

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE BRÓCOLI *(Brassica oleracea L)*, CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE ORGÁNICO EN EL SECTOR SAN JUAN CHICO, PARROQUIA CALPI, PROVINCIA CHIMBORAZO.

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

AUTOR:

ROBERTO ORTIZ M

DIRECTOR:

ING. NELSON MONAR G. M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2011

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE BRÓCOLI *(Brassica oleracea L)*, CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE ORGÁNICO EN EL SECTOR SAN JUAN CHICO, PARROQUIA CALPI, PROVINCIA CHIMBORAZO.

REVISADO POR:

Ing. Nelson Monar G. M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Kleber Espinoza M. Mg.
BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE TESIS:

Ing. Olmedo Zapata I. M.Sc.
ÁREA TÉCNICA

Ing. Sonia Fierro B. Mg.
REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

A mi mamá María Luisa de Ortiz y mi papá Marcos Ortiz, ya que gracias a ellos soy quien soy en la actualidad, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación, entre otros, son ellos a quienes les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas, de tristezas y de alegrías, estoy seguro que lo han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de lo cual me siento extremadamente orgulloso.

A mis hermanos, que han estado a mi lado, han compartido lo que solo se puede vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me pueda presentar.

Para mi esposa María Fernanda, a ella especialmente le dedico esta Tesis, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, porque la quiero. Nunca le podré estar suficientemente agradecido.

A todos ellos,

Muchas gracias de todo corazón.

AGRADECIMIENTO

Son tantas personas a las que debo parte de este triunfo, de alcanzar mi formación académica, siendo anhelo de todos los que así lo deseamos.

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Ing. Nelson Monar G. M.Sc, su gran dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador. A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como no sentirme en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis.

También me gustaría agradecer los consejos recibidos a lo largo de los últimos años por otros profesores de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UEB, que de una manera u otra han aportado su granito de arena en mi formación. Destacar a la Ing. Sonia Fierro B, Ing. Kleber Espinoza M, Ing. Olmedo Zapata I, Ing. José Sánchez M, Ing.Rodrigo Yanez G.

A mis padres y hermanos por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos, a mi esposa por su cariño, comprensión y constante estímulo. Gracias los amo.

Y por último, pero no menos importante, gracias también a mis compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante estos casi tres años de convivir dentro y fuera del salón de clase. Jhon, Juan, Jaime, Roberto, Daniel, gracias.

Para ellos, muchas gracias por todo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.Nº
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. ORIGEN	4
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BRÓCOLI	4
2.3. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	4
2.3.1. Raíz	4
2.3.2. Tallo	5
2.3.3. Hojas	5
2.3.4. Flores	5
2.3.5. Inflorescencia	5
2.3.6. Fruto	6
2.3.7. Semilla	6
2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS	6
2.4.1 Clima	6
2.4.2. Suelos	7
2.4.3. Luminosidad	7
2.5. VALOR NUTRICIONAL	7
2.5.1. Composición nutritiva	7
2.5.2. Valor medicinal	8
2.6. MANEJO DEL CULTIVO	9
2.6.1. Semilleros	9
2.6.2. Preparación del suelo	9
2.6.3. Trasplante	10
2.6.4. Densidad de plantación	11
2.6.5. Riego	11
2.6.6. Fertilización	11
2.6.7. Control de malezas y escardas	12
2.6.8. Control de plagas y enfermedades del brócoli	13
2.6.9. Cosecha	15
2.6.10. Manejo de la cosecha	16

2.6.11. Manejo luego de la cosecha 17
2.7. CRITERIOS DE CALIDAD EN EL CULTIVO DEL BRÓCOLI 18
2.7.1. Ciclo de cultivo 18
2.7.2. Vigor de la planta 18
2.7.3. Porte de las hojas 18
2.7.4. Brotes secundarios 18
2.7.5. Pella 18
2.7.6. Forma 19
2.7.7. Clasificación de las pellas por el tamaño 19
2.7.8. Grano 20
2.7.9. Maduración del grano 20
2.7.10. Color 20
2.7.11. Tamaño 21
2.7.12. Uniformidad del tamaño 22
2.7.13. Compacidad 23
2.7.14. Tronco hueco 23
2.7.15. Requerimientos de calidad en el brócoli 23
2.8. ESTÁNDARES DE CALIDAD EN EL BRÓCOLI 24
2.8.1. Especificación del tamaño 23
2.8.2. Diámetro del tallo floral 24
2.8.3. Diámetro de la cabeza 24
2.8.4. Calidad agroindustrial del brócoli 25
2.9. CAUSAS DE DETERIORO EN EL BRÓCOLI 25
2.9.1. Daños físicos 25
2.9.2. Desórdenes 26
2.10. VARIEDADES O HÍBRIDOS DE BRÓCOLI 28
2.10.1. Variedades tempranas 28
2.10.2. Variedades intermedias 29
2.10.3. Variedades tardías 29
2.11. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA 30
2.12. FUNCIONES DE LOS MACRO Y MICRO NUTRIENTES 31
2.13. PRODUCTO REGULADOR DE CRECIMIENTO 35

2.13.1. Biozyme 35
2.14. REGULADORES DE CRECIMIENTO 36
2.14.1. Auxinas 37
2.14.2. Giberelinas 37
2.14.3. Citoquininas 37
2.14.4. Ácido abcísico 38
2.14.5. Etileno 38
2.15. BIOESTIMULANTE 38
2.16. BIORREGULADOR 39
III. MATERIALES Y MÉTODOS 41
3.1. MATERIALES 41
3.1.1. Ubicación 41
3.1.2. Situación geográfica y climática 41
3.1.3. Zona de vida 41
3.1.4. Material experimental 42
3.1.5. Materiales de campo 42
3.1.6. Materiales de oficina 42
3.2. MÉTODOS 42
3.2.1. Factores en estudio 42
3.2.2. Tratamientos 43
3.2.3. Procedimiento 43
3.2.4. Tipo de análisis 44
3.2.5. Métodos de evaluación y datos tomados 44
3.3. MANEJO DEL ENSAYO 46
3.3.1. Análisis del suelo 46
3.3.2. Preparación del suelo 47
3.3.3. Delimitación de parcelas 47
3.3.4. Densidad de plantación 47
3.3.5. Trasplante 47
3.3.6. Fertilización 48
3.3.7. Aplicación del bioestimulante 48
3.3.8. Control de malezas 48

3.3.9. Riegos 48
3.3.10. Control de plagas y enfermedades 49
3.3.11. Cosecha y almacenamiento 49
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN 50
4.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO (PP) 50
4.2. ALTURA DE PLANTA (AP) 51
4.3. LONGITUD DE HOJA (LH) 56
4.4. ANCHO DE HOJA (AH) 60
4.5. NÚMERO DE HOJAS (NH) 64
4.6. DIÁMETRO DE TALLO (DT) Y LONGITUD DE TALLO (LT) 69
4.7. DIÁMETRO DE PELLA (DP) 76
4.8. PESO PROMEDIO DE PELLA (PPP) 80
4.9. VOLUMEN RADICULAR (VR) 85
4.10. RENDIMIENTO POR HECTÁREA (RH) 89
4.11. COEFICIENTE DE VARIACIÓN 93
4.12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL (AC) (RL) 94
4.13. ANÁLISIS ECONÓMICO 95
4.13.1. Análisis de Relación Beneficio-Costo RB/C 96
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 97
5.1. CONCLUSIONES 97
5.2. RECOMENDACIONES 98
VI. RESUMEN Y SUMMARY 99
6.1. RESUMEN 99
6.2. SUMMARY 101
VII. BIBLIOGRAFÍA 103
ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO Nº		PAG. Nº
1.	Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable PP.	50
2.	Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable AP a la cosecha.	51
3.	Resultados del análisis de efecto principal de la variable AP a la cosecha en dos híbridos de brócoli.	52
4.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable altura de planta (AP) a la cosecha.	53
5.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable AP en cm a la cosecha.	54
6.	Resumen del analisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable LH a la cosecha.	56
7.	Resultado del análisis de efecto principal de la variable LH a la cosecha en dos híbridos de brócoli.	56
8.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable longitud de hoja (LH) a la cosecha.	57
9.	Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable LH en cm a la cosecha.	58
10.	Resumen del analisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable AH a la cosecha.	60
11.	Resultados del análisis de efecto principal de la variable AH a la cosecha en dos híbridos de brócoli.	60

12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable ancho de hoja (AH) a la cosecha. 62

13. Resultados promedios de los tratamientos AxB en la variable AH en cm a la cosecha. 63

14. Resumen del analisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable NH a la cosecha. 64

15. Resultados del análisis de efecto principal de la variable NH a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 65

16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable número de hojas (NH) a la cosecha. 66

17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable NH en cm a la cosecha. 67

18. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables DT y LT a la cosecha. 69

19. Resultados del análisis de efecto principal de las variables DT y LT a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 70

20. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en las variables diámetro de tallo (DT) y longitud de tallo (LT) a la cosecha. 72

21. Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable DT en cm a la cosecha. 73

22. Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable LT en cm a la cosecha. 74

23. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable DP a la cosecha. 76

24. Resultados del análisis de efecto principal de la variable DP a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 76

25. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable diámetro de pella (DP) a la cosecha. 78

26. Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable DP en cm a la cosecha. 79

27. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable PPP a la cosecha. 80

28. Resultados del análisis de efecto principal de la variable PPP a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 81

29. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable peso promedio de pella PPP a la cosecha. 82

30. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos AxB en la variable PPP en Kg. 83

31. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable VR a la cosecha. 85

32. Resultados del análisis de efecto principal de la variable VR a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 85

33. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable volumen radicular VR a la cosecha. 87

34. Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable VR en cc a la cosecha. 88

35. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable RH a la cosecha. 89

36. Resultados del análisis de efecto principal de la variable RH a la cosecha en dos híbridos de brócoli. 90

37. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable rendimiento por hectárea RH a la cosecha. 91

38. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable RH en Kg/ha a la cosecha. 92

39. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal. 94

40. Análisis económico de presupuesto parcial (AEPP). 95

41. Cálculos de la Relación Beneficio-Costo RB/C 96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº		PAG. Nº
1	Porcentaje de prendimiento (PP), para los tratamientos en híbridos de brócoli.	50
2	Altura de planta (AP), para factor A: híbridos de brócoli.	52
3	Altura de planta (AP), en cm para los tratamientos (AxB) a la cosecha	55
4	Longitud de hoja (LH), para factor A: híbridos de brócoli.	57
5	Longitud de la hoja (LH) en cm para los tratamientos AxB a la cosecha.	59
6	Ancho de hoja (AH), para factor A: híbridos de brócoli.	61
7	Ancho de la hoja (AH) en cm para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	63
8	Número de hojas (NH), para factor A: híbridos de brócoli.	65
9	Número de hojas (NH) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	67
10	Diámetro de tallo (DT), para factor A: híbridos de brócoli.	70
11	Longitud de tallo (LT), para factor A: híbridos de brócoli.	71
12	Diámetro de tallo (DT) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	73
13	Longitud de tallo (LT) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	75
14	Diámetro de pella (DP), para factor A: híbridos de brócoli.	77
15	Diámetro de pella (DP) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	79
16	Peso promedio de pella (PPP), para factor A: híbridos de brócoli.	81
17	Peso promedio de pella (PPP) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.	83
18	Volumen radicular (VR), para factor A: híbridos de brócoli.	86
19	Volumen radicular (VR) para tratamiento (AxB) a la cosecha.	88
20	Rendimiento por hectárea (RH), para factor A: híbridos de brócoli.	91

21 Rendimiento por hectárea (RH) para los tratamientos (AxB) a la cosecha. 92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº		PÁG. Nº
1.	Mapa de la ubicación y localización del ensayo	i
2.	Análisis de suelo	ii
3.	Base de datos (MSTAT)	iii
4.	Fotografías del manejo del ensayo	v
5.	Glosario	ix

I. INTRODUCCIÓN

El brócoli constituye un valioso alimento por su alto contenido de minerales tales como: potasio, azufre, fósforo, entre otros, siendo una fuente importante en la alimentación humana. Este producto de relevante calidad nutritiva, en los últimos años está alcanzando mucha importancia por esta razón y además por ser un cultivo de exportación. (http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescobrocoli.htm)

El brócoli a pesar de ser una especie hortícola ya conocida y consumida en la época de los romanos recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, existiendo países que han incrementado notablemente su producción en los últimos años, tal es el caso de Ecuador, que en la actualidad provee la demanda del norte de Europa en un 30 a 40% de producto congelado. Guatemala está en un porcentaje similar al Ecuador, y la diferencia de la demanda provee España y Portugal. La demanda de brócoli por parte de Estados Unidos es cuatro veces más que del norte de Europa y es abastecido en un 90% por México. Entre otros países ofertantes y que en un futuro no muy lejano serán nuestros competidores se hallan Sudáfrica y China. Entre los países auto - consumidores se hallan Italia y Francia. Japón es un mercado potencial para el Ecuador.(http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos %20e xportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm)

La producción de brócoli en el Ecuador muestra un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto estrella dentro de los no tradicionales de exportación. La información del III Censo Agropecuario señala que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 mil toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 TM por hectárea. Al analizar el rendimiento por provincia productora, se evidencia que la Provincia de Chimborazo tiene rendimiento en superficie cultivada de 3.545 TM/ha, considerando aspectos

como tipo de riego, semillas y variedades. (http://www.sica.gov.ec/agronegocios /Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20e xportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm)

Legacy es un híbrido de brócoli con planta de gran vigor y alto potencial de rendimiento, los tallos son fuertes y prácticamente sin ramificaciones laterales, las cabezas son domos bien formados, de grano liso que se adaptan muy bien tanto para mercado fresco o de proceso. Se adapta a un mejor en regiones de clima fresco, por lo cual se ha ganado la preferencia de los productores en invierno. (http://www.seminis.com/products/brocoli/legacy.asp)

Avenger, un híbrido versátil para consumir fresco y procesado, además de gran capacidad de adaptación a la mayoría de los climas. La calidad de su cabeza bien domada con grano fino y excelente color verde intenso, además de alto peso, lo colocan como el mejor material del mercado. (http://www.sakata.com.mx/)

En la zona tenemos pequeños productores que lograron una capitalización gracias al cultivo de cebolla, o que están en proceso de capitalización con el brócoli. Representan el 30% de los productores de la comunidad. Este grupo siguió muy de cerca el proceso de introducción e innovaciones técnicas y comerciales, entre los mayoristas quienes compran sus productos si éstos son de buena calidad. (MEDINA, N. 2006)

Los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta. Por tanto, la importancia de los mismos depende del efecto de estos sobre los rendimientos y la calidad de la producción. Aunque los bioestimulantes existen desde hace años, la creciente demanda de productos agrícolas por parte de algunos países hace necesario el acudir a ellos para obtener producción.(http://www.gruposegtec.com/fundloyola/documentos/Tesis/Bioestiul antes%20en%20Aguacate%202007.pdf)

En la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar agronómicamente dos cultivares comerciales de brócoli, con la aplicación de tres dosis de un bioestimulante orgánico.

- Analizar las características agronómicas y productivas que presenta cada cultivar de brócoli.

- Determinar la dosis más adecuada del bioestimulante orgánico para el mejoramiento de la producción de brócoli.

- Realizar un análisis económico, relación beneficio-costo B/C.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

El brócoli tiene su origen en el Mediterráneo Oriental y concretamente en el próximo Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria). Los romanos ya cultivaban esta planta, hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BRÓCOLI

Reino:	Plantae
Subreino:	Antophyta
División:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledoneae
Orden:	Rhoedales
Familia:	Brassicaceae
Género:	*Brassica*
Especie:	*oleraceae*

2.3. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

2.3.1. Raíz

Posee raíz pivotante leñosa, poco profunda, tiene arraigamiento superficial con raíces que alcanzan hasta 80 cm de profundidad, las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran a 40 – 60 cm dependiendo de la textura del suelo. (HIDALGO, L. 1999)

2.3.2. Tallo

Desarrolla un tallo principal con diámetro de 2 – 6 cm, corto de 20 – 50 cm de largo, sobre el que se disponen las hojas con entrenudos cortos, con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal.
(HIDALGO, L. 1999)

Generalmente son herbáceos, vigorosos, carnosos, poco ramificados, de 0,50 a 1 metro de altura. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

2.3.3. Hojas

Suelen ser de color verde oscuro, rizadas; presenta un limbo foliar hendido, son de tamaño grande, posee un pecíolo más desarrollado que la coliflor y generalmente se extiende en forma horizontal y abierta, tamaño grande hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, el pecíolo desarrollado alcanza hasta 1/3 de longitud. (MAROTO, J. 2005)

2.3.4. Flores

Son perfectas, actinomorfas, con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas en forma de cruz, a pesar de sus flores perfectas existe cierto grado de auto compatibilidad, el tipo de polinización es cruzada y la realizan los insectos.
(HIDALGO, L. 1999)

2.3.5. Inflorescencia

Está constituida por primordios foliares o flores inmaduras dispuestas en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar, de verde claro o verde púrpura mantienen muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible.
(BUSTOS, M. 2006)

2.3.6. Fruto

Es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

2.3.7. Semillas

Son redondas de color pardo oscuro, tienen 2 mm de diámetro y se encuentran en número de 250-300 semillas/gramo dependiendo del cultivar.
(HIDALGO, L. 1999)

2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

2.4.1. Clima

Es un cultivo de desarrollo fundamentalmente durante todo el año en nuestro país. Para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24ºC; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15ºC durante varias horas del día. La planta y la pella no suelen helarse con temperaturas cercanas a 0ºC, cuando su duración es de pocas horas en el día. En zonas donde las temperaturas bajan excesivamente, se cultivan variedades tardías, de recolección a finales de temporada, la humedad relativa óptima oscila entre 60 y 75%. (http://www.infoagro.com/ hortalizas/broculi.htm)

El brócoli necesita altos niveles de abastecimiento regular de agua, especialmente en las primeras fases de desarrollo. La calidad adecuada de agua debe presentar suficiente aireación, una temperatura similar a la del medio ambiente y una baja concentración de sales, que a su vez contengan porcentajes bajos de cloruros y sulfatos. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

El brócoli necesita una precipitación media anual que fluctúe entre 800 – 1.200 mm. (http://www.corpei.com.co/brócoli.html.)

2.4.2. Suelo

Prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6.5 y 7, requiere suelos de textura media. Soporta la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego, en el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

El cultivo de brócoli requiere suelos profundos, de textura media, estructura fiable de fácil drenaje y sobre todo rico en materia orgánica. (BUSTOS, M. 2006)

El cultivo de brócoli se desarrolla muy bien en suelos con topografía plana, textura franca, perfil profundo y buen drenaje, con características químicas como pH neutro (6 – 8), baja salinidad, alta fertilidad y alto contenido de materia orgánica. (HIDALGO, L. 1999)

El cultivo de brócoli presenta condiciones limitativas de micro-elementos, tales como: Fe, Cu, Zn, Mn y B. (CASTELLANOS, J. 2005)

2.4.3. Luminosidad

La inducción y diferenciación floral no se ven afectados por la luz, es de fotoperiodo neutro, condiciones extremas de luminosidad altas o bajas pueden llegar a limitar el crecimiento. (HIDALGO, L. 1999)

2.5. VALOR NUTRICIONAL

2.5.1. Composición Nutritiva

Contiene alrededor de 1670 mg de fibra por 100 gr de porción comestible, el doble que el apio. Es una buena fuente de vitamina A y excelente en vitamina C. Una porción de 155 g de pedicelos de brócoli, provee el 68% de las necesidades

diarias de vitamina A correspondiente a un adulto y 140 mg de ácido ascórbico (Vitamina C), es decir más de dos veces las necesidades diarias. También brinda una cantidad considerable de hierro y otros minerales y es bajo en calorías. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

El brócoli es considerado como una de las hortalizas más ricas por su alto valor nutritivo. Su aporte de vitamina A, B_2 y C es elevado. El valor nutritivo del cultivo de brócoli se expresa en el siguiente cuadro. (GULL, D. 2003)

Composición nutritiva del brócoli por una porción de 100 gr

Compuestos	Contenido
Agua	89%
Energía	34 calorías
Carbohidratos (g)	4,86
Proteína (g)	5,45
Grasa (g)	0,4
Calcio (mg)	103
Fósforo (mg)	78
Hierro (mg)	1,3
Vitamina C (mg)	118
Vitamina A (U.I)	3500

Fuente: (GULL, D. 2003)

2.5.2. Valor medicinal

El brócoli por presentar una serie de compuestos cuya acción retarda el envejecimiento celular y ayuda a prevenir diferentes formas de cáncer. Posee vitamina A, B y C, mucho calcio, hierro, fósforo, azufre y potasio y bajo contenido de calorías. Este producto crudo o hervido es sano y nutritivo; a fin de conservar la mayor proporción de los nutrientes es importante cocinar el vegetal en la mínima cantidad necesaria de agua o al vapor, sin agregado de otras

sustancias. Todo se aprovecha del brócoli, hojas, flores, tallos, resulta ideal para aquellas personas que sufren hipertensión, obesidad, colesterol elevado.
(ELOLA, S. 2002)

2.6. MANEJO DEL CULTIVO

2.6.1. Semilleros

Los semilleros se pueden efectuar en bandejas de 200 a 250 alvéolos, pre germinando las semillas a 18-22ºC durante 24 horas, requiriendo entre 30 a 40 días de crecimiento, en función de fechas y pudiéndose realizar bajo invernaderos de cubierta plástica o bajo mallas anti insectos en fechas de altas temperaturas. (http://www.pdf.wanadoo.com/cultivo-en-espana-de-brócoli)

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 desarrollada en unos 45-55 días. La germinación 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 gr, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy compacto es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento. (http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/brocoli-br oculi-brecol.htm)

El tamaño de las semillas del cultivo de brócoli son muy pequeñas, razón por la cual es imprescindible acudir a la elaboración de semilleros. Los suelos más apropiados son los fértiles, sueltos, planos y bien nivelados que permitan una buena penetración del agua y a su vez faciliten las prácticas de raleo, entresaque y deshierba. (SUQUILANDA, M. 2004)

2.6.2. Preparación del suelo

En el cultivo de brócoli se realiza labor de subsolador a 50 cm, seguido con la vertedera a 40 cm, posteriormente se darán labores complementarias de grada o

cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. (http://www.infoagro. com /hortalizas/broculi.htm)

2.6.3. Trasplante

La planta tiene que ser 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 deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. Normalmente se emplean densidades de 12.000-30.000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería de 0.80-1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas. (http://www.infoagro .com/hortalizas/broculi.htm)

A partir de la siembra, las plantas de brócoli están listas para el trasplante luego de cinco a seis semanas, tiempo en el cual alcanzan una altura de entre los 12 a15 cm o presentan 4 a 5 hojas verdaderas. Cuatro días antes de la fecha de trasplante, se suspende el riego en el invernadero, con el objeto de que las plantas pasen por un proceso conocido como endurecimiento, que atenúa el estrés producido al ser colocadas en el sitio definitivo. El día de trasplante se debe dar un riego abundante al semillero para que se afloje la tierra o el sustrato y dejar que las plántulas tomen y almacenen algo de agua. El trasplante debe efectuarse con pan de tierra o pilón en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde. (http://www.agroandina.com/ hortalizas/cuerpo brócoli.html)

El trasplante se debe realizar cuando la planta alcance de 30 a 35 días en invernadero, cuando ya tenga de 5 a 6 hojas verdaderas para que tenga una buena firmeza de tallo y una adecuada zona radicular. Esta práctica se debe de hacer cuando los surcos estén bien mojados con el agua de riego para facilitar el trasplante o una mejor colocación de la planta en la parte superior del surco. (http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm)

2.6.4. Densidad de plantación

La distancia entre hileras recomendada es de 0.60 m y la distancia entre plantas es de 0.40 m recomendando densidades entre 40.000 a 50.000 plantas por hectárea. (CEVALLOS, R. 2001)

2.6.5. Riego

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento, inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de tempero. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

El brócoli durante su ciclo vegetativo necesita una lámina de agua de 600 – 650 mm incluyendo en este rango el agua recibida por el cultivo por efecto de las precipitaciones lluviosas. (SUQUILANDA, M. 2004)

2.6.6. Fertilización

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorpora un mes o dos antes de la plantación del orden de 4 Kg /ha de estiércol bien fermentado. Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura. El brócoli es exigente en K y también lo es en B; en suelos en los que el Mg sea escaso conviene hacer aportación de este elemento. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

Programa de fertilización para 1Ha en el cultivo de brócoli

	% unidades de fertilizante	Kg. /ha	Unidades de fertilizante/ha
Abonado de fondo			
Sulfato amónico	20	600	120
Superfosfato de cal	18	500	90
Sulfato potásico	50	300	150
Abonado de cobertera			
Nitrato amónico	33.5	300	100

Fuente: (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

2.6.7. Control de malezas y escardas

El control de malezas en el cultivo de brócoli se efectúa a los 15, 32 y 45 días luego del trasplante.
(http://www.pdf.wanadoo.com/cultivo-en-espana-de-brócoli)

El control de malezas se puede realizar con herbicidas selectivos empleados en pre-trasplante o pos-trasplante del cultivo y/o a través de escardas mecánicas con el aporque a los 15 ó 30 días del trasplante o, bien, combinar el empleo de herbicidas localizados en el lomo del surco y aporque en el vacío con aperos adecuados. (http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/88brócoli.html)

El terreno se debe mantener limpio de malas hierbas, para lo cual, se emplea contra malas hierbas anuales y gramíneas pendimetalina 33%, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 3 a 5 litros/ha. (http://www.Infoagro. com/hortalizas/broculi.htm)

El combate de las malezas se hace de mejor forma con actividades manuales. Cuando se hace la deshierba se aprovecha para realizar la fertilización nitrogenada y el aporque, treinta días después del trasplante. En terrenos donde el problema son las gramíneas, se han observado buenos resultados con el

herbicida fluazifop-butil, en la dosis recomendada comercialmente. (http://www.mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/tec-brocoli.pdf.)

Estas prácticas se realizan de dos a tres veces en todo el ciclo del cultivo la primera se realiza a las tres semanas después de la plantación y la segunda a la séptima semana después de la plantación, y es alternativa otra dependiendo el grado de madurez del cultivo. Esta práctica se debe de realizar con la finalidad de mantener limpio y libre de malezas el cultivo y para lograr mayor retención de humedad en las plantas y suelo y para facilitar una mayor aireación en las raíces de la planta. (http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm)

2.6.8. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL BRÓCOLI

- **Plagas del brócoli**

Las principales plagas que atacan al brócoli se muestran en el cuadro, con su respectivo control preventivo.
(http://www.infoagro.com/hortalizas/bróculi.htm)

Plagas del brócoli

Nombre común	Nombre científico	Control preventivo
Minador	Liriomyza trifollii	Tratar con Diazinon, Fosalone, Triclorfon.
Mosca del brócoli	Chorthophillabrassicae	Tratar con Clorpirifos, Diazinon y Fosalone.
Oruga	Pierisbrassicae	Formulaciones a base de *Bacillusthurigiensis.*
Falsa potra	Ceuthorrhyinchus pleurostigma	Para el tratamiento en la plantación se recomienda aplicar Clorfenvinfos cada 10-15 días y dirigido al pie de cada planta. Se realizarán pulverizaciones a base de Lindano en el semillero, cuando las plántulas tienen 3 ó 4 hojas.
Polilla de las crucíferas	Plutella xylostella	Resulta efectivo el control con *Bacillusthurigiensis.*
Pulguilla de las crucíferas	Phyllotretanemorum	Realizar tratamientos aéreos con Carbaril, Metiocarb o Triclorfon.
Pulgón del brócoli	Brevicorynebrassicae	Tratar con Acefato al 75% en una dosis de 0.15 % o Carbofuran 5% a una dosis de 12-15 kg. /ha.

Fuente: (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

- **Enfermedades del brócoli**

Las principales enfermedades que atacan al brócoli se muestran a continuación, con su pertinente control. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

Enfermedades del brócoli

Nombre común	Nombre científico	Control preventivo
Alternaria	Alternariabrassicae	Cada 7-10 días dar tratamientos con Oxicloruro de cobre, Mancozeb, Propineb. Una vez que aparece la enfermedad se tratará con Clorotalonilo a 20 Kg/Ha.
Mancha angular	Mycosphaerellabrassicicola	Tratamientos preventivos con Oxicloruro de cobre, Mancozeb, Propineb, etc.
Mildiú	Peronospora parasítica	Realizar tratamientos preventivos con Maneb, Oxicloruro de cobre, Metalaxil, Captan, Propineb.
Rizoctoniosis	Rizoctoniasolani	Tratamientos dirigidos a la base de la planta con alguno de los siguientes productos: Isoquinoleina, Dazomet, Netam-sodio o Quintoceno.
Roya	Albugo candida	Prevenir cada 7-10 días con Mancozeb, Propineb, Maneb, Oxicloruro de cobre, Hexaconazol, etc.
Pie negro	Phomalingam	Evitar el cultivo de brócoli durante varios años en las parcelas que hayan padecido la enfermedad, el empleo de semillas certificadas y evitar el exceso de humedad prolongada en el suelo.

Fuente: (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

- **Deficiencias y alteraciones**

El brócoli responde favorablemente a las aplicaciones de nitrógeno, pero es susceptible al exceso de este elemento produciendo tallos huecos, además, es sensible a las deficiencias de boro y molibdeno, las que se manifiestan

generando tallos con manchas negras. (http://www.pdf.wanadoo.com/cultivo-en-espana-de-brócoli)

En condiciones de crecimiento, con altas temperaturas y en situaciones en las que se adoptan técnicas conducentes a dar un gran vigor al cultivo, puede aparecer tallo hueco en el cultivo de brócoli. (http://www.eumedia.es/articulos /vr/hortofrut/88brócoli.html)

El brócoli en condiciones de cultivo, y principalmente cerca del punto de recolección, temperaturas altas y vientos secos pueden producir defectos de coloración, vello, pellas deformes y brácteado. (MAROTO, J. 2005)

2.6.9. Cosecha

La recolección se debe efectuar en las primeras horas de la mañana para evitar la acción de los rayos solares sobre las pellas, se realiza manualmente cortando con cuchillo las inflorescencias para ser depositadas en recipientes plásticos. Constituye una práctica necesaria cosechar el cultivar por bloques de 3 surcos, con el objeto de identificar problemas patológicos, daños mecánicos o fisiológicos, de esta manera los recipientes se trasladan con su respectiva identificación al cuarto de poscosecha. (http://www.agroandina.com/ hortalizas /cuerpo brócoli.html)

La cosecha se efectúa cuando la pella está totalmente desarrollada, procediendo a la misma cada 2 ó 4 días, en función de la climatología y época del año. (http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/88brócoli.html)

La cosecha se debe realizar antes de que se abran las flores, con un tallo de 25 cm para el consumo en fresco y de 15 cm para la agroindustria.
(HIDALGO, L. 1999)

La recolección del brócoli se realiza en función del cultivar, la fecha de siembra y el trasplante. El mejor momento para iniciar la cosecha es cuando la

inflorescencia ha adquirido un tamaño máximo sin haberse abierto, el corte de las inflorescencias se realiza con una longitud del tallo de 5-10 cm, generalmente y en plena recolección se da a cada parcela entre 1 a 3 cosechas a la semana. (MAROTO, J. 2005)

El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. La producción varía según se trate de brócoli ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15 y 25 T/Ha. (http:// laverlam.com.co/destru.html)

2.6.10. Manejo de la cosecha

El brócoli es producido tanto para mercado fresco como para mercado de procesados. En ocasiones el precio de mercado determina como se cosecha el brócoli. Un cultivo puede llegar a cosecharse manualmente hasta dos a tres veces dependiendo del precio de mercado y la calidad. Los productos que le dan valor agregado al brócoli fresco varían entre cortes especiales de corona, tipo lanza, e inflorescencias frescas hasta brócoli tipo ensalada para usar en comidas envasadas y otros productos alimenticios convenientes destinados a la exportación, servicios y consumo doméstico.

El brócoli para mercado fresco se empaca en el campo. El paquete estándar consiste en cabezas de 3 a 8 pulgadas (7,5- 20 cm) de diámetro. Las cuadrillas cortan los tallos a 8 pulgadas (20 cm) y colocan las cabezas en una cinta de apoyo a la cosecha. Entre dos a cuatro cabezas se juntan con una cinta de goma y se cortan uniformemente a 7 pulgadas (17,5 cm). Se empacan grupos de 14 a 18 brócolis en un cartón de fibra encerado que pesa un mínimo de 23 libras (10,4 Kg). El brócoli cortado en corona consiste en un domo apical de 5 a 5½ pulgadas (12,5-13,7 cm) de diámetro cortado a 5 pulgadas (12,5 cm) desde el tallo. Un cartón empacado consiste en 34 a 38 coronas empacadas a granel y pesa un mínimo de 20 libras (9 Kg). Las inflorescencias frescas cortadas en el

campo son empacadas sueltas en bolsas de malla y luego en cajas de cartón que pesan entre 9 a18 libras (4-8 Kg) y contienen tres a cuatro bolsas cada una. El brócoli destinado a congelado también es cosechado manualmente. El tallo se corta a 6 pulgadas (15 cm), un poco más corto que para mercado fresco.

Las cabezas son colocadas en cintas, y luego recolectadas en grandes cajones o remolques para transportarlas a la planta procesadora. (http://www.university-davis.com.org.html)

2.6.11. Manejo luego de la cosecha

El descenso de la temperatura es un paso importante a realizar de inmediato a la cosecha quitando el calor del campo, cuando la temperatura son superiores a los 15ºC se puede realizar cosechando en las primeras horas de la mañana, luego hacer una refrigeración por inmersión en una pileta de agua fría a 4ºC (con hielo). El almacenamiento del brócoli debe ser con 90 a 95% de humedad relativa y a 0 a2ºC, en estas condiciones se puede conservar por espacio de 10 a 14 días. (ELOLA, S. 2002)

El brócoli requiere un rápido enfriamiento para preservar la calidad y maximizar la vida útil de poscosecha. Los cartones cosechados deben ser enfriados inmediatamente y nunca deben dejarse por mucho tiempo en espera de ser enfriados. El hielo líquido es el método estándar de enfriamiento. Inmediatamente después del hielo, el brócoli debe ser colocado en una bodega refrigerada. Manojos de brócoli almacenados a 32 ºF (0ºC) con una humedad relativa de 95% normalmente tendrán una vida útil de 10 a 14 días. (http://www. university-davis.com.org.html)

2.7. CRITERIOS DE CALIDAD EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI

2.7.1. Ciclo de cultivo

Lo constituyen los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha.

2.7.2. Vigor de la planta

Es la fuerza en el desarrollo expresado en su rápido crecimiento.

2.7.3. Porte de las hojas

Pueden ser erectas o caídas. Las hojas erectas facilitan el desarrollo de la pella y su recolección en la cosecha.

2.7.4. Brotes secundarios

Hay variedades que producen muy pocos y otras muchos, que a la vez pueden ser de calidades diversas.(GULL, D. 2003)

2.7.5. Pella

- **Situación de la pella**

La pella puede ser profunda o elevada. La pella elevada facilita la recolección o cosecha. (GULL, D. 2003)

El órgano de consumo de brócoli corresponde a la inflorescencia tipo corimbo compuesto, desarrollada a partir de la yema apical del tallo principal. El corimbo central o pan principal está constituido por numerosos primordios florales sostenidos en tallos florales o pedicelos, que a su vez se disponen sobre pedúnculos suculentos. Estos elementos corresponden fisiológica y

morfológicamente a estadios florales iníciales a diferencia de la coliflor. (http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html)

La inflorescencia del brócoli, a diferencia de algunos tipos de coliflor, está conformada por primordios florales o flores inmaduras propiamente, dispuestas en un corimbo primario, en el extremo superior del tallo, o en ramificaciones de las yemas axilares, y puede superar los 20 cm. de diámetro. Los corimbos son de color variable según el cultivar, desde verde claro a púrpura, y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta que se acelera la elongación de los pedúnculos y la maduración de las flores.
(http://www.pucesi.edu.ec/pdf/brocoli.pdf)

2.7.6. Forma

La forma esférica o ligeramente aplanada en el cultivo de brócoli puede ser la más idónea ya que el agua de lluvia no queda retenida en su superficie.
(GULL, D. 2003)

Sus pedúnculos florales son menos prietos y compactos, forman una cabeza de figura irregular, abierta y desproporcionada, conocida con el nombre de pella. (http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html)

La forma de la pella en el cultivo de brócoli es uno de los subcomponentes más fácilmente perceptibles, aunque en general, no es un carácter decisivo de la calidad, a no ser que se trate de deformaciones o defectos morfológicos. En algunos casos la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor.
(http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

2.7.7. Clasificación de las pellas por el tamaño

Pellas chicas.- Cuando la inflorescencia o pella está comprendida entre 5 – 10cm., de diámetro.

Pellas medianas.- Cuando la pella o inflorescencia está comprendida entre más de 10 y 20 cm., de diámetro.

Pellas grandes.- Cuando la pella o inflorescencia tiene más de 20 cm de diámetro.(http://www.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biolgico /hortalizas_ecologicas .htm)

2.7.8. Grano

El mercado demanda grano fino, aunque también admite granos intermedios. (GULL, D. 2003)

2.7.9. Maduración de grano

Es deseable que sea uniforme y buena, que todos los granos engrosen a la vez. (GULL, D. 2003)

En el brócoli la madurez del grano se determina por la compactación de la inflorescencia y la abertura de las yemas. El brócoli designado como calidad suprema debe presentarse en madurez fisiológica o punto sazón. (http://www.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biologico/hortalizas_ecologicas.htm)

2.7.10. Color

El color de la pella es verde oscuro y verde azulado en el extremo de la flor, aunque existen variedades moradas, rojizas, amarillas y blancas. (http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html)

Hay amplitud de matices desde verdes con tonalidades violetas pasando por verdes claros, medios y oscuros, hasta verdes oscuros con tonalidad azulada a grisácea según la intensidad de la serosidad. (GULL, D. 2003)

El color, tanto en intensidad como en uniformidad en el cultivo de brócoli es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor, por tanto es decisivo en aquellos productos como las hortalizas (brócoli, coliflor, lechuga) en donde un verde intenso está asociado a una mayor frescura y uniformidad de grano. (http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

La pérdida del color verde en la inflorescencia de brócoli es un indicador de senescencia. El color también es un indicador de la madurez y muy importante en frutos y hortalizas en donde no hay cambios sustanciales luego de ser cosechados (no climatéricos), mientras tanto en frutos y hortalizas que sufren cambios luego de la cosecha (climatéricos) el color es menos decisivo e indica fundamentalmente el grado de madurez. (http://www.Junagra.mgap.gub.uy//El Sector/agroind.html)

En hortalizas (como por ejemplo el brócoli) el color está asociado en cierta manera a la turgencia, por ejemplo un verde brillante es uno de los indicadores de la frescura y sabor de la inflorescencia. (ANTON, P. 2004)

El color es el principal parámetro para estimar el grado de madurez de la pella en el brócoli ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura de la inflorescencia, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible. Sin embargo, a medida que este proceso continúa, se produce la sobre maduración, que conduce en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto.
(ANTON, P. 2004)

2.7.11. Tamaño

Depende de la variedad y de la densidad de plantación. (GULL, D. 2003)

Una buena pella puede llegar a desarrollar un cogollo de hasta 20 cm de diámetro y pesar unos 2 Kg. (http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html)

El tamaño en la inflorescencia de brócoli es uno de los principales indicadores del momento de cosecha y en muchos casos está directamente asociado a otros aspectos de la calidad como el sabor o textura, tal es el caso de hortalizas en general, en donde los tamaños pequeños son particularmente valorados por los consumidores exigentes. (http://www.Junagra.mgap.gub.uy//agroind.html)

En el Cuadro se indica el tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos utilizados para la agroindustria:

Tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos

Tamaño	**Pequeño**	**Mediano**	**Grande**
Peso (gr.)	Menos de 300	De 300 - 500	Mayor de 500
Diámetro (cm)	Menos de 13	De 13 – 16	Mayor de 16

Fuente: (http://www. abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

2.7.12.Uniformidad de tamaño

La uniformidad del tamaño de la inflorescencia de brócoli se aplica a todos los componentes de la calidad. Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales. Tan importante es, que la principal actividad de la preparación para mercado es precisamente uniformar el producto, para obtener éxitos y buena aceptación en él mismo.
(http://www. abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

2.7.13. Compacidad

Depende de la variedad pero puede estar influenciada por la climatología y técnicas de cultivo. Se desean pellas compactas, pesadas, con buen aguante en campo y poscosecha. (GULL, D. 2003)

La compacidad es el aspecto de mayor relevancia y en general es un indicador del grado de desarrollo a la cosecha ya que las inflorescencias abiertas indican que fueron cosechadas posteriormente al momento óptimo mientras que las pellas no compactas son consecuencia de una cosecha prematura. (http://www. Agro frio. tripod.com/Esp/intern.htm)

Se dice que la pella de brócoli está en estado bien compacto cuando las yemas individuales y los racimos sobre el tallo están generalmente cercanos y juntos, de modo que en lo alto del racimo no tenga un aspecto desigual o se sienta muy suave.(http://www.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biologico/hortalizas_ecologicas.htm)

2.7.14. Tronco hueco

Defecto que, aun dependiendo de la variedad, también está influenciado por técnicas de cultivo que se favorecen con abonos nitrogenados en exceso, poca densidad de plantas y siembras muy tempranas. (GULL, D. 2003)

2.7.15. Requisitos mínimos de calidad en el brócoli

El brócoli para exportación debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad: bien desarrollado, cabezas firmes y compactas (bien cerrados entre unos y otros); de forma, color, sabor y olor característico de la variedad; en estado fresco, entero, limpio, yemas completamente cerradas; con tallos firmes exentos de lignificación, libre de humedad; con hojas verdes, sanas, frescas, tiernas extendidas sobre la cabeza; libre de pudrición, plagas, libre de daños causados por plagas; libre de cualquier olor, sabor y/o material extraño; libre de defectos

mecánicos, y; libre de manchas o indicios de heladas. (http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

2.8. ESTÁNDARES DE CALIDAD EN EL BRÓCOLI

Además de cumplir con los requerimientos mínimos de calidad, el brócoli debe ser de calidad superior. Debe estar libre de defectos con la excepción de aquellos que no afecten la apariencia general del producto, su calidad, su vida de refrigeración y su presentación al consumidor.

2.8.1. Especificación del tamaño

El tamaño del brócoli es determinado por el diámetro del tallo floral al final de corte o por el diámetro máximo de la cabeza.

2.8.2. Diámetro del tallo floral

El diámetro mínimo para exportación es de 8 mm La diferencia entre el tallo floral más pequeño y más grande en cada unidad de empaque no debe exceder de 20 mm.

2.8.3. Diámetro de la cabeza

El diámetro mínimo de la cabeza para exportación será de 6 cm, sin embargo para el brócoli pre empacado, el diámetro mínimo será de 2 cm. La diferencia entre el más pequeño y la cabeza más grande en cada unidad de empaque no debe exceder de: 4 cm si la cabeza más pequeña tiene un diámetro de menos de 10 cm, y 8 cm, si la cabeza más pequeña tiene un diámetro de 10 cm, más. (http://www.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biologico/hortalizas_ecologicas.htm)

2.8.4. Calidad agroindustrial del brócoli

El estado del producto en fresco es el factor más importante y fundamental para obtener un excelente producto industrializado.

Para esto sólo se procesan inflorescencias de óptima madurez, sanas, de buen color (verde intenso) y sin ningún tipo de contaminación. La compacidad de las pellas duras sólo dura unos pocos días después de cosecha, período después del cual la pella empieza a florecer y se torna de color amarillo. La agroindustria requiere de un producto tierno, de color característico, fresco, madurez apropiada, libre de pudrición, sin materiales de desecho, sin daño por heladas, libre de enfermedades, sin presencia de insectos y ningún tipo de daño mecánico. Cuando el brócoli llega a la agroindustria se realiza un muestreo por cada 10 toneladas de producto y el precio es castigado en caso de que ciertos porcentajes de las especificaciones que la industria define no se cumplan o directamente se rechaza la partida. (http://www.pucesi.edu.ec/pdf/brocoli.pdf)

2.9. CAUSAS DE DETERIORO EN EL BRÓCOLI

2.9.1. Daños físicos

- **Congelamiento o daño por heladas**

Las inflorescencias más jóvenes son más sensibles al congelamiento en el centro y se vuelven pardas al descongelarse. El tejido muerto es un lugar propenso a las podredumbres. Además el brócoli que ha estado congelado tiene un olor fuerte y desagradable. El brócoli no esta tan protegido por hojas como la coliflor, así que una helada grave puede causar un daño substancial. Si se sospecha una helada, las cabezas deberían ser examinadas cuidadosamente después de un día o dos, y si están dañadas, no se deberían comercializar. (GULL, D. 2003)

Las temperaturas frías en las hortalizas (especialmente brócoli, coliflor, col de Bruselas.) resultan en cambios en las propiedades físicas de la membrana celular

que resultan en una serie de posibles daños o disfunciones indirectas, ocurre una transición en la fluidez de las membranas que se cree que coincide con la temperatura umbral en algunas especies sensibles al frío. (http://www.Senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biologico/hortalizas_ecologicas.htm)

Después de una exposición de especies sensibles a temperaturas frías lo suficientemente prolongado, los cambios en las membranas resultan en un número de posibles respuestas secundarias: pérdida de la integridad de las membranas, salida de solutos, pérdida de compartimentalización y cambios en la actividad enzimática. Estos cambios secundarios llevan a la manifestación eventual de los síntomas del daño por bajas temperaturas. Los síntomas físicos y químicos específicos varían ampliamente entre las diferentes plantas sensibles al frío. Las lesiones pueden ser en la forma de lesiones superficiales, inhibición de la maduración, decoloración, inhibición del crecimiento y marchites. (http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

Las heladas en el cultivo de brócoli se manifiestan de la siguiente manera: se produce un debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose entre otras cosas las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua, existe un desplazamiento de los equilibrios biológicos frenándose la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente y finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos. (http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

2.9.2. Desórdenes

- **Deficiencia de boro**

Las hojas de brócoli con deficiencia de boro están deformadas y descoloridas, los pecíolos están cuarteados y tienen crecimientos corchosos, y las

inflorescencias inmaduras son pardas, una fertilización correcta es la única solución. (GULL, D. 2003)

- **Pedicelo hueco**

El nombre deriva de la cavidad que ocupa el centro del tronco justo debajo de la masa de pellas a distancias variables a lo largo del mismo. La cavidad a veces puede ser vista en el pedicelo cortado cuando es expuesto a la venta y puede decolorarse durante el mercadeo. Este desorden puede ser inducido por algún factor que redunde en un crecimiento rápido de las plantas y por lo tanto puede ser contrarrestado con medidas que tengan por resultado velocidades moderadas de crecimiento. Aunque el pedicelo hueco puede interferir con la aceptabilidad del brócoli, no hay factores poscosecha involucrados en su desarrollo.
(GULL, D. 2003)

El pedicelo es una cavidad en la parte central del tallo de la base de la inflorescencia. La superficie de corte en el pedúnculo tiende a volverse parda. El desarrollo de esta fisiopatía depende del cultivar y de las condiciones durante la producción. (http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html)

- **Amarillamiento**

El amarillamiento de las inflorescencias es el desorden más común del brócoli y es signo de senescencia o vejez. El almacenaje por períodos prolongados o a temperaturas que son demasiado altas, conducen a este problema. La exposición a etileno también acelera el amarilleo particularmente a temperaturas superiores a 5ºC. El brócoli verde-amarillento tiende a ser pobre en sabor y fibroso.
(GULL, D. 2003)

Los floretes de brócoli son los tejidos más perecederos, su amarillamiento puede deberse a sobre madurez en la cosecha, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno. En todos estos casos la causa fisiológica es la senescencia de los floretes. La aparición de un color amarillo en los floretes

termina con la vida comercial del brócoli. (http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp)

El amarillamiento por senescencia no debe confundirse con el color verde claro-amarillento que presentan las áreas de los floretes que no estuvieron expuestas a la luz durante el crecimiento, algunas veces llamado "amarillamiento marginal". (http://www.lamolina.edu.pe/elnino/horta.html)

- **Pellas hojosas**

La presencia de hojas dentro de la pella es a menudo debido a altas temperaturas asociadas a crecimiento exuberante debido a exceso de N. (GULL, D. 2003)

- **Pellas grandes**

El tamaño de las pellas está en función de la variabilidad, pero todas desarrollan pellas grandes cuando maduran las cabezas. Altas temperaturas y cosechas retardadas pueden tener como resultado pellas excesivamente grandes o abiertas. Las variedades difieren en sus características de mantenimiento a campo. (GULL, D. D2003)

2.10. VARIEDADES O HÍBRIDOS DE BRÓCOLI

De acuerdo al ciclo de formación de la pella desde siembra a madurez, se dividen en:

2.10.1. Variedades tempranas

Estas variedades se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

2.10.2. Variedades intermedias

Las de media estación se siembran en la misma fecha y se recolectan en enero y febrero.

2.10.3. Variedades tardías

Las variedades tardías se cosecharán durante los meses de marzo, abril y mayo. (http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)

Grados de selección y calidad en el brócoli

DEFECTOS	GRADOS DE CALIDAD		
	% máximo en número		
	Primera	Segunda	Tercera
Pudrición	1	1	2
Presencia de hongos	1	2	3
Daños por insectos	1	2	2
Daños mecánicos	2	3	4
Amarillamiento	1	2	3
Floración	1	2	3
Presencia de babosas	0	0	0
% máximo de defectos	6	10	14

Fuente: (GULL, D. 2003)

Dentro de este cultivo tenemos una gran diversidad de materiales, tanto variedades como híbridos, los cuales se diferencian básicamente por el período de tiempo que transcurre desde la siembra hasta la cosecha, es así que tenemos materiales tempranos, cuyo ciclo es de 45 días hasta materiales tardíos cuyo ciclo llega a los 150 días, entre los dos extremos encontramos todo tipo de ciclos intermedios dependiendo no solo del material sino también de la época en que se trasplanten. (GULL, D. 2003)

Características principales de variedades de brócoli

Variedad	Madurez (días)	Altura de la planta	Color de la pella	Forma de la pella	Tamaño del grano	Resistencia a enfermedad
Seminis 1 (1219)	75 – 77	Alta y forma erecta	Verde oscuro	Domo	Medio	-
Seminis 2 (1239)	80 – 82	Mediana	Verde oscuro	Domo	Medio	-
Legacy	87	Alta y de forma erecta	Verde azulado	Domo terso	Mediano	Resistente a mildiu
Domador	102	Medianamente Alta	Verde azulado	Semidomo	Medianamente pequeño	Resistente a mildiu
Marathon	87	Medianamente Alta	Verde azulado	Domo alto	Fino	Tolerante a mildiú
Avenger (SBC 0515)	92	Alta	Verde intenso	Domo	Medio a Fino	Resistente a mildiu
Máximo (SBC 8508)	80 – 82	Alta	Verde oscuro	Semidomo	Medio	Resistente a mildiú
Altar	94 – 96	Mediana	Verde oscuro	Domo	Fino	Tolerante a mildiú

Fuente: (http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm)

2.11. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conllevan la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas.
(pab.ec/publicación/fertilizacionmcch.pdf)

Este tipo de fertilización consiste en aplicar el mismo sistema que usa la naturaleza para mantener la vida: el reciclaje de nutrientes. La agricultura orgánica utiliza fertilizantes naturales producidos por la descomposición de los

desechos vegetales y animales, que son de baja solubilidad y variada composición nutritiva. Protegiendo y desarrollando la vida de los microorganismos, la fertilización orgánica coopera con la continuación de un ciclo: el suelo alimenta las plantas, éstas al animal y al hombre y éstos al suelo. (http://seragro.cl/?a=643)

2.12. FUNCIONES DE LOS MACRO Y MICRO NUTRIENTES

La función básica de un abono es fertilizar la tierra sobre la cual se aplica. Por lo tanto, tiene que contener los nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento y también para producir las partes vegetales que justifican su cultivo: flores, frutos, hojas. (http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf)

Los macronutrientes son nutrientes esenciales que se necesitan en grandes cantidades comparadas con los micronutrientes y tienen que ser aplicados en grandes cantidades si el suelo es deficiente en alguno de ellos. En este grupo se incluyen los nutrientes primarios que son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), los que son consumidos en cantidades relativamente grandes. El magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca) son nutrientes secundarios, estos se requier en menores cantidades, pero son esenciales en el crecimiento de las plantas.
(http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=154273)

Los micronutrientes son nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas, pero son requeridos en menores cantidades que los macronutrientes. Tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Generalmente son importantes para el metabolismo vegetal. Los micronutrientes son hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y boro (B). Estos elementos son parte clave en el crecimiento de la planta. (http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=154273)

Nitrógeno (N): Fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos). Es, en parte, responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas. Su proporción en el compost varía en función del grado de madurez, de manera que el compost fresco es pobre en nitrógeno, mientras que la concentración crece a medida que el compost madura. De media, la proporción oscila entre el 1 y el 2 % en el compost de 5 ó 6 meses de maduración. La forma química mayoritaria de absorción de nitrógeno por parte de las plantas son los nitratos, que abundan en el compost maduro. En el fresco, el nitrógeno predominante es en forma de amonio (NH4+), menos tolerable o absorbible por la mayoría de vegetales. En el caso de las leguminosas, silvestres o de cultivo, hay que considerar que pueden asimilar el nitrógeno molecular (N_2), ya que son capaces de captarlo directamente de la atmósfera. Obviamente, la mayoría de fertilizantes de síntesis contienen altas proporciones de nitrógeno en forma de nitratos.(http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf)

Fosforo (P): Es un componente importante en los procesos vitales que realiza la planta para su crecimiento y desarrollo tales como: respiración, composición de glúcidos, proteínas etc., influye en el desarrollo de las raíces de la planta, favorece la maduración de los frutos, mejorando la calidad de los mismos, aumenta la resistencia de las plantas a las condiciones climáticas, favorece la actividad de las bacterias buenas. La mayor parte del fósforo, lo toman las plantas del suelo y la insuficiencia de fósforo: retrasa el crecimiento, la fecundación será defectuosa, retraso de la maduración, reducción de la cosecha y menor calidad de la misma. (http://www.aiu.edu/publications/ student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html))

Potasio (K): Es decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y los tallos sean fuertes y las semillas, los frutos, las hojas, grandes. Proporciona resistencia a las plagas y enfermedades, colabora en la circulación de los otros nutrientes alrededor de la planta y regula las funciones vegetales. En el compost se encuentra en una proporción de entre el 1 y el 1,5 %, en forma mayoritaria de

óxido de potasio (K_2O). Se absorbe en forma elemental o combinada (cloruro, fosfato, nitrato). El compost se puede enriquecer en potasio con cenizas, estiércol o restos de plátano. Como en el caso del fósforo, el vermicompost obtenido con restos de cocina aporta el potasio suficiente para corregir los suelos deficitarios en este nutriente. Los fertilizantes químicos suelen contener potasio en forma de sales (nitratos, cloruros, fosfatos).(http://www.compostadores.com /repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf)

Calcio (Ca): Ayuda para que la planta crezca realizando labores como: transporte de carbohidratos y proteínas, provoca mayor firmeza en el tallo, en el suelo también ayuda para que se realice el laboreo, el riego etc., un déficit de calcio detiene el crecimiento de la planta y origina clorosis, pérdida de clorofila y el exceso produce inmovilización de algunos elementos en el suelo, hierro, boro, cinc y manganeso, al encontrarse el calcio como carbonato lo que produce un aumento del pH del suelo que favorece la precipitación de dichos elementos. También puede provocar una inhibición de asimilación de potasio. (http://www. aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html)

Magnesio (Mg): Es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzímicas relacionadas a la transferencia de energía de la planta. (http://www.Infojardin .com/foro/showthread.php?t=154273)

Azufre (S): Es un elemento que se encuentra en estado libre dentro de la naturaleza y que tiene diversos usos como en las plantas, donde es utilizado como fertilizante, para que estas se defiendan de las enfermedades, las plantas también lo requieren para realizar su síntesis de aminoácidos y colabora en el crecimiento de la planta, la deficiencia de Azufres debido a que los suelos contienen gran cantidad de azufre, la escasez de este elemento realmente es rara, sin embargo su deficiencia se manifiesta en un amarillamiento de las hojas por lo que el azufre

colabora también en los procesos que atañen a la clorofila, que trae consigo reducción del crecimiento y desarrollo de la planta. (http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html)

Hierro (Fe): Participa en la formación de la clorofila, en la fijación del nitrógeno y en el proceso respiratorio de los vegetales. Por lo tanto, tiene importancia en el aspecto, color y vigor de las plantas. Como el resto de micronutrientes, también el hierro se encuentra en un porcentaje inferior al 1 % en el compost. Tal y como pasa con otros elementos químicos, el pH del suelo puede causar el bloqueo de la absorción del hierro por parte de las plantas, ya que puede impedir su solubilización en el agua de riego. (http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf)

Zinc (Zn): Ayuda en la asimilación de otros minerales como el calcio, fósforo y magnesio, es vital en la formación de clorofila y de hormonas para el crecimiento. Carencias del Zinc: Esto provoca anormalidades en el desarrollo de la plantas entre estas posiblemente se encuentra la de las hojas largas a causa de la falta de zinc, que se ponen pequeñas. (http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html)

Cobre (Cu): Es importante por sus funciones enzimáticas e interviene en la producción de aminoácidos y en la formación de la clorofila. La planta absorbe sus sales, como el sulfato de cobre o el cloruro de cobre.
(http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnlpdf)

Manganeso (Mn): Participa en los procesos metabólicos importantes de la planta como el déficit de manganeso disminuye la actividad fotosintética de las plantas, esto produce que las hojas de las plantas luzcan algo rojizas. (http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html).

Molibdeno (Mo): Es imprescindible para fijar el nitrógeno y utilizarlo en los procesos fisiológicos de las plantas; forma parte de algunas enzimas vegetales que

intervienen en procesos metabólicos, como la transferencia de electrones. Puede encontrarse bloqueado por causa de un pH inadecuado del suelo. Este problema se puede solucionar si se corrige el pH. (http://www.compostadores.com/repositorio /Los _nutrientes_en_el_compostnl.pdf)

Boro (B): Participa en los procesos de crecimiento de los tejidos vegetales y, por lo tanto, influye en el tamaño de las hojas y los frutos; tiene un papel fundamental en el mantenimiento de la estructura de la pared celular y de las membranas. El pH elevado bloquea su asimilación por parte de las plantas. (http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnlpdf)

Cloro (Cl): Es vital en los procesos bioquímicos de la fotosíntesis y en la activación de varias enzimas vegetales que hacen posible el crecimiento de la planta y su resistencia a la sequía y a las enfermedades. Interviene en los procesos osmóticos celulares y en el desarrollo foliar, fomentando la multiplicación celular. La proporción de cloro en el compost es también inferior al 1 %, ya que se trata de un micronutriente, pero se ha demostrado que la presencia de este elemento en el suelo estimula el crecimiento de algunos microorganismos antagónicos de ciertos patógenos de las plantas. Suele encontrarse en el suelo o en el compost en forma de cloruros. (http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_ compostnl.pdf)

2.13. PRODUCTO REGULADOR DE CRECIMIENTO

2.13.1. Biozyme

- **Composición**
  - Extracto de origen vegetal: 78.88%
  - Micro elementos 1.86%
  - Manganeso (Mn) 0.12%
  - Zinc (Zn) 0.37%
  - Hierro (Fe) 0.49%
  - Magnesio (Mg) 0.14%

- Boro (B) 0.30%
- Azufre (S) 0.44%
- Giberelinas 32.2 ppm
- Acido indolacético 32.2 ppm
- Zeatina 83.2 ppm

- **Presentación**

  Líquido soluble

- **Dosis**

  1cc/L

- **Ventajas**

  - Estimula la división y la diferenciación celular.
  - Estimula la traslocación de nutrientes
  - Favorece la síntesis de clorofila
  - Favorece la uniformidad en floración, fecundación y cuajado de flores y frutos
  - Incrementa el desarrollo de tallos robustos, botones grandes, compactos y colores bien firmes. (VADEMECUM AGRICOLA. 2006)

2.14. REGULADORES DE CRECIMIENTO

Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento. Se entiende por hormonas vegetales aquellas substancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término "substancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural, como sintetizadas en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta. (http://foroantiguo.infojardin.com/showthread.php?t=164587)

2.14.1. Auxinas

Se relacionan con la elongación, tropismo, dominancia apical, abscisión, enraizamiento y otros. En cultivo in vitro las auxinas son utilizadas principalmente para la diferenciación de raíces y la inducción de callo. Las auxinas más utilizadas son: IBA (ácido indol-3-butírico), NAA (ácido naftalenacético), IAA (ácido indolacético) y 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético). Él IBA y el NAA son usados frecuentemente para enraizamiento. El 2,4-D es muy efectivo para la inducción de callos. Las auxinas se disuelven usualmente en etanol diluido o en una solución de hidróxido de sodio.
(http://www.etsea2.udl.es/invitro/medis/hormo.htm)

2.14.2. Giberelinas

Estimulan el crecimiento de los tallos (elongación) e hipocótilos. Tienen un papel mayor que las auxinas en plantas con crecimiento de entrenudos. En la reproducción estimulan la floración, sobre todo en aquellas plantas con floración por factores ambientales o floración del día largo como las coníferas. No son universales, en algunas especies puede inhibir la floración (angiospermas leñosas y frutales). Producen partenocarpia (reproducción sin fecundación donde el fruto se genera sin semillas). Tienden a producir plantas masculinas en especies dioicas. Provocan la reversión a fases juveniles de la planta. (http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/regscrecim.pdf)

2.14.3. Citoquininas

Están implicadas en la división celular, modificación de la dominancia apical, diferenciación de tallos y otros. En los medios para cultivo in vitro se incorporan citoquininas para promover la división celular y la inducción de yemas adventicias en callos y órganos. Además se usan compuestos para la proliferación de tallos axilares por la ruptura de la dominancia apical. Las citoquininas más usadas son:

BAP (bencilamino purina), quinetina y 2ip (isopentenil-adenina), son diluidas con ácido clorhídrico o hidróxido de sodio. (http://etsea2.udl.es/invitro/hormo.htm)

2.14.4. Ácido abcísico

Estas hormonas proceden de la abscisión de órganos vegetales, pero no es la causante de éste en el 90% de los casos. Se trata de una hormona anti-estrés. Actúa contra el estrés hídrico provocando el cierre de estomas. Contrarresta el efecto de la auxina pero no inhibe el crecimiento en sí. También provoca el letargo de las yemas (en ese sentido sí es anti-crecimiento). Es esencial para la briogénesis (formación de embriones viables). Evita la germinación prematura y por eso bloquea las giberelinas. (http**:**//docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/regscrecim.pdf)

2.14.5. Etileno

Afecta el crecimiento, desarrollo, maduración y envejecimiento de todas las plantas. Normalmente es producido en cantidades pequeñas por la mayoría de las frutas y vegetales. Muchas frutas producen grandes cantidades de etileno y resulta en una maduración uniforme cuando es expuesta a una fuente externa de etileno. (http://www.catalyticgenerators.com/loshecdelet.html)

2.15. BIOESTIMULANTE

Son formulaciones a base de varios compuestos químicos incluyendo hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales, y son los más conocidos y de uso común en la agricultura. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja (menos de 0,02% o 200 ppm de cada hormona en un litro), así como también la de los demás componentes de la formulación. Los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas dependen del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.). En general las dosis recomendadas para la aplicación de los bioestimulantes se maneja en

volumen (0,5 a 1 l de la formulación por unidad de superficie, hectárea) durante el desarrollo del cultivo. (http://es.wikipedia.org/wiki/Biorreguladores)

Los bioestimulantes desempeñan muchas funciones. Las funciones son: potencian las raíces y el desarrollo de los brotes, tolerancia a la sequía, tolerancia a las sales, resistencia a enfermedades, tolerancia a rayos UV, tolerancia al calor. Todas estas funciones se traducen en mayores rendimientos, mayor floración y cuajado, etc. (http://www.newaginternational.com/es/actual/AgronomiaEconomia201004.pdf)

Además hay un tema muy interesante: los bioestimulantes ayudan a que las plantas se auxilien a ellas mismas. Uno de los roles de las hormonas vegetales es el de ser mensajeros químicos que le informan a la planta sobre la presencia de fenómenos de estrés. Como respuesta, las plantas pueden iniciar o aumentar algunos procesos fisiológicos que incrementen la tolerancia al estrés, por ejemplo, cambios pequeños y rápidos en los niveles de ácido abscísico (que ocurren cuando las plantas enfrentan estrés hídrico) hacen que los estomas se cierren. El estrés hídrico también reduce la actividad de la citoquinina. Este cambio le informa a la planta que inicie el sistema de defensa contra la sequía. Por lo tanto, otra de las funciones de los bioestimulantes es que operan como "interruptores" que enciende la alerta de la planta frente a condiciones adversas al alterar los balances hormonales. Debido a que los extractos de algas y los ácidos húmicos presentan actividades como la auxina y la citoquinina, estos y otros bioestimulantes que contienen material hormonal pueden ayudar a "encender" los sistemas de defensa de las plantas. (http://www.newaginternational.com/es/actual/AgronomiaEconomia 201004.pdf)

2.16. BIORREGULADOR

Son formulaciones a base de uno o dos compuestos hormonales, cuya acción fisiológica está muy definida y la recomendación de su aplicación tiene un objetivo muy específico: regular o manipular un determinado proceso. Aun

cuando se reconoce que los eventos fisiológicos se regulan por balances hormonales, también está establecido que para ciertos eventos hay una o dos hormonas protagónicas o especialistas de ese evento (ej. citoquininas hacia división celular). Para lograr el efecto deseado con el uso de biorreguladores específicos es importante conocer el proceso a regular, en cuanto a qué hormona o grupo de hormonas requiere, la cantidad necesaria para manipular el proceso, y tener establecido con precisión el momento en que el órgano objetivo es sensible a la manipulación deseada. (http://es.wikipedia.org/wiki/Biorreguladores)

Los productos biorreguladores contienen uno o dos compuestos hormonales, cuya acción fisiológica está muy definida para cada evento o proceso fisiológico. A un cuando se conoce que los eventos fisiológicos se regulan por el balance de varias hormonas, está establecido que para ciertos eventos hay una o dos hormonas protagónicas o especialistas de ese evento (ej. citoquininas hacia división celular, etileno hacía maduración, etc.). (http://www.agroenzymas.com.mx/esp/artman2/publish/tecnilasas/Biorreguladore_Vs_Bioestimulantes.php)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación

Sector	San Juan Chico
Parroquia	Calpi
Cantón	Riobamba
Provincia	Chimborazo

3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud	2850 msnm
Latitud	1°38'51"S
Longitud	78° 40' 50" W
Temperatura máxima	22°C
Temperatura mínima	9.8°C
Temperatura media	13.8 ºC
Humedad atmosférica máxima	90.3%
Humedad atmosférica mínima	35%
Humedad atmosférica media	70.4%
Precipitación anual	948 mm
Heleofanía	4.6 hora sol

Fuente: Estación agrometereológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba 2009.

3.1.3. Zona de vida

La localidad se encuentra en el bosque húmedo Montano Bajo (bh- MB). (HOLDRIGE, L. 1982)

3.1.4. Material experimental

- Dos cultivares de brócoli
- Tres dosis de bioestimulante orgánico

3.1.5. Materiales de campo

Tractor, cultivadores, azadones, rastrillos, estacas, piolas, flexómetro, vaso de precipitación, barreno, fertilizantes, materia orgánica, insumos fitosanitarios, bomba de mochila, balanza analítica, libreta de campo, martillo, clavos, brocha, traje de aplicación, guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho, cámara fotográfica, termómetro, pH metro, lampa, rótulos de identificación de tratamientos, altímetro.

3.1.6. Materiales de oficina

Computador, calculadora, hojas de papel bond, lápiz, regla.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Factores en estudio

- **Factor A (Cultivares de brócoli)**

  A1: Legacy

  A2: Avenger

- **Factor B (Tres dosis de Bioestimulante orgánico - Biozyme)**

  B1: Biozyme (1.5 cc/l)

  B2: Biozyme (1 cc/l)

  B3: Biozyme (0.5 cc/l)

3.2.2. Tratamientos

Combinación de factor A x B (2x3) con tres repeticiones

Tratamiento	Código	Descripción del tratamiento
T1	A1B1	Legacy, Biozyme 1.5 cc/l
T2	A1B2	Legacy, Biozyme 1 cc/l
T3	A1B3	Legacy, Biozyme 0.5 cc/l
T4	A2B1	Avenger, Biozyme 1.5 cc/l
T5	A2B2	Avenger, Biozyme 1 cc/l
T6	A2B3	Avenger, Biozyme 0.5 cc/l

3.2.3. Procedimiento

Tipo de diseño de "Bloques Completos al Azar" (DBCA), con arreglo factorial 2x3x3.

Número de localidades	1
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	18
Área de unidad experimental 3 m x 2.7 m	8.1 m^2
Área neta del ensayo	145.8 m^2
Área total del experimento	301.6 m^2
Número de surcos unidad experimental	5
Número de plantas por surco	9
Número de plantas total	810

3.2.4. Tipo de análisis

– Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (txr)-1	17
Repeticiones (r-1)	2
Factor A híbridos (a-1)	1
Factor B dosis (b-1)	2
Factor AxB	2
E. Exp (t-1) (r-1)	10

– Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos y factor B.

– Análisis de efecto principal para factor A.

– Análisis de correlación y regresión simple.

– Análisis económico relación beneficio – costo RB/C

3.2.5. Métodos de evaluación y datos tomados

- **Porcentaje de prendimiento (PP)**

Se evaluó a los 8 días después del trasplante, mediante el conteo de forma visual, se determinó el número de plantas muertas y el número de plantas vivas de cada unidad experimental y se expresó en porcentaje.

- **Altura de planta (AP)**

Se registró la altura de la planta con un flexómetro, se midió desde la parte basal del tallo hasta el ápice de la hoja más alta, a la cosecha de 21 plantas de la unidad experimental y se expresó en cm.

- **Longitud la hoja (LH)**

Variable que fue registrada con la ayuda de un flexómetro, midiendo la distancia desde la inserción del pecíolo con el tallo hasta el ápice de la hoja, a la cosecha en las 21 plantas de la unidad experimental y se expresó en cm.

- **Ancho de la hoja (AH)**

El ancho de la hoja fue evaluado con la utilización de un flexómetro, ubicándolo este en la parte ecuatorial de la hoja, a la cosecha de 21 plantas seleccionadas de cada unidad experimental y el resultado se expresó en cm.

- **Número de hojas (NH)**

Al momento de la cosecha se evaluó mediante conteo directo en las 21 plantas seleccionadas de la unidad experimental.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Dato que fue registrado con la utilización de un calibrador de Vernier o pie de rey, el mismo que se ubicó en el tercio medio del tallo, a la cosecha de las 21 plantas seleccionadas de cada unidad experimental, y se expresó en cm.

- **Longitud del tallo (LT)**

La longitud del tallo se lo evaluó en la cosecha mediante la utilización de un flexometro, midiendo la distancia existente entre la parte basal del tallo hasta la inserción con la pella en 21 plantas seleccionadas de la unidad experimental y se expresó en cm.

- **Diámetro de la pella (DT)**

En la pos cosecha se tomó el diámetro de la pella con el pie de rey, colocando este en la parte ecuatorial de cada una de las 21 plantas seleccionadas de la unidad experimental y se expresó en cm.

- **Peso de pella por parcela (PPP)**

Al momento de la cosecha se procedió a pesar en una balanza analítica, cada una de las pellas de 21 plantas seleccionadas por unidad experimental, se obtuvo el promedio y se expresó en kg/parcela

- **Volumen radicular (VR)**

El volumen radicular se lo registró con un vaso de precipitación, el cual fue puesto a un volumen determinado, en el que se sumergió el sistema radicular y por diferencia se obtuvo este dato de las 21 plantas de la unidad experimental y se expresó en cc.

- **Rendimiento Kg/ha (R)**

En la cosecha se realizó el pesaje total de las pellas de cada parcela. Se utilizó una balanza analítica y se expresó en kg/parcela, para luego relacionar a kg/ha.

3.3. MANEJO DEL ENSAYO

3.3.1. Análisis del suelo

Para el análisis se tomó muestras aleatorias del sitio del ensayo a una profundidad de 20 cm, se mezcló las sub muestras y se pesó 1 kg de suelo, para posteriormente enviarlo al laboratorio, con la finalidad de conocer el contenido de macro y micro nutrientes.

3.3.2. Preparación del suelo

- **Arada:** Con la ayuda de un tractor **s**e realizó a una profundidad de 35 a 40 cm y con 8 días de anticipación al trasplante con el propósito de eliminar malezas y exponer las plagas del cultivo a los depredadores naturales.

- **Rastrada:** Para fragmentar los terrones fue necesario hacer dos cruzas con la rastra. La primera pasada de la rastra se aprovechó para incorporar la materia orgánica y las enmiendas necesarias, previo al análisis físico químico del suelo.

- **Nivelación:** Después de ubicar el ensayo se realizó el nivelado del suelo en forma manual utilizando un rastrillo y un azadón.

3.3.3. Delimitación de parcelas

Se realizó con la ayuda de estacas y piolas se procedió a formar las parcelas, empleando el método de 3 - 4 - 5 o de Pitágoras.

3.3.4. Densidad de plantación

Las hileras se realizaron a una distancia de 60 cm, y las distancias entre plantas fue de 30 cm, obteniendo una densidad de plantación de 45 plantas/parcela.

3.3.5. Trasplante

El trasplante se realizó cuando la plántula presentó de 3-4 hojas verdaderas, para el trasplante, se procedió a seleccionar plántulas sana, que no tengan damping-off, plántulas sin cuello de cisne, que tengan el pilón formado y con la ayuda de gavetas de plástico se procedió a llevar al campo definitivo.

3.3.6. Fertilización

Se realizó la fertilización química y orgánica de acuerdo a los requerimientos del cultivo tomando en cuenta el respectivo análisis del suelo. Se aplicó 4 gr/planta de fertilizante 18-46-0, más 1.8 gr/planta de muriato de potasio se mezcló y se colocó en el momento del trasplante, como nitrógeno complementario se aplicó 4.5 gr/planta de urea en tres aplicaciones cada 21 días a partir de los 25 días después del trasplante, además se aplicó humus en una proporción de 100 gr/planta.

3.3.7. Aplicación del bioestimulante

La aplicación del bioestimulante se empezó a realizar a los 15 días después del trasplante con una bomba de mochila, se aplicó por tratamiento con su dosis respectiva y una frecuencia de 15 días hasta completar las 4 aplicaciones por tratamiento del bioestimulante.

3.3.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó a los 35 días después del trasplante, se procedió a realizar una deshierba manual, tratando de combatir malezas especialmente gramíneas, pastos, lengua de vaca, falsa quinua, que fueron las que impiden el desarrollo y crecimiento normal del cultivo.

3.3.9. Riegos

Se aplicó agua en el momento del trasplante, luego cada 3-4 días se dio un riego superficial vía sistema de riego por goteo, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas del sitio en estudio y desarrollo del cultivo.

3.3.10. Control de plagas y enfermedades

Se aplicó el correspondiente control utilizando agroquímicos de sello verde (neem-x) de acuerdo a la necesidad del cultivo (1 cc/l), principalmente para controlar, minadores y trosadores, que se reportado en el monitoreo semanal, de acuerdo al plan estándar para el control de plagas y enfermedades.

3.3.11. Cosecha y almacenamiento

La cosecha se realizó utilizando gavetas de plástico en forma manual seleccionando de acuerdo al grado de madurez que presenten las pellas.

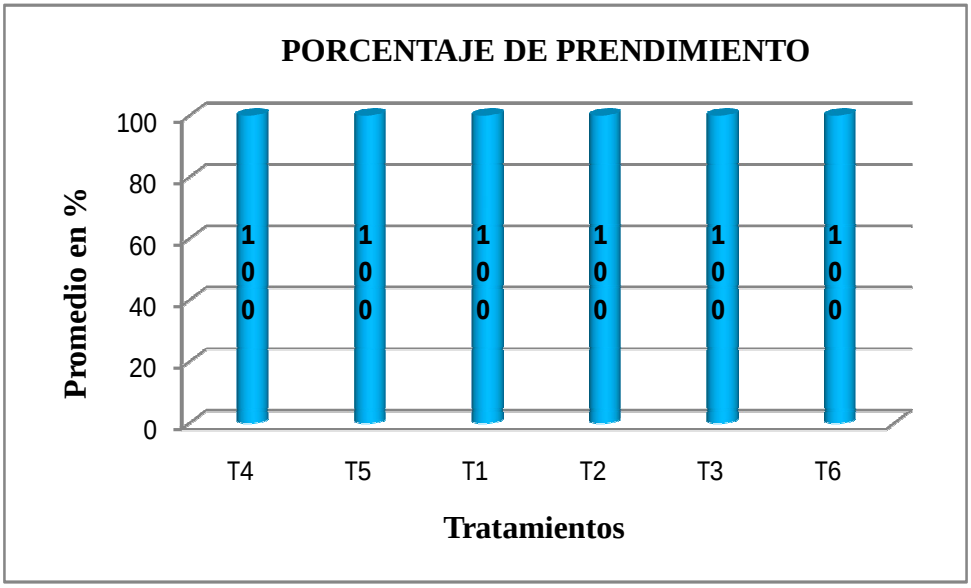
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO (PP)

Cuadro Nº.1 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable PP.

Tratamientos	Promedio
T4	100
T5	100
T1	100
T2	100
T3	100
T6	100

Gráfico Nº.1 Porcentaje de prendimiento (PP), para los tratamientos en híbridos de brócoli.



Interacción de factores AxB

No fueron factores dependientes, es decir la respuesta de los híbridos de brócoli en la variable PP, no dependió de las dosis de bioestimulante aplicado (Cuadro Nº.1).

La respuesta del factor A: (híbridos de brócoli) en la variable PP fueron estadísticamente iguales, con valores de 100 % en todos los tratamientos.

Esta respuesta es lógica ya que inicialmente para un buen prendimiento requiere de una buena nutrición y sanidad de plántulas; temperatura; humedad y un exelente manejo agronómico.

La variable PP es una característica varietal y depende fuertemente de la interacción genotipo-ambiente.

4.2. ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA (AP)

Cuadro Nº.2 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable AP a la cosecha.

ALTURA DE PLANTA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	149.087	57.742	
Bloques	2	18.885	9.443	1.66 NS
Híbridos de brócoli (A)	1	11.777	11.777	2.07 NS
Dosis de bioestimulante (B)	2	50.911	25.455	4.48 *
AxB	2	10.791	5.395	0.95 NS
Error experimental	10	56.723	5.672	
CV: 5.01%				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

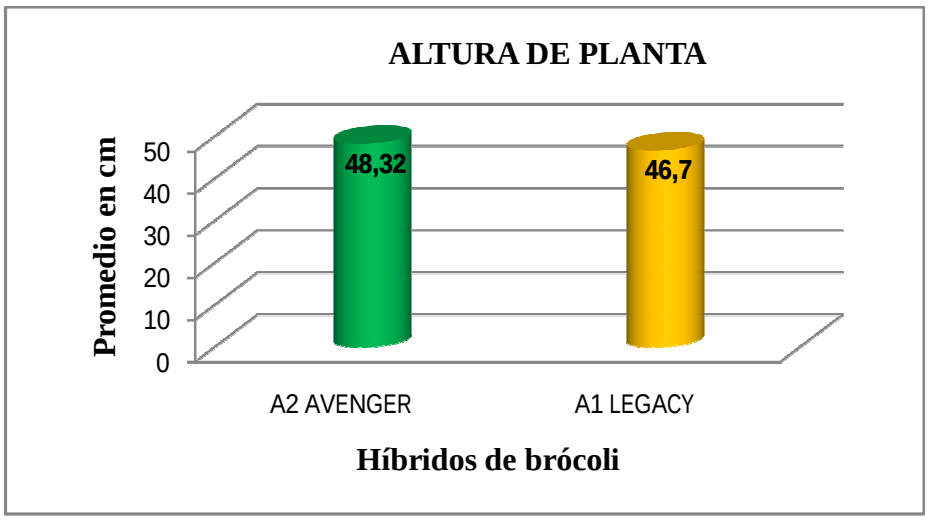
Bloques

No existieron diferencias estadísticas significativas entre los bloques en la variable altura de planta (Cuadro Nº.2), lo que significa que hubo uniformidad dentro y entre bloques.

Cuadro Nº.3 Resultados del análisis de efecto principal de la variable AP a la cosecha en dos híbridos de brócoli (factor A).

ALTURA DE PLANTA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	46.7
A2: Avenger	48.32
Efecto principal: A2- A1	1.62 NS

Gráfico Nº.2 Altura de planta (AP), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a la AP a la cosecha, fue estadísticamente no significativa (NS) (Cuadro Nº. 2).

El promedio de altura de planta a la cosecha del híbrido avenger fue de 48.32 cm siendo el más alto; no así que el híbrido legacy obtuvo una altura de 46.7 cm (Cuadro Nº.3, Gráfico Nº.2).

Con el análisis de efecto principal, en promedio general el híbrido A2: avenger, obtuvo 1.62 cm más de incremento en altura de planta frente a él A1: híbrido legacy (Cuadro Nº.3, Gráfico Nº.2).

La variable AP, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente; otros factores que influyeron son: condiciones físicas y químicas del suelo; sanidad y nutrición de plantas, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, índice de área foliar.

En la zona agroecológica de San Juan Chico se presentó precipitaciones con granizo moderadas.

Cuadro Nº.4 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable altura de planta (AP) a la cosecha.

ALTURA DE PLANTA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	49.51	A
B2: 1 cc/l	47.64	AB
B3: 0.5 cc/l	45.47	B

Factor B: Dosis de bioestimulante

La respuesta de las dosis de bioestimulante en cuanto a la variable AP, fue diferente (*) (Cuadro Nº.2).

Se obtuvo una respuesta de tipo lineal; es decir a mayor dosis mayor altura de planta.

Con la prueba de Tukey al 5% en cuanto a la variable AP; el promedio más alto se registró con la dosis de 1.5 cc (B1) con 49.51cm, mientras que el promedio más bajo se registró con la dosis de 0.5 cc (B3) con un valor de 45.47 cm (Cuadro Nº.4).

Esta respuesta diferente pudo darse por mejor eficiencia al incrementar el bioestimulante en sus dosis.

El efecto del bioestimulante bajo condiciones normales del cultivo y cantidades adecuadas se resume incrementando el desarrollo, producción y crecimiento de los vegetales, este último especialmente influenciado por el IAA (ácido indolacético).

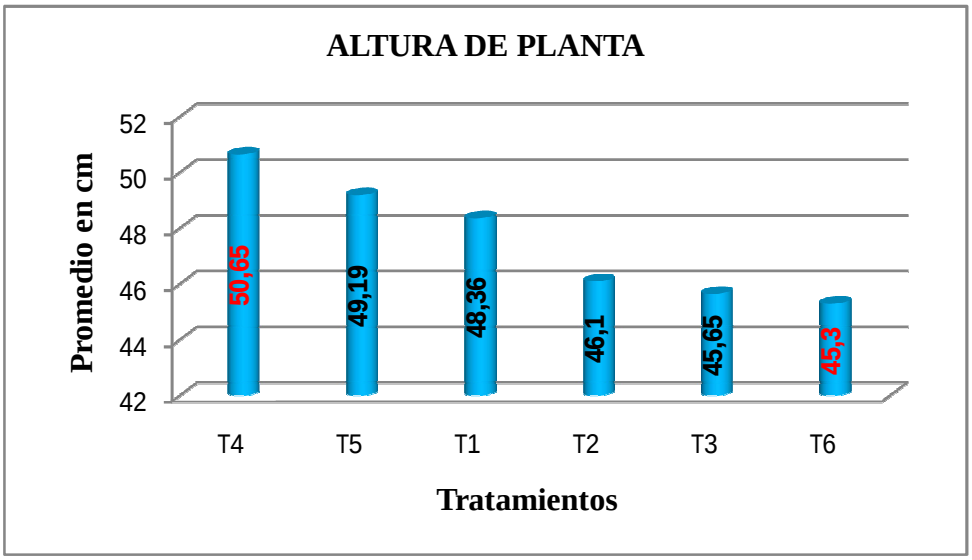
La variable AP es una característica varietal y depende fuertemente de la interacción genotipo ambiente; los factores que influyeron sobre esta variable son: nutrición de plantas, humedad, temperatura y sobre todo, la altura de planta va depender del manejo agronómico del cultivo.

Cuadro Nº.5 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable AP en cm a la cosecha.

ALTURA DE PLANTA		
Tratamientos	**Promedios**	**Rango**
T4	50.65	A
T5	49.19	A
T1	48.36	A
T2	46.1	A
T3	45.65	A
T6	45.3	A
MEDIA GENERAL: 47.51 cm		
CV: 5.01 %		

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico Nº.3 Altura de planta (AP) en cm para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

La respuesta de los tratamientos (AxB) en lo que se refiere a la variable AP a la cosecha fueron no significativos (NS); es decir factores independientes (Cuadro Nº.2). Explicando así que la respuesta de los híbridos a la cosecha no dependió de la dosis del bioestimulante aplicado.

Con la prueba de Tukey al 5% para la variable AP, el tratamiento T4: A2B1 con 50.65 cm fue la más alta y mientras que el T6: A2B3 con 45.3 cm resulto ser el más bajo (Cuadro Nº.5 y Gráfico Nº.3).

La AP, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente. Otros factores que inciden en la AP son las características físicas, químicas y biológicas del suelo; nutrición de la planta e índice de área foliar y vientos.

4.3 . LONGITUD DE HOJA (LH)

Cuadro Nº.6 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable LH a la cosecha.

LONGITUD DE HOJA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	221.525	144.09	
Bloques	2	45.865	22.933	4.72 *
Híbridos de brócoli (A)	1	106.045	106.045	21.83 * *
Dosis de bioestimulante (B)	2	11.523	5.761	1.18 NS
AxB	2	9.529	4.765	0.98 NS
Error experimental	10	48.563	4.856	
CV: 5.17%				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

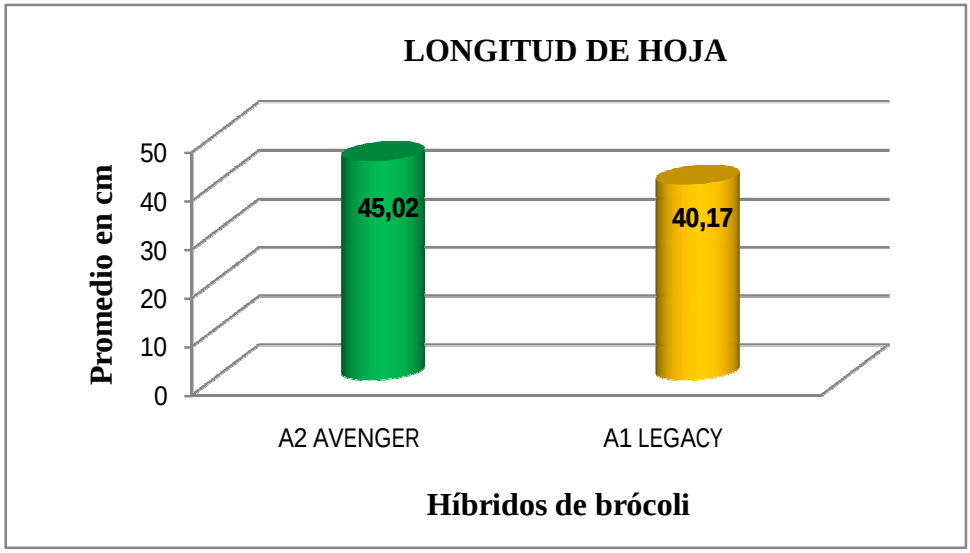
Bloques

Existió una diferencia estadística significativa entre los bloques en la variable LH (Cuadro Nº.6). Estos resultados infieren que el diseño de bloques utilizado fue eficiente, debido a que ayudó a bajar o controlar el error experimental o varianza en esta variable.

Cuadro Nº.7 Resultados del análisis de efecto principal de la variable LH a la cosecha en dos híbridos de brócoli (factor A).

LONGITUD DE HOJA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	40.17
A2: Avenger	45.02
Efecto principal: A2- A1	4.85 **

Gráfico Nº.4 Longitud de hoja (LH), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a la variable LH fue estadísticamente diferente (**) (Cuadro Nº.6).

El mayor promedio alcanzado en la variable LH; fue en el A2: híbrido avenger con 45.02 cm, con relación a el A1: legacy que obtuvo 40.17 cm a la cosecha, marcándose un efecto principal de 4.85 cm; es decir el híbrido avenger incrementó su tamaño en 4,85 cm frente al otro híbrido (Cuadro Nº.7, Gráfico Nº.4).

Cuadro Nº.8 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable longitud de hoja (LH) a la cosecha.

LONGITUD DE HOJA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B2: 1 cc/l	43.33	A
B1: 1.5 cc/l	42.98	A
B3. 0.5 cc/l	41.49	A

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

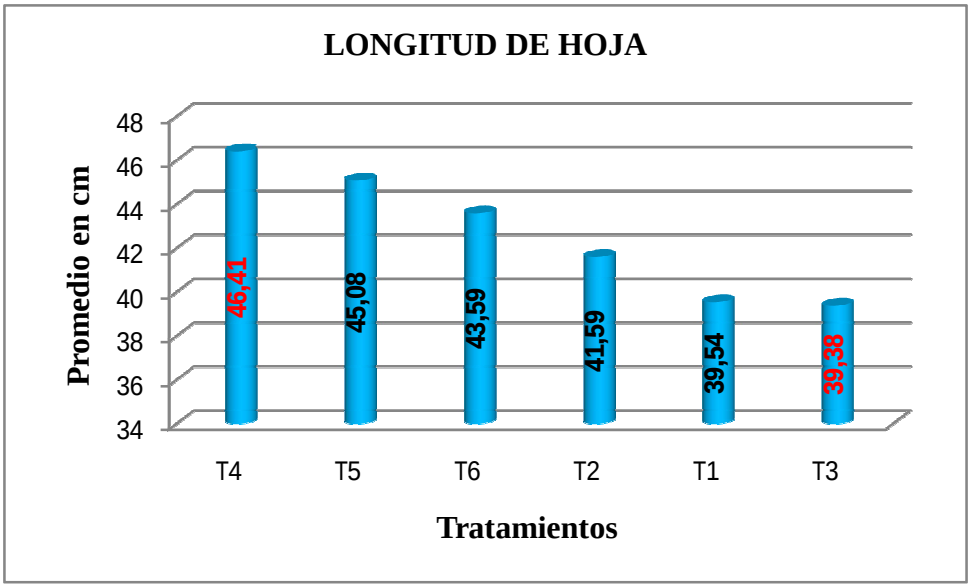
Con el análisis de varianza (ADEVA), no existieron diferencias estadísticas significativas (NS) como consecuencia del uso de dosis de bioestimulante en la variable LH (Cuadro Nº.6).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable longitud de hoja (LH) a la cosecha, el más alto promedio fue la dosis B1: 1 cc con un resultado de 43.33 cm, mejor que la dosis alta y la baja respectivamente (Cuadro Nº.8).

Cuadro Nº.9 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable LH en cm a la cosecha.

LONGITUD DE HOJA	
Tratamientos	**Promedios**
T4	46.41
T5	45.08
T6	43.59
T2	41.59
T1	39.54
T3	39.38
MEDIA GENERAL: 47. 51 cm	
CV: 5.17 %	

Gráfico Nº.5 Longitud de la hoja (LH) en cm para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

No fueron factores dependientes, resultando ser (NS), en esta lectura tenemos que la respuesta de los híbridos de brócoli en la variable LH no dependió de la dosis de bioestimulante aplicada (Cuadro Nº. 6).

Sin embargo los promedios más altos se obtuvieron en el tratamiento T4 (A2B1) con 46.41 cm, en cambio con una medida de 39.38 cm el tratamiento T3 (A1B3) adquiere el promedio más bajo. (Cuadro Nº.9, Gráfico Nº.5).

La variable LH es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente, otros factores que influyeron son: temperatura, humedad, densidad de siembra; nutrición y sanidad de plantas y sobre todo el manejo agronómico.

4.4. ANCHO DE LA HOJA (AH)

Cuadro Nº.10 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable AH a la cosecha.

ANCHO DE HOJA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	120.417	83.652	
Bloques	2	20.639	10.32	4.67 *
Híbridos de brócoli (A)	1	64.563	64.563	29.22 * *
Dosis de bioestimulante (B)	2	4.511	2.255	1.02 NS
AxB	2	8.611	4.305	1.94 NS
Error experimental	10	22.094	2.209	
CV: 7.31%				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

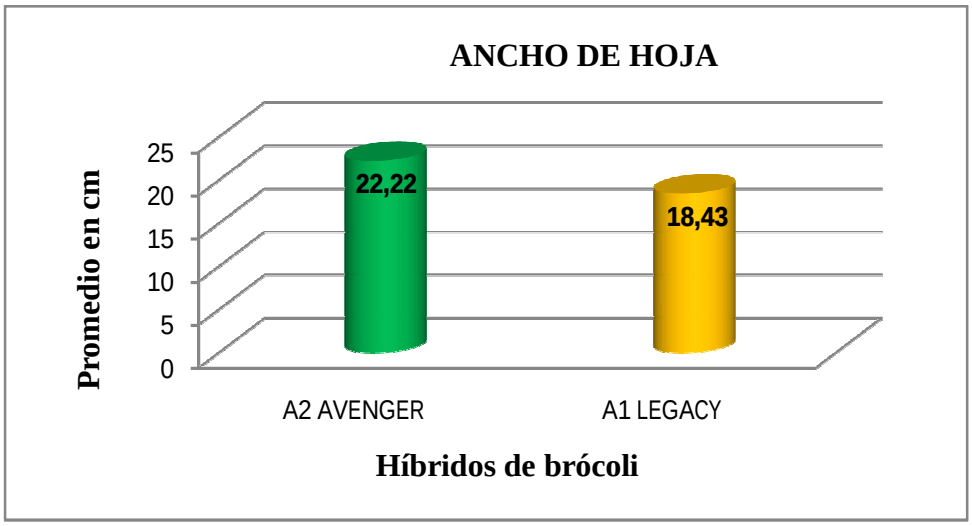
Bloques

Para los bloques se señala diferencias estadísticas significativas (*) (Cuadro Nº.10), permitiendo de esta manera reducir el error experimental o varianza en la variable AH debido al efecto de significancia.

Cuadro Nº.11 Resultados del análisis de efecto principal de la variable AH a la cosecha en dos híbridos de brócoli (factor A).

ANCHO DE HOJA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	18.43
A2: Avenger	22.22
Efecto principal: A2- A1	3.79 **

Gráfico Nº.6 Ancho de hoja (AH), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

La respuesta de los híbridos en la variable AH fue altamente significativos (**) (Cuadro Nº.10).

El promedio más alto se obtiene en A2 (híbrido avenger) con una medida de 22.22 cm en cambio que el A1 (híbrido legacy) con un promedio de 18.43 cm fue el más bajo, con un efecto principal de 3.79 cm; es decir que el híbrido avenger superó en la variable ancho de hoja a la cosecha al híbrido legacy. (Cuadro N°.11) (Gráfico N°.6).

La respuesta obtenida, refleja la característica varietal y depende de la interacción genotipo-ambiente y de factores como la temperatura, humedad, sanidad y nutrición de las plantas.

Cuadro Nº. 12 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable ancho de hoja (AH) a la cosecha.

ANCHO DE HOJA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B2: 1 cc/l	20.89	A
B1: 1.5 cc/l	20.43	A
B3: 0.5 cc/l	19.67	A

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

De acuerdo al análisis de varianza (ADEVA), no existieron diferencias estadísticas significativas (NS) (Cuadro Nº.10).

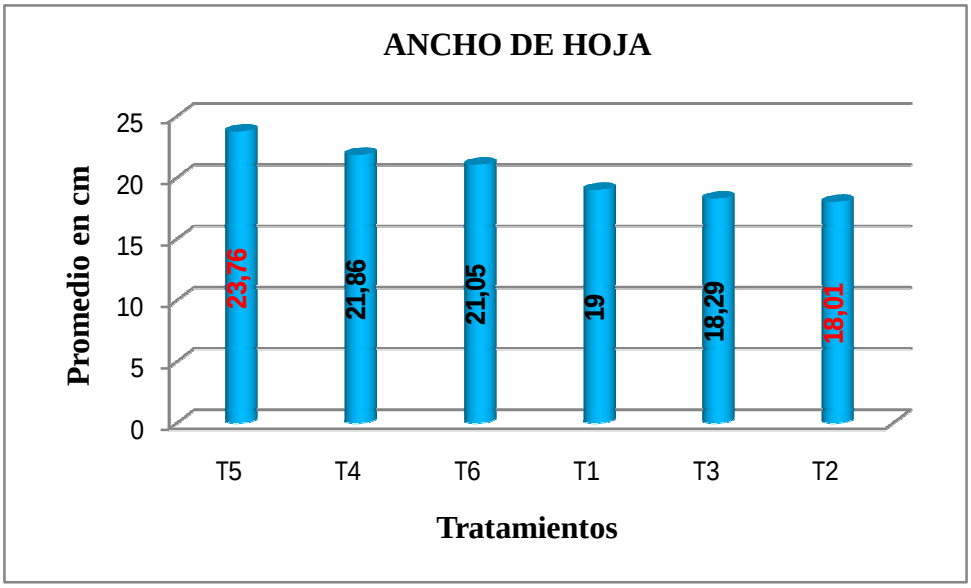
Con el resultado de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor dosis del bioestimulante en la variable ancho de hoja (AH) en cm a la cosecha, tenemos que la dosis media de 1 cc con 20.89 cm fue el promedio más alto, mejorando a la dosis alta y baja en su accionar (Cuadro Nº.12).

Esta respuesta nos demuestra que no hubo efecto de las dosis de bioestimulantes; sino más bien una respuesta de característica varietal influenciada por la interacción genotipo-ambiente.

Cuadro Nº.13 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable AH en cm a la cosecha.

ANCHO DE HOJA	
Tratamientos	**Promedios**
T5	23.76
T4	21.86
T6	21.05
T1	19
T3	18.29
T2	18.01
MEDIA GENERAL: 20.32 cm	
CV: 7.31%	

Gráfico Nº.7 Ancho de la hoja (AH) en cm para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

No fueron factores dependientes, representándose estadísticamente (NS), entendiendo que el desarrollo de los híbridos no dependió de la dosis de bioestimulante aplicada en la investigación (Cuadro Nº.10).

Con los promedios de los factores (AxB) en la variable AH, el tratamiento T5: A2B2 con 23.76 cm alcanzó el más alto promedio en relación al tratamiento T2: A1B2 con 18.01 cm que fue el promedio más bajo (Cuadro Nº. 13, Gráfico Nº.7).

El ancho de la hoja es una característica varietal del híbrido como también depende de la interacción genotipo-ambiente, sanidad, humedad, nutrición,etc.

4.5. NÚMERO DE HOJAS (NH)

Cuadro Nº.14 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable NH a la cosecha.

NÚMERO DE HOJAS				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	49.111	16.978	
Bloques	2	0.778	0.389	0.2 NS
Híbridos de brócoli (A)	1	0.222	0.222	0.11 NS
Dosis de bioestimulante(B)	2	24.778	12.389	6.44 *
AxB	2	4.111	2.056	1.06 NS
Error experimental	10	19.222	1.922	
CV: 7.21 %				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

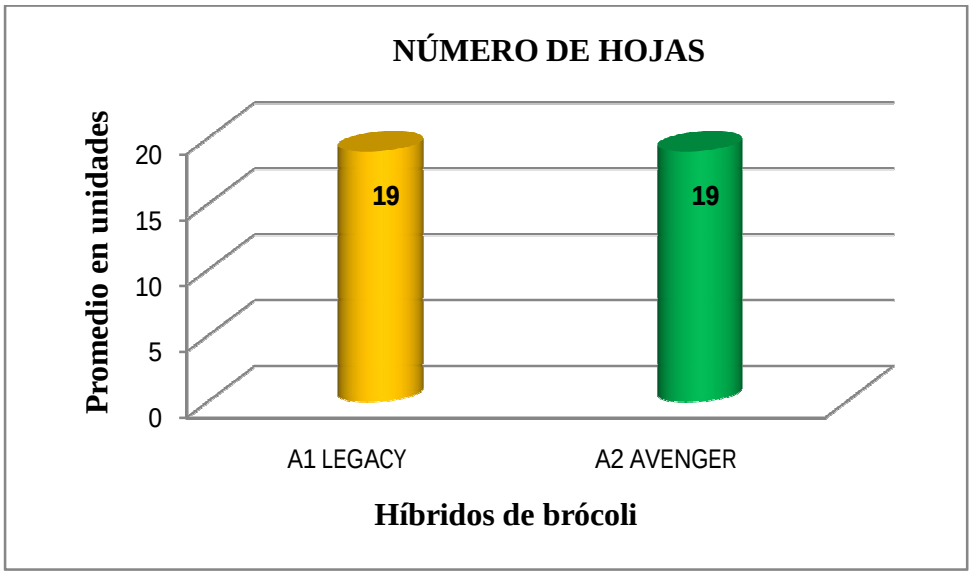
Bloques

No existió diferencias estadísticas significativas (NS) entre los bloques en la variable número de hojas NH (Cuadro Nº.14). Existiendo una uniformidad dentro de los bloques.

Cuadro Nº.15 Resultados del análisis de efecto principal de la variable NH a la cosecha en dos híbridos de brócoli (Factor A).

NÚMERO DE HOJAS	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	19
A2: Avenger	19
Efecto principal: A2- A1	NS

Gráfico Nº.8 Número de hojas (NH), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

La variación en el número de hojas, fue homogénea, como consecuencia no existió diferencia estadística (NS), (Cuadros Nº.14 y Nº.15, Gráfico Nº.8).

En promedio general para los dos híbridos se registró un número de 19 hojas por planta.

El efecto principal en la variable NH en los híbridos de brócoli como es lógico marcó cero, la variable número de hojas es una característica varietal que depende

de la interacción genotipo-ambiente; los factores que influyeron en esta variable son: sanidad de plantas y viento.

Cuadro Nº. 16 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable número de hoja (NH) a la cosecha.

NÚMERO DE HOJAS		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	20	A
B2: 1 cc/l	19	AB
B3: 0.5 cc/l	18	B

Factor B: Dosis de bioestimulante

La respuesta de bioestimulante en cuanto a la variable NH, fue significativa (*) (Cuadro Nº.14).

Se obtuvo una respuesta lineal, a una mayor dosis del bioestimulante, mayor número de hojas.

Con la prueba de Tukey al 5%, el número más alto en hojas por planta se registró en la dosis B1: 1.5 cc con 20 hojas por planta, por lo contrario el menor número de hojas se obtuvo al aplicar la dosis de B3: 0.5 cc con 18 hojas por planta. (Cuadro Nº.16).

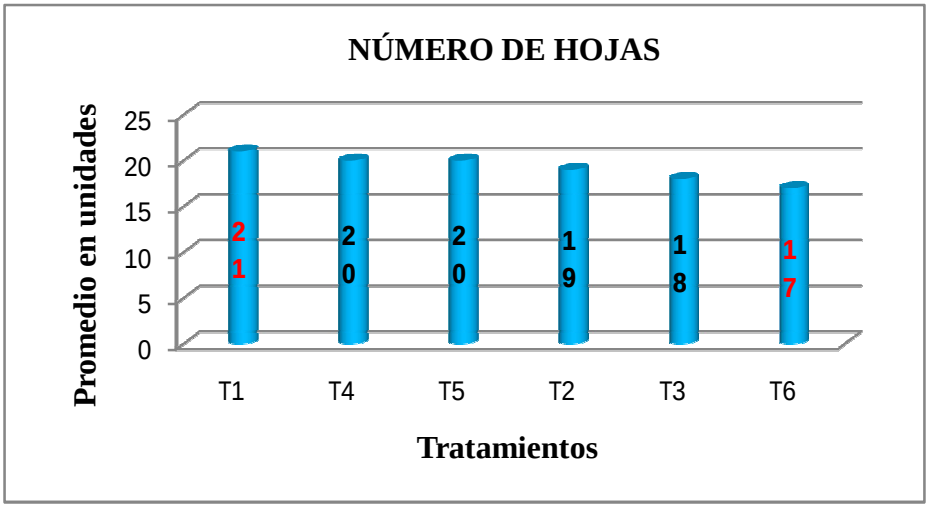
El efecto del bioestimulante da como resultado que a una mayor aplicación más alto es el número de hojas; claro que el número de hojas es una característica varietal y depende de la interacción genotipo-ambiente.

En la localidad de San Juan Chico se presentó granizo y una moderada lluvia durante el ciclo del cultivo.

Cuadro Nº.17 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable NH en cm a la cosecha.

NÚMERO DE HOJAS		
Tratamientos	**Promedios**	**Rango**
T1	21	A
T4	20	A
T5	20	A
T2	19	A
T3	18	A
T6	17	A
MEDIA GENERAL: 19 hojas		
CV: 7.21 %		

Gráfico Nº.9 Número de hojas (NH) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

La interacción de los factores (AxB) no fue significativa (NS), es decir que fueron factores independientes (Cuadro Nº.14).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable número de hojas a la cosecha se obtiene que el T1 con una

medida de 20 hojas es el más alto promedio, en cambio el tratamiento T6 con 17 hojas es el más bajo promedio (Cuadro Nº.17, Gráfico Nº.9).

Demostrando de ésta manera el potencial que el bioestimulante que produce en su aplicación y por supuesto también es una carácterística varietal y depende de la interación genotipo-ambiente.

4.6. DIÁMETRO DE TALLO (DT) Y LONGITUD DE TALLO (LT)

Cuadro Nº.18 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar las variables DT y LT a la cosecha.

		DIÁMETRO DE TALLO			LONGITUD DE TALLO		
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	0.904	0.377		241.480	233.341	
Bloques	2	0.183	0.092	4.78 *	2.258	1.129	1.66 NS
Híbridos de brócoli (A)	1	0.003	0.003	0.16 NS	230.624	230.624	340.15 * *
Dosis de bioestimulante (B)	2	0.459	0.229	11.98 * *	1.701	0.851	1.25 NS
AxB	2	0.068	0.034	1.76 NS	0.118	0.059	0.08 NS
Error experimental	10	0.191	0.019		6.78	0.678	
		CV: 3.29 %			**CV:** 5.59 %		

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

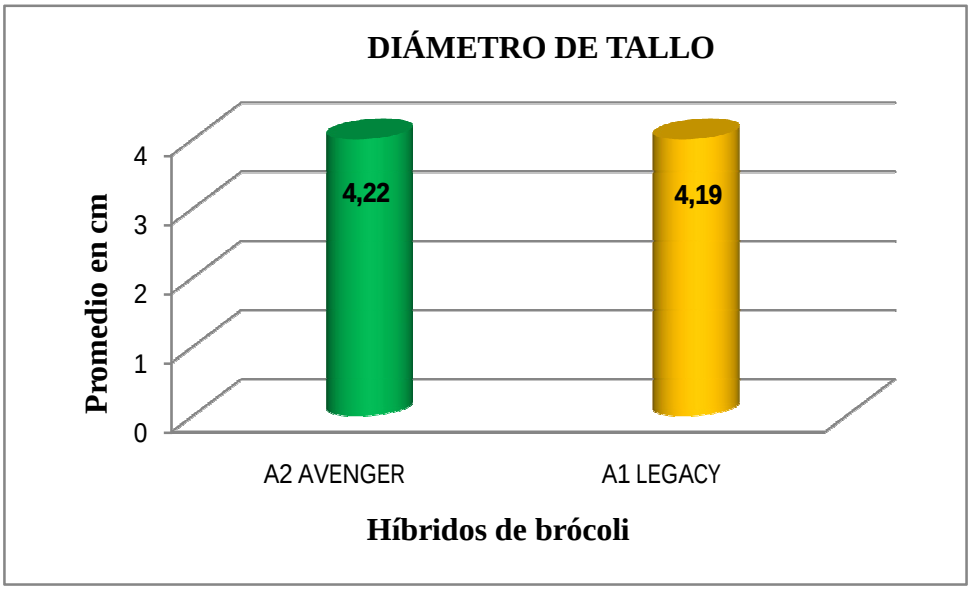
Bloques

Se calcularon diferencias significativas entre bloques en la variable DT, determinando que el diseño utilizado fue eficiente para ésta variable; mientras que en la variable LT no existió diferencia (NS), demostrando que no hubo ninguna interacción entre bloques (Cuadro Nº.18).

Cuadro Nº.19 Resultados del análisis de efecto principal de las variables DT y LT a la cosecha en dos híbridos de brócoli (Factor A).

Diámetro de tallo		Longitud de tallo	
Híbridos de brócoli	**Promedio**	**Híbridos de brócoli**	**Promedio**
A1: Legacy	4.19	A1: Legacy	18.19
A2: Avenger	4.22	A2: Avenger	11.14
Efecto principal: A2- A1	0.03 NS	Efecto principal:A1- A2	7.05 **

Gráfico Nº.10 Diámetro de tallo (DT), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

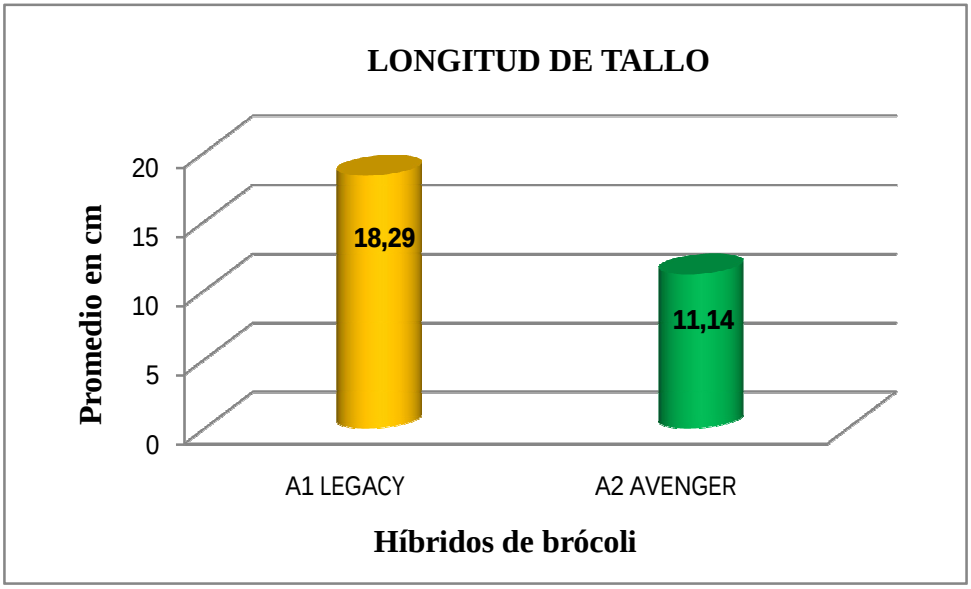
En la variable diámetro del tallo para los híbridos (Factor A), presenta un grado de (NS), (Cuadros Nº.19).

Con el análisis de efecto principal, el A2: (híbrido avenger) registró 4.22 cm más alto que el A1: (híbrido legacy) que fue de 4.19 cm siendo el más bajo. El efecto principal fue de 0.03 cm (Cuadros Nº.19, Gráfico Nº.10).

La variable DT es una característica varietal del híbrido y depende de su interacción genotipo-ambiente, otros factores que influyeron son: humedad;

cantidad y calidad de luz solar, temperatura, nutrición y sanidad de plantas como así lo demuestran los análisis de suelo (ANEXO N°2)

Gráfico Nº.11 Longitud de tallo (LT), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

Analizando la variable longitud de tallo tenemos todo lo contrario, la respuesta fue altamente significativa (**), (Cuadros Nº.19).

El promedio más alto obtuvo A1: (Legacy) con 18,29 cm mientras que para A2: (Avenger) que fue el menor registrando 11.14 cm, produciéndose un efecto principal de 7.05 cm, que en si es una gran diferencia por la característica varietal de los híbridos, como se lo ha indicado en variables anteriormente analizadas (Cuadros Nº.19, Gráfico Nº.11).

Claro que la longitud de tallo es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente a mas otros factores que influyeron son: temperatura, humedad, densidad de siembra, manejo agronómico del cultivo y sobre todo sanidad y nutrición de plantas.

Cuadro Nº. 20 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B; dosis de bioestimulante en las variables diámetro de tallo (DT) y longitud de tallo (LT) a la cosecha.

	Diámetro de tallo		Longitud de tallo	
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	4.39	A	15.14	A
B2: 1 cc/l	4.22	A	14.62	A
B3: 0.5 cc/l	4	B	14.4	A

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

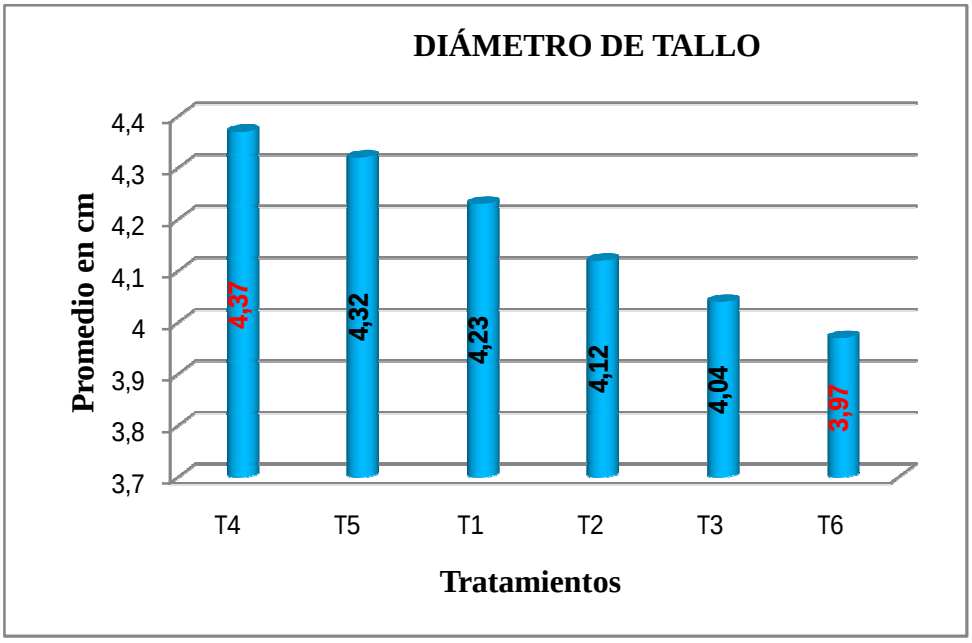
La respuesta de bioestimulante en cuanto a las variables DT resultó altamente significativo (**), en tanto que para la variable longitud de tallo LT no tuvo significancia (NS) (Cuadro Nº. 18)

Con la prueba de Tukey al 5%, demostró una respuesta lineal, que a una dosis alta del bioestimulante se obtuvo valores más altos para DT que registró el más alto de 4.39 cm con la dosis B1(1.5 cc/l) de bioestimulante seguido por la dosis B2 (1 cc/) bioestimulante con 4.22 cm, mientras que la dosis B3 (0.5 cc/l) de bioestimulante con 4 cm que fue la más baja y para LT el promedio alto fue para la dosis B1 (1.5 cc/l) de bioestimulante con 15,14 cm, seguido por la dosis B2 (1 cc/l) con 14,62 cm mientras que dosis de B3 (0,5 cc/l) con 14,4 cm fue la más baja. Quedando claro que en estas variables (DT), (LT) el bioestimulante a mayor dosis se obtuvo un excelente desarrollo del tallo (Cuadro Nº.20).

Cuadro Nº.21 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable DT en cm a la cosecha.

DIÁMETRO DE TALLO	
Tratamientos	**Promedios**
T4	4.37
T5	4.32
T1	4.23
T2	4.12
T3	4.04
T6	3.97
MEDIA GENERAL: 4.21 cm	
CV: 3.29 %	

Gráfico Nº.12 Diámetro de tallo (DT) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

No existió dependencia de factores (AxB) para la variable DT, obteniendo así que no fue significativo (NS) (Cuadro Nº.18).

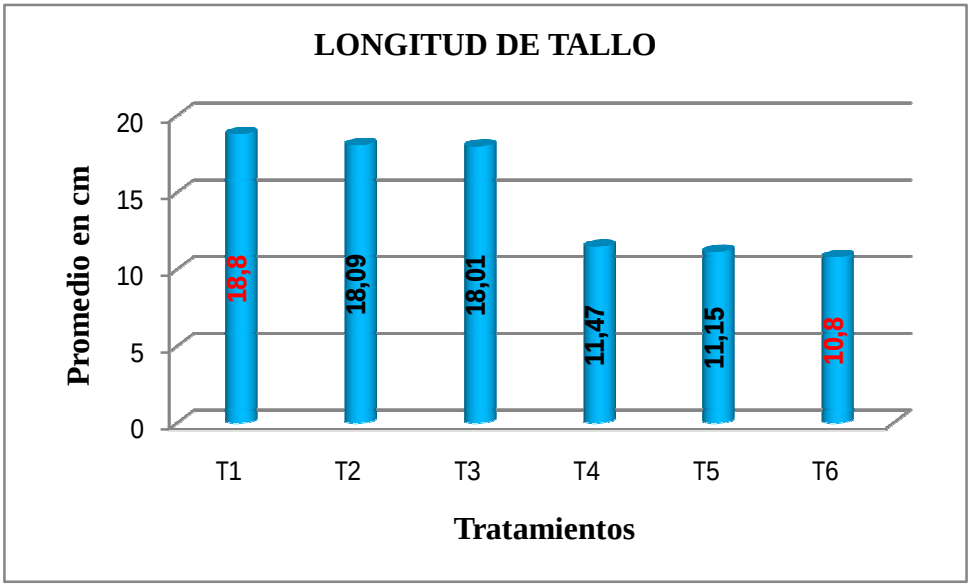
Los promedios de los tratamientos (AxB) en la variable DT a la cosecha se obtiene que el tratamiento T4:A2B1 con 4.37 cm es el más alto, en relación con el tratamiento T6: A2B3 con 3.97 cm que fue el más bajo (Cuadro Nº.21, Gráfico Nº.12)

Estadísticamente no hubo diferencia en ésta variable por la característica varietal del híbrido, sin embargo se obtuvo una diferencia mínima en cuanto se trata a las dosis del bioestimulante.

Cuadro Nº.22 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable LT en cm a la cosecha.

LONGITUD DE TALLO	
Tratamientos	**Promedios**
T1	18.8
T2	18.09
T3	18.01
T4	11.47
T5	11.15
T6	10.8
MEDIA GENERAL: 14.71 cm	
CV: 5.59%	

Gráfico Nº.13 Longitud de tallo (LT) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

No existió dependencia de factores (AxB) (NS) para la variable LT; es decir la respuesta de los híbridos no dependió de las dosis aplicadas de bioestimulantes (Cuadro Nº.18).

En promedio general se registró 14.71 cm de longuitud de tallo para los tratamientos en ésta zona agroecológica.

Comparando los promedios de la variable LT el tratamiento T1:A1B1 con 18.8 cm fue el más alto, mientras que el tratamiento T6:A2B3 con 10.8 cm es el más bajo, (Cuadro Nº. 22, Gráfico Nº. 13)

La variable longitud de tallo es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente.

4.7. DIÁMETRO DE PELLA (DP)

Cuadro Nº.23 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable DP a la cosecha.

DIÁMETRO DE PELLA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	52.601	31.92	
Bloques	2	7.309	3.655	12.06 * *
Híbridos de brócoli (A)	1	13.676	13.676	45.15 * *
Dosis de bioestimulante(B)	2	27.946	13.973	46.13 * *
AxB	2	0.64	0.32	1.05 NS
Error experimental	10	3.029	0.303	
CV: 3.76 %				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

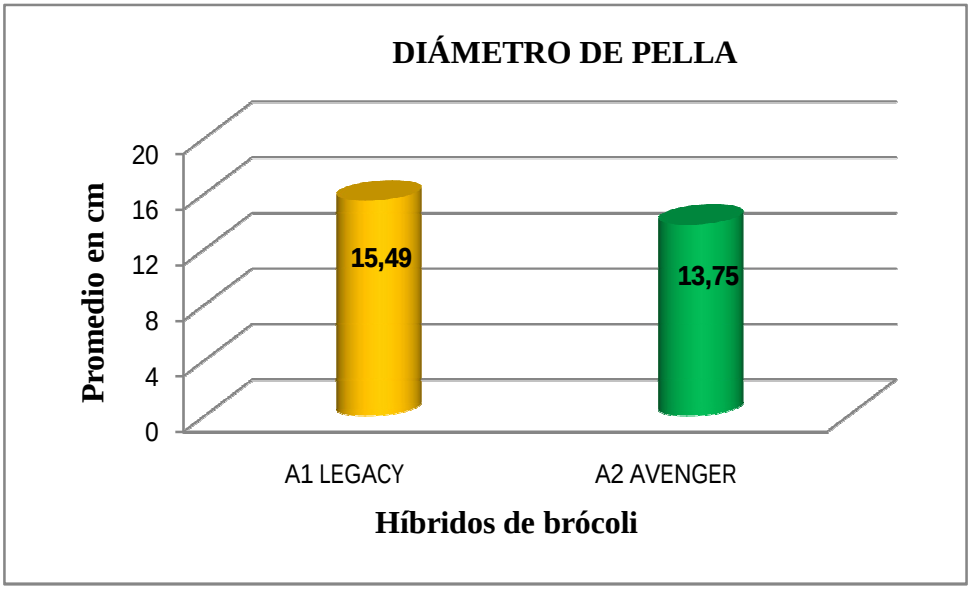
Bloques

Las diferencias estadísticas al analizar la variable diámetro de pella a la cosecha fue altamente significativa (**) (Cuadro Nº.23).

Cuadro Nº.24 Resultados del análisis de efecto principal de la variable DP a la cosecha en dos híbridos de brócoli.

DIÁMETRO DE PELLA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	15.49
A2: Avenger	13.75
Efecto principal: A1- A2	1.74**

Gráfico Nº.14 Diámetro de pella (DP), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

Se calcularon diferencias altamente significativas (**) entre los híbridos de brócoli en la variable (DP) (Cuadro Nº. 23).

Los promedios de híbridos de brócoli en la variable (DP) el más alto fue el A1 (híbrido legacy) con 15.49 cm, mientras que el promedio bajo fue para el A2 (híbrido avenger) con 13.75 cm, obteniendo un efecto principal, el híbrido Legacy sobre el híbrido avenger de 1.74 cm (Cuadro Nº.24, Gráfico Nº.14).

El diámetro de la pella es una característica varietal en la que los factores que influyeron son: temperatura, humedad, cantidad y calidad de radiación solar, sanidad y nutrición de las plantas, índice de área foliar, etc.

Este componente del rendimiento es de gran importancia, ya que está directamente relacionado con el rendimiento final evaluado kg/ha es decir a mayor diámetro mayor será el rendimiento.

Cuadro Nº. 25 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable diámetro de pella (DP) a la cosecha.

DIÁMETRO DE PELLA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	16.01	A
B2: 1 cc/l	14.87	B
B3: 0.5 cc/l	12.99	C

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

La respuesta de las dosis del bioestimulante en relación a la variable DP fue (******) (Cuadro Nº.23).

Con la prueba de Tukey al 5% el promedio alto en cuanto a la variable DP se registró el B1: (1.5 cc/l) con 16.01 cm; y el diámetro más bajo se lo obtuvo con el B3: (0.5 cc/l) con 12.99 cm de diámetro (Cuadro Nº.25).

Esta respuesta nos indica una tendencia lineal que existe como efecto a la aplicación de las dosis del bioestimulante; es decir a una dosis alta se obtuvo mayor diámetro de pella.

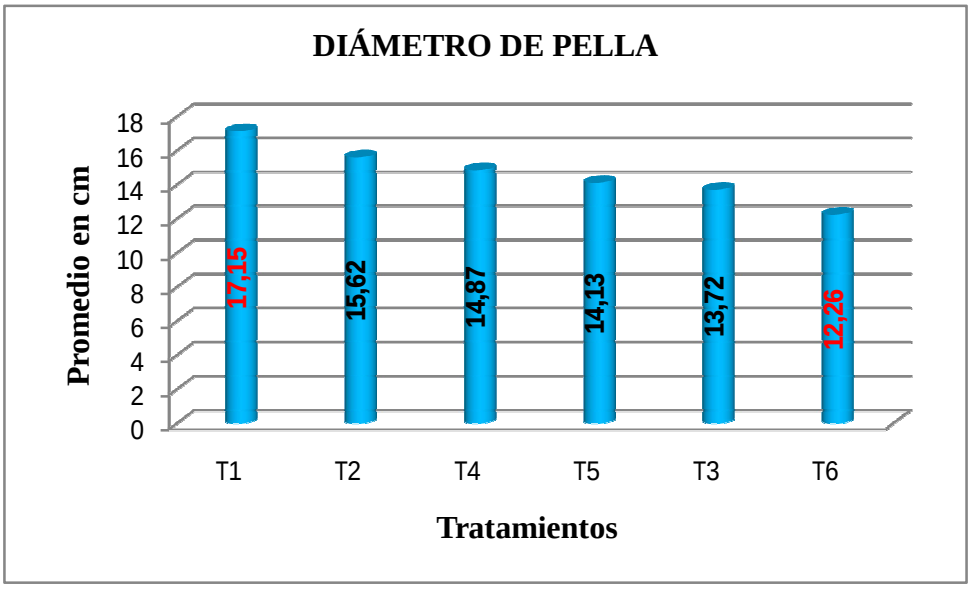
Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo-ambiente.

Esta característica varietal es de gran importancia para el mercado y su comercialización; esta pella corresponde al tamaño mediano que es requerida en el medio.

Cuadro Nº.26 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable DP en cm a la cosecha.

DIÁMETRO DE PELLA	
Tratamientos	**Promedios**
T1	17.15
T2	15.62
T4	14.87
T5	14.13
T3	13.72
T6	12.26
MEDIA GENERAL: 14.62 cm	
CV: 3.76%	

Gráfico Nº.15 Diámetro de pella (DP) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

No fueron factores dependientes y como resultado tenemos que no es significativo (NS) (Cuadro Nº.23), es decir no existió interacción de los híbridos con las dosis de bioestimulante.

En promedio general en la localidad de San Juan se obtuvo una pella de 14.62 cm de diámetro.

Los promedios mantienen al T1: (A1B1) como el mejor tratamiento alcanzando 17.15 cm, mientras que el tratamiento más bajo fue para el T6: (A2B3) que se manifiesta con 12.26 cm, (Cuadro Nº.26, Gráfico Nº.15).

La respuesta en el híbrido legacy con aplicación de una dosis alta de biosetimulante resulta excelente para el diámetro de pella, debido al contenido de hormonas de crecimiento que tiene el bioestimulante.

Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo ambiente.

4.8. PESO PROMEDIO PELLA (PPP)

Cuadro Nº.27 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable PPP a la cosecha.

PESO PROMEDIO PELLA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	0.134	0.073	
Bloques	2	0.026	0.013	7.66 * *
Híbridos de brócoli (A)	1	0.025	0.025	14.73 * *
Dosis de bioestimulante (B)	2	0.066	0.033	19.8 * *
AxB	2	0.001	0	0.24 NS
Error experimental	10	0.017	0.002	
CV: 11.76 %				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

Bloques

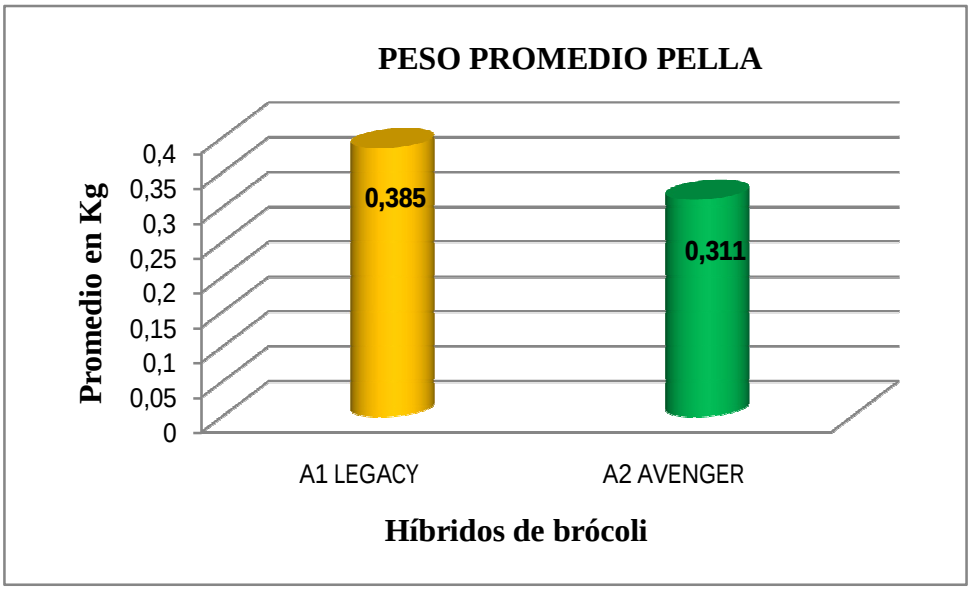
Con el análisis de varianza ADEVA se muestra que existió una diferencia estadística altamente significativa (**) entre los bloques en la variable PPP (Cuadro Nº.27).

Estos resultados infieren que el diseño de bloques utilizado fue eficiente por que ayudó a bajar o controlar el error experimental o varianza en esta variable.

Cuadro Nº.28 Resultados del análisis de efecto principal de la variable PPP a la cosecha en dos híbridos de brócoli.

PESO PROMEDIO PELLA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	0.385
A2: Avenger	0.311
Efecto principal: A1- A2	0.074**

Gráfico Nº.16 Peso promedio de pella (PPP), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

En esta investigación la respuesta de los híbridos de brócoli en la variable PPP fue altamente significativo (**) (Cuadro Nº.27).

El promedio más alto de la variable PPP, fue A1: híbrido legacy con 0.385 Kg, mientras que el más bajo fue para el A2: híbrido avenger con 0.311 Kg (Cuadro Nº.28, Gráfico Nº.16).

Como resultados del análisis de efecto principal de la variable PPP a la cosecha se obtuvo con 0.074 Kg (**), demostrando que en esta variable el A1 (híbrido legacy) superó A2 (híbrido avenger) (Cuadro Nº.28).

El peso de la pella es una característica varietal que además depende de su interacción genotipo - ambiente, otros factores también fueron determinantes como la topografía del suelo, sanidad y nutrición de la planta.

Cuadro Nº.29 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable peso promedio de pella PPP a la cosecha

PESO PROMEDIO PELLA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	0.42	A
B2: 1 cc/l	0.352	A
B3: 0.5 cc/l	0.217	B

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

La respuesta de la dosis del bioestimulante para la variable PPP fue altamente significativa (**) (Cuadro Nº.27),

Con la prueba de Tukey al 5% se pudo determinar que el promedio más alto de PPP se obtiene en el B1 (1.5 cc/l) con 0.420 kg, en cambio con la dosis B3 (0.5 cc/l) adquiere un promedio más bajo con un peso de 0.217 kg (Cuadro Nº.27).

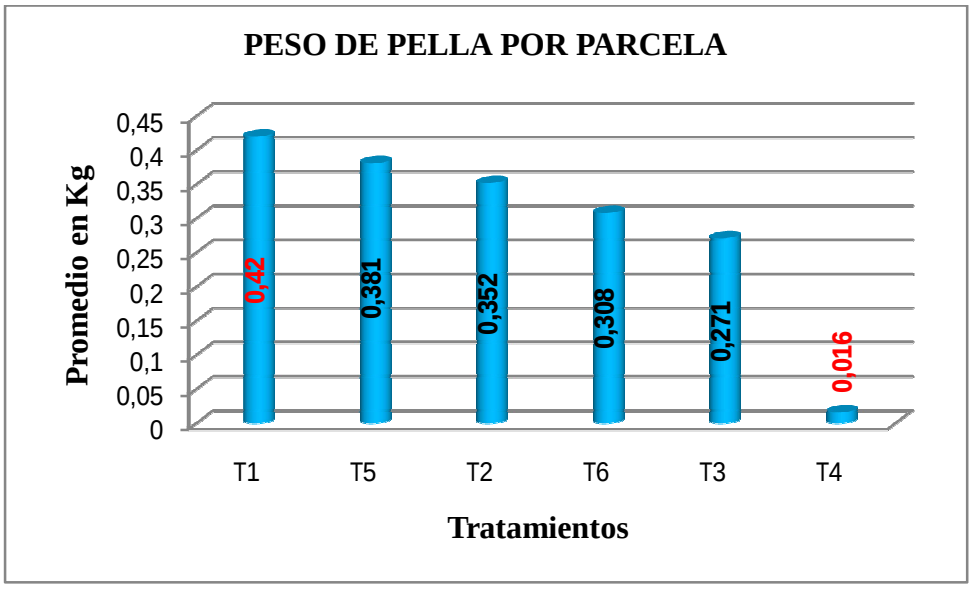
La diferencia que se obtuvo entre los promedios se debe a la dosis del bioestimulante, que a una dosis alta, el peso de pella fue mayor.

Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo-ambiente

Cuadro Nº.30 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable PPP en Kg a la cosecha.

PESO PROMEDIO PELLA	
Tratamientos	Promedios
T1	0.42
T5	0.381
T2	0.352
T6	0.308
T3	0.271
T4	0.016
MEDIA GENERAL: 0.34 kg	
CV: 11.76%	

Gráfico Nº.17 Peso promedio de pella (PPP) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

En la interacción AxB no fueron factores dependientes (NS), es dicir la respuesta de los híbridos de brócoli en la variable PPP no dependió de la interacción dosis de bioestimulante (Cuadro Nº.27).

En promedio general se obtubo 0.340 kg de peso de pella en este ensayo.

Comparando los promedios de tratamientos (AxB) en la variable PPP, se registró con un promedio más alto a la cosecha en el T1: A1B1; (híbrido legacy +1.5 cc/l de Biocyme) con 0.420 Kg, en cambio que el promedio más bajo fue del tratamiento T4:A2B1 (híbrido avenger+1.5 cc/l de Biocyme) con 0.016 Kg (Cuadro Nº.30, Gráfico Nº.17).

Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo ambiente; otros factores que incidieron son: nutrición y sanidad de plantas, temperatura, precipitaciones, índice de área foliar y sobre todo compactación de pella.

Esta variable es un componente muy importante del rendimiento que va influir positiva o negativamente sobre el rendimiento final evaluado en kg/ha.

4.9. VOLUMEN RADICULAR (VR)

Cuadro Nº.31 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable VR a la cosecha.

VOLUMEN RADICULAR				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	767.464	371.101	
Bloques	2	299.315	149.658	24.79 * *
Híbridos de brócoli (A)	1	23.029	23.029	3.81 NS
Dosis de bioestimulante (B)	2	359.467	179.733	29.77 * *
AxB	2	25.289	12.645	2.09 NS
Error experimental	10	60.363	6.036	
CV: 5.50%				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

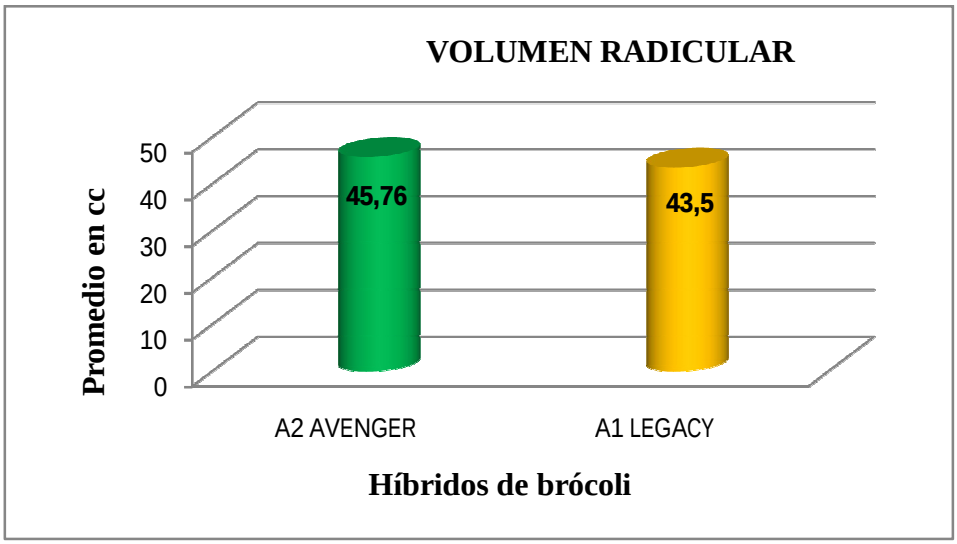
Bloques

A nivel de bloques en la variable VR existió diferencias altamente significativas (**) lo que nos demuestra que el diseño de bloques utilizado, fue eficiente por que ayudó a bajar o controlar el error experimental. (Cuadro Nº.31).

Cuadro Nº.32 Resultados del análisis de efecto principal de la variable VR a la cosecha en dos híbridos de brócoli.

VOLUMEN RADICULAR	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	43.50
A2: Avenger	45.76
Efecto principal: A2- A1	2.26 NS

Gráfico Nº.18 Volumen radicular (VR), para factor A: híbridos de brócoli.



Factor A: Híbridos de brócoli

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a la variable VR, no fue significativo (NS) (Cuadro Nº.31).

Con el analisis de efecto principal se puede determinar que el híbrido avenger con un promedio de 45.76 cc es superior con 2.26 cc de volumen radicular del híbrido legacy el mismo que tiene un promedio de 43.5 cc.

El sistema radicular y su desarrollo es de gran importancia para la absorción de nutrientes.

Esta respuesta nos indica que el volumen de raíz para los dos híbridos es similar, además es una característica varietal y depende de la interacción genotipo-ambiente, factores edafoclimáticos son determinantes para su desarrollo.

Cuadro Nº.33 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable volumen radicular VR a la cosecha.

VOLUMEN RADICULAR		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B1: 1.5 cc/l	49.22	A
B2: 1 cc/l	46.11	A
B3: 0.5 cc/l	38.57	B

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

La respuesta de la dosis de bioestimulantes para la variable VR resultó altamente significativa (**) (Cuadro Nº.31).

Con la prueba de Tukey al 5% al comparar los promedios del factor B en la variable VR, los promedios más altos se encontraron en B1 y B2 con 49.22 cc, y 46,1 cc respectivamente (Cuadro Nº.33).

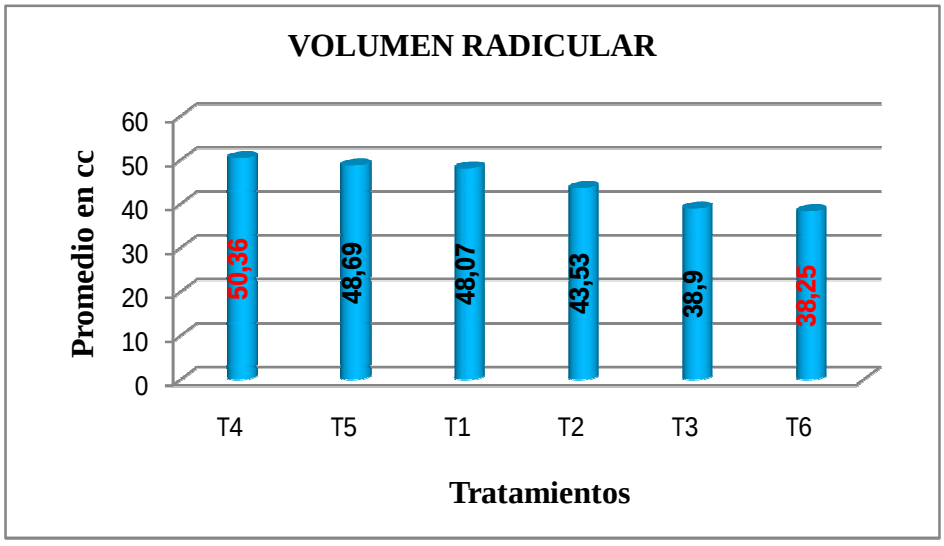
Esta respuesta se dio porque el biozyme por su composición vegetal incrementa el desarrollo radicular, ya que está compuesto por hormonas como el ácido indolacético que promueve y provocar el desarrollo de raíces laterales y adventicias en dosis adecuadas y condiciones normales del cultivo.

Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo-ambiente.

Cuadro Nº.34 Resultados promedios de los tratamientos (AxB) en la variable VR en cc a la cosecha.

VOLUMEN RADICULAR	
Tratamientos	**Promedios**
T4	50.36
T5	48.69
T1	48.07
T2	43.53
T3	38.9
T6	38.25
MEDIA GENERAL: 4463 cc	
CV: 550%	

Gráfico Nº.19 Volumen radicular (VR) para tratamiento (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

El análisis de varianza ADEVA en la interacción de factores (AxB) determinó que no fue significativo (NS), es decir que estadísticamente las respuestas de los híbridos de brócoli en la variable VR a la cosecha, no dependió de las dosis de bioestimulante (Cuadro Nº.31).

Sin embargo el promedio más alto de la variable VR fue para el tratamiento T4: A2B1 con 50.36 cc; mientras que el tratamiento T6: A2B3 con 38.25 cc fue el más bajo (Cuadro Nº.34, Gráfico Nº.19).

El volumen radicular es una variable que obedece a la textura y estructura del suelo, cantidad de humedad y condiciones ambientales para su desarrollo; claro que el volumen de raíz es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo-ambiente.

4.10. RENDIMIENTO POR HECTÁREA (RH)

Cuadro Nº.35 Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable RH a la cosecha.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA				
Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fisher calculado**
Total	17	102995083.045	61780922.56	
Bloques	2	1206945.358	603472.679	0.3 NS
Híbridos de brócoli (A)	1	649703.89	649703.89	0.32 NS
Dosis de bioestimulante (B)	2	23516332.11	11758166.05	5.09 *
AxB	2	57705043.49	28852521.74	14.48 * *
Error experimental	10	1991705.2	19917058.2	
CV: 5.50%				

NS = No Significativo
***** = Significativo al 5%
****** = Altamente significativo al 1%

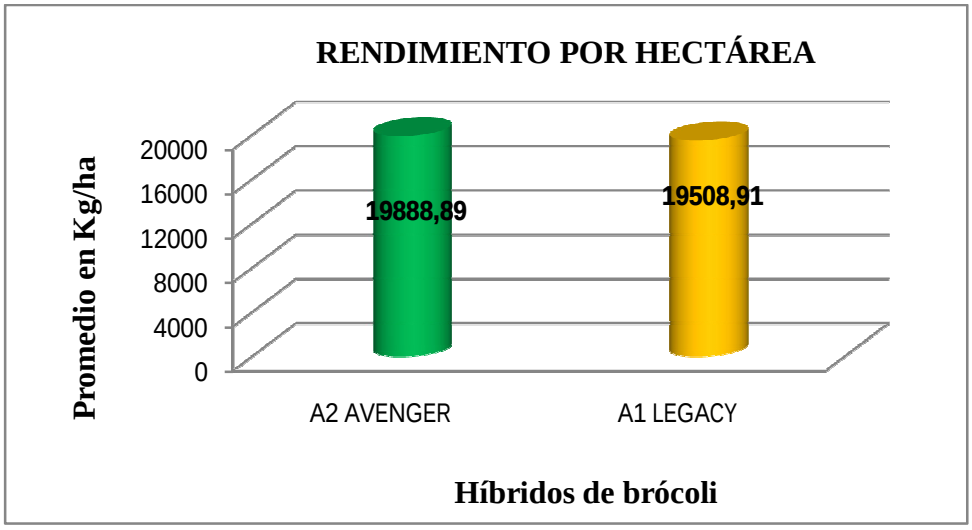
Bloques

No existieron diferencias estadísticas significativas entre bloques (NS) en la variable RH en Kg/Ha (Cuadro Nº.35).

Cuadro Nº.36 Resultados del análisis de efecto principal de la variable RH a la cosecha en dos híbridos de brócoli.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA	
Híbridos de brócoli	**Promedio**
A1: Legacy	19508.91
A2: Avenger	19888.89
Efecto principal: A2- A1	379.98 NS

Gráfico Nº.20 Rendimiento por hectárea (RH), para factor A: híbridos de brócoli.



Factror A: Híbridos de brócoli

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto al RH en Kg/ha, no fue significativo (NS) (Cuadro Nº.35).

Según el análisis de efecto principal el A2 (híbrido avenger) con una media de 19888.89 kg/ha supera en producción al A1 (híbrido legacy) con 379.98 kg/ha el mismo que tiene un promedio de 19508.91 kg/ha (Cuadro Nº.36, Gráfico Nº.20).

El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente, sanidad, nutrición de la planta, tipo suelo, por lo que los resultados infieren que el híbrido avenger se adaptó mejor en esta zona agroecológica.

Cuadro Nº.37 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: dosis de bioestimulante en la variable rendimiento por hectárea RH a la cosecha.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA		
Dosis de bioestimulante	**Promedio**	**Rango**
B2: 1 cc/l	21180	A
B1: 1.5 cc/l	19520	AB
B3: 0.5 cc/l	18420	B

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Factor B: Dosis de bioestimulante

Al realizar el análisis de varianza ADEVA, tenemos como resultado que existieron diferencias estadísticas significativas (*), como efecto de la dosis de bioestimulante en la variable RH (Cuadro Nº.35).

Comparando los promedios de las dosis con la prueba de Tukey al 5% tenemos como resultado que la dosis B2 (1 cc/l) fue la mejor en rendimiento con 21180 Kg/Ha, y las más baja en B3 (0.5 cc/l) con 18420 kg/ha (Cuadro Nº.37).

Los bioestimulantes desempeñan muchas funciones como: potenciar las raíces y el desarrollo de los brotes, tolerancia a la sequía, a rayos UV, al calor, sales minerales, resistencia a las plagas y enfermedades. Todas estas funciones se traducen en mayores rendimientos, mayor follaje, floración, cuajado y producción.

Durante el ciclo del cultivo se presentaron precipitaciones irregulares y un amplio rango de temperatura.

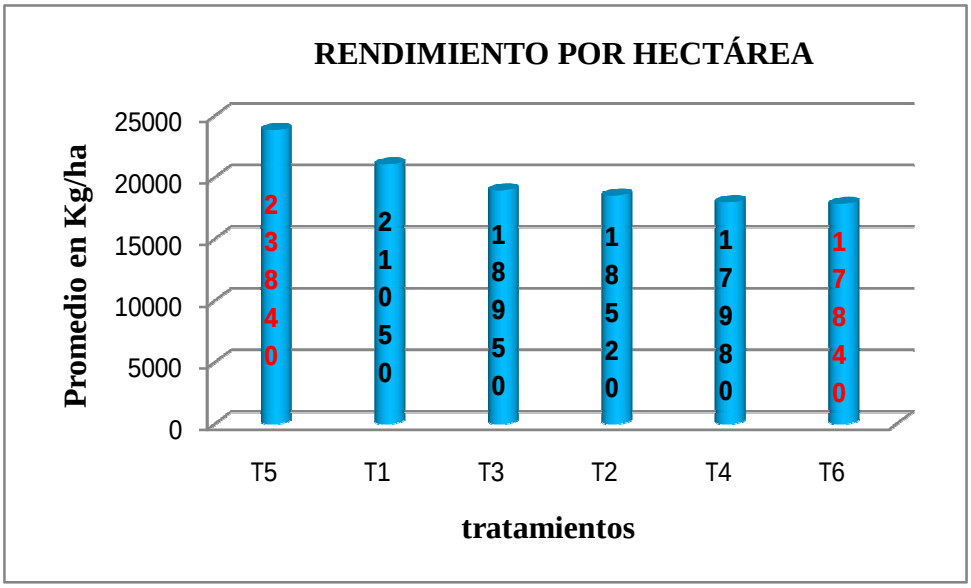
Ésta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo-ambiente.

Cuadro Nº.38 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos (AxB) en la variable RH en Kg/ha a la cosecha.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA		
Tratamientos	**Promedios**	**Rango**
T5	23840	A
T1	21050	AB
T3	18950	B
T2	18520	B
T4	17980	B
T6	17840	B
MEDIA GENERAL: 19698.904 k/ha		
CV: 7.16 %		

Promedios con distintas letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico Nº.21 Rendimiento por hectárea (RH) para los tratamientos (AxB) a la cosecha.



Interacción de factores (AxB)

En la interacción de factor (AxB) fue altamente significativa (**)(Cuadro Nº.35), es decir la respuesta de los híbridos, dependió de las dosis de bioestimulante aplicados en la variable RH.

Según la prueba Tukey al 5% para comparar los promedios en la variable RH, el tratamiento que mayor rendimiento presentó fue el T5: (avenger + 1 cc/l de biozyme) con 23840 Kg/Ha, en cambio que el promedio más bajo se registró en T6: (avenger + dosis 0.5 cc/l) con 17840 Kg/Ha (Cuadro Nº. 38 y Gráfico Nº.21).

Se dice que los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas, usadas principalmente para estimular el rendimiento e incrementar el desarrollo y la producción, los mismos que al tener una interacción altamente significativa con los híbridos sale a flote el potencial y se refleja en el tratamiento T5:A2B2 (avenger + 1 cc/l de biozyme).

El rendimiento promedio de brócoli para esta zona está en 19698,904 kg/ha

Esta variable es una característica varietal y depende fuertemente de su interacción genotipo ambiente; otros factores que influyeron son: humedad, precipitaciones, temperatura, nutrición de plantas, densidades de siembra y manejo del cultivo.

Este tratamiento presentó el mejor rendimiento por que la mayoría de sus componentes fueron altos.

4.11. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

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

4.12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL (AC) (RL)

Cuadro Nº.39 Resultados del análisis de correlación y regresión lineal.

Variables Independientes (Xs) Componentes del rendimiento	Coeficiente de Correlación "r"	Coeficiente de Regresión "b"	Coeficiente de Determinación (R2%)
Volumen radicular	0.469 *	0.017168 *	22 %
Rendimiento por parcela	1 * *	0.0012346 * *	100 %

Coeficiente de correlación "r"

En esta investigación se determinaron relaciones positivas significativas y altamente significativas.

Existió una estrechez positiva de las variables: Volumen radicular (*) y Rendimiento por parcela (**) (Cuadro Nº.50).

Coeficiente de regresión "b"

Las variables que incrementaron el rendimiento en brócoli fueron: Volumen radicular y Rendimiento por parcela (Cuadro Nº.50). Esto quiere decir que valores más altos de éstas variables independientes, dan un mayor incremento del rendimiento del Brócoli.

Coeficiente de determinación (R^2)

En el cultivo de brócoli el mejor ajuste en cuanto al rendimiento en kg/ha se obtuvo en el rendimiento por parcela con un 100 % (Cuadro Nº.50).

4.13. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro Nº .40 Análisis económico de presupuesto parcial (AEPP).

	TRATAMIENTOS					
VARIABLES	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
Rendimiento promedio Kg/ha	21050	18520	18950	17980	23840	17840
Rendimiento ajustado 10% Kg/ha.	18945	16668	17055	16182	21456	16056
INGRESO BRUTO $ / ha	4546.80	4000.32	4093.20	3883.68	5149.44	3853.44
Costos de bioestimulante	551.44	370.37	185.18	551.44	370.37	185.18
Materia orgánica	342.93	342.93	342.93	342.93	342.93	342.93
Híbridos de brócoli	185.18	185.18	185.18	185.18	185.18	185.18
Controles	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48
Costo de jornales	342.93	342.93	342.93	342.93	342.93	342.93
TOTAL COSTOS QUE VARIAN $/ha	1431.96	1250.89	1065.70	1431.96	1250.89	1065.70
TOTAL BENEFICIO NETO $/ha	3114.84	2749.43	3027.50	2451.72	3898.55	2787.74

En función únicamente de los costos que varían en cada tratamiento como en este investigación fueron: costos de bioestimulante, de materia orgánica, de cultivares de brócoli, de controles fitosanitarios, de jornales para la producción de brócoli en función de rendimiento de cada tratamiento, la mejor alternativa tecnológica con más beneficios positivos fue el T5: A2B2 (Híbrido Avenger con dosis de 1 cc/l de biozyme), alcanzando un promedio de $ 3898.55 por hectárea (Cuadro Nº.40).

4.13.1. Análisis económico relación beneficio-costo RB/C

Cuadro Nº. 41 Cálculos de la Relación beneficio-costo RB/C

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha ajustado	Precio USD	Beneficio Bruto USD	Costo Variable USD	Beneficio Neto USD	RB/C
T1:A1B1	18945	.24	4546.80	1431.96	3114.84	2.17
T3:A1B3	17055	.24	4093.20	1065.70	3027.50	2.84
T5:A2B2	**21456**	**.24**	**5149.44**	**1250.89**	**3898.55**	**3.11**

Al realizar el análisis económico se determinó que la mejor relación beneficio costo se registró en el T5: A2B2 (Híbrido Avenger con dosis de 1 cc/l de biozyme) con $ 3.11 y RI/C de $ 2.11; es decir que por cada dólar invertido el productor ganaría $ 2.11.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en los análisis: estadístico, físico, químico y económico cumplidos en esta investigación enunciamos las siguientes conclusiones.

- ✓ El rendimiento promedio de brócoli más elevado, se notó en las dosis más altas de bioestimulante (1 cc/l) con 23840 Kg/ha.

- ✓ El mejor rendimiento promedio de brócoli, se obtuvo en el híbrido A2: Avenger con 23840 Kg/ha.

- ✓ En la interacción de factores: bioestimulante por híbridos de brócoli (AxB), el mejor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T5 (A2B2) con 23840 Kg/ha.

- ✓ Los componentes del rendimiento a la cosecha que contribuyeron a tener un rendimiento promedio más alto fueron: volumen de raíz, rendimiento por parcela.

- ✓ El tratamiento con el valor más alto en relación beneficio-costo se registró en el T5: A2B2 (Híbrido Avenger con dosis de 1 cc/l de biozyme) con $ 3.11

- ✓ Finalmente esta investigación demostró que el cultivo de brócoli se adaptó en forma eficiente en esta zona agroecológica, lo que permite incrementar con mayor seguridad la eficiencia de los sistemas de producción locales, contribuyendo a mejorar la economía de la zona.

5.2. RECOMENDACIONES

Basado en las conclusiones de esta investigación realizo las siguientes recomendaciones.

- El híbrido avenger con dosis de 1 cc/l de biozyme es recomendable para obtener excelentes cosechas, debido a los resultados obtenidos en esta investigación.

- Validar este producto en otras crucíferas: como la col, coliflor, nabo, rabanito, berro, mostaza, romanesco.

- Al momento de la aplicación de bioestimulante tener cuidado de no exceder en la dosis puede ser contraproducente, utilizar dosis de 1cc/l de biozyme para una excelente producción en el cultivo de brócoli, con aplicación de suficiente riego, favorece en el aprovechamiento equitativo y efectivo del bioestimulante.

- Es de vital importancia realizar un análisis físico, químico del suelo antes de realizar un cultivo de brócoli para determinar su composición química y así suministrar lo que necesita de acuerdo a las recomendaciones y exigencias del cultivo

- Impulsar a través de la transferencia de tecnologías a: estudiantes, docentes, productores y organizaciones el uso de abonos orgánicos especialmente de bioestimulantes que por su eficiencia, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, considerándose como una alternativa principal en el mejoramiento de nuestros suelos a mediano y largo plazo, aportando productos de gran valor nutricional y contribuyendo con el manejo de productos saludables, salvando el medio ambiente y al consumidor de toxicidad.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

El brócoli constituye un valioso alimento por su alto contenido de minerales tales como: potasio, azufre, fósforo, entre otros, siendo una fuente importante en la alimentación humana. (http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescobrocoli.htm)

El brócoli a pesar de ser una especie hortícola ya conocida y consumida en la época de los romanos recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, existiendo países que han incrementado notablemente su producción en los últimos años, tal es el caso de Ecuador, que en la actualidad provee la demanda del norte de Europa en un 30 a 40% de producto congelado. (http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm)

La producción de brócoli en el Ecuador según el III Censo Agropecuario señala que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 mil toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 TM por hectárea. Al analizar el rendimiento por provincia productora, se evidencia que la Provincia de Chimborazo tiene rendimiento en superficie cultivada de 3.545 TM/ha, considerando aspectos como tipo de riego, semillas y variedades. (http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm)

En la zona tenemos pequeños productores que lograron una capitalización gracias al cultivo de cebolla, o que están en proceso de capitalización con el brócoli. (MEDINA, N. 2006)

Los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta. Por tanto, la importancia de los mismos depende del efecto de estos sobre los rendimientos y la calidad de la producción. (http://www.gruposegtec.com/fundloyola/documentos/Tesis/Bioestiulantes%20en%20Aguacate%202007.pdf)

La finalidad de esta investigación fue obtener una tecnología para producir orgánicamente el cultivo de brócoli basada en tres dosis de un bioestimulante, con esto se aportó disminución de la contaminación ambiental y se obtuvo productos orgánicos para la seguridad alimentaria de la población.

Los objetivos de esta investigación fueron:

Evaluar agronómicamente dos cultivares comerciales de brócoli, con la aplicación de tres dosis de un bioestimulante orgánico.

Analizar las características agronómicas y productivas que presenta cada cultivar de brócoli.

Determinar la dosis más adecuada del bioestimulante orgánico para el mejoramiento de la producción de brócoli.

Realizar un análisis económico, relación beneficio-costo B/C.

Como principales resultados de este estudio son los siguientes:

- ✓ El rendimiento promedio de brócoli más elevado, se notó en la dosis más altas de bioestimulante (1 cc/l) con 23840 Kg/ha.
- ✓ El mejor rendimiento promedio de brócoli, se obtuvo en él híbrido A2: Avenger con 23840 Kg/ha.
- ✓ En la interacción de factores: bioestimulante por híbridos de brócoli (AxB), el mejor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T5 (A2B2) con 23840 Kg/ha.
- ✓ Los componentes del rendimiento a la cosecha que contribuyeron a tener un rendimiento promedio más alto fueron: volumen de raíz, rendimiento por parcela.
- ✓ El tratamiento con el valor más alto en relación beneficio-costo se registró en el T5: A2B2 (Híbrido Avenger con dosis de 1 cc/l de biozyme) con $ 3.11
- ✓ Finalmente esta investigación demostró que el cultivo de brócoli se adaptó en forma eficiente en esta zona agroecológica, lo que permite incrementar con mayor seguridad la eficiencia de los sistemas de producción locales, contribuyendo a mejorar la economía de la zona.

6.2. SUMMARY

Broccoli is a valuable food for its high content of minerals such as potassium, sulfur, phosphorus, among others, being an important source of food. (Http://www .fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescobrocoli.htm)

Broccoli despite being a species already known and consumed vegetable in Roman times recently is widespread cultivation in different areas of the world, some countries have significantly increased their production in recent years, such is the case of Ecuador , which now provides the demand in northern Europe in 30 to 40% of frozen product. (Http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing% xportables20Rizzo/nuevos%20e/brocoli/brócoli_ecuador.htm)

Broccoli production in Ecuador as the Third Census of Agriculture indicates that broccoli harvested acreage in the country was of 3,359 hectares, reaching a total production of 50 thousand tons, approximately, with an average yield of 14.6 MT per hectare. In analyzing the performance by producing province, is evidence that the Province of Chimborazo has acreage yield 3,545 MT / ha, considering aspects such as type of irrigation, seeds and varieties. (Http://www.sica.gov.ec/agrobusin es/Library/Ing%0exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm20Rizzo/nuevos%)

In the area we have managed small capitalization producers thanks to the onion crop, or which are being funded with broccoli. (MEDINA, N. 2006)

Biostimulants are a source of nutrients essential for plant physiological development. Therefore, the importance of these depends on the effect of these on the yield and quality of production. (Http://www.gruposegtec.com/fundloyola/do cumentos/Tesis/Bioestiulantes %20of%202007.pdf20Aguacate%)

The purpose of this investigation was to obtain a technology to produce broccoli crops organically based on three doses of a bio-stimulant, contributed to this reduction of environmental pollution and obtained organic products for food security of the population.

The objectives of this research were:

Agronomically evaluate two commercial cultivars of broccoli, with the application of three doses of an organic bio-stimulant.

Analyze the agronomic and productive features of each cultivar of broccoli.

Determine the most appropriate dose of organic bio-stimulant for improving the production of broccoli.

An economic analysis, benefit-cost ratio B / C.

The main results of this study are:

Broccoli yield higher average, was seen in higher doses of biostimulant (1 cc / l) to 23840 kg / ha.

The best yield of broccoli was obtained in the hybrid A2: Avenger to 23840 kg / ha

In the interplay of factors: biostimulant by broccoli hybrids (AxB), the best yield was obtained in the treatment T5 (A2B2) to 23840 kg / ha.

The yield components at harvest have contributed to higher average performance were: root volume, yield per plot.

Treatment with the highest value in benefit-cost ratio was recorded in T5: A2B2 (Hybrid Avenger with doses of 1 cc / l of Biozyme) to $ 3.11.

Finally, this investigation showed that the broccoli crop adapted efficiently in this agro-ecological zone, allowing more safely increase the efficiency of local production systems, helping improve the economy of the area.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1 **ANTON, P.** 2004. El cultivo de brócoli. Su cultivo y perspectivas. Revista de Horticultura Nº 97. 21-25 P.

2 **BUSTOS, M.** 2006. Tecnología apropiada de producción. Quito -Ecuador. Gráficas Ulloa. 179 – 183 P.

3 **CASTELLANOS, J.** 2005. Aspectos fundamentales sobre fertirrigación en cultivos hortícolas. Instituto Nacional de Investigaciones. Forestales y Agropecuarias. Celaya – México. 24 P.

4 **CEVALLOS, R.** 2001. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de brócoli. Tesis Ingeniero Agrónomo, Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 88 P.

5 **ELOLA, S.** 2002. El cultivo de brócoli. Argentina. 1-4 p. Estación Agrometereológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba 2009.

6 **GULL, D.** El cultivo de brócoli.Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Florida. 56-68 P.

7 **HIDALGO, L.** 1999. El cultivo de brócoli. Riobamba - Ecuador. Datos sin publicar.

8 **HOLDRIDGE, J.** 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José de G Costa Rica. Editorial IICA. 219 P.

9 **MAROTO, J.**2005. Ciclos de cultivo y densidades de plantación en brócoli (*Brassicaoleraceae*var. Itálica). Madrid – España. 115 – 119 P.

10 **MEDINA, N.** 2006. et al. Informe final del estudio de caso referido a la implantación de un programa para el mejoramiento de la calidad en inocuidad del brócoli a nivel del consorcio Huertos GZ en la comunidad de Gatazo Zambrano-Provincia Chimborazo. Informe de consultoría para APROFEL, MAG, FAO, SESA e INIAP. Quito, julio; 13 pp.

11 **SUQUILANDA, M**. 2004. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica

delfuturo. Quito – Ecuador. Editorial - Fundagro. Pág. 654.

12 **VADEMECUM AGRICOLA.** 2006 Edifarm. Novena edición. Quito – Ecuador. 777-778 p

13 **http://www**.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp

14 **http://www**. Agro frio. tripod.com/Esp/intern.htm.

15 **http://www**.agroandina.com/ hortalizas/cuerpo brócoli.html

16 **http://www**.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm

17 **http://www**.corpei.com.co/brócoli.html.

18 **http://www**.corpei.org/archivos/documentos/muestra_brocoli.pdf

19 **http://www**.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/88brócoli.html.

20 **http://www**.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/html.

21 **http://www**.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescobrocoli.html.

22 **http://www**.infojardin.com/foro/showthread.php?t=154273

23 **http**://**www.**infoagro.com/hortalizas/broculi.htm

24 **http://www**. Junagra. mgap.gub.uy/ /ElSector/agroind.html.

25 **http://www**.lamolina.edu.pe/elnino/horta.html

26 **http://www**.laverlam.com.co/destru.html.

27 **http://www.**mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/tec-brocoli.pdf.

28 **http://www**.puce.cl/agronomia/d_investigacion/Proyectos/pdf/JorgePollak.pdf

29 **http://www**.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm

30 **http://www**.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/pn_control_biologico/hortalizas_ecologicas.htm.

31 **http://www**.university-davis.com.org.html.

32 **http://www**.pdf.wanadoo.com/cultivo-en-espana-de-brócoli.

33 **http://www**.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/VEGETABLE NUTRITION.html

34 **http://www**.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf

35 **http**://seragro.cl/?a=643

36 **http:**//**www**.catalyticgenerators.com/loshecdelet.html

37 **http:**//**www**.etsea2.udl.es/invitro/medis/hormo.htm

38 **http**://foroantiguo.infojardin.com/showthread.php?t=164587

39 **http:**//docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/regscrecim.pdf

40 **http://www**.newaginternational.com/es/actual/AgronomiaEconomia21004.pdf.

41 **http**://es.wikipedia.org/wiki/Biorreguladores

42 **http://www**.agroenzymas.com.mx/esp/artman2/publish/tecnilasas/Biorregulador e_Vs_Bioestimulantes.php

43 **http://www**.gruposegtec.com/fundloyola/documentos/Tesis/Bioestimulantes%20en%20Aguacate%202007.pdf

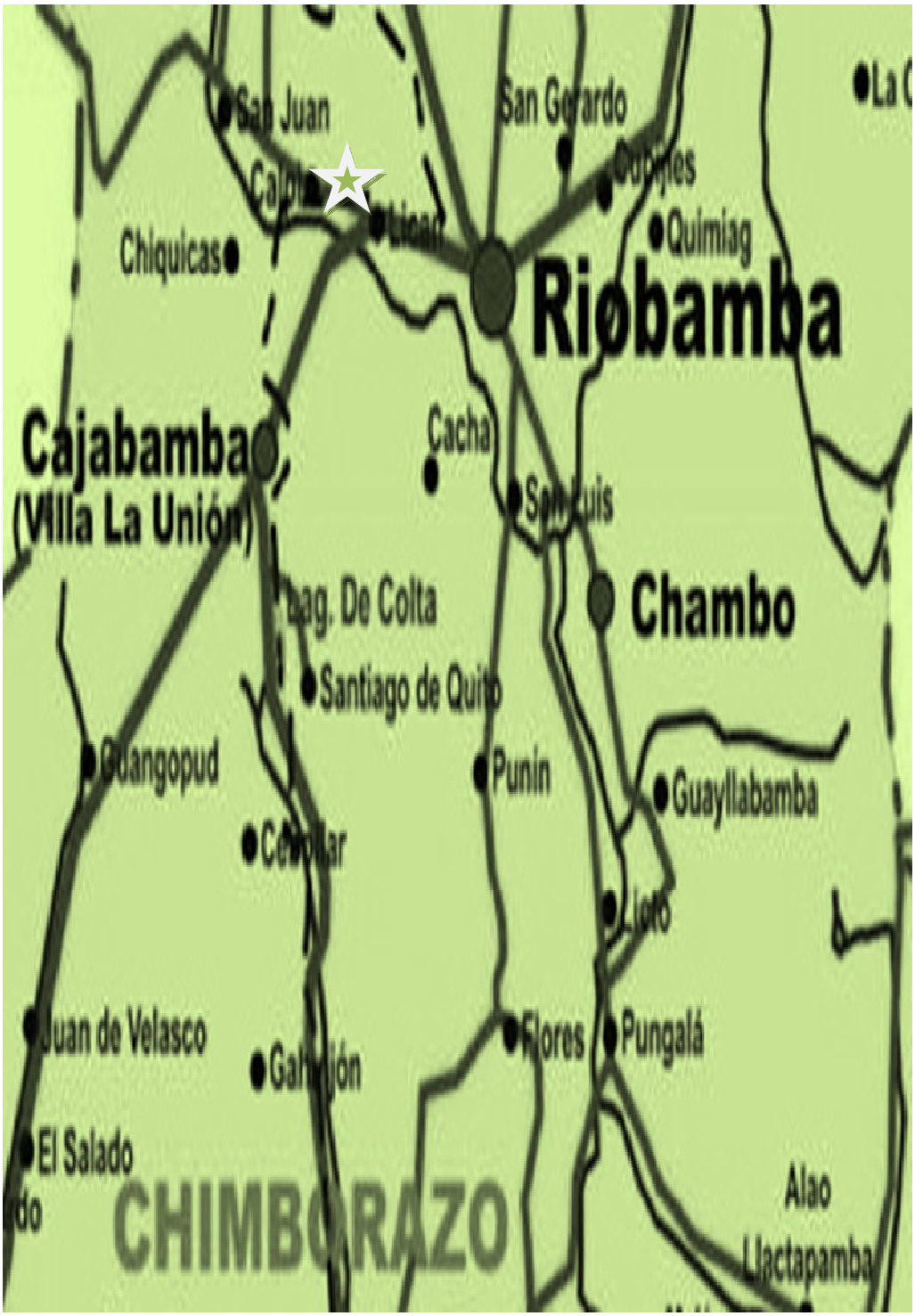
44 **http**://**www**.seminis.com/products/brocoli/legacy.asp

45 **http**://**www**.sakata.com.mx/

46 **http:**//fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/brocoli-broculi-brecol.htm

anexos

ANEXO Nº.1 Mapa de la ubicación y localización del ensayo.



ANEXO N°.2 Análisis de suelo.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS

Nombre del remitente: Roberto Ortíz

Fecha de ingreso: 03/05/2010
Fecha de salida : 12/05/2010

Localización: **San Juan Chico** **Nombre de la granja:** | **Parroquia** | **San Juan** **Cantón** | **Chimborazo** **Provincia**

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FISICO - QUÍMICO DE SUELOS

			ppm		Meq/100g			
No.	**Identificación**	**pH**	**NH4**	**P2O5**	**K2O**	**CaO**	**MgO**	**M.O. (%)**
185	Suelo	8.6 Alc.	12.8 B	61.4 A	0.95 A	3.3 M	0.34 M	2.4 B

Recomendación para Brócoli en los niveles B-A-A: aplicar 4.5 sacos de fertilizante 18 – 46 - 0, más 2 sacos de muriato de potasio mezclar y colocar al momento del transplante, como nitrógeno complementario aplicar 5 sacos de urea en tres aplicaciones cada 21 días a partir de los 25 días después del transplante. Además se debe aplicar humus en una proporción de 100 g/planta. Recomendación que se lo hace por ha.

NOTA.- Sr. Agricultor para lograr una correcta asimilación del fertulizante (abono) por parte del cultivo, asegúrese que exista suficiente humedad en el suelo, caso contrario aplique un riego y luego incorpore el fertilizante sea orgánico y/o químico. Se lo recomienda el Departamento de Suelos.

CODIGO	
Ac. Ácido	A: alto
L.Ac. Ligeramente Acido	M. medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo
Alc. Alcalino	

Ing. Mario E. Oñate A
DIRECTOR DPTO. SUELO

Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

ANEXO Nº.3 Base de datos.

1	Repeticiones
2	Tratamientos
3	Factor a (híbridos)
4	Factor b (dosis de bioestimulante)
5	Porcentaje de prendimiento
6	Altura de planta
7	Longitud de hoja
8	Ancho de hoja
9	Número de hoja
10	Diámetro de tallo
11	Longitud de tallo
12	Diámetro de pella
13	Peso de pella por parcela
14	Volumen radicular
15	Rendimiento por parcela
16	Rendimiento por hectárea

BASE DE DATOS (MSTAT)

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	100.00	47.14	39.52	18.64	19	4.34	19.42	16.58	430.38	43.19	15.500	19135.80
2	1	2	1	2	100.00	45.66	39.54	17.25	19	4.12	17.26	14.45	435.52	39.52	14.510	17913.58
3	1	3	1	3	100.00	43.23	35.76	17.58	16	3.93	17.12	13.22	269.11	34.57	15.100	18641.98
4	1	4	2	1	100.00	49.04	45.78	22.15	21	4.19	11.79	14.68	350.05	49.40	15.250	18827.16
5	1	5	2	2	100.00	50.14	44.80	21.68	22	4.36	11.10	14.27	252.57	42.14	18.500	22829.51
6	1	6	2	3	100.00	49.38	45.45	21.54	17	4.21	10.70	11.51	230.00	37.90	15.300	18888.89
7	2	1	1	1	100.00	46.80	37.80	18.50	21	4.34	17.66	16.45	393.14	48.80	19.300	23827.16
8	2	2	1	2	100.00	43.94	38.23	17.31	19	4.93	18.68	15.60	354.42	41.47	15.000	18518.52
9	2	3	1	3	100.00	45.76	40.73	18.15	19	4.04	17.17	13.01	285.38	37.28	14.960	18469.14
10	2	4	2	1	100.00	49.80	45.70	19.87	20	4.31	11.31	14.70	327.09	46.85	14.200	17530.86
11	2	5	2	2	100.00	47.71	44.14	21.38	19	4.25	11.43	14.10	309.80	45.80	19.150	23641.98
12	2	6	2	3	100.00	43.80	40.14	20.95	17	3.70	10.70	12.10	226.85	34.80	13.200	16296.30
13	3	1	1	1	100.00	51.14	41.31	19.87	22	4.59	19.32	18.32	574.76	52.33	16.350	20185.19
14	3	2	1	2	100.00	48.70	42.47	19.48	19	4.33	18.32	16.80	555.80	49.61	15.500	19135.80
15	3	3	1	3	100.00	47.97	41.46	19.14	20	4.15	19.74	14.94	372.61	44.85	16.000	19753.09
16	3	4	2	1	100.00	53.11	47.76	23.56	20	4.61	11.34	15.11	448.00	55.19	14.250	17592.59
17	3	5	2	2	100.00	49.71	46.29	28.21	19	4.37	10.91	14.02	310.19	48.42	20.280	25037.04
18	3	6	2	3	100.00	42.21	44.88	20.67	17	4.00	13.16	13.16	248.19	42.04	14.860	18345.68

ANEXO Nº.4 Fotografías del manejo del ensayo.

TRASPLANTE.





INSTALACIÓN Y RIEGO POR GOTEO.





APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE ORGÁNICO.



CONTROL DE MALEZAS Y APORQUE.



TOMA DE DATOS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

MONITOREO



LONGITUD DE HOJA



NÚMERO DE HOJAS



DIÁMETRO DE TALLO



ANCHO DE HOJA



DIÁMETRO DE PELLA



PESO DE PELLA



VOLUMEN DE RAÍZ



COSECHA DE BRÓCOLI





ANEXO Nº.5 Glosario

Angiosperma: Vegetal superior que presenta los óvulos encerrados dentro de un ovario que madura luego para dar un fruto. Es el nombre común usado para las plantas con semilla.

Bioestimulante.- Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos (aa) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés.

Biorregulador: Es el proceso de manipular un evento fisiológico de una planta, a que éste se sobre exprese o bien se inhiba.

Convexas: a dj. Dícese de la línea o superficie curvas que, respecto del que las mira, tienen su parte más prominente en el centro.

Compost: Es otro de los productos que se obtiene a partir de la basura orgánica, concretamente tras su fermentación.

Cultivar.- El término "cultivar" no puede utilizarse para cualquier planta que se cultive de forma artificial. Sólo se aplica a aquel asemblaje de plantas cultivadas que es claramente distinguido por caracteres particulares (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, etc.), que son traspasados de generación en generación a través de su reproducción sexual o asexual.

Dioica: Se dice que una especie es dioica cuando sus flores solo tienen gametos masculinos o femeninos.

Enfermedad.- Desorden fisiológico en un vegetal provocado agentes fitopatógenos.

Fertilización foliar.- La fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente.

Follaje.- Conjunto de hojas de los árboles y otras plantas.

Híbrido.- Un híbrido es el organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna, o más, cualidades diferentes.

Parcela.- Unidad experimental de los experimentos agronómicos formada por una superficie pequeña que constituye una representación de la superficie total.

Silicua: f. Bot. Fruto seco, abridero, bivalvo, que tiene las semillas adheridas alternativamente a las dos suturas.

Taxonomía.- La ciencia de la clasificación. Habitualmente, se emplea el término para designar a la taxonomía biológica, la ciencia de ordenar a los organismos en un sistema de clasificación compuesto por una jerarquía de taxones anidados.

Tropismo: m. Movimiento de los organismos determinado por el estímulo de agentes físicos o químicos.

Variedad: Bot. Y Zool. Cualquiera de los grupos en que se dividen algunas especies y que se distinguen entre si por ciertos caracteres secundarios, pero hereditarios.

Valvas: f. Bot. Cada una de las partes de la cascara de un fruto.