

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFFECTO DE CINCO NIVELES DE BIOL EN EL RENDIMIENTO
Y CALIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck)
CULTIVAR LEGACY**

TESIS

Presentada por:

Bach. Guillermo Gianmarco Poma Oliveira

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN


Facultad de Ciencias Agropecuarias

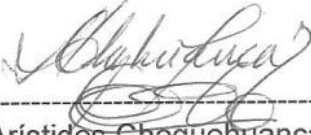
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

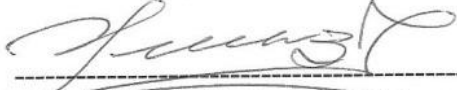
**Efecto de cinco niveles de Biol en el rendimiento y calidad del cultivo
de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck) cultivar Legacy**

Tesis sustentada y aprobada el 2 de Octubre del 2014, estando el jurado
calificador integrado por:

PRESIDENTE : 
MSc. Magno Robles Tello

SECRETARIO : 
MSc. Mario Gálvez Briceño

VOCAL : 
MSc. Aristides Choquehuanca Tintaya

ASESOR : 
MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca

DEDICATORIA

La Tesis la dedico con todo mi amor y cariño:

A ti Señor Jesús, que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una maravillosa familia.

Con mucho cariño especialmente a mis padres, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, gracias por darme la oportunidad de estudiar esta carrera y creer en mí. También a todos mis mentores, que durante mi formación personal y profesional tuvieron un consejo que brindarme y confiaron en mí.

A todos mis amigos y amigas que conocí durante mi estancia en la universidad, personas que fueron y son muy importantes en mi vida, gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

A todos los catedráticos de la Escuela de Agronomía de la UNJBG, quienes con sus lecciones y experiencias influyeron en mi formación profesional. Un agradecimiento muy especial a mi asesor M. Sc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su gran apoyo y compartir sus conocimientos, también a los profesores Miguel Churata y Nelly Arévalo por su gran colaboración incondicional.

Al mis jurados M. Sc. Magno Robles, M. Sc. Mario Gálvez y M. Sc. Arístides Choquehuanca, por su orientación y guía en la conclusión de mi tesis.

A todos mis compañeros de estudios universitarios con los cuales compartí experiencias y vivencias inolvidables durante todos los años de la carrera.

En especial a mis grandes amigos Diego Churata, Elvis Pari, Miguel Yunganina, por todo ese apoyo fundamental en el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1	Planteamiento del problema	3
1.2	Formulación y sistematización del problema	4
1.2.1	Problema general	4
1.2.2	Problemas específicos	4
1.3	Delimitación de la investigación	5
1.3.1	Temporal	5
1.3.2	Espacia	5
1.4	Justificación	5
1.5	Limitaciones	6
1.6	Objetivos	7

1.6.1	Objetivo general y específico	7
-------	-------------------------------	---

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1	Conceptos generales y definiciones	8
2.1.1	Origen del Brócoli	8
2.1.2	Botánica	9
2.1.3	Descripción botánica	9
2.1.4	Fenología	12
2.1.5	Exigencias edafoclimáticas	14
2.1.6	Calidad comercial	16
2.2	Enfoques teórico técnicos	25
2.2.1	Aspectos generales de nutrición foliar	25
2.2.2	Propósitos de la fertilización foliar	26
2.2.3	Biol	27

2.3	Marco Referencial	40
-----	-------------------	----

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1	Hipótesis Generales y Específicas	41
-----	-----------------------------------	----

3.2	Sistema de variables	41
-----	----------------------	----

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Tipo de investigación	43
-----	-----------------------	----

4.2	Población y Muestra	43
-----	---------------------	----

4.3	Materiales y Métodos	43
-----	----------------------	----

CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de la información	58
-----	--	----

5.2	Instrumentos de medición	58
-----	--------------------------	----

5.3	Resultados	59
5.4	Discusión de resultados	74
	CONCLUSIONES	76
	RECOMENDACIONES	78
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos	22
Cuadro 2.	Valor nutricional del brócoli	24
Cuadro 3.	Análisis físico químico del suelo experimental	44
Cuadro 4.	Cationes Cambiables	45
Cuadro 5.	Variables Climáticas 2012	46
Cuadro 6.	Análisis químico del biol	48
Cuadro 7.	Características del campo experimental	50
Cuadro 8.	Aplicación de los tratamientos.	54
Cuadro 9.	Análisis de varianza del diámetro de inflorescencia de brócoli (cm).	59

Cuadro 10.	Análisis de Regresión de diámetro de inflorescencia de brócoli	60
Cuadro 11.	Prueba de significación de los coeficientes de regresión de diámetro de inflorescencia de brócoli.	60
Cuadro 12.	Análisis de varianza de peso de inflorescencia de brócoli (g).	62
Cuadro 13.	Análisis de Regresión de peso de inflorescencia de brócoli.	63
Cuadro 14.	Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de inflorescencia de brócoli	63
Cuadro 15.	Análisis de varianza de longitud de inflorescencia de brócoli (cm).	65
Cuadro 16.	Análisis de Regresión de longitud de inflorescencia de brócoli.	65
Cuadro 17.	Prueba de significación de los coeficientes de regresión de longitud de inflorescencia de brócoli	66

Cuadro 18.	Análisis de varianza de longitud de tallo de brócoli (cm).	68
Cuadro 19.	Análisis de Regresión de longitud de tallo de brócoli.	69
Cuadro 20.	Prueba de significación de los coeficientes de regresión de longitud de tallo de brócoli.	69
Cuadro 21.	Análisis de Varianza del Rendimiento (kg/ha).	71
Cuadro 22.	Análisis de Varianza de Regresión de Rendimiento.	72
Cuadro 23.	Prueba de significación de los coeficientes de regresión de Rendimiento de brócoli.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Croquis del área experimental y distribución de los tratamientos	49
Figura 2.	Diámetro de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.	61
Figura 3.	Peso de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.	64
Figura 4.	Longitud de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.	67
Figura 5.	Longitud de tallo de brócoli en función de dosis de biol.	70
Figura 6.	Rendimiento de brócoli en función de dosis de biol.	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Diámetro de inflorescencia (cm)	84
Anexo 2.	Peso de inflorescencia (g)	84
Anexo 3.	Longitud de inflorescencia (cm)	85
Anexo 4.	Longitud de tallo (cm)	85
Anexo 5.	Rendimiento por hectárea (kg)	86
Anexo 6.	Composición y elaboración del biol	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Efecto de cinco niveles de Biol en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck) cultivar Legacy”, se ejecutó en el fundo Paria – Pocollay.

El experimento se realizó durante los meses de Mayo a Septiembre del 2012. Se utilizaron cinco niveles de biol con cuatro repeticiones. Se empleó el diseño de Bloques Completos Aleatorios.

Se demostró que, con una dosis de biol de 820,09 l/ha se obtuvo un rendimiento de 20 391 kg/ha. La calidad de la inflorescencia mejoró obteniendo brócolis buenos y excelentes con un diámetro de inflorescencia de 19,9 cm aplicando 825,6 l/ha de biol. Y con un peso de 549,54 g aplicando 813,04 l/ha de biol.

INTRODUCCIÓN

El brócoli es importante por su alto valor nutricional y medicinal, aportando vitaminas (A, B, C, E, K), aminoácidos, antioxidantes, fibra, calcio, fósforo, magnesio, hierro y zinc, beta-caroteno, ácido fólico y sustancias fotoquímicas anticancerígenas como el sulfofano. Además fortalece el sistema inmunológico, protege al corazón, los ojos, los huesos, mejora la piel, previene la anemia, el estreñimiento y es buen alimento en el embarazo.

A nivel nacional se cuenta con una superficie cultivada de 2 774 has de brócoli, siendo las zonas de producción por excelencia los valles de la costa que comprenden: La Libertad con un rendimiento promedio de 22,38 t/ha, Arequipa con un rendimiento promedio de 14,83 t/ha, Lima con un rendimiento promedio de 13,17 t/ha, además de Junín en la sierra central con un rendimiento promedio de 20,96 t/ha. El rendimiento nacional promedio es de alrededor de 12,6 t/ha. A pesar de las condiciones favorables que presenta el valle de Tacna, el cultivo de esta

hortaliza abarca pequeñas extensiones. Los rendimientos reportados para la zona son relativamente bajos.

Ante los bajos rendimientos y calidad del brócoli, la presente investigación plantea como alternativa de fertilización, el Biol, que es un abono foliar orgánico que aporta macro y micronutrientes, además de aminoácidos, enzimas, minerales, fitohormonas en proporciones variables que complementan la nutrición de los cultivos y estimulan sus procesos fisiológicos, haciendo de la fertilización una práctica agronómicamente estable, ecológicamente sostenible y económicamente rentable.

Estudios previos coinciden en que el Biol ha dado grandes resultados en distintos cultivos, incrementando sus rendimientos y calidad de los productos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Pese a que el cultivo de brócoli se adapta bien a las condiciones edafoclimáticas nuestra localidad, los reportes en cuanto a su producción y rendimiento no son alentadores. El problema puntual es la obtención de bajos rendimientos y a su vez productos de variabilidad en calidad. El brócoli responde muy bien a la fertilización nitrogenada, sin embargo, el costo de los fertilizantes químicos eleva los costos de producción para los agricultores hortícolas.

Tomando en cuenta que la fertilidad de los suelos ha ido decreciendo por el uso indiscriminado de agroquímicos, los agricultores en la actualidad demandan de nuevas y mejores prácticas agrícolas que permitan optimizar la nutrición de los cultivos para llegar a obtener productos sostenibles y sustentables, enmarcados dentro de la tendencia de protección y conservación del medio ambiente, al tiempo que abarate costos y mejore la productividad y calidad de los cultivos.

1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de los diferentes niveles de biol a aplicar en el cultivo de brócoli?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la variación de dosis de biol en el diámetro de la inflorescencia del brócoli?

¿Cuál es el efecto de la variación de dosis de biol en el peso de la inflorescencia del brócoli?

¿Cuál es el efecto de la variación de dosis de biol en la longitud de inflorescencia del brócoli?

¿Cuál es el efecto de la variación de dosis de biol en la longitud del tallo del brócoli?

¿Cuál es el efecto de la variación de dosis de biol en el rendimiento del cultivo de brócoli?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Temporal:

El trabajo de investigación denominado “Efecto de cinco niveles de biol en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli”, se realizó entre los meses de Mayo y Septiembre del 2012.

1.3.2. Espacial:

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo de la familia Paria, ubicado en el distrito de Pocollay.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La horticultura nacional tiene una fuerte presencia en los mercados internacionales, incluso los más exigentes del mundo.

Siendo el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck) de ensalada una buena opción para el productor de Tacna, debido a su gran adaptación a las condiciones medio ambientales de Tacna.

El brócoli es considerada la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso y posee cualidades medicinales, inclusive de prevenir enfermedades entre las cuales el cáncer; aporta vitaminas, principalmente

C, B₂ (riboflavina) y provitamina A, es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales como Ca, K y especialmente P.

Presenta ventajas indiscutibles sobre otras hortalizas tanto en el aspecto técnico como en el económico, ya que es una planta de ciclo corto, además se siembra durante todo el año por lo que en determinadas épocas se cotiza a un alto precio.

Por tal motivo, con el presente trabajo de investigación se pretende brindar la información en función a una adecuada aplicación de biol, para que el productor pueda disponer de datos ajustados a las condiciones locales con el objeto de poder determinar la aplicación que debe realizarse tanto en cantidades totales como su distribución a lo largo del cultivo. Con ello se asegurará la máxima eficacia en su utilización contribuyendo con el medio ambiente y consiguiendo así un desarrollo adecuado del cultivo.

1.5. LIMITACIONES

En el presente trabajo de investigación del cultivo de pepinillo hubo dos limitaciones:

Como primer limitante tuvimos la restricción de agua, ya que debido a las altas temperaturas de la época, también encontrándonos en una zona

desértica y a la alta demanda del cultivo de este elemento se trató de aprovechar al máximo su uso.

Como segundo limitante tuvimos las variaciones del clima, presentándose altas y bajas temperaturas, lo cual no afectó notablemente en el desarrollo del cultivo.

Existen escasos trabajos de investigación a nivel local y nacional.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del biol en diferentes dosis en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck)

1.6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel adecuado de biol para mejorar el rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck).
- Determinar el nivel adecuado de biol para mejorar la calidad del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

2.1.1 Origen del brócoli.

Es originaria de las costas del Mediterráneo y Asia Occidental, donde actualmente se encuentran Grecia, Turquía y Siria, de allí fue llevada a Inglaterra, Dinamarca, Holanda, Francia, España y Grecia. Su nombre proviene del término Italiano «broco» que quiere decir brote, en alusión a la parte comestible y preciada de la planta (Maroto, 1995).

El brócoli es originario del Mediterráneo Oriental y aunque se conocían en Europa, en la época Romana (en la obra de Plineo se les llama coles de Chipre) y durante la dominación Árabe de España (recibían el nombre de col de Siria), su expansión como cultivo en Europa solo se produjo a partir del siglo XVI. Pero después pasaron desde este continente al americano (Jáuregui, 2005).

2.1.2 Botánica

La clasificación taxonómica del pepinillo es la siguiente:

Familia : Brassicaceae
Género : Brassica
Especie : *Brassica oleracea* L.var. *Itálica*
Nombre Vulgar : Brócoli

Fuente: (Parsons y colaboradores, 2003).

2.1.3. Descripción botánica

Raíz

Profundas y una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. Se adapta a casi cualquier tipo de suelos, pero como todos los vegetales, prefieren suelos no muy ligeros sino uniformes y profundos con buen drenaje. El brócoli presenta una raíz pivotante de la que parte una cabellera ramificada y superficial de las raíces (Maroto, 1995).

Tallo

El brócoli desarrolla un tallo principal con un diámetro de 2 – 6 cm., corto de 20 – 50 cm. de largo, sobre el que se disponen las hojas con

internados cortos, con una apariencia de roseta de coliflor donde termina la inflorescencia principal (Maroto, 1995).

Hojas

En los brócolis cultivados, las hojas suelen ser de color verde oscuro, rizadas, festoneadas, con ligerísimas espículas, presentando un limbo foliar hendido que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central muy pronunciado, pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos. Tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho (Maroto, 1995).

Flores

Las flores son pequeñas, notables debido a su gran número, son completas, regulares e hipóginas, tienen cuatro sépalos y cuatro pétalos de color amarillo, por lo general en ángulo agudo, cerca de la línea mediana y doblada hacia atrás. Existen seis estambres, cuatro más largos que los otros dos, el pistilo simple se compone de dos carpelos y tienen dos lóbulos. La disposición de los pétalos es en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece (Valadez, 1994).

Fruto

Pepónide áspero o liso que varía desde un verde claro, pasando por un verde oscuro, hasta alcanzar de acuerdo a la variedad un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa de color blanquecino, suave y de cáscara dura, sus semillas son ricas en aceite, con un endospermo escaso (Nurida, 2002).

Inflorescencia

La inflorescencia está constituida por primordios florales inmaduras dispuestas en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar, de verde claro a verde púrpura, mantiene muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible (Antón, 2004).

Frutos

El fruto del brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior (Antón, 2004).

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 (Antón, 2004).

Cultivares

Los cultivares existentes de brócoli son híbridos, lo que implica que se desarrollan genéticamente en laboratorios y que las plantas no producen semillas. En general estos cultivares se clasifican según su ciclo (entre 50 y 150 días), en temperaturas, medias y tardías. Las diferencias radican en el color, tamaño de la planta y de la inflorescencia, en el grado de desarrollo de los brotes laterales, en su adaptabilidad a diversos climas y suelos y en sus características genéticas; entre los diferentes cultivares de brócoli están: Legacy, Triathlon, Marathon, Arcadia, Patriot, Máximo, Avenger, Expo, Gypsy (Antón, 2004).

2.1.4 Fenología

2.1.4.1 Etapa semillero

Esta etapa tiene una duración de 30 días; comienza con la germinación de la semilla hasta cuando la plántula, tiene entre tres y

cuatro hojas bien formadas y una altura entre 10-12 cm. y está lista para el trasplante a campo (Giaconi, 1994).

2.1.4.2 Etapa de crecimiento

Esta se inicia con el trasplante a campo, cuando las plántulas tienen cuatro hojas y finaliza con la visualización de la estructura o primordio floral. Tiene una duración aproximada de 40 días. En este estado la planta tiene una edad total de 70 días. En esta etapa del crecimiento, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan incremento logarítmico. El tallo se engruesa y alarga hasta alcanzar un máximo desarrollo; también presenta una gran proliferación de hojas, y las senescentes son escasas en este periodo. El cierre del dosel ocurre al final de esta etapa hacia los 35 días después del trasplante, lo cual muestra el desarrollo acelerado de las hojas y su exposición para la captación de la radiación.

2.1.4.3 Etapa de emergencia floral

La aparición floral ocurre entre los 40-45 días después del trasplante, cuando las plantas tienen entre 18 a 20 hojas. A partir de este momento, se inicia un crecimiento lineal para la planta, donde su prioridad es el desarrollo de la cabeza, como lo confirman la disminución de la tasa de

emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa de crecimiento del tallo.

2.1.4.4 Etapa de formación de cabeza

Durante esta etapa ocurre el crecimiento de la inflorescencia hasta la cosecha, cuando aún no han abierto las flores. Tiene una duración de 20 a 25 días. La inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento «lento», desde su aparición hasta los 55 días después del trasplante aproximadamente, seguido de un periodo más rápido, que se extiende hasta la cosecha, la cual se inicia a partir de los 60 y 65 días después del trasplante. En esta etapa se da la traslocación de fotoasimilados hacia la inflorescencia; el diámetro del tallo se incrementa lentamente, la altura de la planta presenta un segundo pico en su crecimiento, por el aumento en el tamaño de la cabeza.

2.1.5 Exigencias edafoclimáticas del cultivo de Brócoli.

A continuación se mostrara los requerimientos edafoclimáticos del cultivo:

2.1.5.1. Temperatura y humedad

El brócoli es considerado como un cultivo de clima frío, la temperatura mínima para el crecimiento es de 5 °C, siendo la óptima de 15 a 18 °C, tolera heladas suaves pero al estar en inflorescencia provoca congelación y pardeamiento en flores, para la germinación requiere 5 °C a 28 °C. Temperaturas menores a 3 °C y mayores a 30 °C detienen su crecimiento. Si la temperatura es mayor a los rangos óptimos, el proceso de maduración se retrasa, produciendo cabezas disparejas, menos compactas y descoloridas, incluso el sabor es más fuerte que el brócoli de maduración normal. La humedad relativa no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal. Es de fotoperiodo neutro, condiciones extremas de luminosidad; altas o bajas, pueden llegar a limitar el crecimiento. Sin embargo, no es un limitante crucial para el cultivo (Krarup, 1992).

2.1.5.2. Suelo

Prefieren suelos ligeros, fértiles, de textura media, profundos y con buen drenaje, son óptimos para su cultivo. Asimismo, es conveniente que el suelo posea una adecuada capacidad de retención de agua y buen nivel de materia orgánica. Las plantas son medianamente resistentes a la

salinidad del suelo. El pH para un buen desarrollo debe estar entre los 6 – 6.8 y la ausencia de salinidad favorecen su producción (Maroto, 1995).

2.1.6. CALIDAD COMERCIAL

1. Criterios y normas de calidad

a. Planta

a.1 Ciclo del cultivo

Lo constituyen los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha (Gull, 2003).

a.2 Vigor de la planta

Es la fuerza en el desarrollo expresado en su rápido crecimiento (Gull, 2003).

a.3 Porte de las hojas

Pueden ser erectas o caídas. Las hojas erectas facilitan el desarrollo de la inflorescencia y su recolección en la cosecha (Gull, 2003).

a.4 Brotes secundarios

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

b. Inflorescencia

b.1 Situación de la inflorescencia

La inflorescencia puede ser profunda o elevada. La elevada facilita la recolección o cosecha (Gull, 2003).

El órgano de consumo del brócoli corresponde a la inflorescencia tipo corimbo compuesto, desarrollada a partir de la yema apical del tallo principal. El corimbo principal o pan principal está constituido por numerosos primordios florales sostenidos en los tallos florales o pedicelos, que a su vez se disponen sobre pedúnculos suculentos. Estos elementos corresponden fisiológica y morfológicamente a estadíos florales iniciales a diferencia de la coliflor (FAO, 2004).

La inflorescencia del brócoli a diferencia de algunos tipos de coliflor, está conformada por primordios florales o flores inmaduras, dispuestas en un corimbo primario, en el extremo superior del tallo o en ramificaciones de la yemas axilares y puede superar los 20 cm. de diámetro. Los corimbos son de color variable según el cultivar, desde verde claro a

purpura y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo hasta que se acelera la elongación de los pedúnculos y la maduración de las flores (PUCE, 2004).

b.2 Forma

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

Sus pedúnculos florales son menos prietos y compactos; formando una cabeza de figura irregular, abierta y desproporcionada, conocida con el nombre de pella (FAO, 2004).

La forma de la pella en el cultivo del 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 de defectos morfológicos. En algunos casos, la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor (ABCAGRO, 2004).

b.3 Clasificación de las pellas por el tamaño

- **Pellas chicas.**- cuando la pella está comprendida entre 5 – 10 cm. de diámetro.

- **Pellas medianas.**- cuando la pella está comprendida entre más de 10 y 20 cm. de diámetro.
- **Pellas grandes.**- cuando la pella tiene más de 20 cm. de diámetro (SENASA, 2004).

b.4 Grano

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

b.5 Maduración del grano

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

En el brócoli, la madurez del grano se determina por la compactación de la inflorescencia y la apertura de las yemas. El brócoli designado como Calidad Suprema, debe presentarse en madurez fisiológica o punto sazón (SENASA, 2004).

c. Color

El color de la pella es de un verde oscuro y de un verde azulado en el extremo de la flor, aunque existen variedades moradas, rojizas, amarillas y blancas (FAO, 2004).

El color, tanto en intensidad como en uniformidad en el 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 del grano (ABCAGRO, 2004).

La pérdida del color verde en la inflorescencia del brócoli, es un indicador de senescencia. El color también es un indicador de madurez y muy importante en frutos y hortalizas en donde no hay cambios substanciales 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 (JUNAGRA, 2004).

En hortalizas como 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 (Antón, 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 continua, se produce la sobre maduración, que

conduce en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto (Antón, 2004).

d. Tamaño

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

Una buena pella puede llegar a desarrollar un cogollo de hasta 20 cm. de diámetro y pesar unos 2 kg (FAO, 2004).

El tamaño en la inflorescencia del 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 la textura, tal es el caso de hortalizas en general, en donde los tamaños pequeños son particularmente valorados por los consumidores exigentes (JUNAGRA, 2004).

En el cuadro 1, se indica el tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos en la agroindustria:

Cuadro 1. Tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos

Tamaño	Pequeño	Mediano	Grande
Peso (g)	Menos de 300	De 300 - 500	Mayor de 500
Diámetro (cm)	Menos de 13	De 13 - 16	Mayor de 16

Fuente: ABCAGRO, 2004.

e. 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 uniformizar el producto, para tener éxitos y buena aceptación (ABCAGRO, 2004).

f. Compacidad

Depende de la variedad pero puede estar influenciada por la climatología y técnicas de cultivo. Se desean pellas compactas, pesadas, con buen aguante el campo y postcosecha (Gull, 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 (AGROFRIO, 2004).

Se dice que la pella del 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 (SENASA, 2004).

g. 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, 2003).

2.1.7. Valor nutricional

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible como se aprecia en el Cuadro 2 a continuación.

Cuadro 2. Valor nutricional del brócoli por 100 g de producto

Componente	Brócoli crudo		Brócoli cocido	
	Contenido	Unidad	Contenido	Unidad
Agua	91,00	%	90,00	%
Carbohidratos	5,30	g	5,56	g
Proteínas	2,65	g	2,78	g
Lípidos	0,66	g	0,56	g
Calcio	47,68	mg	113,89	mg
Fósforo	66,23	mg	47,68	mg
Fierro	0,86	mg	1,17	mg
Potasio	325,17	mg	162,78	mg
Sodio	27,15	mg	11,11	mg
Vitamina A (valor)	1543,05	UI	1411,11	UI
Tiamina	0,07	mg	0,08	mg
Riboflavina	0,12	mg	0,21	mg
Niacina	0,66	mg	0,78	mg
Ácido ascórbico	93,38	mg	62,78	mg
Valor energético	26,49	cal	27,78	cal

Fuente: Universidad de Chile – www.uc.cl/hort0498

2.2. ENFOQUES TEÓRICO TÉCNICOS

2.2.1 Aspectos generales de nutrición foliar

La fertilización foliar que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo, esta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes, algunos componentes de éstas participan en la absorción de iones. Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar, con mayor o menor velocidad. La fertilización foliar demostró ser un excelente método para abastecer los requerimientos de nutrientes secundarios (Ca, Mg, S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B, Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N – P – K requeridos en los periodos de estado de crecimiento crítico del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los periodos de senescencia natural (Fertilizando, 2002).

La nutrición foliar se dirige a los estados de crecimiento cuando disminuye la velocidad de fotosíntesis y ocurre una baja absorción de nutrientes vía raíces, en función de ayudar a la traslocación de nutrientes hacia la semilla, fruto o destino específico. La fertilización foliar puede ser

útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis (Fertilizando, 2002).

2.2.2. Propósitos de la fertilización foliar

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en cuenta que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutricionales que un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutricionales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, abastecer los nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutricional de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha. Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos (Eibner, R. 1986).

2.2.3. Biol

1) Concepto

Los bioles son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días en tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Suquilanda, 1996).

Es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del Bioabono (Restrepo, 2007).

2) Origen

Es un biofertilizante que desde el inicio de la década de los años 80 viene revolucionando todo Latinoamérica. La forma de hacer este biofertilizante fue ideado por el agricultor Delvino Magro con el apoyo de Sebastiao Pinheiro, de la Juqira Candirú Satyagraha en Río Grande do Sul-Brasil, con sedes en Colombia y México (Restrepo, 2007).

3) **Ventajas del biol**

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran alrededor o en la zona.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Tiene bajo costo.
- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficiencia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Se logran incrementos de hasta el 30 % en la producción de los cultivos sin emplear fertilizantes químicos (Suquilanda, 1996).

4) **Sustancias orgánicas benéficas en el biol**

Entre las principales sustancias orgánicas beneficiosas que el biol aporta a los cultivos se encuentran:

- **Citoquininas:** fitohormonas que activan el proceso de división celular, además de interactuar junto con las auxinas para promover la dormancia apical. Estas hormonas retardan el envejecimiento vegetal, además de activar el transporte de nutrientes. (Suquilanda, 1996).

- **Tiamina (vitamina B1):** sustancia que actúa directamente en el aumento de la inmunidad adquirida en los vegetales (Restrepo, 2007).
- **Auxinas:** fitohormonas que promueven el alargamiento celular y estimulan la dominancia apical en las plantas. (Suquilanda, 1996).
- **Riboflavina (vitamina B2):** sustancia que actúa en el metabolismo de proteínas y carbohidratos, además de promover el crecimiento celular. (Restrepo, 2007).
- **Giberelinas:** hormonas vegetales que estimulan el alargamiento de los tallos y ejes florales. (Suquilanda, 1996).
- **Aminoácidos:** compuestos de gran importancia para la formación de macromoléculas en aplicaciones foliares (Restrepo, 2007).

5) Funciones del biol

Función principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Medina, 1992).

Los bioles enriquecidos después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores a las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Suquilanda, 1996).

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas; acción sobre el follaje, acción sobre la floración y sobre todo cuajado de frutos, acción sobre el enraizamiento y activador de semillas y partes vegetativas (Claure, 1992)

6) Factores que intervienen en la formación del biol

a. Fermentación anaeróbica

Fue descubierta por Pasteur, que la descubrió como *la vie sans l'air* (la vida sin el aire). La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. También algunos metazoos y protistas son capaces de realizarla. El proceso de fermentación anaeróbica se produce en ausencia de oxígeno; ello significa que el aceptor final de los electrones del NADH producido en la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá para poder reoxidar el NADH a NAD⁺. El compuesto orgánico que se

reduce (acetaldehído, piruvato), es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente (Espinoza, 1987).

b. Principios de la fermentación anaeróbica

En esta condición cuando se acumulan polímeros naturales orgánicos como proteínas, carbohidratos, celulosa, etc., se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los microorganismos, produciéndose una metanogénesis; en estas condiciones, el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico, debido a la ausencia del oxígeno. El método básico consiste en alimentar al digestor con materiales orgánicos y agua, dejándolos un periodo de dos semanas o meses, a lo largo de los cuales, en condiciones ambientales y químicas favorables, el proceso bioquímico y la acción bacteriana se desarrollan simultánea y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde se acumula el gas (Espinoza, 1987).

c. Fases de la fermentación anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico; al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles; CO_2 , NH_3 , H_2S , N_2 y CH_4 (Espinoza, 1987).

La digestión anaerobia, a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, se realiza en tres etapas: 1) Hidrólisis y fermentación, en la que la materia orgánica es descompuesta por acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles; 2) Acetogénesis y deshidrogenación, donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO_2 e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas; 3) Metanogénica en la que se produce metano a partir de CO_2 e hidrógeno a partir de la actividad de bacterias metanogénicas (Claire, 1992).

d. Microorganismos que intervienen en la fermentación

La concentración de hidrogeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo de carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son: 1) bacterias hidrolíticas y fermentadoras; 2) bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintróficas); 3) bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno; 4) bacterias homoacetogénicas; 5) bacterias metanogénicas; 6) bacterias desnitrificantes (Claire, 1992).

7) Biodigestor

Los biodigestores son recipientes cerrados o tanques, los cuales pueden ser contruidos con diversos materiales como: ladrillo y cemento, metal o plástico, toman su término de digestivo o digestión, son máquinas simples que convierten las materias primas en subproductos aprovechables, en este caso gas metano y abono (Gomero, 2005).

a. Funcionamiento básico de un biodigestor

El principio básico del funcionamiento es el mismo que tienen todos los animales, descomponer los alimentos en compuestos más simples para su absorción mediante bacterias alojadas en el intestino en condiciones

controladas de humedad, temperatura y niveles de acidez (Gomero, 2005).

b. Condiciones para la biodigestión

Las condiciones para la obtención del biogás (metano) y el bioabono en el digestor son las siguientes:

- a) Temperatura entre los 20 y 60.
- b) pH (nivel de acidez – alcalinidad) alrededor de 7.
- c) Ausencia de oxígeno.
- d) Gran nivel de humedad.
- e) Materia orgánica.
- f) Que la materia prima se encuentre en trozos más pequeños posibles.
- g) Equilibrio de carbono/nitrógeno (Espinoza, 1987).

c. Porcentaje de humedad

Es importante considerar la relación materia seca y agua, que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales, la cantidad de

agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación (Suquilanda, 1996).

8) Tiempo de fermentación del biol

El tiempo que demora la fermentación de los bioles es variado y depende de cierta manera de la habilidad, de las ganas de inversión de cada producto, de la cantidad que necesita y del biofertilizante que se desea preparar para cada cultivo (si es enriquecido con sales minerales) (Claure, 1992).

El biofertilizante más sencillo de preparar y fermentar demora para estar listos de 20 a 30 días. Sin embargo para preparar bioles enriquecidos con sales minerales se puede demorar de 35 a 45 días, si se dispone de una mayor inversión y se adquiere varios recipientes o tanques plásticos, la fermentación de las sales la podemos realizar por separado en menos tiempo, o sea, en cada tanque recipiente individual se coloca a fermentar los ingredientes básicos y una sal mineral, acortando de esta manera el periodo de fermentación enriquecida con minerales. Después, es solo calcular la dosis necesaria de cada uno de los nutrientes para el cultivo y mezclarlas en la bomba, el momento de su aplicación (Espinoza, 1987).

9) Funciones de cada ingrediente

a. Estiércol

Tiene principalmente la función de aportar los ingredientes vivos (microorganismos), para que ocurra la fermentación del biofertilizante, aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos y bacterias, los cuales son responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentren en el tanque de fermentación (Restrepo, 2007).

b. La leche

Principalmente tiene la función de reavivar el biopreparado de la misma forma que lo hace la melaza, aporta vitaminas, proteínas, grasas y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante, al mismo tiempo les permite el tiempo propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación (Restrepo, 2007).

c. La melaza

La función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso de fermentación se potencialice, además de aportar otros componentes en menor escala como son algunos minerales, entre ellos: calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc y magnesio (Restrepo, 2007).

d. Las sales minerales

Activan y enriquecen la fermentación y tienen como función principal, nutrir y fertilizar el suelo y las plantas, las cuales al ser fermentadas cobran vida a través de la digestión y el metabolismo de los microorganismos presentes en el tanque de la fermentación que fueron incorporados a través de los diferentes estiércoles (Medina, 1992).

e. Agua

Tiene la función de facilitar en medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es importante resaltar que muchos organismos presentes en la fermentación tales como levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida donde al mismo tiempo, los productos

sintetizados, enzimas, vitaminas, pépticos, promotores de crecimiento, etc (Medina, 1992).

f. Humus

Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrientes por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la úrea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo, al parecer hacen que se dilate la cutícula y destruye las ceras sobre la superficie de la hoja, facilitando la penetración del nutriente (Medina, 1992).

10) Disponibilidad de bioles para aplicar a cultivos

Los bioles están listos para ser utilizados cuando después de prepararlos, finalice el periodo más activo de la fermentación anaeróbica del estiércol, lo cual es verificado cuando se haya paralizado por completo la salida de los gases por la manguera que está conectada a la tapa del biofermentador y a la botella descartable (Espinoza, 1987).

Cuando no debe existir más formación de burbujas, por experiencia el mayor periodo de fermentación se da durante los primeros 15 a 20 días después de su preparación, sin embargo, a este periodo le sigue el tiempo de maduración, de igual forma como sucede con la fabricación de

vinos; por lo tanto, le recomendamos que mientras más tiempo se añeje o se envejezca el biofertilizante en el recipiente original, este será de mejor calidad. El periodo de envejecimiento puede durar de 2 hasta 3 meses (Suquilanda, 1996).

11) Relación materia orgánica-agua

La cantidad de materia orgánica varía de acuerdo a su origen con respecto al agua, pero se puede trabajar en concentraciones de 50% - 50%, o de 25% - 75% respectivamente, dependiendo de la disponibilidad de la materia prima, aunque lo más recomendable es utilizar 1/3 de materia orgánica y 2/3 de agua, dejando siempre un espacio de 10 a 20cm, en el borde superior del recipiente (Restrepo, 2007).

12) Frecuencia y dosis recomendada

La frecuencia con que se aplican los biofertilizantes es muy variada y se deben considerar algunos aspectos, entre éstos: tipo de cultivo, estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo y cobertura del mismo, etc.

- Hortalizas: 4 litros del Biol, en bomba de 15 litros de agua.
- En frutales: 15 litros de Biol, más 5 litros de agua.
- En cultivos anuales: 5 litros de Biol, con 10 litros de agua.

(Echeverría, 2002)

2.3. MARCO REFERENCIAL

Según (Basantes, 2009). En la investigación denominada “Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Legacy) en Riobamba - Ecuador”, menciona que obtuvo un rendimiento máximo de 16,55 t/ha con un tipo de biol y la calidad de los brócolis en peso fueron buenos.

Según (Zurita, 2009). En el trabajo de investigación denominado “Eficacia del Bioplus con diferentes dosis y dos frecuencias de aplicación en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) en Riobamba – Ecuador”, menciona que con el T₅ (4cc/litro cada 7 DDT) obtuvo 35 t/ha.

Según (Chura, 2003). En la investigación denominada “Influencia de cuatro bioestimulantes comerciales en el rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea*)” en el fundo los Pichones CEA III de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, menciona que obtuvo un rendimiento promedio de 24,5 t/ha con el producto Stimplex.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS

3.1.1 Hipótesis general

Por lo menos un nivel de Biol tendrá efecto en la calidad de inflorescencia y el rendimiento del brócoli.

3.1.2. Hipótesis específicas

Entre los niveles de Biol aplicados al brócoli, debe existir una dosis adecuada para rendimiento y calidad de inflorescencia.

3.2. SISTEMA DE VARIABLES

3.2.1. Variables independientes

Dosis de Biol

3.2.2. Variables dependientes

Diámetro de inflorescencia

Peso de inflorescencia

Longitud de inflorescencia

Longitud de tallo

Rendimiento

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo experimental.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida de plantas de brócoli (*Brassica olerace* L. var. *Itálica* Plenck) Cultivar Legacy.

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Ubicación del campo experimental:

El presente trabajo experimental se realizó en el Fundo de la familia Paria, el cual se encuentra ubicada geográficamente a una latitud sur de 17°59'44.58"; a una longitud oeste de 70°13'03.36"; a una altitud

de 684 msnm. Políticamente se encuentra en la Región Tacna, Provincia y el Distrito de Pocollay.

4.3.2. Historia del campo experimental

Cultivo de maíz

4.3.3. Situación edáfica del campo experimental

Se realizó el respectivo análisis del suelo en el año 2012 cuyos resultados se encuentran en el siguiente cuadro 3:

Cuadro 3. Análisis físico químico de suelo experimental

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADO
- Textura	Franco Arenosa
- Arena	75,6 %
- Limo	16,16 %
- Arcilla	8,24 %
ANÁLISIS QUÍMICO	
- pH	6,9
- C.E (dS/m)a 25 °C	4,18
- Materia orgánica	1,2 %
- N	0,09 %
- P	40 ppm
- K	450 ppm

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de suelos de la UNA – Puno 2012

Cuadro 4. Cationes intercambiables

CATIONES INTERCAMBIALES	
- Ca ⁺⁺	3,5 meq/100 g
- Mg ⁺⁺	1,9 meq/100 g
- Na ⁺	0,9 meq/100 g
- K ⁺	1,6 meq/100 g
- C.I.C	8 meq/100 g

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de suelos de la UNA – Puno 2012

Con respecto a las propiedades del suelo, el análisis físico detalla la clase textural, que resultó ser Franco Arenosa. La conductividad eléctrica encontrada de 4,18 dS/m está dentro de lo que se considera aceptable para el cultivo. El nivel de materia orgánica es del 1,2%, resultando ser bajo y consecuentemente el nitrógeno total es 0,09%, por lo que se incorporó la cantidad de nitrógeno recomendada. El valor del pH es 6,9 que se clasifica como neutro y se encuentra dentro del rango establecido para el cultivo. El contenido de fósforo (40 ppm) y potasio disponible (450 ppm) son considerados altos. En lo que respecta a relaciones catiónicas, la relación K/Mg toma el valor de 0,84 lo que indica que el suelo presenta altos valores de K que habrían originado algún nivel de deficiencia de Mg (valores superiores a 0,5 indican la existencia de antagonismo entre estos dos cationes). La relación Ca/Mg es de 1,84 al resultar inferior a 10 no

existe antagonismo entre estos dos cationes, es decir el Ca no genera deficiencia de Mg.

4.3.4. Características climáticas

Los datos fueron obtenidos en la estación meteorológica principal Jorge Basadre Grohmann. Se consideró el período de Mayo a Septiembre del 2012, fecha en que se realizó la fase campo del presente trabajo como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Variables Climáticas 2012

VARIABLES CLIMÁTICAS	JUNIO 2012	JULIO 2012	AGOSTO 2012	SEPTIEMBRE 2012
Temperatura máxima mensual (°C)	22	20,4	19,5	21,3
Temperatura mínima mensual (°C)	13,1	11,6	11,2	12,2
Temperatura media mensual (°C)	17	15,8	15,1	16,5
Humedad relativa media (%)	78,9	79,8	82,3	81

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI) estación MAP Jorge Basadre Grohmann – Tacna 2012

4.3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental genético se usó el cultivar brócoli Legacy (*Brassica olerace* L. var *Itálica* Plenck) y como fuente de fertilización se usó biol, que fue comprado.

Cultivar Legacy: Presenta un rendimiento superior en 50 % a los cultivares comerciales. Este cultivar es recomendable para la industria y el mercado de consumo por su elevado rendimiento, precocidad y compactación pareja de las inflorescencias. Las inflorescencias del cultivar Legacy son de color verde oscuro plateado, además son uniformes y de gránulos finos, presentando una compactación pareja hasta dos días después de la cosecha. Pesan de 500 a 1300 gramos cada una. Rinde más de 18 t/ha cosechándose 60 días después del trasplante, que puede durar 20 días.

Biol: Se realizó el análisis químico del biol, el cual se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis químico del Biol

N %	P g/l	K g/l	Ca g/l	Mg g/l	M.O %	Relación C/N	pH	C.E (mS/cm)
0,66	0,08	0,43	0,8	0,19	32	29:1	6,8	3,2

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Química de la UNA - Puno 2012

4.3.6 FACTORES EXPERIMENTALES DE ESTUDIO

Para el presente trabajo de investigación se utilizó como factor de estudio la aplicación de biol vía foliar, de acuerdo a los niveles establecidos.

Niveles de biol:

T1 = 0 l/ha

T2 = 208 l/ha

T3 = 416 l/ha

T4 = 625 l/ha

T5 = 833 l/ha

4.3.7. COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS

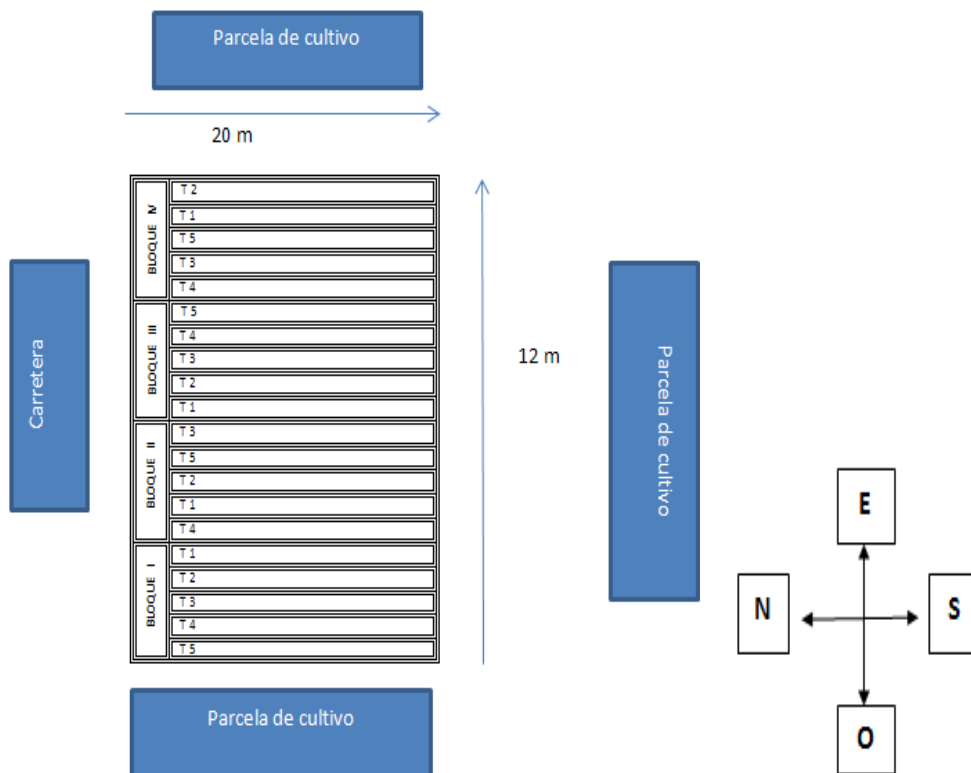


Figura 1. Croquis del área experimental y distribución de los tratamientos

Fuente: Elaboración propia

4.3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se usó el Diseño de Bloques Completamente Aleatorios, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, constituyendo un total de 20 unidades experimentales.

4.3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se realizó al Análisis de Varianza (ANVA) usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y para determinar el nivel adecuado de biol se empleó la técnica de Regresión.

Cuadro 7. Características del Campo experimental

Área del campo experimental	
Largo	20 m
Ancho	12 m
Área total	240 m ²
Número de líneas del campo experimental	20
Área del bloque	
Largo	20 m
Ancho	2,4 m
Área	48 m ²

Continúa cuadro 7...

...Sigue cuadro 7

Área de la unidad experimental	
Largo	20 m
Ancho	0,6 m
Área	12 m ²
Distanciamiento entre líneas	0,6 m
Distanciamiento entre plantas	0,4 m
Plantas por unidad experimental	50

Fuente: Elaboración propia

4.3.10. VARIABLES EN EVALUACIÓN

1. Diámetro de inflorescencia principal (cm): Esta evaluación se realizó en el momento de la cosecha, midiendo su diámetro mayor de la inflorescencia principal.
2. Peso de inflorescencia principal (g): Se realizó el corte de la pella y se pesó en fresco.
3. Longitud de inflorescencia principal (cm): Para la evaluación de esta variable se realizó midiendo la altura desde el cuello de la inflorescencia hasta la parte superior de ella.

4. Longitud de tallo (cm): Para la evaluación de esta variable se midió desde el cuello de la planta hasta el punto de inicio de la inflorescencia secundaria.
5. Rendimiento (kg/ha): Esta variable se obtuvo al final de tener todas las evaluaciones, sumando los pesos de la inflorescencia principal,

4.3.11. LABORES Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

1) Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició con la limpieza de las malezas del cultivo anterior (maíz), asimismo a través del uso de un tractor se hizo el subsolado del suelo a unos 60 cm. de profundidad para destruir las capas compactadas y mejorar la estructura y facilitar el movimiento del aire y del agua. Luego se aró y rastrilló para nivelar el terreno, posteriormente se incorporó materia orgánica (estiércol de vacuno) a razón de 15 t/ha; luego se mezcló con un rastrillo hasta uniformizar la superficie y se hicieron los surcos correspondientes.

2) Colocación de cintas de riego

Una vez que se terminó el proceso de preparación del suelo, se procedió al estirado y colocación de las cintas de riego.

3) Siembra

La siembra se efectuó en almácigo, el 10 de Mayo del 2012, colocando una semilla por golpe a una profundidad de 1 cm aproximadamente. El sustrato que se utilizó estaba compuesto por tierra de chacra más humus 2:1. Se tomaron las medidas fitosanitarias para evitar ataque de hongos. (Tolclofos-metil). El inicio de la germinación empezó a los 6 días de manera casi uniforme.

4) Trasplante

El trasplante definitivo al campo se realizó a los 30 días aproximados a la siembra, cuando las plántulas tenían de dos a tres hojas verdaderas, seleccionando las que tuvieran mayor vigor y se ubicó en forma manual en la base del surco con un distanciamiento de 0,6m entre líneas y 0,4m entre plantas, posteriormente se hizo un riego.

5) Fertilización edáfica

Se aplicó con una dosis de 100 kg de N/ha, 50 kg de P₂O₅/ha y 50 kg de K₂O/ha. Tanto el fósforo como el potasio, se incorporaron en el momento de la preparación del terreno, en formas de súper fosfato triple de calcio y sulfato de potasio. Mientras que el nitrógeno se aplicó en forma de urea fraccionándolo en tres partes, correspondiendo cada una a los estados fenológicos importantes del cultivo.

6) Aplicación de los tratamientos

El cuadro 8 muestra la aplicación del biol a partir del día 20 después del trasplante, efectuando un total de cuatro aplicaciones, con una frecuencia de aplicación de 14 días.

Cuadro 8. Aplicación de los tratamientos. Dosis de Biol (l/ha)

Periodo vegetativo	T1 0	T2 208	T3 416	T4 625	T5 833
Crecimiento	0	52	104	156,25	208,25
Emergencia floral	0	52	104	156,25	208,25
Formación de inflorescencia	0	104	208	312,5	416,5

Fuente: Elaboración propia

8) Riegos

En el experimento se utilizó el sistema de riego por goteo, se realizaron riegos interdiarios hasta las tres últimas semanas, donde se debió regar constantemente.

9) Control de malezas

Se realizó en forma manual a los 35 y 60 días, para que no interfiera el crecimiento de las plantas, compitiendo con el cultivo por luminosidad, agua, nutrientes y no existan hospederos de plagas.

Entre las malezas que se controlaron estuvieron:

- Verdolaga : *Portulaca oleracea*
- Coquito : *Cyperus rotundus*
- Yuyo : *Amaranthus spp.*

10) Control fitosanitario

Las plagas que se presentaron fueron las siguientes:

a. Gusano comedor de hojas (*Plutella xylostella*)

Se presentó durante todo el desarrollo del cultivo. Para su control se aplicó: un Clorfenapir y un Metomil con una dosis de 20 cc/20 l de agua.

b. Mosca minadora (*Liriomiza huidobrensis*)

Se presentó luego de la germinación en adelante. Para su control se aplicó: una Abamectina con una dosis de 20 ml/20 l de agua.

Además se colocaron trampas amarillas para un mejor control de las plagas.

c. Pulgón (*Brevicorine brassicae*)

Se presentó después de la germinación, en adelante. Para su control se aplicó: un Acefato con una dosis de 15 cc/20 l de agua.

11) Cosecha

Se cosechó tomando en cuenta el grado de madurez comercial, es decir: el color, tamaño y compactación. Se realizó de forma manual con ayuda de un machete se procedió a cortar las pellas, para posteriormente tomar los datos respectivos.

Se realizaron 3 cosechas (inflorescencia principal), la primera fue el 19 de Agosto del 2012, la segunda fue el 26 de Agosto del 2012 y la tercera fue el 2 de Septiembre del 2012.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se hizo la observación y recolección de la información durante todo el desarrollo de la planta hasta la cosecha. Para la recolección de datos se hizo mediciones con una cinta métrica del ancho y largo de la inflorescencia, así como se vio el peso en la balanza que registraba cada inflorescencia.

5.2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se utilizaron los siguientes instrumentos de medición:

.Balanza

.Calculadora

.Wincha métrica

5.3. RESULTADOS

5.3.1 DIAMETRO DE INFLORESCENCIA (cm)

A continuación, en el cuadro 9 se muestran los resultados de esta variable de estudio:

Cuadro 9. Análisis de varianza de diámetro de inflorescencia de brócoli (cm)

Fuentes de Variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
BLOQUES	3	2,604	0,868	0,44	N.S
BIOL	4	150,243	37,5608	19,13	**
ERROR EXP.	12	23,561	1,96342		
TOTAL	19	176,408			

C.V.= 8,13 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 9, indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo experimental fue homogéneo.

Asimismo muestra que existen diferencias estadísticas altas para el factor (biol), es decir que al menos uno de sus niveles causó mayor efecto.

El coeficiente de variabilidad de 8,13% es un indicador confiable.

Cuadro 10. Análisis de varianza de Regresión para diámetro de inflorescencia de brócoli (cm)

F de V	G.I	S.C	C.M	F.C	Sig.
Regresión	2	139,418	69,7091	32,04	**
Residual	17	36,9897	2,17587		
Total	19	176,408			R² = 0,9281

C.V.= 8,52%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 10, muestra que el análisis de varianza de regresión, es altamente significativo para un modelo de segundo orden.

Cuadro 11. Prueba de significación de los coeficientes de Regresión para diámetro de inflorescencia de brócoli (cm).

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	12,7543	0,694117	18,3748	0,0000
B ₁	0,0173231	0,00394677	4,38918	0,0004
B ₂	-0,0000104917	0,00000454161	-2,31012	0,0337

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 11, muestra que al realizar la Prueba de Hipótesis de los coeficientes de regresión, resultó significativo, como consecuencia se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 12,7543 + 0,0173x - 1E-05x^2$$

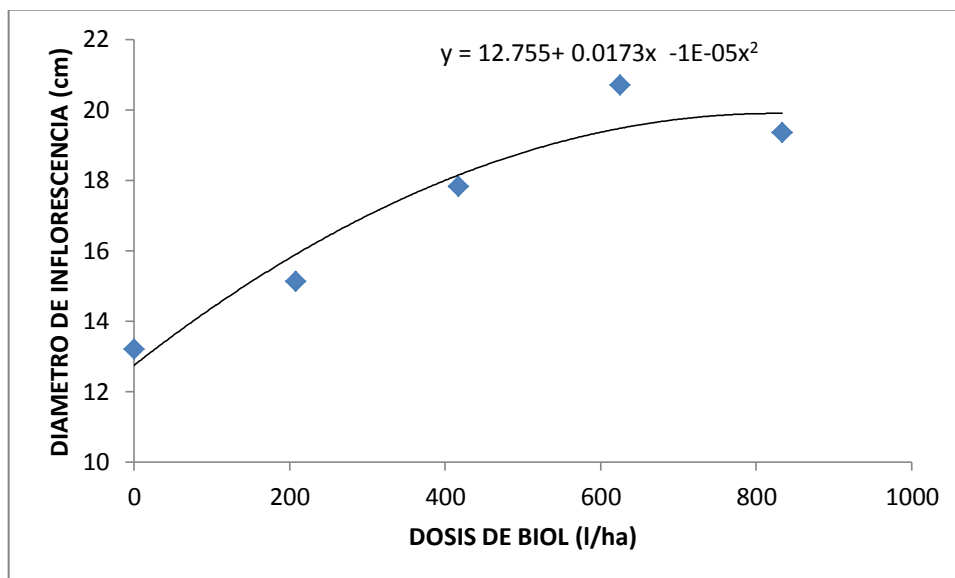


Figura 2. Diámetro de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.

Fuente: Elaboración Propia

Mediante la figura 2 muestra una ecuación del tipo cuadrático, donde indica que a una dosis de biol de 825,6 l/ha, se obtuvo 19,9 cm de diámetro.

5.3.2 PESO DE INFLORESCENCIA PRINCIPAL (g)

A continuación, en el cuadro 12 se muestran los resultados de esta variable de estudio:

Cuadro 12. Análisis de varianza de peso de inflorescencia de brócoli (g).

Fuentes de Variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
BLOQUES	3	4578,6	1526,2	1,84	N.S
BIOL	4	128838	32209,6	38,90	**
ERROR EXP.	12	9935,4	827,25		
TOTAL	19	143352			

C.V. = 6,06%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de frutos por planta de pepinillo, cuadro 12, muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir que el campo presentó características similares.

En lo referente al factor biol, hubo diferencias estadísticas altamente significativas, es decir que al menos uno de sus niveles causó mayor efecto.

El coeficiente de variación de 6,06% el cual es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

Cuadro 13. Análisis de Regresión para peso de inflorescencia de brócoli (g).

F de V	G.L	S.C	C.M	F.C	Sig.
Regresión	2	113897	56948,7	32,87	**
Residual	17	29454,7	1732,63		
Total	19	143352			R² = 0,884

C.V.= 8,7%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 13, muestra que el análisis de varianza de regresión resultó ser altamente significativo para un modelo de segundo orden.

Cuadro 14. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de inflorescencia de brócoli (g)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	345,649	19,5832	17,6503	0,0000
B ₁	0,50156	0,111437	4,50084	0,0003
B ₂	-0,000308446	0,000128303	-2,40403	0,0279

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 14, muestra que al realizar la Prueba de Hipótesis de los coeficientes de regresión, resultó significativo, como consecuencia se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 345,65 + 0,5016x - 0,0003x^2$$

Que al derivarla se obtuvo una dosis adecuada de biol de 813,04 l/ha, con lo que se obtuvo un de peso de inflorescencia en brócoli de 549,54 g.

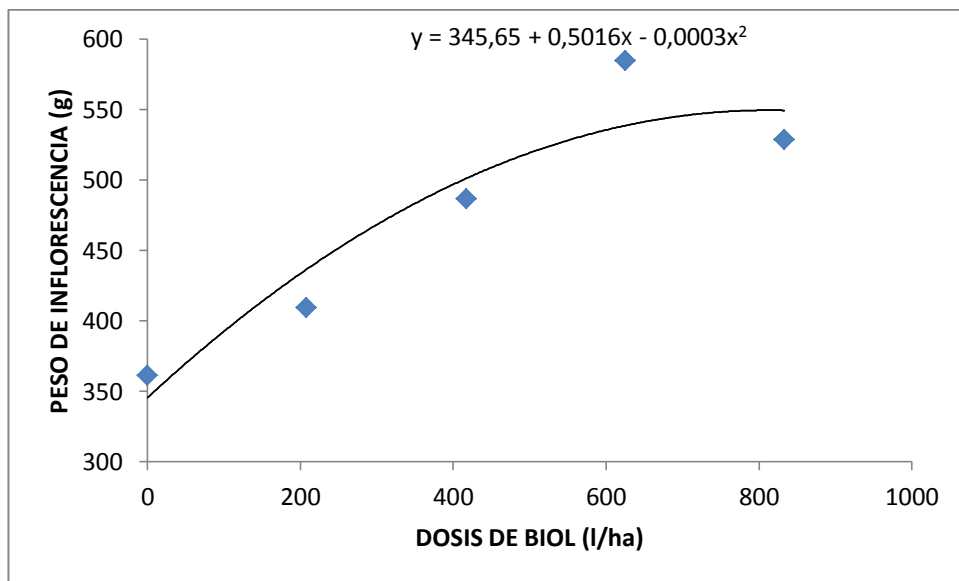


Figura 3. Peso de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 3 muestra una ecuación del tipo cuadrático, donde indica que con una dosis de biol de 813,04 l/ha, se obtuvo 549,59 g de peso.

5.3.3 LONGITUD DE INFLORESCENCIA (cm)

A continuación, en el cuadro 15 se muestran los resultados de esta variable de estudio:

Cuadro 15. Análisis de Varianza de longitud de inflorescencia de brócoli (cm).

Fuentes de Variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
BLOQUES	3	3,922	1,3073	1,11	N.S
BIOL	4	22,183	5,5457	4,72	**
ERROR EXP.	12	14,113	1,1760		
TOTAL	19	40,218			

C.V. = 7,96%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 15, muestra que no existen diferencias entre los bloques, para el factor biol se encontraron diferencias altamente significativas, por lo que influyeron en esta variable.

El coeficiente de variación de 7,96% es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

Cuadro 16. Análisis de Varianza de Regresión de longitud de inflorescencia de brócoli (cm)

F de V	G.L	S.C	C.M	F.C	Sig.
Regresión	2	18,7826	9,3913	7,45	**
Residual	17	21,4354	1,2609		
Total	19	40,218			R² = 0,8467

C.V.= 8,2%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 16, muestra que el análisis de varianza de regresión, resultó ser es altamente significativo para un modelo de segundo orden.

Cuadro 17. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de longitud de inflorescencia de brócoli (cm)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	10,355	0,689775	15,0121	0,0000
B ₁	0,0132361	0,00392208	3,37477	0,0036
B ₂	-0,0000100802	0,0000045132	-2,23349	0,0392

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 17, muestra que al realizar la Prueba de Hipótesis de los coeficientes de regresión, resultó significativo, como consecuencia se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 10,355 + 0,013236x - 0,00001008x^2$$

Que al derivarla se obtuvo una dosis adecuada de biol de 801 l/ha, con lo que se obtuvo una de longitud de inflorescencia en brócoli de 14,57 cm.

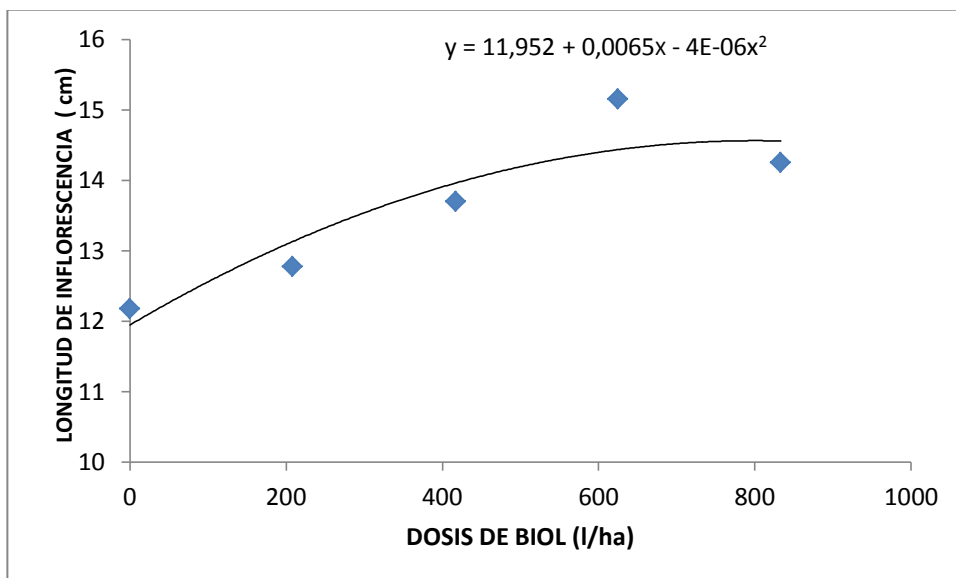


Figura 4. Longitud de inflorescencia de brócoli en función de dosis de biol.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4 muestra una ecuación del tipo cuadrático en donde nos indica que con una dosis de biol de 801 l/ha, se obtuvo 14,57 cm de longitud de inflorescencia.

5.3.4 LONGITUD DE TALLO (cm.)

A continuación, en el cuadro 18 se muestran los resultados de esta variable de estudio:

Cuadro 18. Análisis de Varianza de la Longitud de tallo de brócoli (cm).

Fuentes de Variabilidad	Gl	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
BLOQUES	3	25,9495	8,6498	2,40	N.S.
BIOL	4	76,003	19,0005	5,27	**
ERROR EXPERIMENTAL	12	43,293	3,6077		
TOTAL	19	145,245			

C.V. = 6,84 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de longitud de tallo de brócoli del cuadro 18 señala que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir que el terreno fue homogéneo. En cuanto al factor biol se hallaron diferencias altamente significativas, con lo cual se demuestra que la longitud de tallo de brócoli está altamente relacionada con los niveles de biol.

El coeficiente de variación de 6,84% es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

Cuadro 19. Análisis de Varianza de Regresión de Longitud de tallo de brócoli (cm)

F de V	G.L	S.C	C.M	F.C	Sig.
Regresión	2	67,4808	33,7404	7,38	**
Residual	17	77,7647	4,5743		
Total	19	145,245			R² = 0,8879

C.V.= 7,7%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de Regresión del cuadro 19 indica que es altamente significativo para un modelo de segundo orden.

Cuadro 20. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de Longitud de tallo de brócoli (cm).

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	24,5938	1,00623	24,4415	0,0000
B ₁	0,0123443	0,0057259	2,15588	0,0457
B ₂	-0,0000076878	0,0000065925	-2,16614	0,0437

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 20 muestra que al realizar la prueba de Hipótesis de los coeficientes de regresión vemos que los coeficientes b_1 y b_2 son significativos, lo cual nos indica que la función de respuesta más adecuada es de segundo orden:

$$\hat{Y} = 24,594 + 0,0123x - 8E-06x^2$$

Que al derivarla se obtuvo una dosis adecuada de biol de 802,84 l/ha, con lo que se obtuvo una de longitud de tallo en brócoli de 29,54 cm.

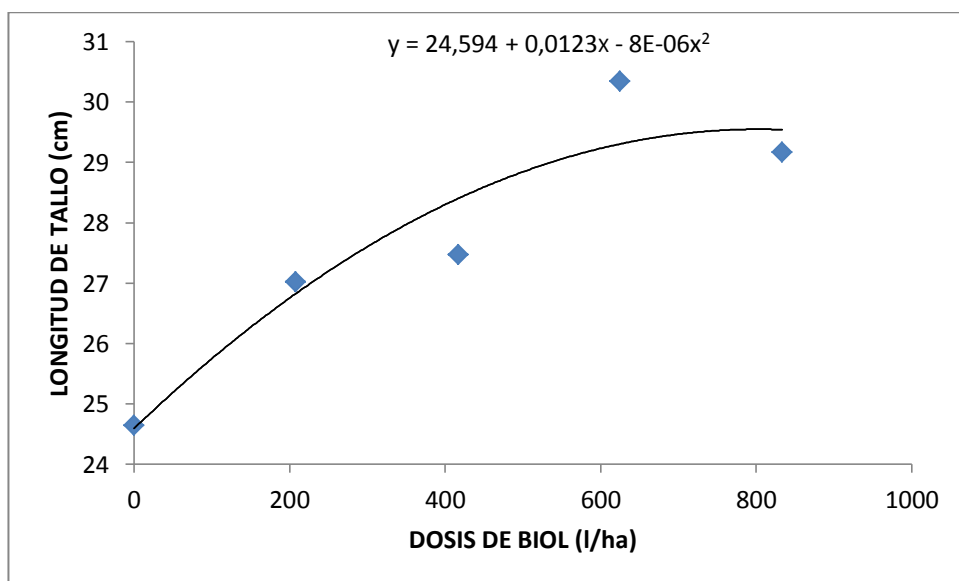


Figura 5. Longitud de tallo de brócoli en función de dosis de biol.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 5 muestra una ecuación del tipo cuadrática, donde indica que con una dosis de 802,84 l/ha se obtuvo una longitud de tallo de 29,54 cm.

5.3.5 RENDIMIENTO TOTAL (kg/ha)

A continuación, en el cuadro 21 se muestran los resultados de esta variable de estudio:

Cuadro 21. Análisis de Varianza del rendimiento de brócoli (kg/ha).

Fuentes de Variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
BLOQUES	3	1,117E7	3,72333E6	2.14	N.S
BIOL	4	1,37532E8	3,4383E7	19,75	**
ERROR EXP.	12	2,08898E7	1,74082E6		
TOTAL	19	1,69592E8			

C.V. = 7,4%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de rendimiento de brócoli del cuadro 21 señala que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos. En cuanto para el factor biol se hallaron diferencias altamente significativas, quiere decir que el rendimiento está altamente relacionado con los niveles de biol, el coeficiente de variación de 7,4% es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

Cuadro 22. Análisis de Varianza de Regresión de Rendimiento de brócoli (kg/ha)

F de V	G.L	S.C	C.M	F.C	Sig.
Regresión	2	1,32486E8	6,62429E7	30,35	**
Residual	17	3,71058E7	2,1827E6		
Total	19	1,69592E8			R² = 0,9633

C.V.= 8,2%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 22 indica que el análisis de varianza de regresión, resultó ser altamente significativo para un modelo de segundo orden.

Cuadro 23. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de rendimiento de brócoli (kg/ha)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	13207,0	679,275	19,4427	0,0000
B ₁	17,9059	3,86238	4,63597	0,0002
B ₂	-0,0111751	0,0044445	-2,51436	0,0223

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 23 muestra que al realizar la prueba de Hipótesis de los coeficientes de regresión vemos que los coeficientes b₁ y b₂ son significativos, lo cual nos indica que la función de respuesta más adecuada es de segundo orden:

$$\hat{Y} = 13207,0 + 17,9059x - 0,01117x^2$$

Que al derivarla se obtuvo una dosis adecuada de biol de 820,09 l/ha, con lo que se obtuvo un de rendimiento por hectárea en brócoli de 20 391,18 kg/ha.

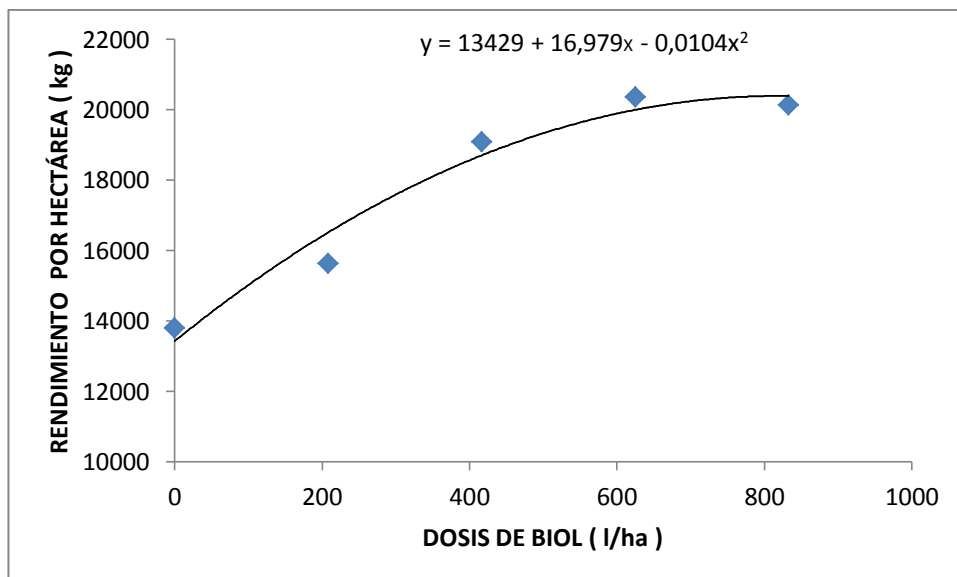


Figura 6. Rendimiento por hectárea de brócoli en función de dosis de biol.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 6 nos muestra una ecuación del tipo cuadrático, donde indica que con una dosis de 820,09 l/ha se obtuvo un rendimiento de brócoli de 20 391,18 kg/ha.

5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la variable diámetro de inflorescencia mostró que con una dosis adecuada de biol de 825,6 l/ha, se obtuvo un diámetro de inflorescencia en brócoli de 19,9 cm.

Según SENASA (2004) indica que inflorescencias de 10 - 20 cm de diámetro son medianas y se les considera buenas y mayores a 20 cm son grandes y excelentes, al comparar con nuestros resultados se observa que con una dosis adecuada de 825,6 l/ha de biol se obtiene inflorescencias buenas y cercanas a excelentes.

En la variable Peso de inflorescencia mostró que con una dosis adecuada de biol de 813,04 l/ha, se obtuvo un de peso de inflorescencia en brócoli de 549,54 g

Según SENASA (2004) indica que inflorescencias mayores de 500 g de peso son grandes y se les considera excelentes, al comparar con nuestros resultados se observa que con una dosis adecuada de 813,02 l/ha de biol se obtiene inflorescencias excelentes.

En la variable Longitud de inflorescencia mostró que con una dosis adecuada de biol de 801 l/ha, se obtuvo una de longitud de inflorescencia en brócoli de 14,57 cm.

Al comparar los resultados con Chura (2003), quien al estudiar la “Influencia de cuatro bioestimulantes comerciales en el rendimiento del brócoli”, obtuvo una longitud en la inflorescencia principal máxima de 16,80 cm., siendo ligeramente superior al resultado obtenido que fue de 14,57 cm.

En la variable de rendimiento se mostró que con una dosis adecuada de biol de 820,09 l/ha, se obtuvo un de rendimiento por hectárea en brócoli de 20 391,18 kg/ha.

Al comparar los resultados con Haro (2014), quien al estudiar la “Aplicación de biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli”, obtuvo un rendimiento de 16 445 kg/ha, por lo que se superó esta cifra.

CONCLUSIONES

1. El biol influyó en el rendimiento del brócoli, con una aplicación de 820,09 l/ha de biol se obtuvo 20 391 kg/ha.
2. La calidad del brócoli mejoró obteniéndose brócolis buenos y excelentes con un diámetro de inflorescencia principal de 19,9 cm. aplicando una dosis de biol de 825,6 l/ha.; mientras que, con una aplicación de biol de 813,04 l/ha, se obtuvo un peso de inflorescencia en brócoli de 549,54 g; con una dosis de biol de 801 l/ha se obtuvo una longitud de inflorescencia en brócoli de 14,57 cm y con una dosis de biol de 802,84 l/ha se obtuvo una longitud de tallo de 29,54 cm
3. Con los tratamientos testigo, 208, 416 l/ha de biol, se obtuvo un 67% de brócolis considerados medianos y buenos, mientras que con los tratamientos de 625 y 833 l/ha de biol, se obtuvo un 33% de brócolis considerados grandes y excelentes en cuanto a peso de inflorescencia. Y con los tratamientos testigo, 208, 416 y 833 l/ha de biol, se obtuvo un 80% de brócolis considerados medianos

y buenos, mientras que con el tratamiento de 625 l/ha de biol, se obtuvo un 20% de brócolis considerados grandes y excelentes en cuanto a diámetro de inflorescencia.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar una dosis de 820,09 l/ha de biol con características similares para mejorar el rendimiento y la calidad del brócoli.
2. Aplicar el biol en los momentos críticos del cultivo, es decir en la etapa de crecimiento de la planta, emergencia floral y en la formación de la inflorescencia.
3. Seguir realizando este tipo de investigaciones con otros productos orgánicos, con el fin de continuar generando tecnologías orgánicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCAGRO.2004.www.abcagro.cr/nuevo/brocoli%20para%202004.pdf.

AGROFRIO. 2004. www.agrofrío.tripod.com/esp/intern.htm

ANTON, P. 2004. El cultivo del brócoli. Su cultivo y perspectivas. Revista de Horticultura N° 97 21 – 25 p.

BASANTES, E. 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de Biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Legacy) Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Superior Politécnica Chimborazo. Ecuador 84 p.

CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3ra. Edición San José, Costa Rica. IICA. 165-179 p.

CLAURE, C. 1992. Manejo de efluentes. Proyectos Biogas. UMMS, GTZ. Cochabamba – Bolivia. 47 – 67 p.

ECHEVERRÍA, R. 2002. Aplicación de biofertilizantes en el campo. <http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol/pdf>.

EIBNER, R. 1986. Fertilización foliar, importancia y perspectivas en la producción. Primera edición. Ed. Alexander. Berlin 3-13 p.

ESPINOZA, G. 1987. Composición del Biol en base a estiércoles y algas. UNSA. Arequipa, Perú. 57 – 59 p.

FAO. 2004. www.fao.org./documentos/show_cdr.asp?url_file=htm.

FERTILIZANDO. 2002 [http://www.fertilizando.com/articulos/ Aplicación%20Foliar%20Micronutrientes.asp](http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicación%20Foliar%20Micronutrientes.asp).

GIACONI, V. 1994. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 133 p.

GLIESSMAN, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE: Turrialba, Costa Rica.

GOMERO, L. 2005. Los biodigestores campesinos LEISA. Revista de Agroecología Vol. 21, N° 1 Lima-Perú.

GRIJALVA, J. 1995. Principios de Fertilización. Manual N° 30 Quito Ecuador. Edit. INIAP 10 – 22 p.

GULL, D. 2003. El cultivo del brócoli. Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Florida. 56 – 68 p.

JÁUREGUI, D. 2005. Manual de calidad. Industria brocolera ecuatoriana.
56 p.

JUNAGRA. 2004. www.junagra.mgap.gub.uy//elsector./agroind.htm.

KRARUP, C. 1992. Seminario sobre la producción de brócoli. Quito,
Ecuador. PROEXANT. AGRIDEC/CHEMONICS. 1 – 25 p.

MAROTO, J. 1995. Horticultura herbácea especial. 4ta. Edición. Madrid-
España. Ediciones Mundi Prensa. 568 p.

MEDINA, A. 1992. El Biol y el Biosol en la agricultura. Programa especial
de energía. Cochabamba-Bolivia. 12-13 p.

PAZ, L. 1992. Legacy. Nueva variedad de Brócoli. El Agro N° 57 04 p.

RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y
biofertilizantes foliares. IICA. Costa Rica. 114 p.

SENASA. 2004. www.senasa.com/docs/pliegos/pc_034_2005_brocoli.pdf.

SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del
futuro. Editorial Universidad Politécnica Salesiana. FUNDAGRO.
Quito-Ecuador. 654 p.

TOLEDO, J. 1995. Cultivo del Brócoli. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima-Perú 65 p.

VALADEZ, L. 1998. Producción de hortalizas. Crucíferas. UTEHA. México. 45-56 p.

VALADEZ, L. (2001). Produccion de Hortalizas. Mexico : Limusa, 2001. 254p.

VILLAROEL, R. (1989). Análisis de Suelo, metodología e interpretación. Chile: INIA, 1989. 79 p.

ZAGAL, E. (2001). El Ciclo del Nitrógeno. Chile: Universidad de Concepción, 2001, pág. 370 p.

www.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p062.html.

ANEXOS

ANEXO 1

DIAMETRO DE INFLORESCENCIA (cm)

Bloques	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
I	13,5	15,5	16,6	19,1	20,7
II	12,9	14,3	17,9	21,6	18,6
III	13,1	16,5	18,8	19,3	17,1
IV	13,3	14,2	18	22,8	21
SUMAS	52,8	60,5	71,3	82,8	77,4
PROMEDIO	13,2	15,125	17,825	20,7	19,35

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2

PESO DE INFLORESCENCIA PRINCIPAL (g)

Bloques	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
I	310	392	460	587	512
II	342	420	473	592	524
III	431	412	502	550	571
IV	363	415	512	610	508
SUMAS	1446	1639	1947	2339	2115
PROMEDIO	361,5	409,75	486,75	584,75	528,75

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3

LONGITUD DE INFLORESCENCIA (cm)

Bloques	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
I	12,4	12,8	13,8	14	15,5
II	11,8	13,3	13,4	13,4	13,3
III	11,4	13,3	14,4	17	15,2
IV	13,1	11,7	13,2	16,2	13
SUMAS	48,7	51,1	54,8	60,6	57
PROMEDIO	12,175	12,775	13,7	15,15	14,25

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4

LONGITUD DE TALLO (cm)

Bloques	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
I	24,6	28	29,8	30,7	27,3
II	25,1	28,6	26,5	28,6	30,1
III	24,6	25,1	25	29,6	25,5
IV	24,3	26,4	28,6	32,5	33,8
SUMAS	98,6	108,1	109,9	121,4	116,7
PROMEDIO	24,65	27,025	27,475	30,35	29,175

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 5

RENDIMIENTO POR HECTAREA (kg)

Bloques	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
I	14677,2	13424,56	19646,83	18982,64	20193,29
II	11062,35	14895,47	18455,68	19854,31	20182,22
III	13416,4	17706,8	18428,8	21747,15	19103,41
IV	16068,2	16504,62	19834,23	20884,71	21082,13
SUMAS	55224,15	62531,45	76365,54	81468,81	80561,05
PROMEDIO	13806,04	15632,86	19091,39	20367,2	20140,26

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 6

COMPOSICIÓN Y ELABORACION DEL BIOL

Los elementos que se utilizaron para la elaboración del Biol, fueron los siguientes:

- 20 kg de estiércol de ovino.
- 2 kg de humus.
- 5 kg de alfalfa picada.
- 2 l de leche.
- 2 kg de melaza.

- 2 kg de ceniza de leña.
- 2 kg de roca fosfórica.
- ½ libra de levadura.
- Agua.

Elaboración del Biol

En un recipiente plástico de 100 l de capacidad, colocar los 20 kg de estiércol de ovino y la cantidad de ceniza, roca fosfórica, luego en una cubeta plástica de 10 l, colocar los 2 l de leche, 2 l de melaza, 2 kg de humus, 2 kg de alfalfa y ½ libra de levadura, lo cual agregamos al recipiente plástico de 100 l. Se añade un volumen de agua hasta completar los 85 l del total del recipiente, esto se realiza con la finalidad de que el espacio restante quede para la generación de gases.

Tapamos herméticamente el recipiente para el inicio de la fermentación anaeróbica del biofertilizante y se coloca el sistema de evacuación de gases con la manguera, con el un extremo dentro del recipiente y con el otro sumergido en una botella descartable llena de agua, para evitar el ingreso de oxígeno. Colocar el recipiente a la sombra y a temperatura ambiente, protegido del sol y de las lluvias. Se determina la finalización de la fermentación cuando dejó de burbujear (Basantes, E. 2009).