agrícola. 2008

COMPOSICIÓN

Materia Orgánica 50%, pH 6.5 -7.0, Nitrógeno 2.8 -3.0%, Fósforo 2.3 -2.55, Potasio 2.6 -3.0%, Calcio 2.5 -3.0%, Magnesio 0.6 -6.8%, Azufre 0.42 -0.6%, Boro 40 -56 ppm, Zinc 250 -280 ppm, Cobre 50 -68 ppm, Manganeso 340 -470 ppm, Humedad 21%.

(<http://www.pronaca.com/siete/india-look.jspcodigo=SBA00002/html>)

CARACTERÍSTICAS

El 50% de las partículas tienen tamaños menores a 2.5mm que permite una mejor distribución en el suelo. La porosidad varía entre 40 y 50 % y su densidad real está entre 0.35 y 0.45g/cm³. El pH es prácticamente neutro aumentando el poder amortiguador. Mejora la estructura y regula la temperatura. Minimiza la fijación de fósforo por las arcillas. Descontamina el suelo por la vía degradación de los plaguicidas. Mejora las propiedades químicas evitando la pérdida de nitrógeno favoreciendo la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y elementos menores. Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos y aumenta la capacidad de intercambio catiónico.

(<http://www.pronaca.com/siete/india-look.jspcodigo=SBA00002/html>)

2.8. MINERALIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La conversión del nitrógeno orgánico a las formas minerales más asimilables a que se hace referencia como mineralización, abarca dos procesos microbiológicos distintos:

- ✓ Amonificación, en el cual el nitrógeno orgánico se convierte en amoniaco
- ✓ Nitrificación. en el que el amoniaco se oxida a nitratos

Tanto los organismos aerobios como los anaerobios se relacionan con el proceso de amonificación, mientras que solo los aerobios oxidan el amoníaco al nitrato.

La materia orgánica es bastante resistente a la descomposición aunque, sin embargo, bajo condiciones favorables, se descompone y esta descomposición puede ser tan rápida que se presentan dificultades en mantener el contenido de materia orgánica, en especial cuando se cultiva el suelo año tras año y no se ha incorporado los restos de plantas o se ha añadido abonos orgánicos al suelo. Cuando la temperatura, aireación, reacción, y humedad son favorables, la materia orgánica sufre una constante descomposición en el suelo, evidenciada por la corriente continua del anhídrido carbónico que se produce y por los nitratos que se acumulan en el suelo.

Bajo condiciones regulares del cultivo, el contenido de la materia orgánica de los suelos decrece continuamente, ya que las condiciones se hacen favorables para la descomposición de materia orgánica.

Esto va acompañado por la liberación de nitrógeno, fósforo y potasio lo que resulta en un aumento de la cosecha.

Estos dependen de las características químicas de la materia orgánica y también de los microorganismos que determinan la mineralización. (Suquilanda, M. 2010)

2.9. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES

El crecimiento y desarrollo de las plantas requieren la intervención de una serie de factores que pueden agrupar en tres categorías. (Guerrero, A. 2009)

2.9.1. Factores Nutritivos

Son aquellos que directamente o indirectamente contribuyen a la síntesis de compuestos estructurales y sustratos respiratorios, de compuestos ricos en energía, de reserva, etc. que intervienen en los cambios físicos, fisicoquímicos y químicos,

característicos de cada proceso vital ellos son macro y micro nutrientes, el H₂O, el CO₂ y O₂. (Fairhurst, T. y Christian, W. 2009)

2.9.2. Factores Metabólicos

Del tipo de las enzimas, son aquellos que canalizan, regulan o y ordenan total o parcialmente, la intervención de los factores nutritivos, de los diferentes procesos vitales (fotosíntesis, respiración, incorporación de nutrientes, metabolismo de compuestos orgánicos, etc.). (Guerrero, A. 2009)

2.9.3. Tipo Hormonal

Constituyen una serie de factores internos de funciones variadas y especializadas, que ordenan aceleran o regulan la intervención e integración de los procesos vitales en el tiempo y en el espacio. (Vademécum Agrícola. 2008)

2.10. MANEJO AGRÓNOMICO DEL CULTIVO

2.10.1. Preparación del Terreno

Se dará una labor de subsolador a unos 50 cm. seguido de una vertedera de 40 cm. Posteriormente se dará unas labores complementarias de grada o cultivador para dejar de este modo el suelo bien mullido. (<http://www.uco.es/d62coorm/>.html).

Se realizarán caballones separados entre sí de 0.8 a 1m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar.

Los cultivos procedentes de los brócolis más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc. (Guerrero, A. 2009)

2.10.2. Siembra

El brócoli se siembra en semillero. La semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1.5 cm. y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrollo en unos 45-55 días. La nacencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento. (<http://www.uco.es/d62coorm/html>)

2.10.3. Transplante

La planta tiene que ser bien vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm. de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra.

Se deberá eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella.

Normalmente se emplean unas densidades de 12.000– 30.000 plantas /ha, que en marcos de plantación sería 0.80-1 m. entre líneas y 0.40-0-80 m. entre plantas. (Fairhurst, T. y Christian, W. 2009)

2.10.4. Riego

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de tempero. (Guerrero, A. 2009)

2.10.5. Control De Malezas

Se debe mantener el terreno libre de malezas. La deshierba se hace cuando se presentan las primeras malezas en el surco, para evitar la competencia por nutrientes para que el cultivo sea bien desarrollado.

(<http://www.uco.es/d62coorm/html>)

2.10.6. Aporque

Es una labor agronómica que consiste en elevar los camellones de los surcos trasladando tierra al cuello de la planta de brócoli, y profundiza el surco para el riego. El aporque se realiza fundamentalmente para alejar la zona subterránea de la planta de la infección de parásitos y de condiciones que reducen la producción.

(Suquilanda, M. 2010)

2.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.11.1. Plagas

Polilla (*Plutella xylostella*) (Lepidoptera: Plutellidae)

Esta plaga ha adquirido resistencia a la mayoría de los insecticidas que se utilizan en las zonas de siembra, situación que se agrava cuando el cultivo está destinado a la exportación, ya que el mercado consumidor internacional permite una cantidad máxima de 1% de cabezas con plutella.

El Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca, está investigando con feromonas para utilizarlas en la evaluación de las poblaciones con el fin de decidir el momento más oportuno para las medidas de combate.

El combate de la plaga deber ser integrado, incluyendo prácticas culturales como la eliminación de residuos de cosecha y el uso de productos biológicos a base de *Bacillus thuringensis*. (Ramírez, C. 2009)

2.11.2. Enfermedades

Enfermedades fisiológicas.

El brócoli sufre un problema conocido como tallo hueco, que consiste en el agrietamiento interno del tallo, lo cual disminuye la calidad y es causa del rechazo como producto de exportación.

Existen varias causas probables de este fenómeno, entre ellas la deficiencia de boro, en cuyo caso el agrietamiento es acompañado de una necrosis de los tejidos internos pero es poco observado en Costa Rica; la nutrición nitrogenada, ya que causa un crecimiento acelerado de la planta, el efecto de variedad, ya que existen variedades más susceptibles al tallo hueco, principalmente aquellas de crecimiento vigoroso como los híbridos recomendados para exportación.

Debe investigarse en el efecto de distancias de siembra más cortas, con el fin de no permitir un excesivo crecimiento de la planta sin que se afecte el tamaño óptimo de la cabeza.

Todo lo anterior varía según la época del año y la zona, pues existe una estrecha relación entre factores ambientales: nutricionales, temperatura, humedad disponible en el suelo con las características de las variedades utilizadas. (http://www.mag.go.cr/biblioteca_ciencia/tec-brocoli.pdf/html)

2.12. COSECHA Y POSTCOSECHA

Los brócolis deben cosecharse con el número de hojas exteriores necesario para su protección; en el caso de los brócolis de pella conviene que estén lo más cubiertos

posible. La recolección comienza cuando la longitud del tallo alcanza 5 ò 6 cm., posteriormente se van recolectando a medida que se van produciendo los rebrotes de inflorescencias laterales. (Guerrero, A. 2009)

El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillantes, compacta (forme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida.

Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pero pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15.000 y 25.000 Kg./ha. (<http://www.uco.es/d62coorm/html>)

La recolección se hace entre los 90 y los 105 días luego del transplante y se pueden lograr de tres (3) a cuatro (4) cortes por cosecha. Debe cosecharse tiempo antes de que las cabezas habrán demasiado como para dejar al descubierto los pétalos amarillos; cuando sea el momento de la cosecha, se corta la inflorescencia con 20 cm. a 25 cm. de tallos, que se amarran en manojos y se empacan.

Una segunda cosecha de brócoli se hace de los tres brotes laterales que crecen después de haber cosechado la inflorescencia central. (Alarcón, C. 2011)

La capacidad de entregar un producto de calidad al mercado y últimamente, la atención de las órdenes de compra del consumidor, hacen que cada vez la producción y el manejo deban ser más exigentes. El enfriamiento posterior a la cosecha, retira rápidamente el calor de campo y prepara al producto para su empaque, almacenamiento o procesamiento. Un adecuado enfriamiento poscosecha busca lograr los siguientes objetivos:

- a. Suprimir la degradación enzimática y reducir la actividad respiratoria
- b. Disminuir o inhibir las pérdidas de agua
- c. Disminuir o inhibir el crecimiento de microorganismos

(<http://www.agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>)

Además de proteger la calidad del producto, el enfriamiento pos cosecha hace que el mercado se torne mucho más flexible debido al aumento en el período de almacenamiento que los frutos pueden tener, sin pérdidas de sus características organolépticas, gracias a esta adecuada práctica. El enfriamiento y almacenamiento evitará así, la necesidad imperiosa de comercializar este tipo de productos casi inmediatamente, obteniendo una forma efectiva de regular el mercado y el precio del mismo.

Debido a la alta tasa de respiración que presenta, el brócoli perecedera rápidamente una vez cosechado. Además es un producto muy sensible a déficit hídrico, rechazándose cuando alcanza valores del 5% de deshidratación, ya que pierde turgencia y su color característico.

(<http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.html>)

Después de cosechado es muy importante el pre-enfriamiento para bajar la temperatura de campo. Luego se debe mantener la cadena de frío, conservándose a temperaturas cercanas a 0° y con 90% de humedad relativa. En excelentes condiciones de manejo, el brócoli puede tener una duración de pos cosecha potencial de 14 días, si las condiciones de manejo son adecuadas. Así el brócoli para consumo fresco, por su corta vida útil está destinado a mercados locales. Los costos de poscosecha para lograr una buena conservación son altos y difíciles de recuperar en mercados lejanos, además el producto en fresco no alcanza precios que paguen la inversión. Sin embargo el mercado de brócoli congelado o industrializado es distinto ya que el producto puede ser almacenado y transportado a grandes distancias. Por lo general las empresas de congelado realizan contratos con productores donde especifican los distintos manejos, se dan asesorías y se anticipan pagos; además se le asegura al productor un precio mínimo. (Ross, C. 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el sitio Logmapamba de propiedad del Señor Nelson García

3.1.2 Ubicación del ensayo

Provincia	Bolívar
Cantón	San Miguel
Parroquia	San Pablo
Sitio	Logmapamba

3.1.3. Situación climática y geográfica

Altitud.	2.400 msnm
Latitud.	01° 47' 34" S
Longitud.	79° 01' 59" W
Temperatura máxima.	22° C
Temperatura mínima.	9.9° C
Temperatura media.	15,9° C
Precipitación promedio anual.	1500 mm.
Heliofania: Horas/ luz/ año.	780
Humedad relativa.	80%

Fuente: Estación Meteorológica IT San Pablo 2008.

3.1.4. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida de L. Holdridgüe, El sitio corresponde a la formación Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB).

3.1.5. Material experimental

Híbridos de brócoli Legacy y Coronado.

Fertilizante químico: 11-52-00, Sulpomag, Muriato de Potasio y Urea. (Óptimo químico)

Abono orgánico: Ecoabonaza

Convencional

3.1.4. Materiales de campo

- ✓ Piola
- ✓ Flexómetro
- ✓ Palas
- ✓ Azadones
- ✓ Balde plástico
- ✓ Recipiente plástico de 100 litros de capacidad
- ✓ Rastrillo
- ✓ Estacas
- ✓ Bomba de mochila para aspersiones
- ✓ Tarjetas de identificación
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Dosificadores
- ✓ Letreros
- ✓ Balanza

3.1.5. Materiales de oficina

- ✓ Computadora con sus accesorios
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Material fotográfico
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Cd's
- ✓ Papel Bonn
- ✓ Esfero gráfico
- ✓ Regla
- ✓ Borrador

3.2. MÉTODOS

3.2.1. FACTORES EN ESTUDIO:

Factor A: Híbridos de brócoli

A₁: Coronado

A₂: Legacy

Factor B: Dosis de fertilización

B₁: Óptimo Químico: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S

B₂: Óptimo orgánico: 500 Kg./ha de Ecoabonaza

B₃: Convencional

3.2.2. TRATAMIENTOS: COMBINACIÓN DE FACTORES:

Se consideró un tratamiento a la combinación de factores AxB (2 x 3), según el siguiente detalle:

No. TRAT.	CÓDIGO	DETALLE
T ₁	A ₁ B ₁	H. Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S
T ₂	A ₁ B ₂	H. Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza
T ₃	A ₁ B ₃	H. Coronado + Convencional
T ₄	A ₂ B ₁	H. Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S
T ₅	A ₂ B ₂	H. Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza
T ₆	A ₂ B ₃	H. Legacy + Convencional

3.3. PROCEDIMIENTO:

Tipo de diseño: DBCA en arreglo factorial 2 x 3 con 3 repeticiones

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones : 3
- Número de unidades experimentales: 18
- Tamaño total de parcela: 6 m. x 6m = 36 m²
- Tamaño de la parcela neta: 4,8 m x 5,2m = 24,96 m²
- Área total del ensayo: 39 m x 20 m = 780 m²
- Área neta total del ensayo: 24,96 m² x 9 = 224,64 m²
- Número de surcos total por parcela: 10
- Número de surcos por parcela neta: 8
- Número de plantas por parcela: 150
- Número de plantas por parcela neta: 120
- Distancia entre surcos: 0,60 m
- Distancia entre plantas: 0,40 m

3.4. TIPO DE ANÁLISIS

3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME.*
Bloques (r-1)	2	$\sigma^2 + 6 \sigma^2 \text{ Bloques}$
Híbridos de brócoli A (a -1)	1	$\sigma^2 + 9 \theta^2 A$
Dosis de Fertilización B (b -1)	2	$\sigma^2 + 6 \theta^2 B$
A x B (a - 1) (b-1)	2	$\sigma^2 + 3 \theta^2 AxB$
Error Exp. (t-1) (r-1)	10	σ^2
TOTAL (t x r) -1	17	

* Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos Seleccionados por la Investigadora.

Análisis estadístico y funcional

3.4.2. Análisis de efecto principal para factor A: Híbrido de brócoli

3.4.3. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factor B: Dosis de fertilización

3.4.4. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacciones Ax B

3.4.5. Análisis de correlación y regresión simple

3.4.6. Análisis económico de la relación Beneficio/Costo

3.5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

1. Porcentaje de prendimiento (PP)

En un periodo de tiempo comprendido entre 10 a 20 días después del trasplante, se contó las plantas prendidas en toda la unidad experimental y se expresó en porcentaje.

2. Altura de plantas (AP)

La primera evaluación se realizó en una muestra de 20 plantas por cada unidad experimental de cada híbrido antes de realizar el trasplante, posteriormente en cada parcela neta se tomaron 20 plantas al azar, en las cuales se evaluó la altura de plantas desde el nivel del suelo hasta la parte apical con ayuda de un flexómetro expresado en cm con un intervalo de 30 días después del trasplante y en la cosecha del corimbo principal.

3. Número de hojas (NH)

Esta evaluación, se realizó en 20 plantas tomadas al azar en el momento del trasplante, a los 30 días después del trasplante y en la cosecha, y se calculó el número promedio de hojas por planta.

4. Ancho de la hoja (AH)

Con la ayuda de una cinta métrica, se tomó el ancho de la hoja en 20 plantas seleccionadas al azar en la parcela neta de cada tratamiento y su resultado se expresó en centímetros, la medición se hizo en sentido ecuatorial al momento de la cosecha.

5. Longitud de la hoja (LH)

Variable que se registró al momento de la cosecha, para lo que se utilizó una cinta métrica, se tomó la longitud de la hoja en 20 plantas seleccionadas al azar en la parcela neta y su resultado se expresó en centímetros, la medición se hizo en sentido meridional.

6. Días a la formación de la pella (DFP)

Se registró el número de días transcurridos desde la plantación hasta cuando en más del 50% de las plantas de cada unidad experimental presentaron la pella principal.

7. Días a la cosecha (DC)

Se contabilizó el número de días transcurridos desde el transplante hasta la cosecha de las pellas, en cada unidad experimental.

8. Diámetro del tallo (DT)

Esta variable se registró al momento de la cosecha en 20 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental, para la cual se empleó un calibrador de vernier, ubicando está en la parte media del tallo y su resultado se expresó en mm.

9. Incidencia de plagas (IP)

Esta variable se evaluó durante el ciclo del cultivo cada ocho días en cada una de las unidades experimentales, una vez realizado las respectivas evaluaciones no se tuvo la presencia de ningún tipo de plaga.

10. Incidencia de enfermedades (IE)

Esta variable se evaluó durante el ciclo del cultivo cada quince días en cada una de las unidades experimentales, en las que no se registró la presencia de signos y síntomas de ninguna enfermedad.

11. Diámetro de pellas (DP)

En el momento de la cosecha se registró el diámetro ecuatorial de las pellas con un calibrador de Vernier en cm. en 20 pellas tomadas al azar de cada parcela neta, y se calculó un promedio por cada unidad experimental.

12. Número de plantas cosechadas (NPC)

Cuando el cultivo estuvo listo para cosecharse, se contó el número de plantas cosechadas por cada parcela neta y su resultado se expresó en porcentaje.

13. Peso de pellas por parcela (PPP)

En la cosecha, con la ayuda de una balanza de reloj en Kg., se pesó las pellas cosechadas y se expresó en Kg. /parcela neta.

14. Rendimiento de brócoli en Kg. / Ha (RH)

Para calcular el rendimiento de brócoli en Kg./ha se aplicó la siguiente fórmula matemática:

$$R = P C P \text{ Kg.} \times \frac{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{A N C / \text{m}^2} ; \text{ donde}$$

R = Rendimiento en Kg./ha

P C P = Peso de campo por parcela en Kg

A N C = Área neta cosechada en m² (Monar, C. 2010)

3.6. MANEJO DEL ENSAYO

1. Análisis de suelo

Un mes antes del transplante se tomó muestras de suelo donde se instaló el ensayo, y se envió al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP Santa Catalina para su análisis, para la fertilización del cultivo según recomendaciones.

2. Preparación del suelo

Un mes antes del transplante, se preparó el suelo en forma manual con la ayuda de azadones, dos días antes del transplante se realizó un volteado del suelo para dejarlo suelto lo que facilitó el transplante.

3. Surcado

Los surcos se trazaron en forma manual con un azadón a una distancia de 60 cm. en cada unidad experimental antes de la siembra y a una profundidad de 15 a 20 cm.

4. Fertilización química, orgánica y convencional

La fertilización y abonadura se aplicó en todo el ensayo de acuerdo al tipo y dosis de fertilización:

- ✓ Óptimo Químico: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S. El 100% del 11-52-00, y Sulpomag, el 50% de muriato de potasio se aplicó a chorro continuo al fondo del surco en el momento del transplante. La urea y el 50% del muriato de potasio se aplicó a los 30 días después del transplante.
- ✓ Óptimo orgánico: 500 Kg./ha de Ecoabonaza, el 100% de la Ecoabonaza se aplicó al fondo del surco en el momento del transplante, se tapó con una capa de suelo para evitar el contacto con las raíces del brócoli.
- ✓ Convencional: En este sistema únicamente se plantó los híbridos de brócoli, sin fertilizante.

5. Transplante

El transplante se realizó cuando las plántulas presentaron de 3 a 4 hojas verdaderas aparte de las 2 hojas cotiledonales a una distancia de 0,60 m. entre surcos y 0,40 m. entre plantas.

6. Riegos

Los riegos se realizaron por gravedad y de acuerdo a las condiciones climáticas durante el desarrollo del ensayo se aplicó 8 riegos.

7. Control de malezas

El control se hizo en forma manual el número de deshierbas dependió del grado de incidencia de las malezas presentes en el cultivo.

8. Aporque

El aporque se realizó manualmente para dar la aireación y soltura necesaria al suelo para un buen desarrollo de las raíces.

9. Cosecha

El brócoli se cosechó manualmente cuando las pellas alcanzaron su madurez comercial, con la finalidad que el corimbo mantenga su máxima calidad, esta actividad se realizó con un cuchillo.

10. Pos cosecha

Los corimbos cosechados se colocaron en jabas plásticas y se almacenaron en un cuarto a la sombra para su posterior comercialización.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO (PP); DÍAS A LA FORMACIÓN DE LA PELLA (DFP) Y DÍAS A LA COSECHA (DC)

Cuadro No. 1. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.

Fuentes de Variación	PP			DFP		DC	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Híbridos de brócoli: A	1	0,889	0,2623 NS	9,389	15,3636 **	2,00	6,0000 **
Dosis de Fertilización: B	2	6,500	1,9180 **	22,167	36,2727 **	268,722	806,1667 **
A x B	2	9,722	2,8689 **	2,722	4,4545 **	0,167	0,5000 **
Error Experimental	10	3,389		0,611		0,333	
Total	17						
CV = 1,95 %				CV = 1,10%		CV = 0,60 %	

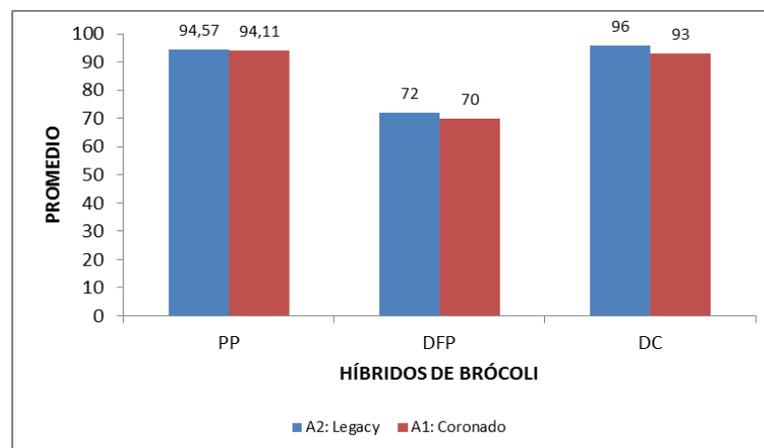
NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo al 1%.

Cuadro No. 2. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en la variable porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.

	PP	DFP	DC
HÍBRIDOS	Promedio	Promedio	Promedio
A ₂ : Legacy	94,57	72,00	96,00
A ₁ : Coronado	94,11	70,00	93,00
EFFECTO PRINCIPAL: A ₂ – A ₁	0,46%	2,00 días	3,00 día

Gráfico No. 1. Híbridos de brócoli en las variables porcentaje de prendimiento, días a la formación de la pella y días a la cosecha.



✓ **Híbridos de brócoli (Factor A)**

Existió un excelente prendimiento de plantas en los dos híbridos de brócoli con el 94,57% para Legacy y 94,11% para Coronado (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 1).

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a las variables días a la formación de la pella y a la cosecha, fueron muy diferentes, mientras que para el porcentaje de prendimiento fue no significativo (Cuadro No. 1).

Estos resultados permiten inferir que las plantas fueron de buena calidad y existió un buen manejo en el establecimiento del ensayo sobre todo en cuanto a las características físicas-químicas del suelo, la humedad adecuada y temperaturas favorables.

Con el análisis de efecto principal el híbrido más tardío fue A₂: Legacy con 2 días más a la formación de la pella y 3 días más en promedio en la variable días a la cosecha (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 1).

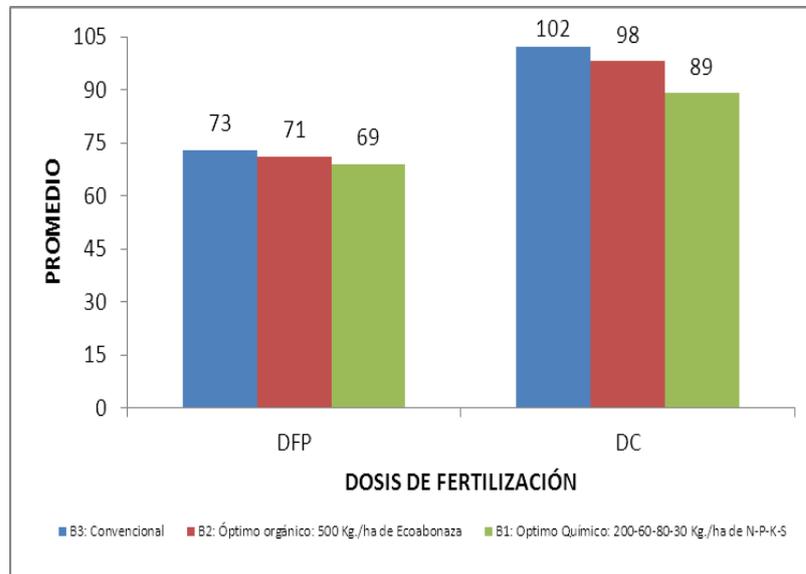
Actualmente la tendencia de preferencia de los horticultores es disponer de variedades e híbridos más precoces para disminuir el riesgo bioclimático y aprovechar oportunidades de mercado.

Cuadro No. 3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Dosis de fertilización las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.

DFP			DC		
Dosis de Fertilización	Promedio	Rango	Dosis de Fert.	Promedio	Rango
B ₃ : Convencional	73,00	A	B ₃ :	102,00	A
B ₂ : Óptimo orgánico: 500 Kg./ha de Ecoabonaza	71,00	B	B ₂ :	98,00	B
B ₁ : Optimo Químico: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	69,00	C	B ₁ :	89,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 2. Dosis de fertilización en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.



✓ **Dosis de fertilización (Factor B)**

Se calculó diferencias estadísticas altamente significativas de las dosis de fertilización en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha (Cuadro No. 1).

Con la Prueba de Tukey al 5%, los promedios más altos en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha, se presentó en forma consistente en el B₃: Convencional con 73,00 DFP y 102,00 DC (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 2).

Estos resultados son lógicos sobre todo si comparamos el suelo en su parte química, que presentó un contenido Alto para P, K, Ca, un contenido medio para Mg; un contenido bajo para N y S; un pH de 5,50 (ligeramente ácido) y un contenido Alto de Materia Orgánica: 9,50% (Anexo No. 2).

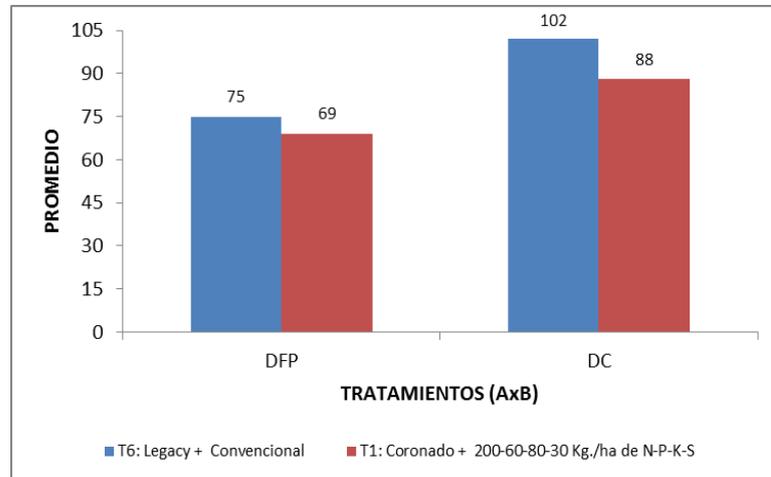
Los fertilizantes químicos tienen una mayor disponibilidad y liberación de macro y micronutrientes, mismos que están de forma inmediata para ser absorbidos por las plantas.

Cuadro No. 4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.

DFP			DC		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T ₆ : Legacy + Convencional	75,00	A	T ₆ :	102,00	A
T ₃ : Coronado + Convencional	72,00	B	T ₃ :	101,00	A
T ₂ : Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	71,00	BC	T ₅ :	98,00	B
T ₅ : Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	71,00	BC	T ₂ :	97,00	B
T ₄ : Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	70,00	BC	T ₄ :	89,00	C
T ₁ : Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	69,00	C	T ₁ :	88,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 3. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB) en las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha.



✓ **Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB)**

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha, dependieron en forma significativa de las dosis de fertilización (Cuadro No. 1).

Con la Prueba de Tukey al 5%, los tratamientos más tardíos en formar la pella y ser cosechado en forma consistente se registró en el T₆: A₂B₃ (Híbrido Legacy + Convencional) con 75 DFP y 102 DC (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3).

El tratamiento más precoz en formar la pella y ser cosechada fue el T₁: A₁B₁ (Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) con 69 y 88 días respectivamente (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3).

La variable días a la formación de la pella y días a la cosecha, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente.

Obviamente en los tratamientos sin abono, el ciclo de cultivo se alarga porque las plantas no disponen de los nutrientes necesarios para su normal desarrollo.

Los factores que inciden en el ciclo del cultivo a más de los varietales, son las características físicas químicas del suelo, humedad, nutrición de las plantas, sanidad, temperatura, cantidad y calidad de la luz solar, fotoperiodo, características físicas, químicas y biológicas del suelo, etc.

2. ALTURA DE PLANTAS EN cm EN EL TRASPLANTE, A LOS 30, 60 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE Y EN LA COSECHA

Cuadro No. 5. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y días a la cosecha.

AP a los 30 días después del trasplante				AP a los 60 días después del trasplante		AP cosecha	
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Híbridos de brócoli: A	1	0,178	0,257 NS	0,614	1,045 *	2,746	12,5215 **
Dosis de Fertilización: B	2	10,189	27,4430 **	9,348	7,345 **	89,912	410,0453 **
A x B	2	0,725	1,9537 **	0,817	2,547 **	0,330	15,0395 **
Error experimental	10	2,228		1,291		0,219	
Total	17						
CV = 7,78%				CV = 8,45 %		CV = 1,85 %	

NS = No Significativo.

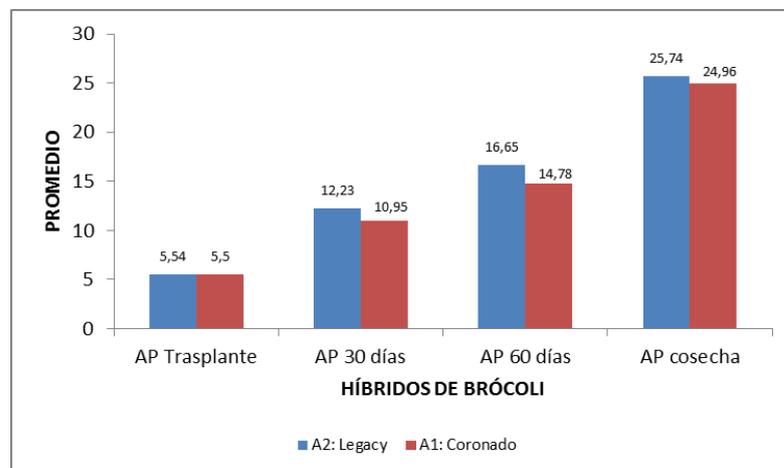
* = Significativo al 5%

** = Altamente Significativo al 1%.

Cuadro No. 6. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables altura de plantas en el trasplante, a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.

AP en el Trasplante		AP 30 días	AP 60 días	AP en cosecha
HÍBRIDOS	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
A ₂ : Legacy	5,54	12,23	16,65	25,74
A ₁ : Coronado	5,50	10,95	14,78	24,96
EFECTO PRINCIPAL: A ₂ – A ₁	0,04 cm	1,28 cm	1,87 cm	0,78 cm

Gráfico No. 4. Híbridos de brócoli en la variable altura de plantas en el trasplante, a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.



✓ **Híbridos de brócoli (Factor A)**

La altura de plantas en el momento del trasplante estadísticamente fue igual en los dos híbridos de brócoli evaluados (Cuadro No. 5).

Esto quiere decir que se tuvo la precaución en el manejo del ensayo previo a su establecimiento tener una altura uniforme de plantas para no causar un sesgo posterior cuando se apliquen las diferentes dosis de fertilización en el trasplante.

Con el análisis del efecto principal, en promedio general el Híbrido Legacy tuvo un incremento del crecimiento de 1,28 cm a los 30 días después del trasplante; 1,87 cm a los 60 días después del trasplante y 0,78 cm en la cosecha (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 4).

Este incremento de la altura de plantas es pequeño en consideración que las plantas al realizar el trasplante sufren de un estrés previo a su prendimiento.

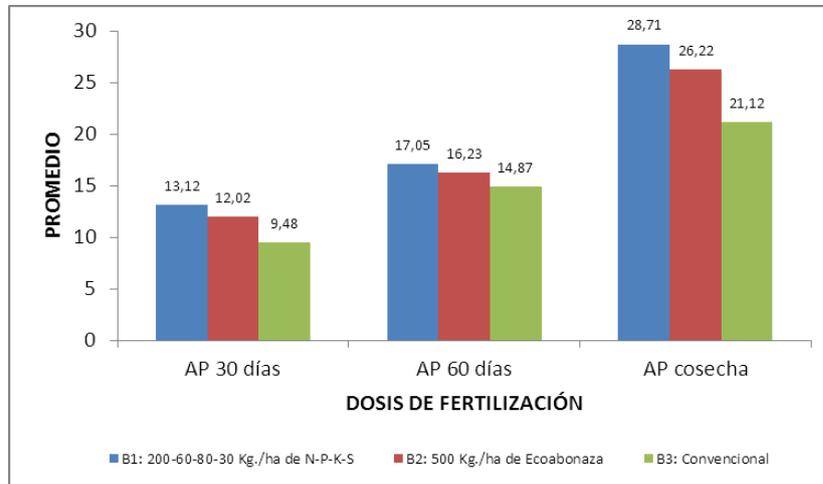
La altura de plantas, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Otros factores que inciden en la altura de plantas son las características físicas y químicas del suelo así como el vigor o adaptación y la sanidad de las plantas. Quizá este híbrido se adaptó de mejor manera a esta zona agroecológica.

Cuadro No. 7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Dosis de fertilización las variables altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.

AP 30 días después del trasplante			AP 60 días después del trasplante			AP en cosecha		
Dosis de Fertilización.	Promedio	Rango	Dosis de Fert.	Promedio	Rango	Dosis de Fert.	Promedio	Rango
B ₁ : 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	13,12	A	B ₁ :	17,05	A	B ₁ :	28,71	A
B ₂ : 500 Kg./ha de Ecoabonaza	12,02	A	B ₂ :	16,23	A	B ₂ :	26,22	B
B ₃ : Convencional	9,48	B	B ₃ :	14,87	B	B ₃ :	21,12	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 5. Dosis de fertilización en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.



✓ **Dosis de fertilización (Factor B)**

Se tuvo un efecto altamente significativo con la aplicación de las dosis de fertilización en la variable altura de plantas a los 30 y 60 días después del trasplante y en la cosecha (Cuadro No. 5).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a través del tiempo la dosis con los valores promedios más altos de la altura de plantas, se registró al aplicar 200-60-80-30 Kg/ha de N-P-K (B₁) con 13,12 cm, 17,05 cm y 28,71 cm a los 30, 60 ddt y en la cosecha (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 5).

Plantas de brócoli más pequeñas se evaluó en el B₃ (Convencional) con 9,48 cm a los 30 ddt; 14,87 a los 60 ddt y 21,12 cm al momento de la cosecha (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 5)

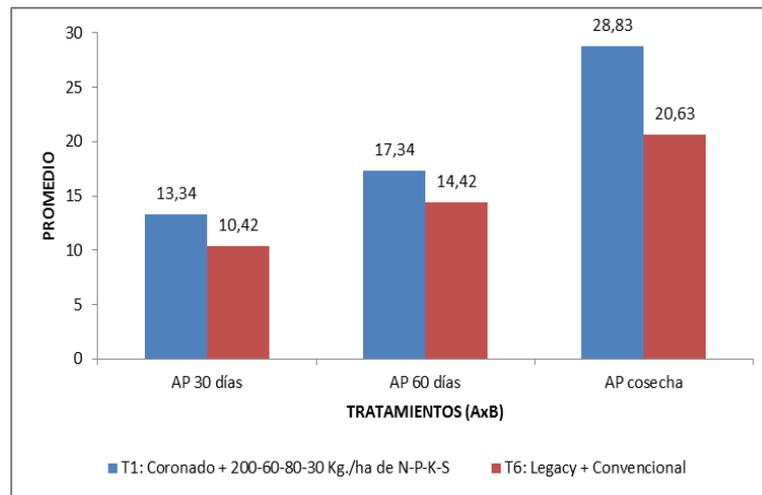
La variable altura de plantas, además de las características genéticas, depende también del ambiente, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, sanidad y nutrición de las plantas.

Cuadro No. 8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha.

AP 30 días después del trasplante			AP 60 días después del trasplante			AP en cosecha		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat No.	Promedio	Rango	Trat No.	Promedio	Rango
T ₁ : Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	13,34	A	T ₁ :	17,34	A	T ₁ :	28,83	A
T ₅ : Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	13,28	A	T ₄ :	16,28	A	T ₄ :	28,59	A
T ₂ : Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	12,90	A	T ₂ :	15,90	B	T ₂ :	26,78	B
T ₄ : Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	12,75	A	T ₅ :	15,75	B	T ₅ :	25,66	B
T ₃ : Coronado + Convencional	10,53	B	T ₃ :	14,53	C	T ₃ :	21,60	C
T ₆ : Legacy + Convencional	10,42	B	T ₆ :	14,42	C	T ₆ :	20,63	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 6. Híbrido de brócoli por dosis de fertilización en la variable altura de plantas a los 30, 60 días después del trasplante y en la cosecha



✓ **Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB)**

Existió dependencia de factores en la variable altura de plantas a los 30 y 60 días después del trasplante y en la cosecha, es decir la respuesta de los híbridos de brócoli dependió significativamente de las dosis de fertilización (Cuadro No. 5).

Con la Prueba de Tukey al 5%, el promedio más elevado de estas variables se registró en el Híbrido Coronado con una fertilización de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S (T₁) con 13,34 cm a los 30 días; 17,34 cm a los 60 días y 28,83 cm a la cosecha (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 6).

En tratamiento con los valores promedios más bajos de la altura de plantas, en forma consistente a través del tiempo fue el T₆: Legacy + Convencional con 10,42 cm a los 30 ddt; 14,42 cm a los 60 ddt y 20,63 cm en la cosecha (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 6).

Estos resultados son lógicos, sobre todo si se compara la calidad del suelo en su parte química, que presentó un contenido Alto para P, K, Ca y Mg y un contenido medio para Mg y bajo para N y S; un pH de 5,60 (ligeramente ácido) y un contenido alto de Materia Orgánica: 9,50% (Anexo No. 2).

Es claro que el cultivo de brócoli, respondió más favorablemente a la fertilización química en comparación al Convencional (sin fertilizante) y a la Ecoabonaza.

3. NÚMERO DE HOJAS EN EL TRASPLANTE (NHT), A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE (NH A LOS 30 DDT) Y EN LA COSECHA (NHC)

Cuadro No. 9. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.

NH a los 30 días después del trasplante				NH a la cosecha	
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Híbridos de brócoli: A	1	0,526	7,2000 NS	0,500	0,3913 NS
Dosis de Fertilización: B	2	2,00	4,2000 NS	18,667	14,6087 **
A x B	2	1,167	0,6000 NS	0,667	0,5217 **
Error experimental	10	0,167		1,278	
Total	17	0,278			
CV = 9,30 %				CV = 5,61%	

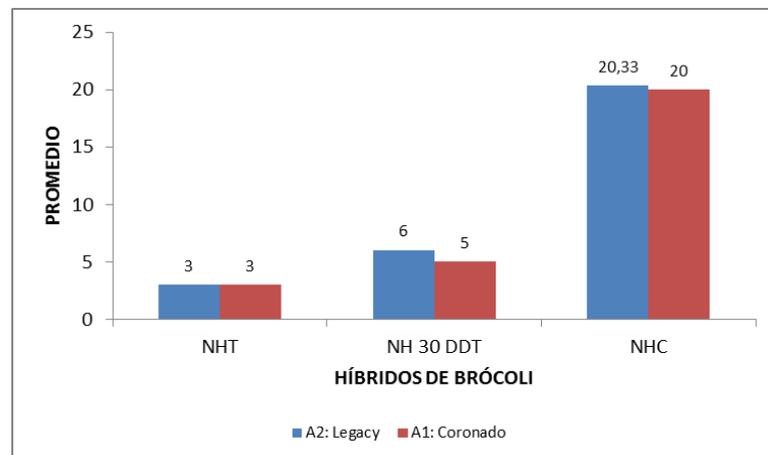
NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo al 1%.

Cuadro No. 10. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables número de hojas en el trasplante; a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.

NHT		NH 30 DDT	NHC
HÍBRIDOS	Promedio	Promedio	Promedio
A ₂ : Legacy	3,00	6,00	20,33
A ₁ : Coronado	3,00	5,00	20,00
EFFECTO PRINCIPAL: A ₂ – A ₁	0,00 hojas	1,00 hoja	0,33 hojas

Gráfico No. 7. Híbridos de brócoli en las variables número de hojas en el trasplante; a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.



✓ **Híbridos de brócoli (Factor A)**

El número de hojas de los dos híbridos de brócoli en el momento del trasplante, a los 30 días después del trasplante y en la cosecha, estadísticamente fueron similares (Cuadro No. 9).

En promedio general el híbrido Legacy (A_2), tuvo 1 y 0,33 hojas más a los 30 días después del trasplante y en la cosecha en comparación al híbrido Coronado (A_1) que registró 5 hojas a los 30 días después del trasplante y 20 hojas a la cosecha (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 7).

Estos resultados me permiten inferir que se tuvo precaución al seleccionar las plántulas de brócoli en cuanto al número de hojas por planta en el trasplante; para no causar efectos adversos en la toma de datos una vez que se apliquen las dosis de fertilización.

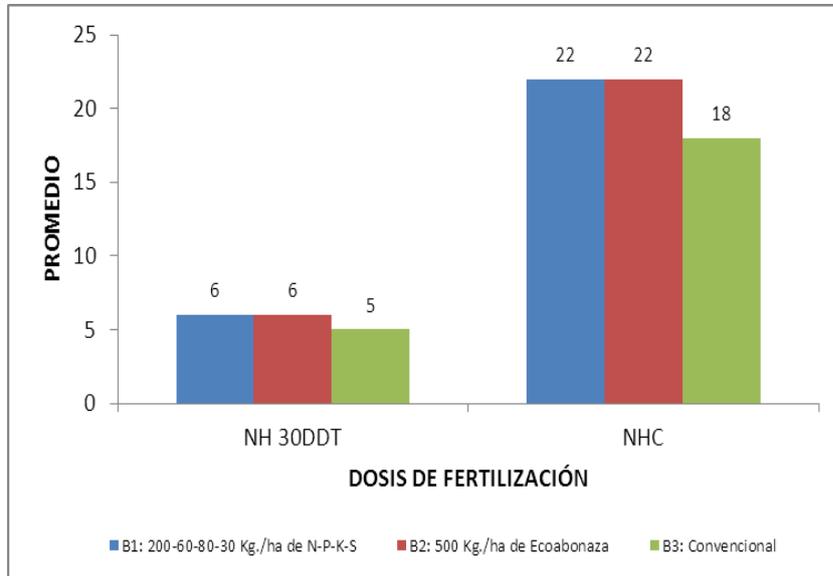
La variable número de hojas, es una característica varietal y tienen una fuerte interacción genotipo ambiente.

Cuadro No. 11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Dosis de fertilización en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha.

NH 30 DDT			NHC		
Dosis de Fertilización	Promedio	Rango	Dosis de Fertilización	Promedio	Rango
B ₁ : 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	6,00	A	B ₁ :	22,00	A
B ₂ : 500 Kg./ha de Ecoabonaza	6,00	A	B ₂ :	22,00	A
B ₃ : Convencional	5,00	A	B ₃ :	18,00	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 8. Dosis de fertilización en la variable número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha



✓ **Dosis de fertilización (Factor B)**

La respuesta de los abonos químico, orgánico y convencional, fue diferente únicamente en la variable número de hojas en la cosecha (Cuadro No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente el mayor número de hojas a los 30 días después del trasplante se evaluó en el B₁ (200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) y B₂ (500 Kg./ha de Ecoabonaza) con 6 hojas (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 8).

El mayor número de hojas por planta en la cosecha se tuvo al aplicar: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S (B₁) y 500 Kg./ha de Ecoabonaza (B₂) con 22 hojas/planta. El menor número de hojas se cuantificó en la dosis B₃: Convencional con 18 hojas (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 8).

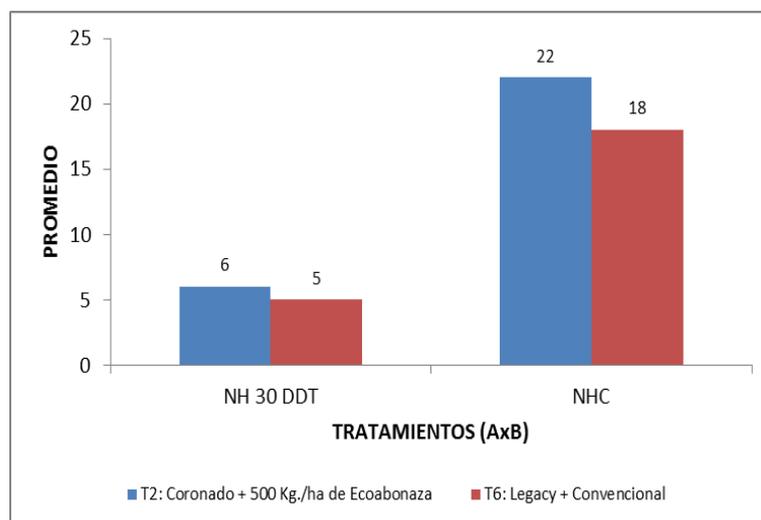
Si observamos el análisis químico del suelo (Anexo No. 2), estos son indicadores de un buen suelo; lo que sumado a la aplicación de Ecoabonaza en dosis de 500 Kg/ha, mejoró la movilidad y asimilación de los macro y micro nutrientes y por tanto se reflejó un mayor número de hojas por planta.

Cuadro No. 12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha

NH 30 ddt			NHC		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₂ : Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	6,00	A	T ₂ :	22,00	A
T ₁ : Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	6,00	A	T ₄ :	21,00	AB
T ₃ : Coronado + Convencional	5,00	A	T ₅ :	21,00	AB
T ₄ : Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	5,00	A	T ₁ :	20,00	AB
T ₅ : Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	5,00	A	T ₃ :	18,00	B
T ₆ : Legacy + Convencional	5,00	A	T ₆ :	18,00	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 9. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables número de hojas a los 30 días después del trasplante y en la cosecha



✓ **Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB)**

La respuesta de los híbridos de brócoli en relación a la variable número de hojas a los 30 días después del trasplante, no dependió de la dosis de fertilización; sin embargo en la variable número de hojas a la cosecha fueron factores dependientes (**) (Cuadro No. 9).

Con la Prueba de Tukey al 5%, en forma consistente el promedio más elevado en la variable a través del tiempo, se registró en los tratamientos T₁: A₁B₁ (Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) y T₂: A₁B₂ (Híbrido Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza) con 6 hojas a los 30 días después del trasplante; En los demás tratamientos, se registró 5 hojas/planta (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 9). En tanto que en el momento de la cosecha se evaluó 22 hojas/planta (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 9).

El promedio más bajo se dio en el híbrido Coronado Convencional con 18 hojas/planta (Cuadro No 12 y Gráfico No. 9).

Es claro la mayor respuesta de la Ecoabonaza, por sus buenas características físicas y químicas en comparación al Convencional.

4. NÚMERO DE PLANTAS COSECHADAS (NPC); DIÁMETRO DEL TALLO EN cm (DT); ANCHO DE LA HOJA EN cm (AH) Y LONGITUD DE LA HOJA EN cm (LH)

Cuadro No. 13. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.

Fuentes de Variación	NPC			DT en cm		AH en cm		LH en cm	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado						
Híbridos de brócoli: A	1	20,056	6,4464 *	0,205	0,0982 NS	0,669	1,9234 NS	7,947	2,5484 NS
Dosis de Fertilización: B	2	201,444	32,375 **	2,548	40,007 **	3,163	9,0935 **	164,265	52,6781 **
A x B	2	85,444	13,732 **	0,378	5,9367 **	0,309	0,8882 **	13,981	4,4835 **
Error Experimental	10	37,333		0,064		0,348		3,118	
Total	17								
CV = 1,27%				CV = 5,74%		CV = 3,47 %		CV = 4,22 %	

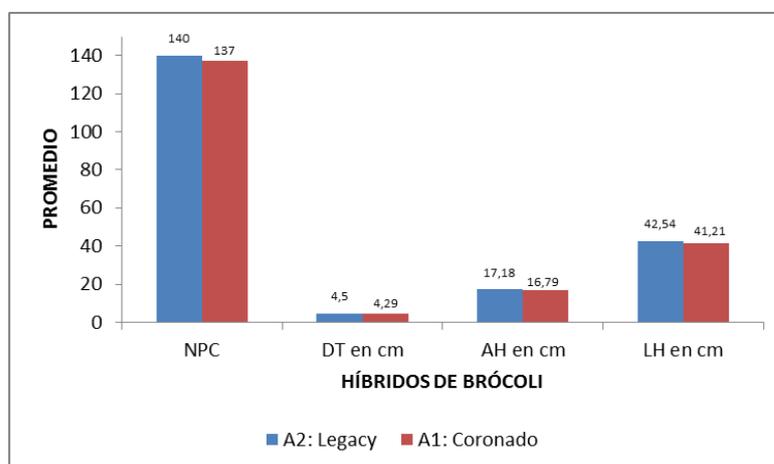
NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo al 1%.

Cuadro No. 14. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.

NPC		DT en cm	AH en cm	LH en cm
HÍBRIDOS	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
A ₂ : Legacy	140,00	4,50	17,18	42,54
A ₁ : Coronado	137,00	4,29	16,79	41,21
EFECTO PRINCIPAL: A ₂ – A ₁	3,00 plantas	0,21 cm	0,39 cm	1,33 cm

Gráfico No. 10. Híbridos de brócoli en las variables número de plantas cosechadas, diámetro del tallo en cm; ancho y longitud de la hoja en cm.



✓ Híbridos de brócoli (Factor A)

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas entre los híbridos de brócoli únicamente en la variable número de plantas cosechadas,

en tanto se dio una respuesta similar para las variables diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja evaluado en cm (Cuadro No. 13).

Las variables diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja, son características varietales y tienen una fuerte interacción genotipo – ambiente.

En promedio general el híbrido Legacy (A_1), reporto 3,00 plantas más al momento de la cosecha; tuvo 0,21 cm. de DT; 0,39 cm de AH y 1,33 cm de LH más en comparación a Coronado que registró 137,00 plantas; 4,29 cm de DT; 16,79 cm de AH y 41,21 cm de LH (Cuadro No. 14 y Gráfico No. 10).

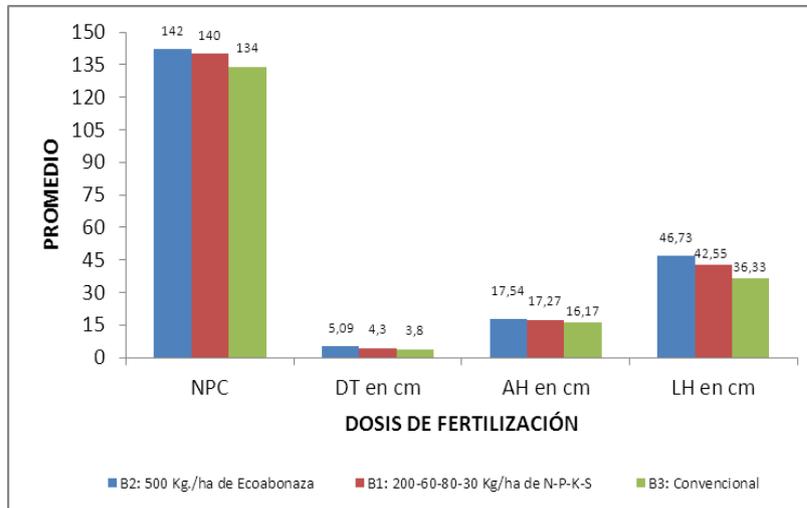
Quizá también el híbrido Legacy, se adaptó mejor manera a las condiciones bioclimáticas de esta zona agroecológica lo que se tradujo en valores más elevados del diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja.

Cuadro No. 15. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.

NPC			DT en cm			AH en cm			LH en cm		
Dosis de Fertilización	Promedio	Rango	Dosis Fert	Promedio	Rango	Dosis Fert.	Promedio	Rango	Dosis Fert.	Promedio	Rango
B ₂ : 500 Kg./ha de Ecoabonaza	142,00	A	B ₁ :	5,09	A	B ₁ :	17,54	A	B ₁ :	46,73	A
B ₁ : 200-60-80-30 Kg/ha de N-P-K-S	140,00	A	B ₂ :	4,30	B	B ₂ :	17,27	A	B ₂ :	42,55	B
B ₃ : Convencional	134,00	B	B ₃ :	3,80	C	B ₃ :	16,17	B	B ₃ :	36,33	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 11. Dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.



✓ **Dosis de fertilización (Factor B)**

El efecto de las dosis de fertilización en relación a las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja; fue muy diferente (**) (Cuadro No. 13).

En la variable NPC con la prueba de Tukey al 5%, el promedio mayor se registró en B₂: 500 Kg./ha de Ecoabonaza con 142 plantas y el promedio menor en el B₁ (Sin abono) con 134 plantas (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 11).

Estos resultados permiten inferir que la fertilización con Ecoabonaza presentó los promedios altos, porque ayudó a mejorar la absorción y eficiencia de los macro y micro nutrientes del suelo; es decir mejoró la efectividad de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

El promedio más alto del diámetro del tallo, se tuvo al aplicar la dosis de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S con 5,09 cm en tanto que valor más bajo se

obtuvo en el B₃: Convencional con 3,80 cm (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 11).

Hojas más anchas y más largas, en forma consistente se evaluó en la dosis de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S con 17,57 y 46,73 cm respectivamente. Mientras que los valores promedios más bajos de estas variables se reportó en el B₃: Convencional con 16,17 cm de AH y 36,33 cm de LH (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 11).

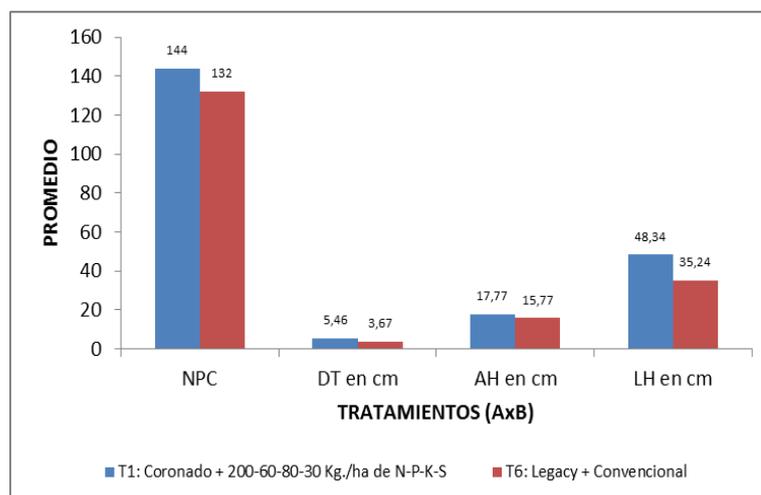
Estos resultados me permiten inferir que se dieron diferencias estadísticas significativas mínimas entre las dosis de fertilización en comparación con el convencional, porque el suelo donde se realizó este ensayo presentó características físicas y químicas apropiadas para el cultivo de brócoli.

Cuadro No. 16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.

NPC			DT en cm			AH en cm			LH en cm		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat. No	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T ₁ : Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	144,00	A	T ₁ :	5,46	A	T ₁ :	17,77	A	T ₁ :	48,34	A
T ₂ : Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	143,00	A	T ₄ :	4,72	B	T ₅ :	17,32	AB	T ₄ :	45,12	AB
T ₅ : Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	141,00	B	T ₂ :	4,38	BC	T ₄ :	17,30	AB	T ₅ :	44,03	AB
T ₃ : Coronado + Convencional	136,00	B	T ₅ :	4,22	BCD	T ₂ :	17,22	AB	T ₂ :	41,07	BC
T ₄ : Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	136,00	B	T ₃ :	3,93	CD	T ₃ :	16,56	AB	T ₃ :	37,43	CD
T ₆ : Legacy + Convencional	132,00	B	T ₆ :	3,67	D	T ₆ :	15,77	B	T ₆ :	35,24	D

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 12. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo, ancho y longitud de la hoja.



✓ **Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB)**

Se calculó una dependencia altamente significativa de factores en las variables número de plantas cosechadas; diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja evaluados en cm (Cuadro No. 13); es decir que la respuesta de los híbridos de brócoli, dependieron de las dosis de fertilización.

Con la prueba de Tukey al 5%, en mayor número de plantas cosechadas por parcela se registró en el híbrido Coronado aplicado una dosis de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S (T₁) con 144 NPC; el menor número de plantas cosechadas se dio en el híbrido Legacy Convencional (T₆) con 132 plantas (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 12).

Además esta variable tuvo una estrechez directa con un mayor porcentaje de prendimiento de plántulas, por ende mayor fue el número de plantas cosechadas por parcela.

En forma consistente el promedio más elevado del diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja, se evaluó en el T₁: A₁B₁ (Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) con 5,46 cm de DT; 17,77 cm de AH y 48,34 cm de LH.

Los valores promedios más bajos de estas variables, se evaluaron en el Híbrido Legacy Convencional (T₆) con un DT de 3,67 cm; una AH de 15,77 cm y una LH de 35,24 cm (Cuadro No. 16 Gráfico No. 11).

Factores que influyen directamente en las variables diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja son la calidad de planta en cuanto a su sanidad, pureza varietal y vigor, factores bioclimáticos y edáficos, fotoperiodo, sanidad de las plantas, índice de área foliar, presencia del viento, características físicas y químicas del suelo, densidad de siembra y entre otros.

5. DIÁMETRO DE LA PELLA EN cm. (DP); PESO DE LA PELLA/PARCELA EN KG (PPP) Y RENDIMIENTO DE BRÓCOLI EN KG/HA (RH)

Cuadro No. 17. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.

DP en cm.				PPP en Kg.		RH en Kg/Ha	
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Híbridos de brócoli: A	1	46,819	46,819 **	15,905	4,2927 **	5338822,722	84,0051 **
Dosis de Fertilización: B	2	22,347	11,174 **	244,934	66,1072 **	41309361,167	649,9929 **
A x B	2	0,252	0,126 **	5,779	1,5596 **	63553,556	4,9873 **
Error experimental	10	1,562		3,705			
Total	17						
CV = 1,88 %				CV = 5,59 %		CV = 1,80 %	

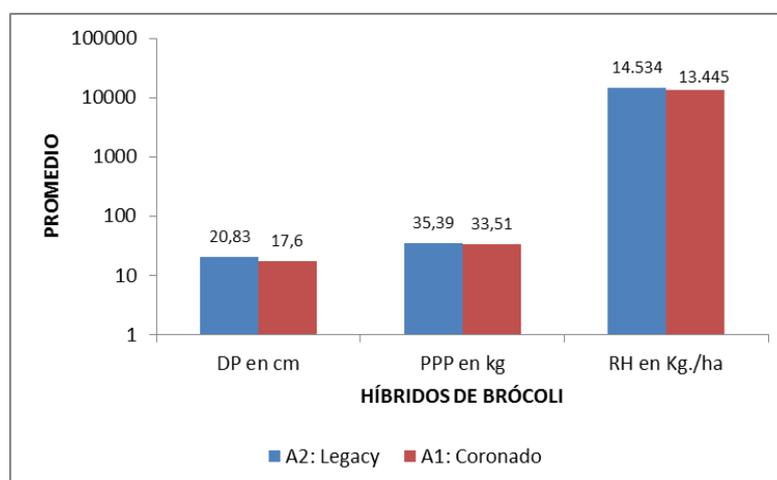
NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo al 1%.

Cuadro No. 18. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos híbridos de brócoli en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.

DP en cm.		PPP en kg	RH en Kg./ha
HÍBRIDOS	Promedio	Promedio	Promedio
A ₂ : Legacy	20,83	35,39	1.4534,00
A ₁ : Coronado	17,60	33,51	1.3445,00
EFFECTO PRINCIPAL: A ₂ - A ₁	3,23 cm	1,33 Kg	1.089 Kg

Gráfico No. 13. Híbridos de brócoli en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.



✓ Híbridos de brócoli (Factor A)

Se evidenció un efecto altamente significativo de los híbridos de brócoli en las variables diámetro de la pella en cm; peso de la pella/parcela y rendimiento de brócoli evaluado en Kg./ha (Cuadro No. 17).

Con el análisis de efecto principal en promedio general, se evaluó 3,23 cm más de DP; 1,33 Kg más de PPP y 1.089 Kg más por hectárea con el uso del híbrido Legacy (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 13).

El híbrido Coronado fue en promedio más precoz (Cuadro No. 18); lo que permitió escapar quizá a factores bioclimáticos adversos e incidencia de plagas y enfermedades.

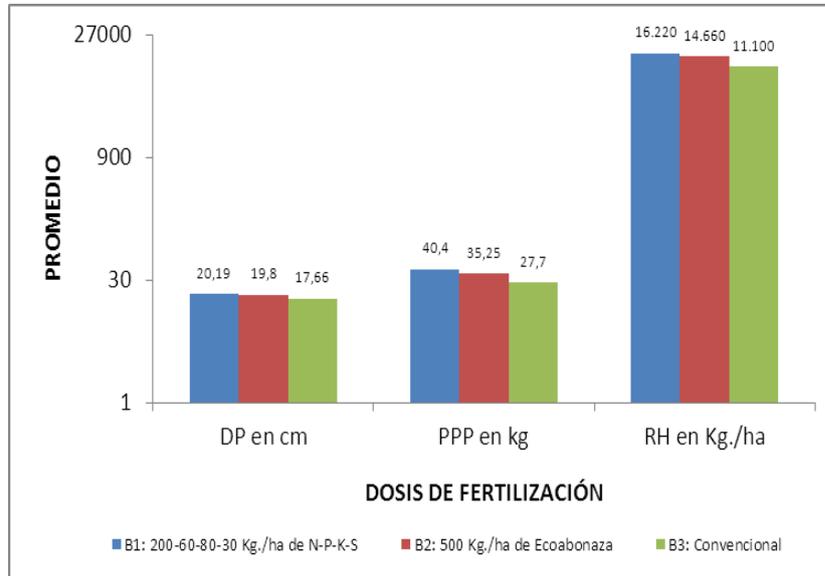
Otros factores que inciden en estas variables, son la temperatura, la humedad, la cantidad y calidad de la luz solar, el índice de área foliar, la tasa de fotosíntesis, la altura de la formación de la pella, la nutrición y sanidad de las plantas y las características físicas y químicas del suelo.

Cuadro No. 19. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.

DP en cm			PPP en kg			RH en Kg./ha		
Dosis de Fertilización	Promedio	Rango	Dosis de Fert.	Promedio	Rango	Dosis de Fert	Promedio	Rango
B ₁ : 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	20,19	A	B ₁ :	40,40	A	B ₁ :	16.220	A
B ₂ : 500 Kg./ha de Ecoabonaza	19,80	A	B ₂ :	35,25	B	B ₂ :	14.660	B
B ₃ : Convencional	17,66	B	B ₃ :	27,70	C	B ₃ :	11.100	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 14. Dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.



✓ **Dosis de fertilización (Factor B)**

La respuesta de las dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm; peso de la pella/parcela y rendimiento de brócoli evaluado en Kg./ha, fue muy diferente (Cuadro No. 17).

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, los valores promedios más altos de las variables diámetro de la pella, peso de la pella/parcela y rendimiento de brócoli, se evaluaron al aplicar la dosis recomendada de acuerdo al análisis de suelo 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S (B₁): con 20,19 cm de diámetro de la pella; 40,40 Kg de peso de la pella/parcela y 16.200 Kg de brócoli/ha. Numéricamente los promedios más bajos se presentaron en el B₃: Convencional con un DP de 17,66 cm; un PPP de 27,70 Kg y RH de 11.100/ha (Cuadro No. 19 y Gráficos 14).

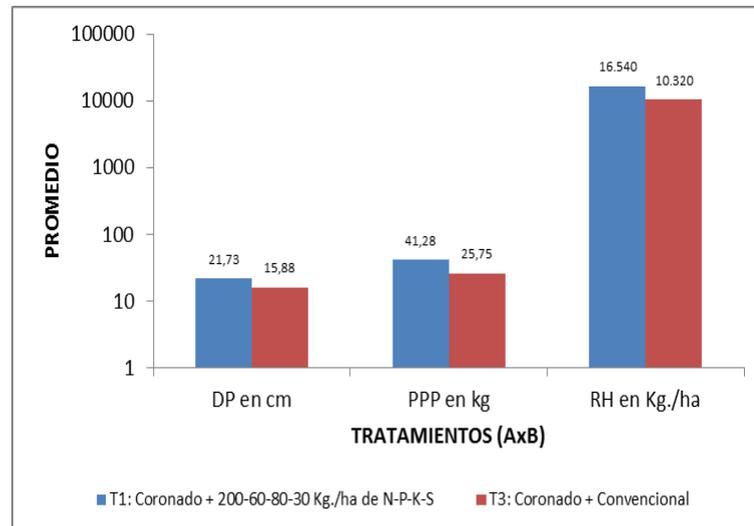
La eficiencia de las dosis de fertilización, depende también de muchos factores como la temperatura, la cantidad y calidad de la luz solar, la edad del cultivo, la frecuencia y época de aplicaciones, la calidad del agua, la cantidad y la distribución de las plagas, etc.

Cuadro No. 20. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.

DP en cm			PPP en kg)			RH en Kg./ha		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T ₁ : Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	21,73	A	T ₁ :	41,28	A	T ₁ :	16.540	A
T ₅ : Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	21,33	A	T ₅ :	39,52	AB	T ₅ :	15.890	A
T ₄ : Legacy + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S	19,44	B	T ₄ :	35,26	B	T ₄ :	15.190	B
T ₆ : Legacy + Convencional	18,66	BC	T ₂ :	35,24	B	T ₂ :	14.150	C
T ₂ : Coronado + 500 Kg./ha de Ecoabonaza	18,27	C	T ₆ :	29,65	C	T ₆ :	11.880	D
T ₃ : Coronado + Convencional	15,88	D	T ₃ :	25,75	C	T ₃ :	10.320	E

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 15. Híbridos de brócoli por dosis de fertilización en las variables diámetro de la pella en cm, peso de la pella por parcela en Kg y rendimiento de brócoli en Kg./ha.



✓ **Híbridos de brócoli por dosis de fertilización (AxB)**

Fueron factores dependientes (**); es decir la respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a las variables diámetro de la pella, peso de la pella/parcela y rendimiento de brócoli en Kg./ha, dependieron de las dosis de fertilización (Cuadro No. 17).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente los valores promedios más altos se cuantificaron en los tratamientos T₁: Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S con un DP de 21,73 cm; un PP de 41,28 Kg/parcela y 16.540 Kg./ha. Seguido del T₅: Híbrido Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza que registró 21,33 cm de DP; 39,52 Kg. De PPP y 15.890 Kg./ha de brócoli (Cuadro No. 20 y Gráficos No. 15).

Como era de esperarse los valores promedios más bajos se registraron en el tratamiento T3: Híbrido Coronado + Convencional con 17,10 cm. de DP; 62,37 Kg. /parcela y 16.850 Kg. /ha de RH (Cuadro No. 20 y Gráfico No. 15).

Sabemos que el rendimiento final, está en relación estrecha con las características varietales, su interacción genotipo ambiente, las características climáticas y edáficas (Física y química del suelo), la nutrición y sanidad de las plantas, etc.

Es claro que el Híbrido Legacy, respondió más favorablemente al abono Ecoabonaza por sus características físicas, químicas y biológicas de mejor calidad en comparación al convencional.

La Ecoabonaza es un abono calificado para agricultura orgánica, por certificadores internacionales. Por ende tiene un proceso normal de fermentación con temperaturas controladas (menores a 60 °C) y contenido de humedad inferior al 60%.

Como se infirió anteriormente con el uso de abono orgánico se mejora las características físicas (textura, estructura, densidad aparente, agregados, etc.), químicas (pH, capacidad de intercambio catiónico-CIC, contenido de macro y micro nutrientes, etc.) y biológicos del suelo (población de macro y microorganismos benéficos del suelo),

6. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)

El CV, es un estadístico que indica la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje. Investigadores como Beaver, J. y Beaver, L. 2000, indican que el valor del CV en variables que están bajo el control del investigador tiene que ser

inferiores al 20% y en componentes que tienen una fuerte dependencia del ambiente como el clima, plagas, vientos, el valor del CV puede ser mayor a 20.

En esta investigación en variables que estuvieron bajo el control de la investigadora, se calcularon valores del CV inferiores al 20%, por lo tanto las inferencias, conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agroecológica y época de siembra.

7. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN

Cuadro No. 21. Análisis de Correlación y Regresión Lineal de las variables independientes que tuvieron una relación o asociación estadística significativa con el rendimiento.

Componentes del rendimiento (Variables independientes)	Coefficiente de correlación “r”	Coefficiente de regresión “b”	Coefficiente de Determinación (R ²) (%)
Altura de plantas a los 30 ddt	0,770 **	2.007,7 **	59
Altura de plantas a la cosecha	0,977 **	677,20 **	76
Número de hojas a los 30 ddt	0,532 **	1.776,5 *	28
Número de hojas a la cosecha	0,785 **	1.005,3 **	62
Ancho de la hoja en cm	0,781 **	2.151,2 **	61
Longitud de la hoja en cm	0,842 **	397,21 **	71
Peso de la pella/parcela	0,946 **	377,34 **	95
Días a la formación de la pella	- 0,895 **	- 1.037,3 **	80
Días a la cosecha	- 0,893 **	- 326,10 **	80

** = Altamente Significativa al 5%.

✓ COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)

Correlación en su concepto más sencillo no es más que la relación o estrechez positiva o negativa entre dos o más variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades.

En esta investigación las variables independientes que tuvieron una relación significativa con el rendimiento de brócoli fueron altura de plantas a los 30 ddt y a la cosecha; número de hojas a los 30 ddt y a la cosecha; ancho y longitud de la hoja en cm y peso de la pella/parcela. Las variables días a la formación de la pella y días a la cosecha presentaron una estrechez negativa significativa versus el rendimiento de brócoli (Cuadro No. 21).

✓ COEFICIENTE DE REGRESIÓN (b)

El “b” en su concepto más simple, es el incremento o disminución del rendimiento (variable dependiente Y) por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s).

En este ensayo las variables independientes que incrementaron el rendimiento de brócoli fueron altura de plantas a los 30 ddt y a la cosecha; número de hojas a los 30 ddt y a la cosecha; ancho y longitud de la hoja en cm y peso de la pella/parcela; es decir valores más altos de estos componentes, significó un mayor rendimiento. Sin embargo las variables que disminuyeron el rendimiento fueron: Días a la formación de la pella y días a la cosecha (Cuadro No. 21).

✓ COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R^2)

El R^2 es un estadístico que explica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el rendimiento, por cada cambio único de las variables independientes. El R^2 , se expresa en porcentaje y mientras su valor sea más cercano a 100 hay un mejor ajuste de datos de la línea de regresión lineal: $y = a + bx$.

En este ensayo el 95% de incremento del rendimiento, fue debido a los valores más altos del peso de las pellas y el resto fue debido a otros factores no evaluados en esta investigación. (Cuadro No. 21).

8. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO

Cuadro No. 22. Resultados del análisis químico del suelo antes y después del ensayo.

ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO		
	T ₁ y T ₄ Óptimo Químico	T ₂ y T ₅ Óptimo Orgánico	T ₃ y T ₆ Convencional
N: 29 ppm B	N: 31 ppm M	N: 35 ppm M	N: 32 ppm M
P: 24 ppm A	P: 21 ppm A	P: 19 ppm M	P: 21 ppm A
S: 8,9 ppm B	S: 7,0 ppm B	S: 6,90 ppm B	S: 7,0 ppm B
K: 0,43 meq/100ml A	K: 0,43 meq/100ml A	K: 0,17 meq/100ml B	K: 0,22 meq/100ml M
Ca: 6,7 meq/100ml A	Ca: 5,70 meq/100ml M	Ca: 6,2 meq/100ml M	Ca: 5,7 meq/100ml M
Mg: 0,94 meq/100ml M	Mg: 0,87 meq/100ml B	Mg: 0,86 meq/100ml B	Mg: 0,7 meq/100ml B
Zn: 6,30 ppm M	Zn: 3,90 ppm M	Zn: 3,8 ppm M	Zn: 5,5 ppm M
Cu: 4,60 ppm A	Cu: 5,1 ppm A	Cu: 4,5 ppm A	Cu: 4,90 ppm A
Fe: 98 ppm A	Fe: 94 ppm A	Fe: 88 ppm A	Fe: 99 ppm A
Mn: 3,0 ppm B	Mn: 4,0 ppm B	Mn: 3,5 ppm B	Mn: 4,20 ppm B
B: 0,30 ppm B	B: 0,50 ppm B	B: 0,50 ppm B	B: 0,60 ppm B
pH: 5,6 Lig. Acd.	pH: 5,89 Lig. Acd.	pH: 5,79 Lig. Acd.	pH: 5,75 Lig. Acd.
M.O: 9,50% Alto	M.O: 10,20% Alto	M.O: 11,10% Alto	M.O: 10,60% Alto
Ca ----- = 7,1	Ca ----- = 6,55	Ca ----- = 7,21	Ca ----- = 7,50
Mg ----- = 2,2	Mg ----- = 2,02	Mg ----- = 5,06	Mg ----- = 3,45
K ----- = 17,8	K ----- = 15,28	K ----- = 41,53	K ----- = 29,36
Ca + Mg ----- = 17,8	Ca + Mg ----- = 15,28	Ca + Mg ----- = 41,53	Ca + Mg ----- = 29,36
meq/100ml ----- = 8,1	meq/100ml ----- = 7,00	meq/100ml ----- = 7,23	meq/100ml ----- = 6,68
∑ Bases	∑ Bases	∑ Bases	∑ Bases

Fuente: INIAP, Santa Catalina 2011.

Significancia: B = Bajo A= Alto M= Medio M.O. = Materia Orgánica

De acuerdo con el análisis químico completo del suelo realizado antes de instalar el ensayo, podemos inferir que el tipo de suelo es Franco limoso, de acuerdo con las características físicas y químicas son aptos para el establecimiento de cultivo de brócoli.

Al comparar los resultados químicos del suelo antes y después del ensayo se puede observar cambios importantes en los contenidos de macro y micronutrientes, pH, contenido de materia orgánica y en la relación de bases Ca/Mg; Mg/K; Ca+Mg/K y meq/100ml/Σ bases (Cuadro No. 22).

En los tratamientos: T2 y T5 Óptimo Orgánico como es lógico queda en el suelo un mayor contenido de N en comparación al T1 y T4 Óptimo Químico y T3 y T6 (Convencional) (Cuadro No. 22).

Para P tiene un contenido alto y medio, para S en todos los tratamientos es bajo; para K es bajo y medio; para Ca y Zn el contenido es medio; para Mg y B es bajo; para Cu y Fe es alto (Cuadro No. 22).

Es muy importante que en todos los tratamientos se produjo un proceso de mejoramiento de pH del suelo, incrementándose el contenido de materia orgánica en el suelo en comparación al análisis químico del suelo realizado antes y después del ensayo (Cuadro No. 22).

En función de estos resultados podemos sintetizar que el proceso de agricultura orgánica es a mediano y largo plazo; sin embargo ya se evidencia cambios positivos en el contenido físico y químico del suelo en comparación al T₃ y T₆: Convencional donde el pH del suelo tiende a ser más ácido, disminuye el contenido de materia orgánica, quedan retenidos o inmóviles macro y micro nutrientes, siendo menos sostenible a través del tiempo, porque cada vez hay que incrementar las dosis de abonos químicos, poniendo en grave riesgo la seguridad y soberanía alimentaria.

Para iniciar un proceso de agricultura orgánica primero hay que priorizar el mejoramiento del suelo en cuanto a las características físicas y químicas entre tres a cinco años, luego una planta bien nutrida es más resistente a los factores bióticos y abióticos adversos.

9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA RELACIÓN B/C E I/C

Cuadro No. 23. Costo que varían en la producción de brócoli mediante la aplicación de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S; 500 Kg/ha Ecoabonaza y convencional.

A. Costos Directos

Concepto y/o actividad	TRATAMIENTOS					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Preparación del suelo:						
Barbecho cruza y surcado	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Hibrido Coronado (41.700 plantas)	4.170,00	4.170,00	4.170,00	0,00	0,00	0,00
Hibrido Legacy (41.700 plantas)	0,00	0,00	0,00	4.170,00	4.170,00	4.170,00
Transplante	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00
Fertilizante químico	515,75	0,00	0,00	515,75	0,00	0,00
Ecoabonaza	0,00	70,00	0,00	0,00	70,00	0,00
Aplicación de fertilizante químico	40,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00
Aplicación de Ecoabonaza	0,00	30,00	0,00	0,00	30,00	0,00
Escardas	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00
Mano de obra en la cosecha	460,00	400,00	290,00	430,00	440,00	330,00
Envases	110,40	94,50	69,00	101,40	105,90	79,20
Total costos \$/ha	6.016,15	5.484,50	5.249,00	5.977,15	5.535,90	5.299,20

B. COSTOS INDIRECTOS

	TRATAMIENTOS					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1. Interés sobre el capital (12%)	721,94	658,14	629,88	717,26	664,31	635,90
2. Renta de la tierra por un año	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
3. Administración y Asistencia Técnica (5%)	300,81	274,23	262,45	298,86	276,80	264,96
TOTAL COSTOS INDIRECTOS \$.	1.172,75	1.082,37	1.042,33	1.166,12	1.091,11	1.050,86
GRAN TOTAL COSTOS (A+B) \$.	7.188,90	6.566,87	6.291,33	7.143,27	6.627,01	6.350,06

Cuadro No. 24. Relación B/C en la producción de brócoli mediante la aplicación de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S; 500 Kg/ha Ecoabonaza y convencional.

	TRATAMIENTOS					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Rendimiento Promedio Kg./ha	16.540	14.150	10.320	15.190	15.890	11.880
Ingreso Bruto \$./ha	8.270,00	7.075,00	5.160,00	7.595,00	7.945,00	5.940,00
Beneficios Netos \$/ha (IB-CT)	1.081,10	508,13	- 1.131,33	451,73	1.317,99	- 410,06
Relación Beneficio Costo RB/C (IB/TC)	1,15	1,08	0,82	1,06	1,20	0,94
Relación Ingreso Costo RI/C (IN/TC)	0,15	0,08	- 0,18	0,06	0,20	- 0,06

El precio promedio de venta de 1 Kg. de brócoli a nivel de mercado fue de \$. 0,50

✓ Relación Beneficio – Costo (RB/C e I/C)

Al comparar los indicadores de la relación beneficio/costo e ingreso/costo (RB/C e I/C), tomando en consideración únicamente lo económico, el tratamiento en el tratamiento T₅: Híbrido Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza, se determinó un total de costos de producción de 6.627,01; alcanzando el mejor beneficio neto con \$. 1.31799 y una relación beneficio/costo de 1,20; es decir que el horticultor por cada dólar invertido tiene una ganancia de 0,20 dólares.

Al realizar el análisis de la relación B/C; podemos darnos cuenta que con T₃: Híbrido Coronado Convencional se tiene una pérdida neta de 1.131,33 \$./ha en comparación a los demás tratamientos (Cuadro No. 23 y 24).

Sin embargo este valor superior del tratamiento T₅, es sostenible porque no depende de insumos externos como los fertilizantes químicos, lo que tiene efectos de contaminación sobre el medio ambiente.

Si en Ecuador se incentiva y premia con un mejor precio por un producto ecológico u orgánico como lo hacen algunos países desarrollados con un incremento de entre 2 y 5 veces más que el producto convencional, los productos orgánicos tendrán segmentos de mercado diferenciados por su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria.

Como se infirió anteriormente con la aplicación de abono orgánico se mejora la calidad del suelo, en cambio con la aplicación de fertilizante químico, los suelos pierden su calidad de producción.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos, se sintetiza las siguientes conclusiones:

- ✓ El híbrido con el mejor rendimiento fue Legacy con 14.534 Kg./ha con un incremento del rendimiento de 1.089 Kg./ha en comparación al híbrido Coronado, porque este híbrido presentó una mejor adaptación a esta zona agroecológica.
- ✓ La dosis de fertilización con el rendimiento promedio más alto de brócoli fue el B₁: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S con 16.220 Kg./ha.
- ✓ El mejor tratamiento fue el T₁: A₁B₁ (Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) que alcanzó un rendimiento de 16.540 Kg./ha.
- ✓ Las variables independientes que incrementaron el rendimiento de brócoli fueron la altura de plantas a los 30 ddt y a la cosecha; número de hojas a los 30 ddt y a la cosecha; ancho y longitud de la hoja en cm y peso de la pella/parcela. Como efecto contrario las variables que disminuyeron el rendimiento fueron plantas más tardías que correspondió al híbrido Legacy.
- ✓ Fue notorio y evidente de acuerdo con los resultados del análisis químico completo del suelo antes y después del ensayo, en los tratamientos donde se aplicó abono orgánico (Ecoabonaza), se mejoraron las características

físicas y químicas del suelo y se incrementó la materia orgánica

- ✓ Económicamente la mejor alternativa tecnológica fue el tratamiento T₅: Híbrido Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza, con una relación Beneficio-Costo de 1,20 y una relación Ingreso-Costo de 0,20 en comparación al óptimo químico y convencional.

5.2. RECOMENDACIONES

En relación de los principales resultados y conclusiones, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- ✓ Realizar la transferencia la tecnología generada en esta investigación a través de parcelas demostrativas, con una distancia de plantación de 0,70 m entre surco y 0,60 m entre plantas, actividad que puede realizar el Departamento de Vinculación con la colectividad de la U.E.B.
- ✓ Para la zona agro ecológica de la parroquia San Pablo, se recomienda el utilizar el híbrido Coronado con fertilización química de 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S por el alto rendimiento y precocidad.
- ✓ Desde el punto de vista ecológico se recomienda cultivar el híbrido Legacy más la aplicación de 500 Kg/ha de Ecoabonaza, por presentar la mejor relación Beneficio-Costo
- ✓ Para las zonas agroecológicas de la provincia que disponen de riego sembrar brócoli en relevo después de cosechar el maíz en choclo, para mejorar la productividad de los sistemas de producción locales.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

El cultivo de brócoli en la última década ha alcanzado niveles muy importantes del incremento de la superficie cultivada, la producción y consumo a nivel mundial, principalmente por sus características agronómicas, varietales y nutricionales de excelente calidad.

Esta investigación se realizó en el sitio Logmapamba, parroquia San Pablo de Atenas, cantón San Miguel, provincia Bolívar, a una altitud de 2.400 msnm. El ensayo se plantó el 01 de mayo de 2011. Los principales objetivos fueron: i) Determinar el comportamiento agronómico de los híbridos de brócoli Legacy y Coronado en esta zona agroecológica. ii) Identificar qué dosis de fertilización (Química, orgánica y convencional) es la más adecuada en la producción de brócoli. iii) Realizar el análisis económico de la relación Beneficio/Costo. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3. El factor A correspondió a dos híbridos de brócoli: A₁: Coronado y A₂: Legacy. El factor B a tres dosis de fertilización: B₁: Óptimo Químico: 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S; B₂: Óptimo orgánico: 500 Kg./ha de Ecoabonaza y B₃: Convencional. Se tuvieron seis tratamientos con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianza, efecto principal para híbridos de brócoli, prueba de Tukey para dosis de fertilización e interacciones. Se efectuaron análisis de correlación y económico de la relación beneficio-costo. Los principales resultados fueron: El mejor tratamiento fue el T₁: A₁B₁ (Híbrido Coronado + 200-60-80-30 Kg./ha de N-P-K-S) que alcanzó un rendimiento de 16.540 Kg./ha. Las variables independientes que incrementaron el rendimiento de brócoli fueron la altura de plantas a los 30 ddt y a la cosecha; número de hojas a los 30 ddt y a la cosecha; ancho y longitud de la hoja en cm y peso de la pella. Mientras que las que disminuyeron el rendimiento fueron plantas más tardías que correspondió al híbrido Legacy. Con el análisis químico completo del suelo antes y después del

ensayo, en los tratamientos donde se aplicó la Ecoabonaza, se mejoraron las características físicas y químicas del suelo se incrementó la materia orgánica. Económicamente la mejor alternativa tecnológica fue el T₅: Híbrido Legacy + 500 Kg./ha de Ecoabonaza, con una relación Beneficio-Costo de 1,20 y una relación Ingreso-Costo de 0,20.

6.2. SUMMARY

The cultivation of broccoli in the last decade has reached very important levels of the increment of the cultivated surface, the production and consumption at world level, mainly for its agronomic characteristics, varieties and nutritional of excellent quality.

This investigation was carried out in the place Logmapamba, parroquia San Pablo de Atenas, canton San Miguel, Bolívar province, to an altitude of 2.400 msnm. The was planted May 01 2011. The main objectives were: i) Determine the agronomic behavior of the hybrid ones of broccoli Legacy and Crowned in this area agroecologyc. ii) Identify what fertilization type (Chemistry, organic and conventional) it is the most appropriate in the production of broccoli. iii) Carry out the economic analysis in the relationship Benefice/Cost. A design of Complete Blocks was used at random (DBCA) in factorial arrangement 2x3. The factor A it corresponded at two hybrid of broccoli: A₁: Crowned and A₂: Legacy. The factor B to three fertilization dose: B₁: Good Chemical: 200-60-80-30 kg/ha of N-P-K-S; B₂: Good organic: 500 kg./ha of Ecoabonaza and B₃: Conventional. Six treatments were had with three repetitions. They were carried out variance analysis, main effect for hybrid of broccoli, test of Tukey for fertilization dose and interactions. Correlation analysis was made and economic of the relationship benefit-cost. The main results were: The best treatment was the T₁: A₁B₁ (Hybrid Crowned + 200-60-80-30 Kg./ha of N-P-K-S) that reached a yield of 16.540 Kg./ha. The independent variables that increased the yield of broccoli were the height of plants to the 30 ddt and the crop; number of leaves to the 30 ddt and the crop; wide and longitude of the leaf in cm and weight of the pellet. While those that diminished the yield later plants that it corresponded the hybrid Legacy. With the complete chemical analysis of the floor before and after the rehearsal, in the treatments where the Ecoabonaza was applied, they improved the physical and chemical characteristics of the floor the

organic matter it was increased. Economically the best technological alternative was the T₅: Hybrid Legacy + 500 Kg./ha of Ecoabonaza, with a relation Benefit-cost of 1,20 and a relation entrance-cost of 0,20.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDRADE, J. 2011. Estudio bioagronómico de nueve cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) en dos localidades. Riobamba-Ecuador. Tesis de Grado ESPOCH. Pp. 111.
2. ALARCÓN, C. 2011. Estudio bioagronómico de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) con aportaciones nitrogenadas de tres fuentes orgánicas. Riobamba-Ecuador. Tesis de Grado ESPOCH. Pp. 115.
3. ARAUJO, J. 2010. Catalogo de Semillas Hortícolas S.A. Warmenhuizen Holanda. Pp. 70.
4. BEJO, Z. 2009. Catálogo de Hortalizas, ZH Warmenhuizen-Holanda. Pp. 9.
5. BUSTOS, M. 2010. Tecnología apropiada de producción. Quito-Ecuador. Pp. 183.
6. FAIRHURST THOMAS, CHRISTIAN WIT 2009. Guía Práctica para el Manejo de Nutrientes. España. Pp. 140.
7. GUERRERO ANDRÉS. 2009. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Colección Mundi Prensa. Pp. 487.
8. HARO, M Y MALDONADO, L. 2009. Guía técnica para el cultivo de brócoli en la serranía ecuatoriana. Editorial Freire. Riobamba-Ecuador. Pp. 115.
9. HIDALGO, M. 2010. El cultivo de brócoli. Datos sin publicar.
10. JARAMILLO, J. 2010. El cultivo de las crucíferas, brócoli, coliflor, repollo. Bogotá-Colombia. Pp. 186.
11. MONAR, C. 2010. Entrevista personal.
12. MURAOKA, Y. 2009. Folleto. Curso sobre cultivos Agrícolas, Voluntario Japonés de JICA. Pp. 13.
13. PARDO, N. 2009. Volvamos al Campo. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopaticos. Editorial Grupo Latino. LTDA. Colombia. Pp. 65.

14. RAMÍREZ, C. 2009. Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Primera edición. Editorial Grupo Latino. Bogotá-Colombia. Pp. 356.
15. REIGOSA, M. PEDROL, N. SANCHEZ, A. 2010. La ecofisiología vegetal, una ciencia de síntesis. Editorial Thomsom. Madrid-España. Pp. 497.
16. ROSS, C. 2010. Coliflores, Brócoli, variedades y cultivos. Primera Edición México. Editorial. Departamento de Agricultura de los E.U.A. Pp. 210.
17. SUQUILANDA, M. 2010. Elaboración de abonos orgánicos. Proyecto IQ-CV-043. Quito-Ecuador. Pp. 42.
18. TOLEDO, J. 2009. Cultivo de brócoli. Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA. Lima-Perú. Pp. 24.
19. VADEMECUM AGRÍCOLA. 2008. Quito-Ecuador. Pp. 656.

WEBGRAFÍA

1. http://ww.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brócoli/fuente_divisas.html
2. <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieríaagricola/brocli.html>
3. <http://www.corpei.org/FrameCenter.com.html>
4. <http://www.semilleria.cl/AdjuntosProd/65.pdf.html>
5. <http://www.uco.com.es/d62coorm/.CultivodeBrócoli.html>
6. <http://www.brócoli/agroalimentación-Cultivoymanejo.html>.
7. <http://www.brócoli/cultivoymanejo.html>
8. http://www.mag.go.cr/biblioteca_ciencia/tec-brocoli.pdf.html
9. <http://www.geocities.com/raaseru/ao.html>
10. <http://www.infoagro.com/abonos/abonos-organicos.html>.
11. <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/hortalizas/temas.html>
12. <http://agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>
13. <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi,2001.html>
14. <http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/broculi.html>

ANEXOS

Anexo No. 1. Localización del ensayo



Anexo No. 3. Resultados del análisis de suelo después de la investigación

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : GUILLERMO GARCIA Dirección : SAN MIGUEL Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : LOYMAPAMBA Provincia : BOLIVAR Cantón : SAN MIGUEL Parroquia : SAN PABLO Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 19/12/2011 Fecha de Ingreso : 20/12/2011 Fecha de Salida : 13/01/2012
--	---	--

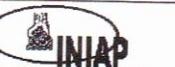
N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
87492	ABONO QUIMICO T1,T4	5,89 LAc	31,00 M	21,00 A	7,00 B	0,43 A	5,70 M	0,87 B	3,9 M	5,1 A	94,0 A	4,0 B	0,50 B
87493	ECUABONAZO T2,T5	5,79 LAc	35,00 M	19,00 M	6,90 B	0,17 B	6,20 M	0,86 B	3,8 M	4,5 A	88,0 A	3,5 B	0,50 B
87494	TESTIGO T6,T3	5,75 LAc	32,00 M	21,00 A	7,00 B	0,22 M	5,70 M	0,76 B	5,5 M	4,9 A	99,0 A	4,2 B	0,60 B

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto	
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado		
S, B = Forfajo de Calcio	Ca Fe Mn Zn = Olsen Modificado		
	B = Curcumina		


 RESPONSABLE LABORATORIO
 Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina


 LABORATORISTA

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : GUILLERMO GARCIA Dirección : SAN MIGUEL Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : LOYMAPAMBA Provincia : BOLIVAR Cantón : SAN MIGUEL Parroquia : SAN PABLO Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 19/12/2011 Fecha de Ingreso : 20/12/2011 Fecha de Salida : 13/01/2012
--	---	--

N° Muestr. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
87492					10,20 A	6,55	2,02	15,28	7,00	0,82					
87493					11,10 A	7,21	5,06	41,53	7,23	0,71					
87494					10,60 A	7,50	3,45	29,36	6,68	0,93					

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo		
M = Medio	LS = Lij. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio		
T = Tóxico			A = Alto		

ABREVIATURAS		
C.E.	=	Conductividad Eléctrica
M.O.	=	Materia Orgánica
RAS	=	Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA		
C.E.	=	Pasta Saturada
M.O.	=	Dicromato de Potasio
Al+H	=	Titulación NaOH


 RESPONSABLE LABORATORIO
 Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina


 LABORATORISTA

Anexo No. 4. Resultados del experimento

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Repeticiones | 10. Longitud de Hoja |
| 2. Factor A: Híbridos de Brócoli | 11. Días a la formación de la pella |
| 3. Factor B: Dosis Fertilización | 12. Días a la cosecha |
| 4. Porcentaje de Prendimiento | 13. Diámetro del Tallo |
| 5. Altura Planta 30ddt | 14. Diámetro de las pellas |
| 6. Altura Planta Cosecha | 15. Número de plantas cosechadas |
| 7. Hojas 30 ddt | 16. Peso de pella |
| 8. Hojas Cosecha | 17. Rto. por hectárea |
| 9. Ancho de la hoja | |

Caso No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	1	1	98	6,21	28,12	7	22	17,5	45,45	69	88	5,21	18,66	144	41,28	16538
2	1	1	2	95	5,43	26,41	6	20	17,53	39,6	71	98	4,17	18,27	143	35,24	15186
3	1	1	3	90	4,03	21,21	5	18	16,43	37,95	71	101	3,92	15,88	132	29,65	11878
4	1	2	1	96	6,17	29,02	6	21	17,98	47,32	69	89	4,96	21,72	136	39,52	15893
5	1	2	2	94	6,93	25,71	5	21	17,35	43,45	70	97	4,21	21,33	141	35,26	14125
6	1	2	3	93	4,67	20,41	5	19	16,4	35,98	74	102	4,02	19,44	136	25,75	10315
7	2	1	1	95	6,73	29,41	6	20	18,2	43,21	70	89	5,75	18,66	147	38,25	16555
8	2	1	2	97	6,01	27,03	7	20	16,91	42,96	70	97	4,31	17,27	140	34,56	15286
9	2	1	3	91	4,78	22,11	6	17	17,12	35,18	72	102	3,31	15,88	135	29,65	11678
10	2	2	1	91	5,91	28,65	5	22	16,62	46,67	70	89	4,81	22	136	41,35	15693
11	2	2	2	93	6,11	26,14	6	20	18,21	45,19	72	98	4,02	20,64	139	32,58	14225
12	2	2	3	95	4,21	20,97	5	18	15,58	32,96	75	103	3,93	20,31	141	25,75	10115
13	3	1	1	96	5,9	28,97	6	22	17,61	46,71	68	88	5,42	18,66	144	42,87	16338
14	3	1	2	96	6,27	26,97	6	21	17,21	40,65	71	97	4,67	19,54	141	32,58	15786
15	3	1	3	95	4,45	21,49	5	20	16,14	39,16	72	102	3,77	16,87	135	31,25	11278
16	3	2	1	97	5,17	28,09	5	22	17,31	48,03	70	90	4,39	22	136	42,17	15893
17	3	2	2	93	5,98	25,13	6	23	16,4	43,46	72	98	4,44	20,45	145	34,87	14625
18	3	2	3	95	4,71	20,51	5	17	15,33	36,77	75	102	3,83	18,54	138	26,15	10315

Anexo No. 5. Fotografías del manejo del experimento

5.1. Trazado de parcelas del ensayo



5.2. Plantas listas para el transplante



5.3. Transplante del ensayo



5.4. Evaluación del porcentaje de prendimiento



5.5. Evaluación de la altura de plantas de brócoli a los 30 ddt



5.6. Evaluación de número de hojas/planta a los 30 ddt



5.7. Aporque del ensayo



5.8. Evaluación de días a la formación de la pella



5.9. Vista general del desarrollo del cultivo



5.10. Evaluación del número de hojas en la cosecha



5.13. Evaluación del diámetro de la pella



5.14. Evaluación del peso de la pella



Anexo No. 6. Glosario de términos técnicos

Abono Orgánico: Es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de fertilizar y estructura de suelo, la capacidad de retención de la humedad, activar su capacidad biológica y por ende mejorar la productividad y producción de los cultivos.

Agricultura Orgánica: Conocida también como ecológica o biológica, se define como un conjunto de técnicas que pretenden obtener una producción abundante sin utilizar elementos o procedimientos que puedan perjudicar la fertilidad de la tierra a corto o largo plazo, o producir contaminación para el medio. Esta agricultura propone la sustitución de los abonos artificiales por orgánicos como restos de cosechas, abonos verdes, o residuos de la propia granja y externos. Es una forma por la que el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que se desencadenan de manera espontánea en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuada de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su armonía.

Agricultura Sostenible: Es la agricultura basada en sistemas de producción con capacidad de ser útiles a la sociedad de manera indefinida.

Convencional: Sistema de producción agropecuaria con uso de insumos químicos.

Fertilizantes: Material inorgánico u orgánico de origen natural o sintético que añadido al suelo suple una o más deficiencias de nutrientes que contribuyen al crecimiento de las plantas.

Híbrido: Individuo resultante de la fecundación de un vegetal de una especie cualquiera por otro vegetal perteneciente a otras especies.

Investigación: La que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica.

Materia Orgánica: Son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de todas las plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios y compuestos orgánicos.

Productividad: Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc. Relación entre lo producido y los medios empleados.

Productos Orgánicos, Ecológicos o Biológicos: Con los productos que se han obtenido siguiendo las normas y procedimientos de la agricultura orgánica.

Síntesis: Composición de un todo por la reunión de sus partes. Suma y compendio de una materia u otra cosa. Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas. Producción de biopolímeros a partir de las moléculas orgánicas sencillas.

Sostenible: Que es capaz de sostener a largo plazo sin causar daños al medio ambiente o agotar los recursos naturales.

Taxonomía: Ciencia que trata de la clasificación sistemática, sobre todo de organismos vivos, pero también de suelos y otros objetos.