

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DE OCHO COMBINACIONES DE DOS
BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS FOLIARES CON
CUATRO DOSIS EN EL CULTIVO DE BROCOLI
(*Brassica oleracea* L. *Var Itálica Plenck*)”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADA POR:

Br. JORGE LUIS CORONADO BERMEO

PIURA - PERÚ

2015

1707
C O R.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DE OCHO COMBINACIONES DE DOS
BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS FOLIARES CON
CUATRO DOSIS EN EL CULTIVO DE BROCOLI
(Brassica oleracea L. Var *Itálica Plenck*)”**



TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

ING. ANGELINO CORDOVA PEÑA

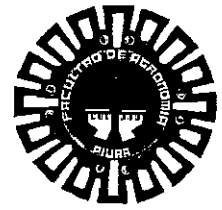
ASESOR

Br. JORGE LUIS CORONADO BERMEO

TESISTA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



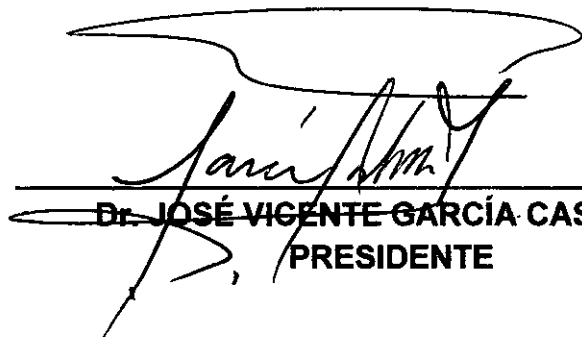
**“EFECTO DE OCHO COMBINACIONES DE DOS
BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS FOLIARES CON
CUATRO DOSIS EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica
oleracea L. Var Itálica Plenck*)”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. JORGE LUIS CORONADO BERMEO

APROBADA:



Dr. JOSÉ VICENTE GARCÍA CASTILLO
PRESIDENTE



ING. HEBER ARNALDO ALCOSER CALLE M.Sc.
VOCAL



ING. JOSÉ ALBERTO IMÁN CHÁVEZ M.Sc.
SECRETARIO

**PIURA - PERÚ
2015**

DEDICATORIA:

A Dios por bendecirme y darme fortaleza, de haber concluido mi carrera.

A mis padres, Eleuterio y Melma Elena, ya que gracias a ustedes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino y apoyo incondicional han hecho posible uno de mis logros y metas propuestas para mi vida.

Y a toda mi familia, a mi esposa: Joselyne, a mi hijo: Luis Adrian, les agradezco el cariño y su comprensión, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi carrera.

Al Ing. Angelino Cordova Peña, asesor de esta Tesis por su valioso aporte en la formulación y ejecución y por su permanente asesoramiento y enseñanzas en mi formación humana y académica.

A los señores miembros del jurado calificador por sus aportes y observaciones en el enriquecimiento del presente trabajo y a todos mis profesores de quienes siempre guardaré un grato recuerdo por sus enseñanzas y amistad que me brindaron

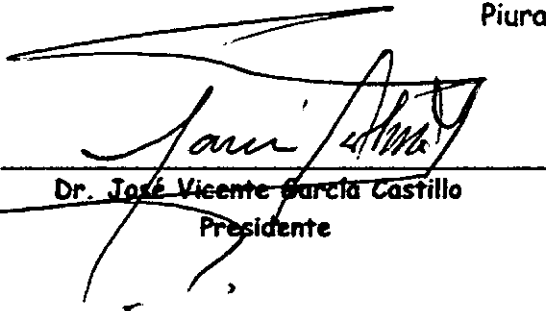


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
005-2015-CIAFA-UNP

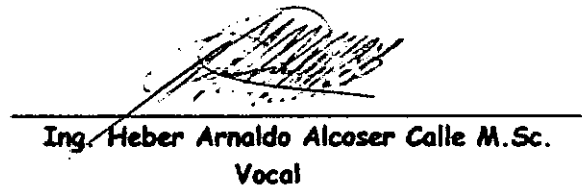
Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "EFECTO DE OCHO COMBINACIONES DE DOS BIOESTIMULANTES ORGANICOS FOLIARES CON CUATRO DOSIS EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica oleracea* L. Var *Itálica Plenck*), EN HUANCABAMBA - PIURA", conducido por el BR. CORONADO BERMEO JORGE LUIS, asesorado por el Ing. Angelino Córdova Peña M.Sc.

Luego de oidas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 17 de febrero del 2015



Dr. José Vicente García Castillo
Presidente



Ing. Heber Arnaldo Alcoser Calle M.Sc.
Vocal



Ing. José Imán Chávez M.Sc.
Secretario

INDICE GENERAL

	Pág.
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Origen y clasificación botánica	3
2.2. Importancia y valor nutricional	3
2.3. Características morfológicas y fisiológicas del brócoli	4
2.4. Condiciones de clima y suelo	6
2.5. Manejo del cultivo	7
2.6. Investigaciones en brócoli	8
2.7. Sobre los bioestimulantes en estudio	9
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Generalidades	12
3.1.1. Lugar de ejecución	12
3.1.2. Ubicación geográfica	12
3.1.3. Duración de experimento	12
3.2. Materiales	12
3.2.1. Materiales de campo	12
3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio	13
3.2.3. Material complementario	13
3.3. Métodos y procedimientos	13
3.3.1. Análisis de suelo	13
3.3.2. Tratamientos en estudio	14
3.3.3. Diseño experimental	15
3.3.4. Modelo aditivo lineal	15
3.3.5. Análisis estadístico	15
3.4. Características del campo experimental	16
3.5. Conducción del cultivo	17
3.6. Observaciones experimentales	22
3.7. Análisis económico	23

CAPÍTULO IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	4.1. Análisis de suelo	24
	4.2. Condiciones meteorológicas	25
	4.3. Rendimiento (t.ha ⁻¹)	26
	4.4. Peso de inflorescencia (g.)	31
	4.5. Altura de planta (cm.)	36
	4.6. Materia seca (g./planta)	39
	4.7. Área foliar (dm ²)	43
	4.8. Análisis económico	45
	4.9. Inicio de Emisión de Inflorescencias	45
	4.10. Inicio y Terminó de cosecha	46
CAPÍTULO V	CONCLUSIONES	48
CAPÍTULO VI	RECOMENDACIONES	49
CAPITULO VII	RESUMEN	50
CAPÍTULO VIII	BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS		52

INDICE DE CUADROS

N°		Pag.
1	Valor nutricional del brocoli	4
2	Composición química del Fertimar	10
3	Determinaciones y métodos en el análisis físico del suelo	14
4	Tratamientos en estudio	15
5	Análisis de varianza (ANVA)	16
6	Cantidad de producto y volumen de agua para cada formulación	19
7	Cronograma de labores agronómicas durante el experimento	21
8	Resultados del análisis físico químico del suelo del campo experimental	25
9	Datos meteorológicos registrados durante los meses de junio a setiembre del 2012	26
10	Análisis de varianza para rendimiento de brócoli (Kg/parcela)	28
11	Comparaciones entre promedio de formulaciones para rendimiento de brócoli (t.ha-1)	29
12	Análisis de varianza para peso de inflorescencia (g.)	33
13	Comparaciones entre promedio de formulaciones para peso de inflorescencia (g.)	33
14	Análisis de varianza para altura de planta (cm.)	37
15	Comparaciones entre promedio de formulaciones para altura de planta (cm.)	37
16	Análisis de varianza para materia seca (g. /planta)	40
17	Comparaciones entre promedio de formulaciones para materia seca (g/ planta)	41
18	Análisis de varianza para área foliar (dm ²)	44
19	Comparaciones entre promedio de formulaciones para área foliar (dm ²)	44
20	Análisis económico	47

ANEXOS

21	Rendimiento de brócoli/ parcela (kg.15.36 m ²). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos	53
22	Peso de inflorescencia (g.). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos	53
23	Altura de planta (cm.). Descomposición ortogonal de la SC de Tratamientos	54
24	. Materia seca (g./planta). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos	54
25	Área foliar (dm ²). Descomposición ortogonal de la SC de Tratamientos	55
26	Costo de producción de las formulaciones o tratamientos	56
27	Rendimiento de brócoli por parcela (kg./15.36 m ²)	57
28	Rendimiento de brócoli (t.ha ⁻¹)	57
29	Peso de inflorescencia (g.)	58
30	Altura de planta (cm.)	58
31	Materia seca (g/planta)	59
32	Área foliar (dm ²)	59
33	Costo de producción base (testigo)	60
	Croquis	
1	Dimensiones del campo experimental	61
2	Distribución de los tratamientos en el campo experimental	62

N°	ÍNDICE DE GRÁFICOS	Pág.
1	Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre el rendimiento de brócoli (t.ha-1)	29
2	Comparación de formulaciones de bioestimulantes versus el testigo sobre el rendimiento de brócoli (kg.ha-1)	30
3	Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre el rendimiento de brócoli (t.ha-1)	30
4	Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre el rendimiento de brócoli (t.ha-1)	31
5	Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre peso de inflorescencia (g.)	34
6	Comparación de formulaciones de bioestimulantes versus el testigo sobre peso de inflorescencia (g.)	34
7	Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre peso de inflorescencia (g.)	35
8	Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre peso de inflorescencia (g.)	35
9	Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre altura de planta (cm.)	38
10	Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre altura de planta (cm.)	38
11	Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre materia seca (g./planta)	41
12	Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre materia seca (g./planta)	42
	Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre	
13	Materia seca (g./planta)	42

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck), es una planta que pertenece a la familia de las crucíferas, cuya parte comestible es la inflorescencia, es importante por una serie de razones, entre las que se puede mencionar su alto valor nutritivo, corto periodo vegetativo, su productividad por unidad de superficie y, por su valor económico ya que constituye fuente de riqueza natural renovable que genera ingresos económicos como en el caso de espárrago, alcachofa, entre otros, considerados cultivos de exportación.

Con respecto al valor nutritivo, las hortalizas en general destacan por su alto contenido en vitaminas, minerales y fibra, el brócoli en particular contiene vitamina A (3,530.03 mg.), calcio (93.03 mg.), fósforo (85 mg) y fibra (1.6 g.); la fibra ayuda a mejorar la digestión. **Cerna, B. L. A. (2011) y Delgado De la Flor et al (2000).**

Del Brócoli se extrae el Sulforafano que es un isotiocianato que se encuentra en los brotes de brócoli y en otras hortalizas crucíferas. Los estudios celulares y animales han demostrado que neutraliza los carcinógenos activando las enzimas de desintoxicación de fase II, refuerza el estatus antioxidativo, protege a los animales de procesos neoplásicos inducidos químicamente y tiene un efecto inhibitor sobre *Helicobacter pylori*.

En el Perú en el año 2013 se cultivaron alrededor de 3,091 hectáreas de brócoli, de las cuales se obtuvo una producción total de 30,914 toneladas (**INEI, 2013**). Los departamentos donde se produce son principalmente Lima, La Libertad, Arequipa y Junín, para el caso de Piura, no se reportan áreas de siembra ni producción de brócoli.

Entre otros aspectos, para desarrollar un cultivo, es importante tener condiciones adecuadas de clima y suelo así como, disponer de tecnologías básicas de manejo, que estén al alcance de los productores, dentro de estas encontramos el uso de productos denominados Bioestimulantes, que en su composición contienen aminoácidos activos, macro y micro elementos que actúan como

suplemento nutricional y activador de los procesos fisiológicos de la planta, logrando la máxima expresión del potencial genético reproductivo.

Poseen además protohormonas orgánicas de giberelinas auxinas y citoquininas. Actúan recuperando los niveles hormonales de la planta, que son los que comandan la actividad fisiológica, para optimizar los procesos de floración, cuajado, desarrollo y maduración de frutos, logrando finalmente incrementos significativos en la productividad.

Debido a la importancia que tiene el cultivo de brócoli en la alimentación humana, y en particular para el poblador de las zonas rurales donde se registran los niveles de desnutrición más altos de la región, se ha creído por conveniente evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes orgánicos foliares en este cultivo bajo las condiciones medioambientales de Huancabamba.

Los objetivos que se plantearon en la presente investigación fueron los siguientes:

1. Establecer la formulación o tratamiento de mejor efecto sobre el rendimiento de brócoli.
2. Analizar comparativamente las formulaciones de cada bioestimulante sobre las características de producción.
3. Determinar el tratamiento de mayor rentabilidad económica.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y clasificación botánica

Según VALADEZ (1994), el brócoli es originario del mediterráneo, principalmente de Italia. Respecto a su aparición es más reciente que el repollo o col y la coliflor, siendo introducido a Estados Unidos en 1925 por inmigrantes italianos.

En lo que se refiere a su taxonomía, esta se estructura de la siguiente manera.

Familia	: Cruciferae
Género	: Brassica
Especie	: Oleracea
Variedad botánica	: Itálica
Nombre común	: Brócoli

2.2. Importancia y valor nutricional

En la actualidad las hortalizas han adquirido significativa valoración en base a las características siguientes:

Las hortalizas en general tienen un alto valor nutritivo, ya que contienen vitaminas minerales y fibra, este último componente contribuye a mejorar la digestión.

Por la productividad el cultivo de hortalizas esta constituida entre las más rentables por su demanda y altos rendimientos por unidad de superficie. El valor económico de las hortalizas es muy significativo en todo el mundo y principalmente en el Perú como fuente de riqueza natural renovable que generan valores económicos como en el caso del espárrago, alcachofa, brócoli, paprikas, etc.

Para el brócoli, CERNA, B. L. (2011), indica el siguiente valor nutricional:

Cuadro 1. Valor nutricional del brocoli

Elemento	Composición por 100 g. de porción comestible
Agua	87.3
Energía (calorías)	40.0
Proteínas(g.)	4.90
Grasas (g.)	0.93
Carbohidratos (g.)	5.70
Calcio (mg.)	93.03
Fósforo (mg.)	85
Hierro (mg.)	1.23
Vitamina A (mg.)	3,530.03
Vitamina B1 (mg.)	0.11
Vitamina B 2 (mg.)	0.10
Vitamina C (mg.)	114.00

2.3. Características morfológicas y fisiológicas del brócoli

DELGADO DE LA FLOR, F. et, al (2000), mencionan que el brócoli es una planta de ciclo de vida anual. El tamaño de planta va desde 0.60 a 0.9 m de altura y puede alcanzar 0.5 m. de diámetro. El Perú puede sembrarse todo el año según las variedades.

MONTES Y HOLLE (1985), describen al brócoli como una planta que presenta raíz vertical y fusiforme, puede alcanzar una profundidad entre 0.30 m. a 0.60 m, dependiendo del tipo de suelo y buen drenaje. El tallo es fuerte, de consistencia carnosa y algo prolongado.

El objetivo del cultivo viene a ser la inflorescencia inmadura, la cual se presenta como una masa compacta de menor tamaño y más abierta que el coliflor, el color varía de acuerdo a los diferentes tipos de brócoli.

Existen tres tipos principales de brócoli: verde, blanco y morado, siendo el más utilizado el de color verde.

Posee una inflorescencia compuesta por racimos de flores amarillas con el cáliz de cuatro sépalos, la corola de cuatro pétalos iguales, con seis estambres tetradínamos (dos más cortos) y un ovario con cuatro filas de óvulos; una vez cosechada o cortada la inflorescencia principal, comienza a desarrollar brotes laterales de menor tamaño, estas nacen de las axilas de las hojas o a lo largo del tallo.

TASAYCO, G. (2003), indica que en el desarrollo del cultivo de brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

- De crecimiento
- De inducción floral
- De formación de inflorescencias
- De floración
- Fructificación

En la fase de crecimiento la planta desarrolla solamente hojas.

En la fase de inducción floral la planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor, al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que la fase de crecimiento.

En la fase de formación de pella, en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal

En la fase de floración, los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con aperturas de las flores.

La fructificación comprende la formación de los frutos (silicuas) y semillas

VALADEZ (1994), describe al brócoli como una planta erecta, tiene de 60 a 90 cm. de altura y termina en una masa de yemas funcionales. Los tallos florales salen de las axilas foliares una vez que la cabeza principal ha sido removida.

La parte comestible es una masa densa de yemas florales de color verde, que puede alcanzar un diámetro hasta de 35 cm; sin embargo, las cabezas de los rebrotes solamente alcanzan 10 cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece. El fruto es una silicua (pequeña vaina) de color oscuro cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y que contiene las semillas (de 6 a 8 por silicua); las semillas tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm. de diámetro.

2.4. Condiciones de clima y suelo

Al referirse a las necesidades de la planta, **TASAYCO, G. (2003)**, menciona que el brócoli es un cultivo que se desarrolla en estaciones de otoño e invierno; necesita de temperatura baja para desarrollar las pellas, que es su interés comercial hortícola.

La planta para un desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20 °C a 24 °C, mientras que para poder iniciar la fase de inducción floral requiere entre 10 °C a 15 °C de temperaturas durante varias horas del día.

Respecto a la humedad relativa, esta oscila entre 60 % a 75 % para un estado óptimo.

Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, siendo el óptimo de pH entre 6.5 a 7.

Requiere suelos de textura media: No soporta la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego.

Así mismo, **FUNDEAGRO (1993)**, indica que el brócoli requiere de clima templado, siendo la temperatura óptima entre 15 °C a 18 °C, no tolera alta temperatura y es ligeramente resistente a heladas.

MAROTO (1995), indica que el clima templado es el más adecuado para este cultivo. Sin embargo, los nuevos cultivares desarrollados prosperan tanto en condiciones templadas (20°C a 25 °C) como calurosas; siendo la estación más favorable la de invierno, cuya temperatura óptima este entre 15 °C a 18 °C.

Las temperaturas altas en los primeros estados vegetativos no es perjudicial para el cultivo, pero en cambio si la temperatura es inferior a los 10 °C teniendo días cortos, el crecimiento de la planta será lento y su inflorescencia será pequeña y de bajo peso.

Si la temperatura sube a 23 °C, durante el último periodo de crecimiento, la cabeza se vuelve fibrosa, ocurre un desarrollo desigual de los brotes, pasando el periodo de recolección mucho más rápido, sobre todo en cultivares susceptibles al calor; si el calor es excesivo, el desarrollo de los brotes puede truncarse lentamente.

2.5. Manejo del cultivo

Como cultivo principal, requiere la aplicar 3.0 kg. por m² de guano de corral descompuesto. El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro, en suelos que el magnesio sea deficiente conviene hacer aplicación de este elemento.

En suelos demasiado ácidos conviene aplicar abonos alcalinos para elevar el pH. TASAYCO, G. (2003)

DELGADO DE LA FLOR, F. et, al (2000), manifiestan que el brócoli requiere de suelos fértiles ricos en materia orgánica, moderadamente tolerante a la salinidad y ligeramente tolerante a la acidez, pH óptimo entre 6.0 a 7.5.

El tipo de siembra más utilizado es mediante trasplante, este debe hacerse cuando las plántulas tengan entre 3 a 4 hojas verdaderas.

Con respecto al abonamiento y fertilización, recomiendan aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco. Todo el fósforo y el potasio antes del trasplante o al trasplante, el nitrógeno debe fraccionarse en 2 a 3 momentos. Se sugiere la dosis 200 – 80 – 80 de NPK.

El momento de cosecha debe hacerse cuando la inflorescencia alcanza su máximo tamaño, es compacta y los botones están bien compactos.

Los riegos deben ser frecuentes y ligeros al inicio del cultivo, más distanciados y fuertes luego del cambio de surco. Debe evitarse falta de agua durante el desarrollo de la inflorescencia.

ARAIZA, CH y SANCHEZ L. (2003), al referirse a la fertilización de las hortalizas, mencionan que los fertilizantes nitrogenados debido a su rápida solubilización en agua del suelo, se deben aplicar en partes. La primera, que será la mitad del total, se aplicará al momento de la siembra o al trasplante. La segunda debe aplicarse cuando el cultivo se haya establecido, aproximadamente de 40 a 50 días después de la germinación o trasplante.

Los fertilizantes que son fuentes de fósforo y potasio deben aplicarse al momento de la siembra o al trasplante por que se disuelven lentamente en el agua del suelo y, por lo tanto, se aplican en la totalidad en este momento.

2.6. Investigaciones en brócoli

SAAVEDRA (1997), bajo las condiciones agroclimáticas de Piura evaluó el efecto de la edad de la planta (20, 25, 30 días) y tres dosis de nitrógeno (50, 100 y 150 kg/ha) en el cultivo de brócoli variedad Calabresse, encontró los siguientes resultados:

Rendimiento en peso de cabezuela : 1,352 a 2,923 kg/ha

Peso de cabezuela : 46.99 – 95.22 g.

Longitud de cabezuela : 8.34 – 11.03 cm.

Diámetro de cabezuela : 8.37 – 11.58 cm.

Altura de planta : 40.71 – 47.42 cm.

Materia seca/planta : 118.50 – 402.25 g.

Relación beneficio costo : 2.68

AGUILAR, B. J. (2003), en un trabajo realizado sobre efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de brócoli en Huancabamba, encontró que el rendimiento de brócoli fue influenciado por la interacción de los factores forma de fertilización (al suelo y foliar) y dosis de biol (0, 50 y 100 %). El mejor resultado lo alcanzó el tratamiento aplicación foliar x 100 % de biol, se fundamenta en los mejores valores de peso y diámetro de cabezuela. La fertilización mineral 160 , 90 y 140 de NPK, superó al promedio de tratamientos en la observación de materia seca por planta.

Las características peso de cabezuela, con un valor de 107.25 g. en el tratamiento aplicación foliar x 100 % de biol, superó estadísticamente a los demás tratamientos.

El diámetro de cabezuela también fue influenciada por la acción conjunta de los factores evaluados resultando un mejor aporte por parte de la dosis de 100 % de biol.. Con la dosis indicada se obtuvo 11.51 cm de diámetro de cabezuela.

Para la característica materia seca por planta (g.) la aplicación de biol 100% en forma foliar produjo el más alto valor con 123.13 g., mientras que con la fertilización mineral (testigo), se produjo 1010.68 g./planta de materia seca.

2.7. Sobre los bioestimulantes en estudio

BIOGENAGRO, (2011), informa que Biogen, es un bioestimulante orgánico no hormonal, a base de aminoácidos activos, que regula la formación natural de hormonas endógenas en la planta en la etapa reproductiva del cultivo, logrando la máxima expresión del potencial genético productivo.

Biogen 2, contrarresta el efecto negativo del estrés, ocasionado por desequilibrios de los factores medio ambientales (calor, frío, humedad, radiación, etc.), biológicos (plagas y enfermedades), efectos tóxicos del uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes minerales o sintéticos, recuperando los niveles hormonales de la planta, que son los que comandan la actividad fisiológica, para optimizar los proceso de floración, cuajado, desarrollo y maduración de frutos, logrando finalmente incrementos significativos en la productividad.

Beneficios del uso de Biogen.

- Regula en forma natural el equilibrio hormonal en la etapa reproductiva (floración, fructificación) del cultivo.
- Favorece la metabolización y máxima asimilación de los fertilizantes aplicados
- Los aminoácidos activos recuperan el mensaje genético interrumpido por el estrés, permitiendo que la planta logre expresar al máximo su potencial genético productivo

Recomendaciones de uso:

Se aplica en aspersiones foliares, en las etapas de prefloración, cuajado, y desarrollo de los órganos cosechables. Para las hortalizas se recomienda aplicar 250 cc/200 litros de agua

Peruvian seaweeds (PSW) (2011), indica que Fertimar es un bioestimulante foliar 100 % orgánico formulado a base de algas marinas que actúa como suplemento nutricional y activador de los procesos fisiológicos de la planta.

Contiene una diversidad de macroelementos y microelementos, necesarios para el buen crecimiento de las plantas, quelatizados biológicamente, así como una compleja fracción orgánica que incluye proteínas aminoácidos libres y carbohidratos, que aumentan la resistencia de la planta a las plagas y enfermedades.

Posee además protohormonas orgánicas de giberelinas auxinas y citoquininas. Estas protohormonas naturalmente encapsuladas por una pared proteica, permiten la liberación balanceada y autorregulada de las hormonas, aumentando la eficiencia de los procesos fisiológicos y estimulando todas las fases del desarrollo de la planta.

Fertimar con su conjunto de componentes incrementa el crecimiento y producción de los cultivos, proporciona una gran variedad de mejoras químicas, físicas y biológicas en las cosechas y aumenta la resistencia de las plantas al estrés.

Fertimar puede usarse en cualquier estadio de la planta: semilla, germinación, almácigo, crecimiento, floración y fructificación. Así como en periodos de estrés de la planta, de variado origen (calor, sequía, helada, etc.)

Cuadro 2. Composición química del Fertimar

Materia orgánica	95 más o menos 1 %	Potasio	7.3 - 7.8 %
Materia orgánica	71 – 79 %	Hierro	120 ppm.
Cenizas	21 –29 %	Magnesio	0.7 – 1.2 %
Nitrógeno	1.3 - 1.7 %	Manganeso	9 ppm
SODIO	2.1 – 3.0 %	Calcio	1.2 – 2.1 %
Fósforo	0.5 – 1.0 %	Zinc	13 – 15 ppm.
Boro	133 ppm	Cobre	2 ppm.
AMINOÁCIDOS (mg./100 g. de nitrógeno)			
Treonina	166	Isoleucina	59
Arginina	81	Leucina	220
Valina	54	Fenilalanina	180
Metionina	70	Lisina	180

Ventajas de su aplicación:

- Incrementa el crecimiento y la uniformidad a la vez que acorta los periodos vegetativos de los cultivos
- Incrementa el rendimiento de los cultivos
- Mejora la calidad de las cosechas
- Aumenta la resistencia de las plantas a plagas, enfermedades y estrés

- Al aplicar en semillas estimula y uniformiza la germinación y el brotamiento

En hortalizas se emplea a la dosis de 500 g. /200 litros de agua.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en la parcela del Sr. Nilton Julca Bermeo, ubicada en el sector denominado Vista Alegre en la provincia de Huancabamba.

Ubicación política

Región : Piura
Provincia : Huancabamba
Distrito : Huancabamba
Sector : Vista Alegre :

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud : 5° 13' 27"
Longitud oeste : 79° 11' 35"
Altitud : 1,957 m.s.n.m.

3.1.3. Duración de experimento

Se inició en el mes de junio (trasplante), concluyendo la fase de campo en el mes de setiembre del año 2012.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

Semilla. Semilla de la variedad WALTHAM 29

Fertilizantes. Nitrógeno (Urea 46 %). fósforo (fosfato diamónico, 18 % de N y 46 % de P₂O₅) y potasio mediante la fuente cloruro de potasio (60%).

Bioestimulantes: Fertimar y Biogen 2

Pesticidas. Se utilizaron los insecticidas siguientes: Ciclon y Agromil

3.2.2. Materiales y equipo de laboratorio

Estufas, balanza de precisión, vernier, aspersor manual de espalda (Mochila), así como, los equipos y reactivos necesarios para la determinación del análisis físico químico del suelo y de toma de datos en el campo.

3.2.3. Material complementario

Wincha, palanas, estacas, letreros, vasos graduados, cordeles, regla graduada, plumones, bolsas de papel y libreta de campo, etc.

3.3. Métodos y procedimientos

3.3.1 Análisis de suelo

Se tomaron cuatro muestras de suelo del campo experimental, a una profundidad de 30 cm, las cuales se homogenizaron y por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg.; dicha muestra se llevó al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura donde se hizo el análisis respectivo. Las determinaciones que se realizaron y los métodos utilizados, se indican en el cuadro 3.

Cuadro 3. Determinaciones y métodos en el análisis físico químico del suelo

DETERMINACIONES	UNIDAD	METODO
Textura		Bouyucos
pH		Potenciométrico
Materia orgánica (M.O.)	%	Walkley y Back
Nitrógeno total	%	A partir de M.O
Calcáreo	% de CaCO ₃	Volumétrico
Fósforo disponible	ppm de P	Olsen
Potasio disponible	ppm de K	Espectro fotométrico
Conductividad eléctrica	dS/m.	Radiométrico
CIC	Cmol/kg de suelo	Suma de bases cambiables
		Complejométrico
Ca ⁺⁺	Cmol/kg de suelo	Complejométrico
Mg ⁺⁺	Cmol/kg de suelo	Espectrofotométrico
K ⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /kg de suelo	Espectrofotométrico
Na ⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /kg de suelo	

3.3.2 Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio estuvieron conformados por 8 formulaciones de los bioestimulantes Biogen y Fertimar, más un testigo sin aplicación de bioestimulantes, haciendo un total de 9 tratamientos; tal como se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos en estudio

N°	TRATAMIENTOS	CLAVE
1	Biogen x 200 cc/ha	T ₁
2	Biogen x 400 cc/ha	T ₂
3	Biogen x 600 cc/ha	T ₃
4	Biogen x 800 cc/ha	T ₄
5	Fertimar 200 g. /ha.	T ₅
6	Fertimar 400 g. /ha.	T ₆
7	Fertimar 600 g. /ha.	T ₇
8	Fertimar 800 g. /ha.	T ₈
9	Testigo (sin aplicación de bioestimulantes)	T ₀

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones.

La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de cuatro surcos. Las evaluaciones experimentales se realizaron en los dos surcos centrales.

3.3.4 Modelo aditivo lineal

Fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la observación realizada en la repetición_i del tratamiento j

μ = Media general

β_i = Efecto del bloque i

T_j = Efecto del tratamiento j

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

3.3.5 Análisis estadístico

Consistió en realizar el Análisis de Varianza (ANVA), con su correspondiente prueba de F. Para determinar la significación entre promedios de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad. Para la comparación de cada uno de los tratamientos

con el testigo se aplicó la prueba de Dunnettal 0.05 de probabilidad.

En el cuadro 5 se muestra el esquema del Análisis de Varianza.

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	3				
Tratamientos más testigo	8				
Tratamiento	7				
Testigo	1				
Error experimental	24				
Total	35				

3.4. Características del campo experimental

Surcos

Numero de surcos por parcela	: 4
Distanciamiento entre surcos	: 0.80 m
Largo de surco por parcela	: 4.80 m
Número de plantas por surco	: 12
Número de plantas por unidad experimental	: 48

Parcelas

Número total de parcelas	: 36
Numero de parcelas por bloque	: 9
Largo de parcela	: 4.80 m.
Ancho de parcela	: 3.20 m.
Área de cada parcela	: 15.36 m ²

Bloques

Largo de bloques	: 46.40 m
Ancho de bloques	: 3.20 m
Área de cada bloque	: 148.48 m ²
Número de Bloques	: 4
Separación entre bloques	: 0.80 m.

Campo experimental

Largo	: 46.40 m.
Ancho	: 15.20 m.
Área total del terreno	: 705.28 m ²

3.5. Conducción del cultivo

A continuación se describe las labores culturales que comprendió la conducción del cultivo a partir del trasplante, ya que las plantas que se utilizaron para la investigación se adquirieron de un almácigo de un club de madres ubicado cerca del campo experimental.

Las labores en la conducción del cultivo fueron las siguientes:

1. Preparación del terreno

La preparación del terreno para el trasplante comprendió las labores siguientes:

- Limpieza de terreno. Consistió en sacar los rastrojos del cultivo anterior (papa), y malezas que se encontraban en el campo. Esta labor se hizo a lampa.
- Aradura y cruza. Con humedad proveniente de las lluvias se realizó la labor de aradura. Se utilizó arado mediante tracción animal. Al día siguiente de realizado el arado se procedió a realizar la cruza del terreno con la finalidad de lograr un mayor mullido del mismo.
- Surcado. Se hizo mediante arado de tracción animal en ida y vuelta, luego se realizó un acomodo de los surcos con lampa.

El distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m.

2. Trasplante

Las plantas utilizadas para el trasplante tuvieron en promedio tres hojas verdaderas y con edad de 30 días después de la siembra en el almácigo.

En la extracción de las plantas del almácigo, así como, durante la operación misma del trasplante, se tuvo especial cuidado evitando romper raíces.

El trasplante se realizó en terreno humedecido, para lo cual fue necesario aplicar un riego ligero, y cuando éste estuvo en capacidad de

campo se procedió a efectuar el trasplante. Esta labor se realizó en horas de la tarde.

El distanciamiento entre plantas fue de 0.40 m., se colocaron dos plantas por sitio de siembra, además estas se ubicaron en la parte media del lomo del surco.

Luego de realizado el trasplante se aplicó un riego ligero para conseguir mayor prendimiento de plantas.

3. Desahije

Dado que al momento del trasplante se colocaron dos plantas por golpe a fin de asegurar el número de plantas adecuado; luego de 15 días de realizar la labor de trasplante y cuando se observó el prendimiento de las plantas, se procedió a realizar el desahije y, consistió en eliminar plantas, dejando una por sitio.

4. Riegos

Luego del trasplante y por un tiempo de 30 días se realizaron tres riegos cada 10 días para lograr el prendimiento de las plantas.

Los siguientes riegos se aplicaron con una frecuencia de 15 días

En total desde el trasplante hasta la cosecha se aplicaron 8 riegos.

5. Fertilización al suelo

Todos los tratamientos recibieron la dosis de fertilización 120- 80 – 100 de NPK, incluyendo al testigo. Como fuente de nitrógeno se aplicó urea, el fósforo se hizo en base a fosfato diamónico, mientras que para el potasio se empleó cloruro de potasio.

Toda la dosis de fósforo y el 50 % del potasio y del nitrógeno se aplicaron 15 días después del trasplante luego del desahije; el 50 % restante del nitrógeno y del potasio se aplicó 30 días después de la primera aplicación.

6. Aplicación de tratamientos

Corresponde a la aplicación de las formulaciones que fueron motivo de investigación.

Los tratamientos se aplicaron en tres momentos, el primero fue a los 45 días, el segundo a los 60 días y el tercero a los 75 días después del trasplante respectivamente. Cada tratamiento fue aplicado en cada uno de los momentos establecidos. Por ejemplo la formulación 200g./ha de Fertimar, esta fue aplicada en cada uno de los tres momentos de aplicación indicados.

Previo a la aplicación de los bioestimulantes se realizó la Prueba en Blanco, mediante esta, se determinó el volumen de agua a aplicar por cada unidad experimental, luego se llevó a hectárea. En el cuadro 6 se presenta la cantidad de producto para cada formulación y volumen de agua utilizado.

Cuadro 6. Cantidad de producto y volumen de agua para cada formulación.

Formulaciones	Gasto de agua (l.ha ⁻¹) en cada aplicación			Total producto utilizado por hectárea
	Primera	Segunda	Tercera	
Biogen x 200 cc/ha	180.00	240.00	270.00	0.6 l.ha ⁻¹
Biogen x 400 cc/ha	180.00	240.00	270.00	1.2 l.ha ⁻¹
Biogen x 600 cc/ha	180.00	240.00	270.00	1.8 l.ha ⁻¹
Biogen x 800 cc/ha	180.00	240.00	270.00	2.4 l.ha ⁻¹
Fertimar 200 g. /ha.	180.00	240.00	270.00	0.6 kg.ha ⁻¹
Fertimar 400 g. /ha.	180.00	240.00	270.00	1.2 kg.ha ⁻¹
Fertimar 600 g. /ha.	180.00	240.00	270.00	1.8 kg.ha ⁻¹
Fertimar 800 g. /ha.	180.00	240.00	270.00	2.4 kg.ha ⁻¹

7. Deshierbos

Son importantes para evitar la competencia de malezas con el cultivo por agua, luz, nutrientes, CO₂ y espacio. Se realizaron dos deshierbos en forma manual, a los 30 y 60 días del trasplante.

8. Cultivos

Se realizó un cultivo y fue efectuado al momento de realizar el primer deshierbo (30 días después del trasplante), este se realizó para airear, y además para evitar que la planta entre en contacto directo con el agua de riego.

9. Control fitosanitario

Se presentaron dos plagas importantes. La primera fue el pulgón (*Aphis* sp.), para su control se empleó el producto Ciclon a la dosis de 1.5 por mil, se realizaron dos aplicaciones. La segunda plaga fue el gusano comedor de hoja, el control se hizo mediante el producto Agromil al 1 por mil., también en dos aplicaciones.

10. Cosecha

Las inflorescencias fueron cosechadas en un estado inmaduro. Se realizó cuando estas presentaron máximo tamaño y compactas, con los botones florales bien cerrados, El primer recojo se inició a los 120 días después del trasplante y el término de la cosecha fue a los 140 días luego del trasplante.

En el cuadro 7 se presenta las labores agronómicas ejecutadas durante la conducción del experimento.

Cuadro 7. Cronograma de labores agronómicas durante el experimento.

Labores Agrícolas	Fecha
1. Limpieza de terreno	04/06/12
2. Arado	06/06/12
3. Cruza	07/06.12
4. Surcado y acomodo de surcos	07/06.12
5. Trasplante	09/06/12
6. Primer riego	09/06/12
7. Segundo riego	19/06/12
8. Desahije	24/06/12
9. Primera fertilización al suelo	24/06/12
10. Tercer riego	29/06/12
11. Primer deshierbo y cultivo	10/07/12
12. Cuarto riego	13/07/12
13. Primer control para pulgón	14/07/12
14. Segunda fertilización al suelo	24/07/12
15. Primera aplicación de formulaciones	24/07/12
16. Quinto riego	27/07/12
17. Segundo control para pulgón	29/07/12
18. Primer control para comedor de hoja	03/08/12
19. Segunda aplicación de formulaciones	08/08/12
20. Segundo deshierbo	09/08/12
21. Sexto riego	13/08/12
22. Tercera aplicación de formulaciones	23/08/12
23. Segundo control para comedor de hoja	24/08/12
24. Sétimo riego	28/08/12
25. Inicio de cosecha	09/09/12
26. Octavo riego	12/09/12
27. Término de cosecha	29/09/12

3.6. Observaciones experimentales

3.6.1. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

Se realizó en base a la cosecha de las inflorescencias de todas las plantas de los dos surcos centrales de cada unidad experimental. Estas fueron pesadas en una balanza. Los resultados se expresaron en kg por unidad experimental, para luego ser transformadas a t.ha⁻¹.

3.6.2. Peso de inflorescencia (g.)

Para esta evaluación se tomaron al azar 5 inflorescencias de las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental, estas serán pesadas en una balanza. Los datos se expresaron en gramos.

3.6.3. Altura de planta (cm.)

En cinco plantas marcadas al azar en los surcos centrales de cada unidad experimental se determinó la altura de planta, la medición se hizo desde el cuello de la planta hasta la parte superior de la inflorescencia. Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha.

3.6.4. Materia seca por planta (g.)

Dos plantas de los surcos laterales de cada unidad experimental y al momento de la emisión de la inflorescencia, estas fueron cortadas, picadas y colocadas en bolsas de papel, luego se llevaron a estufa a 75 °C, hasta alcanzar peso constante. Esto ocurrió a los 4 días.

3.6.5. Área foliar (dm²)

Se efectuó al momento de realizar la cosecha. Se tomarán al azar 3 plantas de los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

De cada planta y con un sacabocado de 2.5 cm. de diámetro se tomaron 5 porciones del hoja, estas se pesaron para obtener el promedio de peso de la porción de hoja.

Seguidamente se pesaron todas las hojas y ambos pesos fueron relacionados por regla de tres simple para obtener el área foliar por planta.

3.6.6. Inicio de emisión de inflorescencias

Se registró el número de días transcurridos desde el momento del trasplante hasta el momento que se observó la aparición de las inflorescencias. Se consideró como inicio de emisión de las inflorescencias cuando en los dos surcos centrales de cada unidad experimental se observó aproximadamente 10 % de aparición de las inflorescencias.

3.6.7. Inicio y término de la cosecha

Se registró los días que transcurrieron desde el inicio de la cosecha (primer recojo), hasta el término de la misma.

Como índice de madurez se tomó cuando estas alcanzaron su máximo tamaño, estuvieron compactas y los botones florales se encontraban cerrados.

3.7. Análisis económico

Se hizo en base a la relación beneficio- costo, la relación beneficio costo se determinará relacionado la utilidad neta entre el costo de producción. En los costos de producción se ha tenido en cuenta todos los insumos que se emplearon en la conducción del experimento.

La utilidad neta se obtuvo restando el valor bruto de la producción menos el costo de producción total de cada tratamiento.

El valor bruto de la producción se obtuvo multiplicando el rendimiento obtenido en cada formulación o tratamiento por el precio de 1.8 kg de brócoli al momento de la cosecha.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de suelo

Del análisis físico químico del suelo que se presenta en el cuadro 8, se establece que se trata de un suelo de textura franco arenosa, predominando la arena en un 68 %, con pH ligeramente ácido, con un nivel de calcáreo considerado bajo y sin problemas de sales (0.40dS/m).

El contenido de materia orgánica se encuentra en un nivel considerado medio y por lo tanto también el contenido de nitrógeno el cual es de 0.19 %.

Los contenidos de fósforo con valor de 13 ppm, es considerado dentro de un nivel medio. En cuanto al potasio el contenido de este es de 290 ppm el cual es considerado dentro de un nivel medio.

Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico, esta es considerada media. Con respecto a las bases cambiables, se observa que los elementos calcio y magnesio predominaron sobre el potasio y el sodio.

De los resultados del análisis de suelo se deduce que se trata de un suelo de fertilidad media, debido al contenido de materia orgánica que presenta y niveles medios de fósforo y potasio- Presenta buena retentividad de agua producto de su textura franco arenosa que presenta. Con respecto a su aptitud para el cultivo motivo de la investigación, se indica que éste presenta características físicas y químicas adecuadas para esta hortaliza y otras, tal como lo menciona **DELGADODELAFLOR, F. et, al (2000)**, quienes manifiestan que el brócoli requiere de suelos fértiles ricos en materia orgánica, moderadamente tolerante a la salinidad y ligeramente tolerante a la acidez, pH óptimo entre 6.0 a 7.5.

Cuadro 8. Resultados del análisis físico químico del suelo del campo experimental

Determinaciones	Resultados
Textura	Franco arenosa
Arena (%)	68
Limo (%)	22
Arcilla (%)	10
pH (suelo /agua 1:25)	6.4
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.40
Materia orgánica (%)	3.80
Nitrógeno total (% N)	0.19
Fósforo asimilable (ppm P)	13
Potasio asimilable (ppm K)	290
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.60
CIC (cmol ⁽⁺⁾ /kg suelo)	13.60
Na ⁺ (cmol ⁽⁺⁾ /kg suelo)	0.16
K ⁺ (cmol ⁽⁺⁾ /kg suelo)	0.40
Ca ⁺⁺ (cmol ⁽⁺⁾ /kg suelo)	7.80
Mg ⁺⁺ (cmol ⁽⁺⁾ /kg suelo)	5.24

4.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar y durante los meses que se condujo el experimento se indican en el cuadro 9.

La mayor temperatura media se registró en el mes de agosto con 22 °C, se observa que la temperatura media se incrementa a partir del mes de junio, esto es típico para las condiciones de Huancabamba y en general para la sierra de Piura, ya que a partir del mes de mayo cesan las lluvias y la temperatura aumenta.

En cuanto a la humedad relativa, se observa que esta tuvo poca variación de un mes a otro, La mayor humedad relativa se produjo en el mes de junio con 71 % , mientras que la más baja correspondió al mes de agosto con 68.40 %.

Con respecto a las horas de sol, encontramos que el mayor valor para este parámetro se produjo en los meses de agosto con 6.50 horas de sol por día.

La evapotranspiración tuvo muy poca variación en los meses que se condujo el experimento. Esta fue de 2.10 mm. , en el mes de setiembre y 2.50 mm., en el mes de julio

En general no se registraron condiciones meteorológicas extremas que pudieran haber afectado el normal desarrollo de las fases fenológicas del cultivo. Al respecto FUNDEAGRO (1993), indica que el brócoli requiere de clima templado, siendo la temperatura óptima entre 15 °C a 18 °C, no tolera altas temperaturas y es ligeramente resistente a heladas.

Cuadro 9. Datos meteorológicos registrados durante los meses de junio a setiembre del 2012.

MES	PARAMETROS			
	Temperatura Med. (°C)	H-R- (%)	Evap. Total (mm.)	Horas de sol/día
Junio	20.60	71.00	2.30	5.40
Julio	21.25	69.00	2.50	6.20
Agosto	22.00	68.40	2.70	6.50
Setiembre	20.20	70.15	2.10	6.10

Fuente: Estación meteorológica de Huancabamba

4.3. Rendimiento (t.ha⁻¹)

El Análisis de Varianza realizado para esta característica muestra que mediante la descomposición de la fuente de variabilidad tratamientos que se indica en el cuadro 10, se encontró lo siguiente:

Las formulaciones versus el testigo alcanzaron alta significación estadística, mientras que las formulaciones de Biogen versus las formulaciones de Fertimar fueron estadísticamente significativas.

Mediante la descomposición ortogonal de las formulaciones de Biogen y de Fertimar se observa que ambos bioestimulantes solo alcanzaron alta significación estadística en sus efectos lineales.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.56 %.

La prueba de Duncan 0.05 del cuadro 11, indica que entre los promedios de los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas. La formulación Biogen 800 alcanzó el mayor rendimiento con 4.39 t.ha-1 dicho valor es estadísticamente similar a la formulación Fertimar 800, pero estadísticamente superior a las demás formulaciones. El menor rendimiento se obtuvo con la formulación Fertimar 200 con 2.93 t.ha-1. Este comportamiento se observa en el gráfico 1.

La prueba de Dunnet 0.05 para las comparaciones de los tratamientos con el testigo (cuadro 11), indica que solo la formulación Biogen 800, fue estadísticamente superior al testigo; las demás formulaciones fueron similares a éste. Tal comportamiento se observa en el gráfico 2.

Para las formulaciones de cada bioestimulante, se observa que la formulación Biogen 800 supera estadísticamente a las demás, en cambio las formulaciones Fertimar 800 y Fertimar 600 son estadísticamente iguales, sin embargo, la primera supera estadísticamente a las formulaciones Fertimar 400 y Fertimar 200. Cabe destacar el efecto lineal significativo que se observa para las formulaciones de los productos aplicados, es decir que a medida que las formulaciones son mayores, se incrementa el rendimiento, situación que debe tener en cuenta si la decisión es emplear dichos productos.

Los resultados obtenidos confirman que el mayor rendimiento obtenido de brócoli estuvo influenciado por las formulaciones donde se aplicaron las más altas dosis de Biogen y Fertimar. Esto podría deberse a que dosis mayores de dichos bioestimulantes aportan una mayor cantidad de elementos de su composición química como son los micronutrientes, aminoácidos y vitaminas, los que habrían contribuido a una mayor nutrición de la planta, en favor de un mayor peso de fruto.

Las formulaciones de Biogen y Fertimar tienen un comportamiento lineal, es decir que el rendimiento se incrementa a medida que se incrementan las dosis. Ver gráficos 3 y 4.

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de brócoli (Kg/parcela)

FV	GL	SC	CM	FC	Significación
Bloques	3	2.144	0.715	1.981	NO
Tratamientos	8	20.238			
Formulaciones vs Testigo	1	3.715	3.715	10.297	**
Formulaciones de Biogen vs. Formulaciones de Fertimar	1	1.607	1.607	4.454	*
Formulaciones de Biogen					
BI	1	9.248	9.248	25.623	**
Bq	1	0.526	0.526	1.458	NO
Bc	1	0.002	0.002	0.006	NO
Formulaciones de Fertimar					
FI	1	4.846	4.846	13.432	**
Fq	1	0.191	0.191	0.529	NO
Fc	1	0.103	0.103	0.285	NO
Error Experimental	24	8.659	0.361		
Total	35				

CV= 11.56 %

Cuadro 11. Comparaciones entre promedio de formulaciones para rendimiento de brócoli (t.ha⁻¹)

Clave	Tratamientos: Formulaciones	Promedio (t.ha ⁻¹)	Duncan 0.05	Dunnet 0.05	
				Testigo	Promedio (t.ha ⁻¹)
T1	Biogen 200 l.ha ⁻¹	3.06	c	2.79 a	3.06 a
T2	Biogen 400 l.ha ⁻¹	3.27	b c	2.79 a	3.27 a
T3	Biogen 600 l.ha ⁻¹	3.70	b	2.79 a	3.70 a
T4	Biogen 800 l.ha ⁻¹	4.39	a	2.79 b	4.39 a
T5	Fertimar 200 kg.ha ⁻¹	2.93	c	2.79 a	2.93 a
T6	Fertimar 400 kg.ha ⁻¹	3.01	c	2.79 a	3.01 a
T7	Fertimar 600 kg.ha ⁻¹	3.46	b c	2.79 a	3.46 a
T8	Fertimar 800 kg.ha ⁻¹	3.84	a b	2.79 a	3.84 a

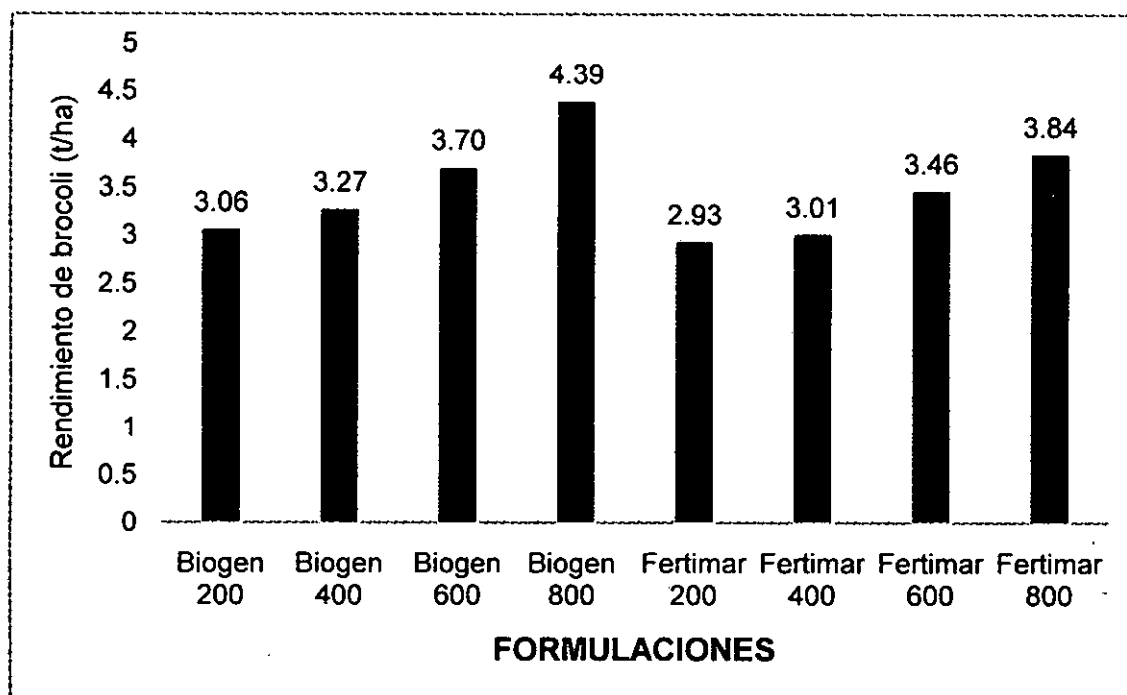


Grafico 1. Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre el rendimiento de brócoli (t.ha⁻¹)

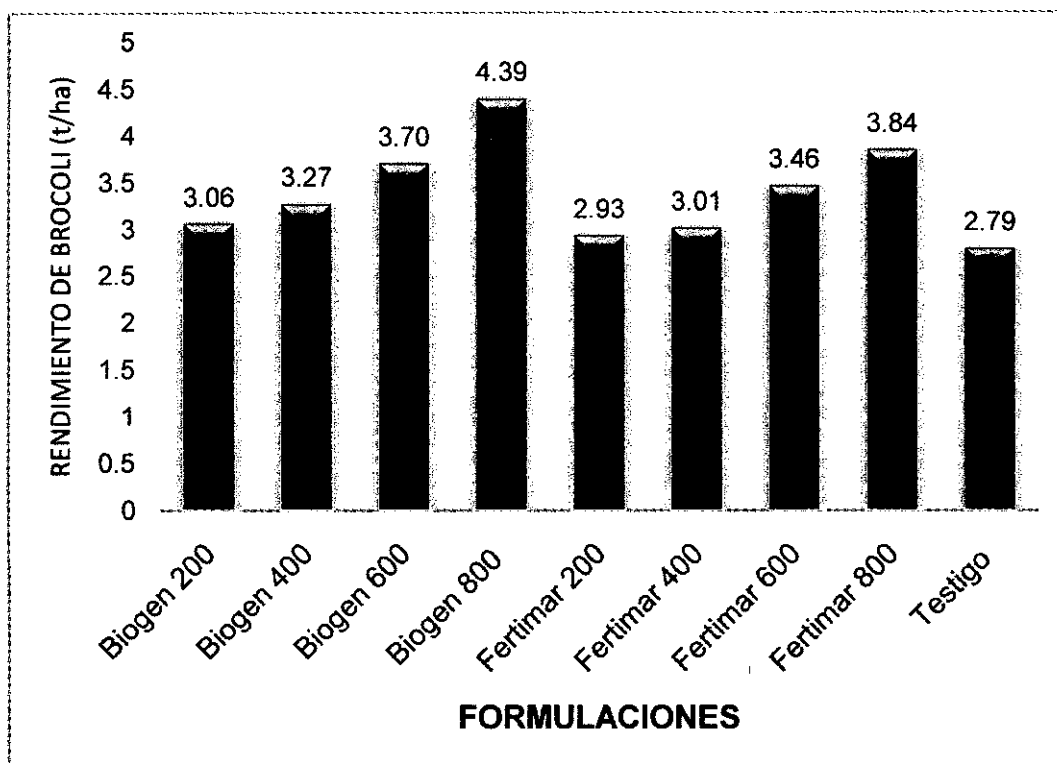


Gráfico 2. Comparación de formulaciones de bioestimulantes versus el testigo sobre el rendimiento de brócoli ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

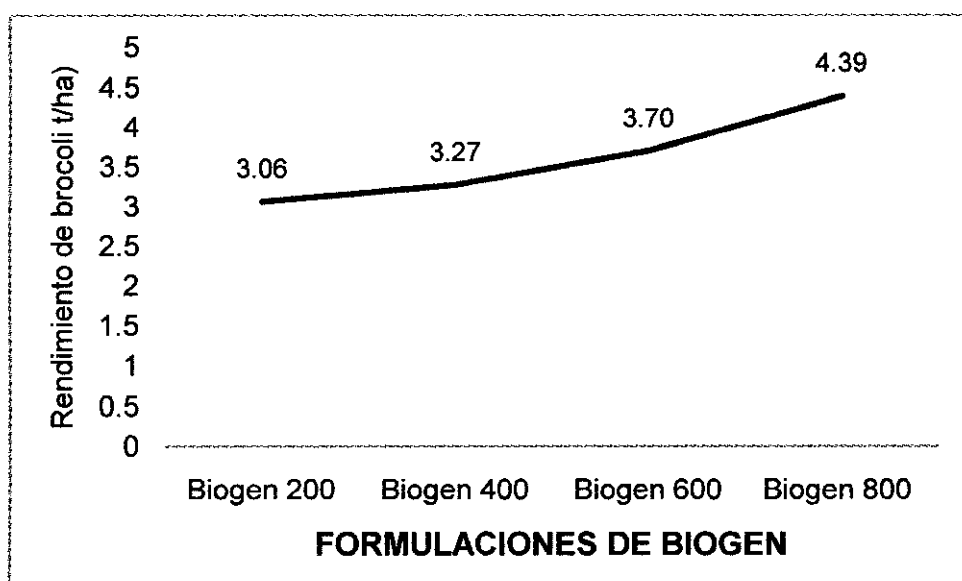


Gráfico 3. Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre el rendimiento de brócoli ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

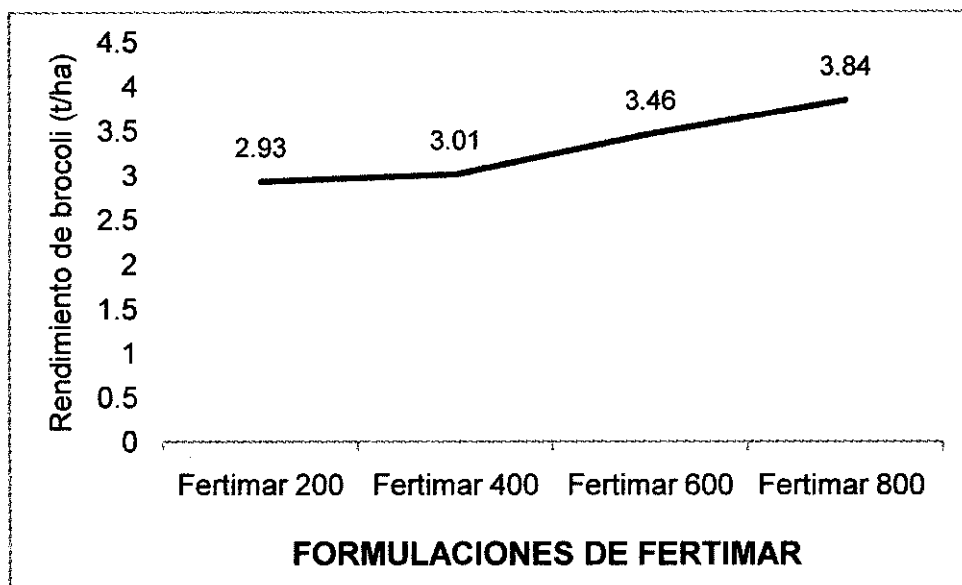


Gráfico 4. Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre el rendimiento de brócoli ($t \cdot ha^{-1}$)

4.4. Peso de inflorescencia (g.)

De acuerdo con la prueba de Duncan de cuadro 12, las fuentes de variabilidad formulaciones versus testigo, formulaciones de Biogen versus formulaciones de Fertimar, formulaciones de Biogen y formulaciones de Fertimar en su efecto lineal alcanzaron alta significación estadística.

El coeficiente de variabilidad fue de 7.40 %.

La prueba de Duncan 0.05, para los promedios de las formulaciones indica diferencias estadísticas significativas entre las formulaciones. La formulación Biogen 800 alcanzó el mayor peso de inflorescencia con 155.82 g., dicha formulación fue estadísticamente similar a las formulaciones Biogen 600 y Fertimar 800, pero a su vez, esta fue estadísticamente mejor a las demás formulaciones. Cuadro 13 y gráfico 5.

Con las formulaciones Fertimar 200 y Biogen 200 se obtuvo el menor peso de inflorescencia con valores de 107.49 g. y 118.05 g, respectivamente, siendo estos dos últimos valores similares entre sí.

Para las comparaciones de las formulaciones con el testigo, la prueba de Dunnet del cuadro 12, muestra que las formulaciones Biogen 600, Biogen 800 y Fertimar 800, superaron estadísticamente al testigo, esto demuestra que las formulaciones de Biogen y Fertimar mencionadas producen un mayor peso de inflorescencia que el testigo. Ver gráfico 6.

Con respecto a los promedios de las formulaciones de Biogen y Fertimar, la prueba de Duncan 0.05 y los gráficos demuestran lo siguientes:

La formulación Biogen 800 si bien es estadísticamente igual a la formulación Biogen 600, sin embargo, supera estadísticamente a las formulaciones Biogen 400 y Biogen 200. En cambio para Fertimar, se obtuvo el mismo comportamiento que Biogen, es decir la formulación Fertimar 800 tubo igual comportamiento estadístico que la formulación Fertimar 600, pero esta a su vez es mejor que las demás fórmulaciones. Este comportamiento se observa en los gráficos 7 y 8.

De los resultados se concluye que las formulaciones de Biogen 800 y Fertimar 800 se produce el mayor peso de inflorescencia, lo que significa que dichas formulaciones aportan una mayor cantidad de elementos nutritivos a las plantas, haciendo que éstas desarrollen procesos fisiológicos adecuados a favor de esta característica.

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

FV	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	544.40	181.467	1.94	NO
Tratamientos	8	8445.745			
Formulaciones vs Testigo	1	1,324.023	1,324.023	14.12	**
Formulaciones de Biogen vs. Formulaciones de Fertimar	1	916.883	916.883	9.78	**
Formulaciones de Biogen	1	3,178.225	3,178.225	33.89	**
B1	1	32.948	32.948	0.35	NO
Bq	1	0.046	0.046	0.0004	NO
Bc					
Formulaciones de Fertimar	1	2,784.210	2,784.210	29.69	**
F1	1	33.437	33.437	0.36	NO
Fq	1	175.973	175.973	1.88	NO
Fc	24	2,250.645	93.777		
Error Experimental					
Total	35	11240.790			

CV= 7.40 %

Cuadro 13. Comparaciones entre promedio de formulaciones para peso de inflorescencia (g.)

Clave	Tratamientos: Formulaciones	Promedio (g.)	Duncan 0.05	Dunnet 0.05	
				Testigo	Promedio (g.)
T1	Biogen 200 l.ha ⁻¹	118.05	e f	113.72 a	118.05 a
T2	Biogen 400 l.ha ⁻¹	133.43	b c d	113.72 a	133.43 a
T3	Biogen 600 l.ha ⁻¹	146.18	a b	113.72 b	146.18 a
T4	Biogen 800 l.ha ⁻¹	155.82	a	113.72 b	155.82 a
T5	Fertimar 200 kg...ha ⁻¹	107.04	f	113.72 a	107.04 a
T6	Fertimar 400 kg.ha ⁻¹	127.66	d e	113.72 a	127.66 a
T7	Fertimar 600 kg.ha ⁻¹	130.56	c d e	113.72 a	130.56 a
T8	Fertimar 800 kg.ha ⁻¹	145.40	a b c	113.72 b	145.40 a

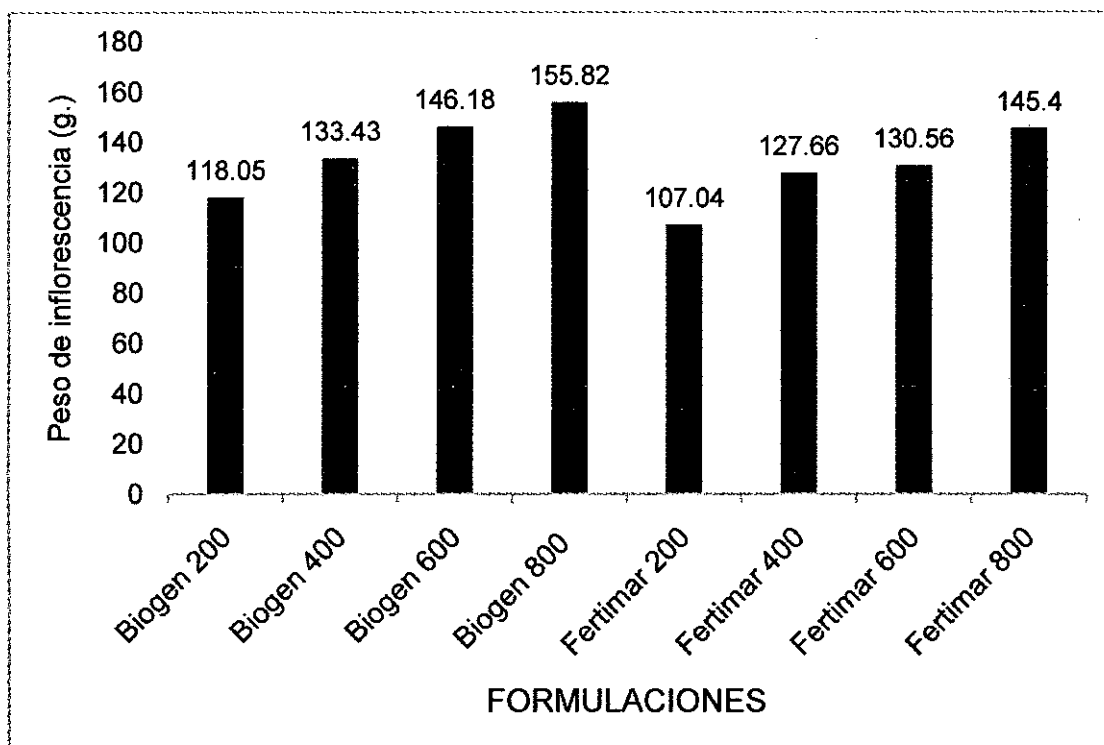


Gráfico 5. Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre peso de inflorescencia (g.)

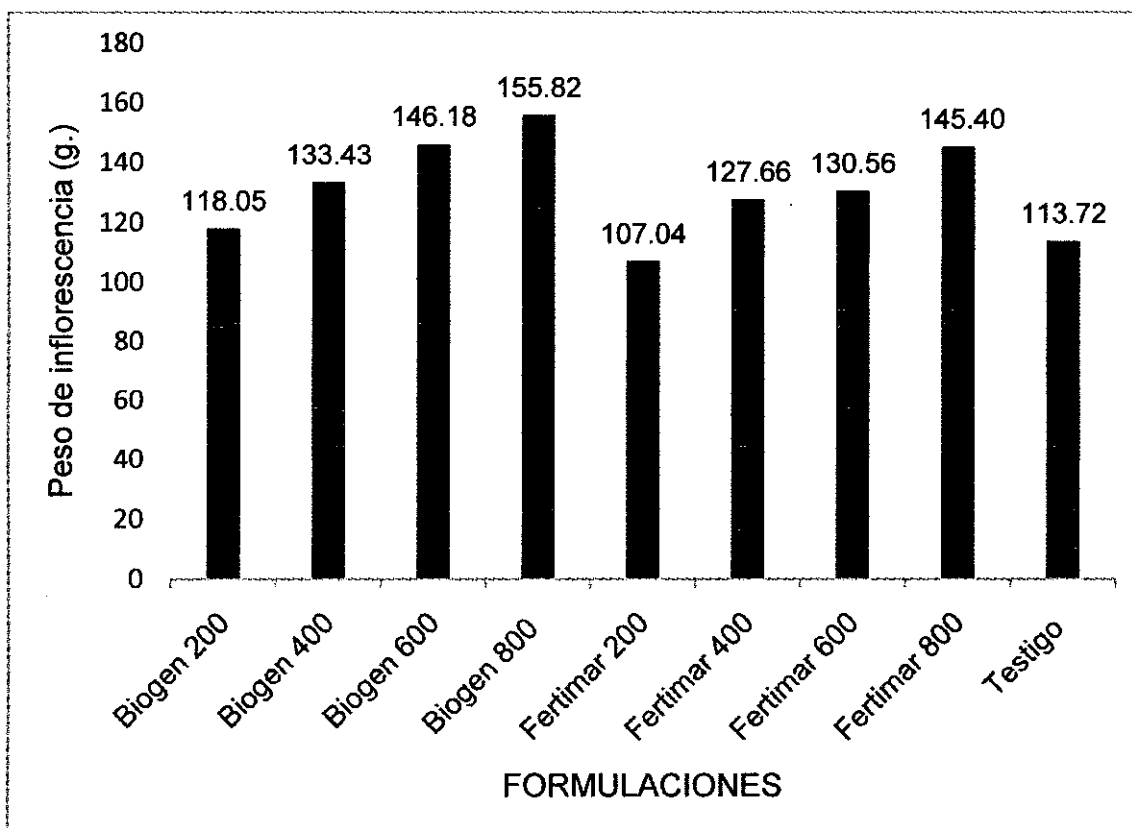


Gráfico 6. Comparación de formulaciones de bioestimulantes versus el testigo sobre peso de inflorescencia (g.)

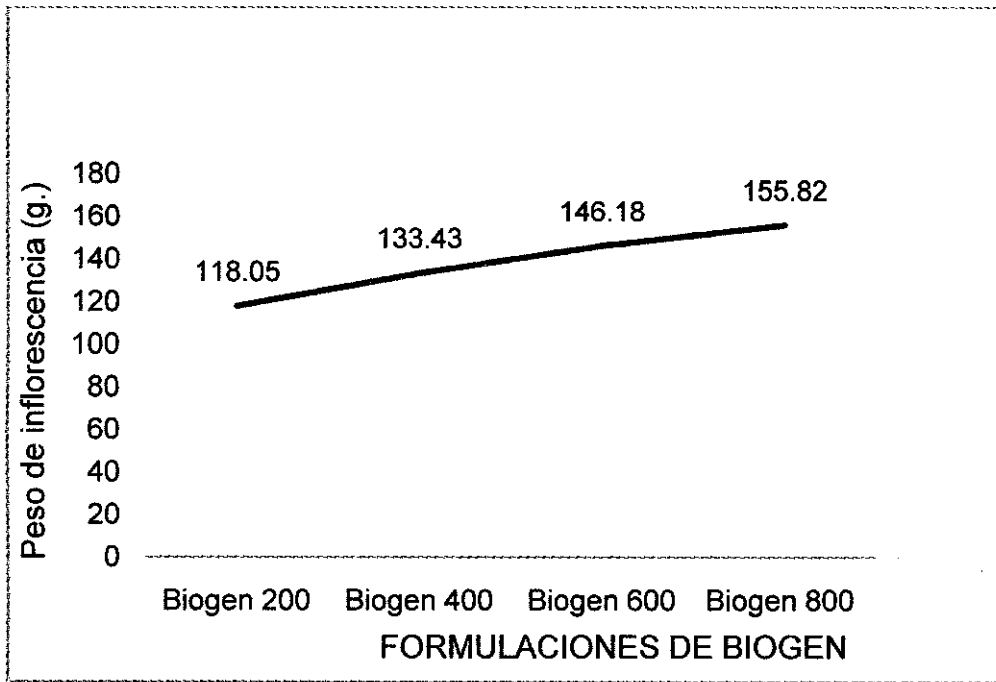


Gráfico 7. Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre peso de inflorescencia (g.)

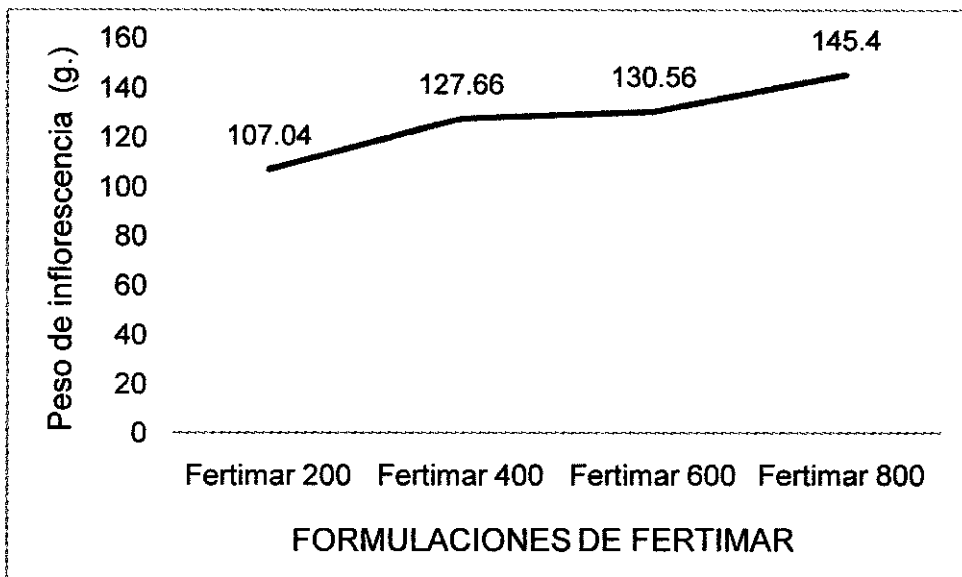


Gráfico 8. Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre peso de inflorescencia (g.)

4.5. Altura de planta (cm.)

Para esta característica el Análisis de Varianza del cuadro 14, muestra que solo la fuente de variabilidad Formulaciones de Fertimar en su efecto lineal alcanzó alta significación estadística. Las demás no alcanzaron significación estadística.

El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 4.29 %.

Para las comparaciones de los promedios de las formulaciones, la prueba de Duncan del cuadro 15, muestra que la formulación Biogen 800 con una altura de planta de 34.05 cm. solo superó estadísticamente a las formulaciones de Fertimar 200 y Fertimar 400, en dichas formulaciones se obtuvieron las menores alturas de planta con valores de 31.0 cm y 31.69 cm, respectivamente. Este comportamiento se visualiza en el gráfico 9.

Mediante descomposición ortogonal, los promedios de las formulaciones de Fertimar muestran diferencias estadísticas significativas para el efecto lineal. La formulación Fertimar 800 obtuvo una altura de planta de 31.61 cm, este valor si bien fue estadísticamente igual a las formulaciones Fertimar 400, Fertimar 600, sin embargo superó a la formulación Fertimar 200, con esta última formulación se obtuvo la menor altura de planta con un valor de 31.00 cm. Este comportamiento se aprecia en el gráfico 10.

Cabe resaltar el efecto lineal que muestran las formulaciones de Fertimar, es decir que a medida que se incrementan las dosis, también se incrementa la altura de planta, esto podría deberse a una respuesta positiva de las planta frente a las formulaciones del producto aplicado, induciendo a un mayor crecimiento.

Para la comparación de los promedios de cada una de las formulaciones con el testigo, no se encontró diferencias estadísticas significativas para ninguna formulación con respecto al testigo.

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta (cm.)

FV	GL	SC	CM	FC	Significación
Bloques	3	0.790	0.263	0.13	NO
Tratamientos	8	31.607	3.951		
Formulaciones vs. Testigo	1	0.240	0.240	0.12	NO
Formulaciones de Biogen vs. Formulaciones de Fertimar	1	5.595	5.595	2.85	NO
Formulaciones de Biogen					
BI	1	7.485	7.485	3.81	NO
Bq	1	0.328	0.328	0.17	NO
Bc	1	1.349	1.349	0.69	NO
Formulaciones de Fertimar					
FI	1	16.371	16.371	14.41	**
Fq	1	0.000	0.000	0.000	NO
Fc	1	0.239	0.239	0.12	NO
Error Experimental	24	47.144	1.964		
Total	35	79.541			

CV= 4.29 %

Cuadro 15. Comparaciones entre promedio de formulaciones para altura de planta (cm.)

Clave	Tratamientos: Formulaciones	Promedio		Dunnet 0.05	
		Duncan (cm.)	0.05	Testigo	Promedio (cm.)
T1	Biogen 200 l.ha ⁻¹	31.95	a b c	32.46 a	31.95 a
T2	Biogen 400 l.ha ⁻¹	33.37	a b	32.46 a	33.37 a
T3	Biogen 600 l.ha ⁻¹	33.20	a b c	32.46 a	33.20 a
T4	Biogen 800 l.ha ⁻¹	34.05	a	32.46 a	34.05 a
T5	Fertimar 200 kg...ha ⁻¹	31.00	c	32.46 a	31.00 a
T6	Fertimar 400 kg.ha ⁻¹	31.69	b c	32.46 a	31.69 a
T7	Fertimar 600 kg.ha ⁻¹	32.92	a b c	32.46 a	32.92 a
T8	Fertimar 800 kg.ha ⁻¹	33.61	a b	32.46 a	33.61 a

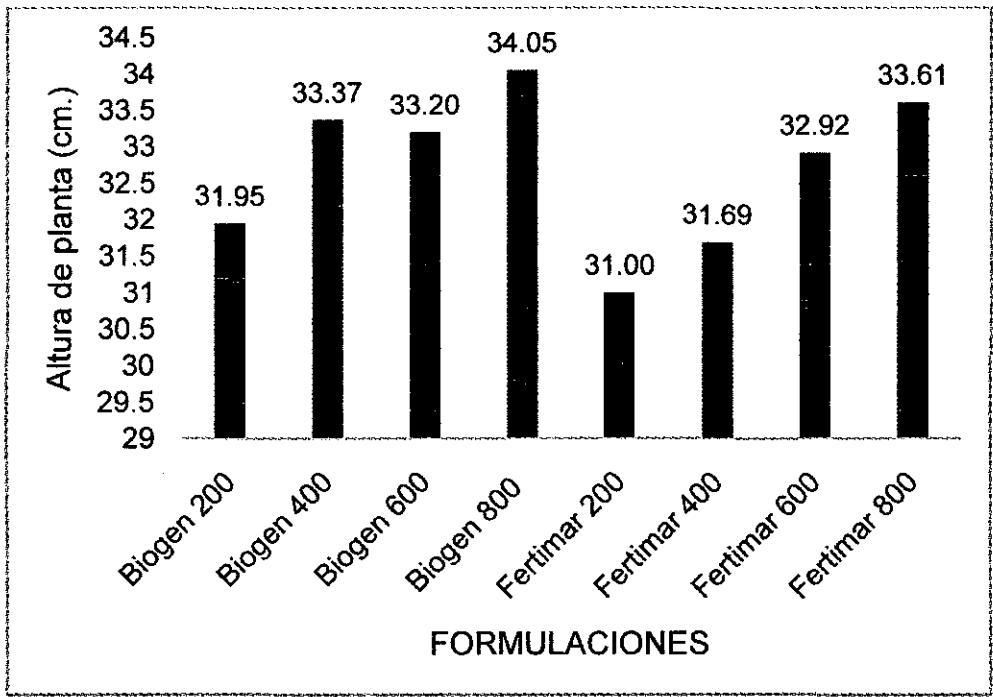


Grafico 9. Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre altura de planta (cm.)

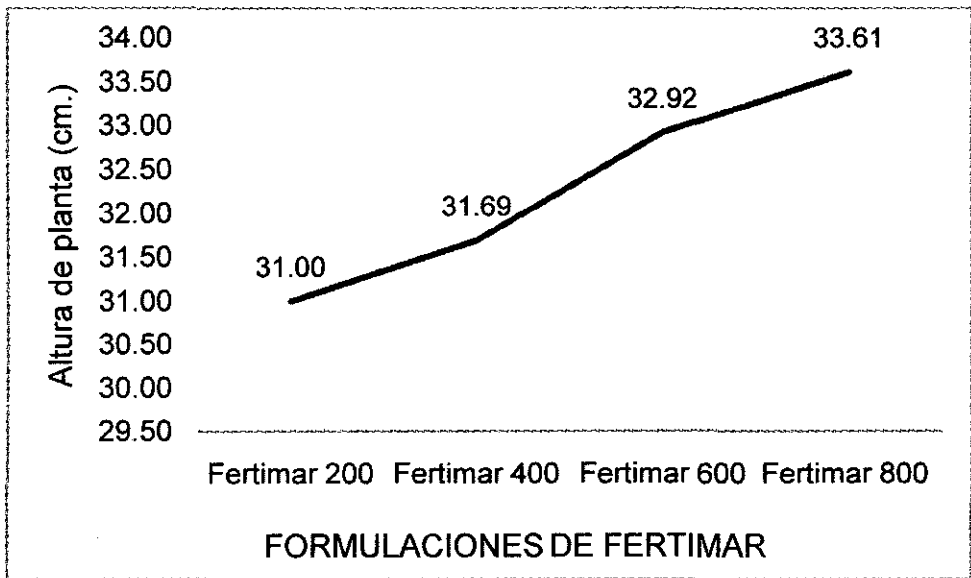


Gráfico 10. Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre altura de planta (cm.)

4.6. Materia seca (g./planta)

El Análisis de Varianza del cuadro 16, para la característica materia seca, indica que las fuentes de variabilidad formulaciones de Biogen y formulaciones de Fertimar mediante la descomposición ortogonal, el efecto lineal para ambas formulaciones obtuvo alta significación estadística. Las demás fuentes de variabilidad no alcanzaron significación estadística.

El coeficiente de variabilidad fue de 10.05 %

Mediante la prueba de Duncan 0.05 (cuadro 17), para la comparación entre los promedios de las formulaciones, se encontró que las formulaciones Biogen 800 y Fertimar 800 obtuvieron los más altos valores de materia seca por planta con 116.66 g./planta y 103.66 g./planta, respectivamente, dichos valores fueron estadísticamente iguales entre ellos, observándose que solo la formulación Biogen 800 supera estadísticamente a todas las demás formulaciones a excepción de la formulación Fertimar 800. Ver gráfico 11.

Para el promedio de las formulaciones de Biogen la prueba de Duncan 0.05 del cuadro 16), reporta que la formulación 800 es estadísticamente superior a todas las demás formulaciones de dicho bioestimulante, observándose un efecto lineal significativo, es decir que el contenido de materia seca se incrementa a medida que se incrementa la formulación (dosis del producto). Tendencia similar se observa para las formulaciones de Fertimar, solo que en este caso la formulación Fertimar 800 es estadísticamente igual a la formulación Fertimar 600, pero supera a las demás. Ver gráficos 12 y 13.

El comportamiento observado de las formulaciones podría atribuirse a que a una mayor formulación (mayor dosis del producto), el contenido de nutrientes que se aplica es mayor, lo que habría contribuido a incrementar el contenido de materia seca lo cual es favorable para una mayor acumulación de reservas en la planta, hecho que se visualiza en el rendimiento y en el peso de la inflorescencia donde también se observa efecto lineal significativo de las formulaciones.

Todas las formulaciones fueron estadísticamente iguales al testigo (Prueba de Dunnet 0.05 del cuadro 17)

Cuadro 16. Análisis de varianza para materia seca (g. /planta)

FV	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	68.650	22.883	0.27	NO
Tratamientos	8	5,618.576			
Formulaciones vs. Testigo	1	92.832	92.832	1.10	NO
Formulaciones de Biogen vs. Formulaciones de Fertimar	1	201.955	201.955	2.39	NO
Formulaciones de Biogen					
Bl	1	3,223.134	3,223.134	38.12	**
Bq	1	139.890	139.890	1.65	NO
Bc	1	74.363	74.363	0.88	NO
Formulaciones de Fertimar					
Fl	1	1,823.668	1,823.668	21.57	**
Fq	1	0.748	0.748	0.009	NO
Fc	1	61.987	61.987	0.73	NO
Error Experimental	24	2029.394	84.558		
Total	35	7,716.62			

CV= 10.05 %

Cuadro 17. Comparaciones entre promedio de formulaciones para materia seca (g/ planta)

Clave	Tratamientos: Formulaciones	Promedio (g.)	Duncan 0.05	Dunnet 0.05	
				Testigo	Promedio (g.)
T1	Biogen 200 l.ha ⁻¹	76.64	d e	86.07 a	76.64 a
T2	Biogen 400 l.ha ⁻¹	87.28	c d e	86.07 a	87.28 a
T3	Biogen 600 l.ha ⁻¹	94.19	b c	86.07 a	94.19 a
T4	Biogen 800 l.ha ⁻¹	116.66 a		86.07 b	116.66 a
T5	Fertimar 200 kg...ha ⁻¹	73.25	e	86.07 a	73.25 a
T6	Fertimar 400 kg.ha ⁻¹	86.75	c d e	86.07 a	86.75 a
T7	Fertimar 600 kg.ha ⁻¹	91.02	b c d	86.07 a	91.02 a
T8	Fertimar 800 kg.ha ⁻¹	103.66 a b		86.07 a	103.66 a

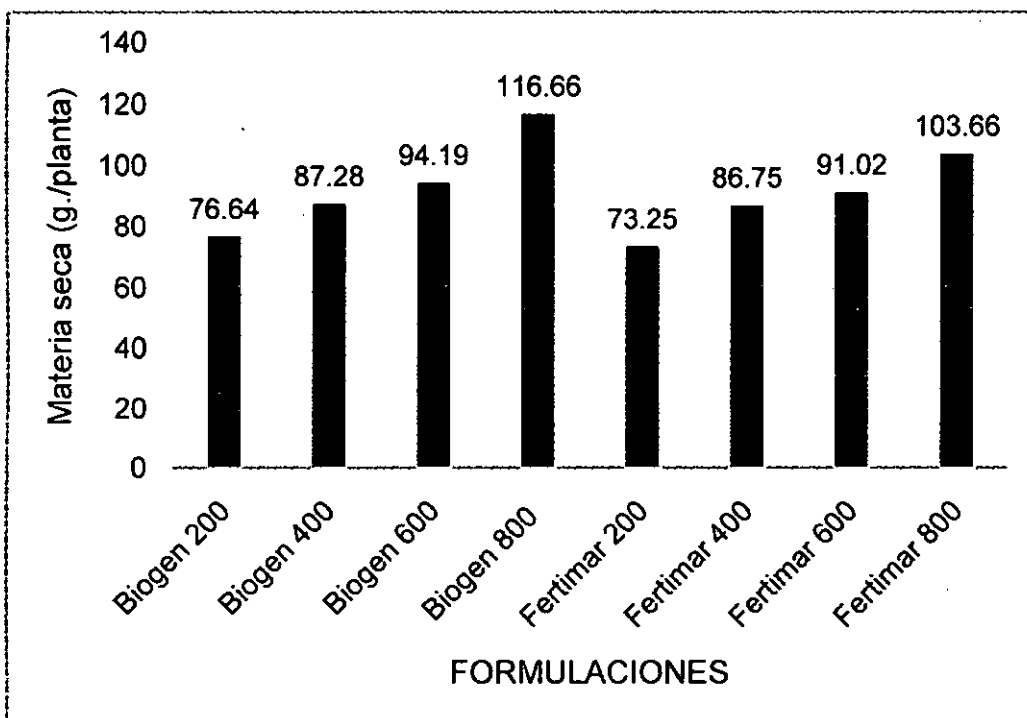


Grafico 11. Comparación de formulaciones de bioestimulantes sobre materia seca (g./planta)

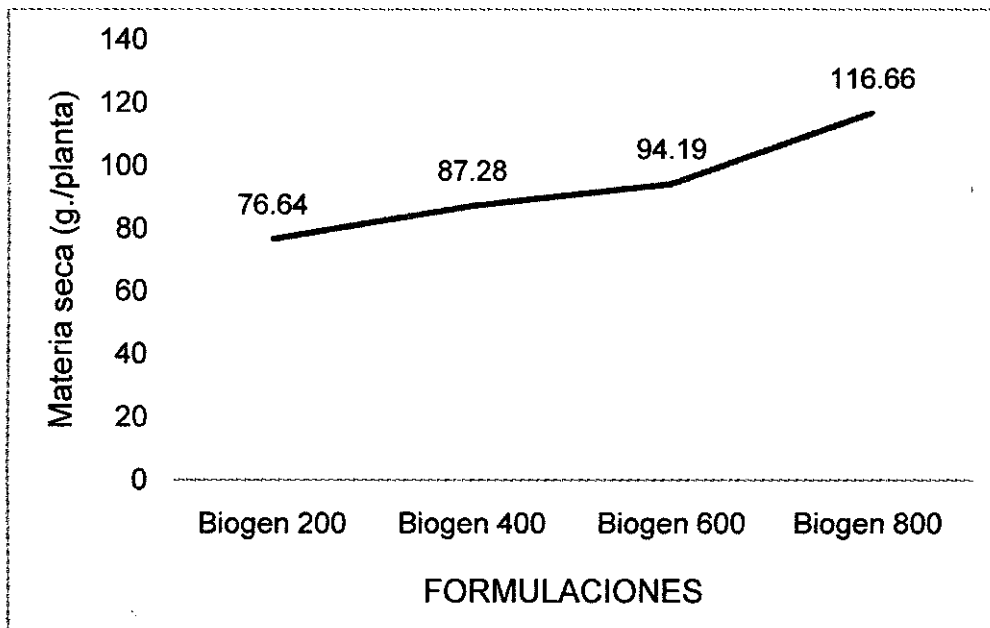


Gráfico 12. Comportamiento de formulaciones de Biogen sobre materia seca (g./planta)

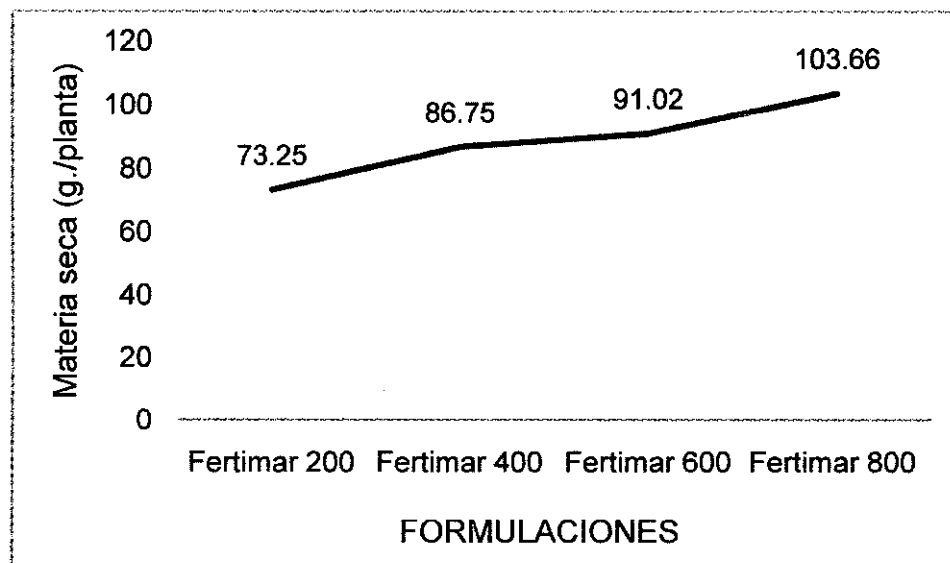


Gráfico 13. Comportamiento de formulaciones de Fertimar sobre materia seca (g./planta)

4.7. Área foliar (dm²)

El Análisis de Varianza del cuadro 18, no encontró significación estadística para ninguna de las fuentes de variabilidad.

El coeficiente de variabilidad fue de 4.71 %.

La prueba de Duncan 0.05 del cuadro 19, para la comparación entre los promedios de las formulaciones se observa que estas fueron estadísticamente similares entre sí.

Así mismo la prueba de Dunnet 0.05 que se muestra en el cuadro 19, indica que todos los promedios de las formulaciones fueron estadísticamente iguales al testigo.

Al respecto se concluye que las formulaciones ni el testigo han influencia sobre la característica área foliar.

Los valores de área foliar encontrados son ligeramente mayores a los reportados por Aguilar (2003), quien para el testigo indica 28.43 dm² y para el promedio de tratamientos 27.44 dm².

Cuadro 18. Análisis de varianza para área foliar (dm²)

FV	GL	SC	CM	FC	Significación
Bloques	3	2.430	0.810	0.40	NO
Tratamientos	8	12.011			
Formulaciones vs. Testigo	1	0.037	0.037	0.02	NO
Formulaciones de Biogen vs. Formulaciones de Fertimar	1	7.031	7.031	3.50	NO
Formulaciones de Biogen					
B1	1	1.213	1.213	0.60	NO
Bq	1	0.032	0.032	0.02	NO
Bc	1	0.032	0.032	0.02	NO
Formulaciones de Fertimar					
F1	1	2.090	2.090	1.00	NO
Fq	1	0.515	0.515	0.26	NO
Fc	1	0.762	0.762	0.38	NO
Error Experimental	24	48.219	2.009		
Total	35	62.660			

CV= 4.71 %

Cuadro 19. Comparaciones entre promedio de formulaciones para área foliar (dm²)

Clave	Tratamientos: Formulaciones	Promedio		Dunnet 0.05	
		Duncan (g.)	0.05	Testigo	Promedio (g.)
T1	Biogen 200 l.ha ⁻¹	30.17	a	30.19 a	30.17 a
T2	Biogen 400 l.ha ⁻¹	30.59	a	30.19 a	30.59 a
T3	Biogen 600 l.ha ⁻¹	30.45	a	30.19 a	30.45 a
T4	Biogen 800 l.ha ⁻¹	31.04	a	30.19 a	31.04 a
T5	Fertimar 200 kg...ha ⁻¹	28.86	a	30.19 a	28.86 a
T6	Fertimar 400 kg.ha ⁻¹	29.93	a	30.19 a	29.93 a
T7	Fertimar 600 kg.ha ⁻¹	29.67	a	30.19 a	29.67 a
T8	Fertimar 800 kg.ha ⁻¹	30.03	a	30.19 a	30.03 a

4.8. Análisis económico

En el Cuadro 20 se presenta el análisis económico para cada una de las formulaciones o tratamientos que se estudiaron. Para determinar el costo de producción total de cada tratamiento, primero se calculó el costo base (ver cuadro 33 del anexo), el mismo que correspondió al testigo, ya que este recibió fertilización al suelo igual que los demás tratamientos, pero no se aplicó ninguna formulación de bioestimulantes. A este costo base se le sumo el costo de los bioestimulantes correspondientes a cada formulación y el costo de aplicación. Ver cuadro 26 del anexo,

Con el rendimiento obtenido para cada formulación y el testigo, y el precio de venta de un kilogramo de brócoli en chacra (S/. 1.80 nuevos soles), se determinó el valor bruto de la producción (VBP). Para obtener la utilidad neta al valor bruto de la producción se le resto el costo de producción total. La formulación con la cual se obtuvo el mayor valor de utilidad neta fue con Biogen 800 l.ha⁻¹, con S/.1,725.00 nuevos soles, seguido de la formulación Fertimar 800 kg, ha⁻¹ que obtuvo S/.878.54 nuevos soles.

La mayor relación beneficio/costo se obtuvo con la formulación Biogen 800 l.ha⁻¹ que alcanzó 0.28, es decir que por cada nuevo sol invertido se gana 0.28, el segundo lugar correspondió a la formulación Fertimar 800 kg, ha⁻¹ con un valor de 0.15. Con las formulaciones Biogen 600 l.ha⁻¹, Biogen 800 l.ha⁻¹, Fertimar 600 kg, ha⁻¹ y Fertimar 800 kg, ha⁻¹ se obtienen relaciones de beneficio costo muy bajas lo que representa también ganancias bajas, esto se debe principalmente al bajo rendimiento obtenido. Con las demás formulaciones se obtienen relaciones de beneficio costo negativas lo que significa que con éstas se producen pérdidas al no recuperar ni los costos de producción.

4.9. Inicio de emisión de inflorescencias

En los diferentes tratamientos evaluados, la emisión de las inflorescencias ocurrió a los 55 días después del trasplante.

4.10. Inicio y término de cosecha

Para todos los tratamientos, el inicio y término de la cosecha se produjo a los 120 y 140 días después del trasplante, respectivamente.

Cuadro 20. Análisis económico

Formulaciones o Tratamientos	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Valor Bruto de la Producción (S/.)	Costo de Producción (S/.)	Utilidad Neta	Relación Costo /Beneficio
Biogen 200 cc.ha ⁻¹	3,060.00	5,508.00	5,901.46	-393.46	-0.07
Biogen 400 cc.ha ⁻¹	3,270.00	5,886.00	5,985.00	-99.00	-0.02
Biogen 600 cc.ha ⁻¹	3,700.00	6,660.00	6,069.46	590.54	0.10
Biogen 800 cc.ha ⁻¹	4,390.00	7,902.00	6,177.00	1,725.00	0.28
Fertimar 200 g.ha ⁻¹	2,930.00	5,274.00	5,871.46	-597.46	-0.10
Fertimar 400 g.ha ⁻¹	3,010.00	5,418.00	5,925.46	-507.00	-0.09
Fertimar 600 g.ha ⁻¹	3,460.00	6,228.00	5,979.46	248.54	0.04
Fertimar 800 g.ha ⁻¹	3,840.00	6,912.00	6,033.46	878.54	0.15
Testigo	2,790.00	5,022.00	5,637.46	-615.46	-0.11

Precio de venta en chacra: S/. 1.8 x kg

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De las observaciones realizadas en el presente trabajo de investigación y de acuerdo a los objetivos propuestos se concluye lo siguiente:

1. La formulación Biogen 800 l.ha⁻¹, fue la mejor al obtener el mayor rendimiento, con un valor de 4.39 t, ha⁻¹.
2. La formulación 800 l.ha⁻¹ fue superior al testigo en las características de rendimiento y peso de inflorescencia. En las demás características todas las formulaciones fueron iguales al testigo.
3. Para las formulaciones de Biogen, la formulación 800 l.ha⁻¹ produce un efecto significativo sobre el rendimiento, peso de inflorescencia y materia seca, mientras que para las formulaciones de Fertimar, la formulación Fertimar 800 g.ha⁻¹, en las características rendimiento y peso de inflorescencia es mejor a las formulaciones Fertimar 200 g.ha⁻¹ y Fertimar 400g.ha⁻¹
4. La formulación Biogen 800 l.ha⁻¹, obtuvo la mayor relación beneficio costo con un valor de 0.28.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIÓN

1. Realizar un estudio comparativo de variedades de brócoli, en diferentes lugares de la provincia de Huancabamba, a fin de determinar la variedad de mejor rendimiento

CAPITULO VII

RESUMEN

La presente investigación se realizó bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Huancabamba, ubicado geográficamente a 5° 13' 27" de latitud sur, 79° 11' 35" de longitud oeste y 1,957 m.s.n.m. de altitud, la fase de campo comprendió entre los meses de junio a setiembre del 2012.

En el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica Plenck) variedad WALTHAM 29, se estudiaron las formulaciones Biogen 200 cc.ha⁻¹, Biogen 400 cc.ha⁻¹, Biogen 600 cc.ha⁻¹, Biogen 800 cc.ha⁻¹, Fertimar 200 g.ha⁻¹, Fertimar 400 g.ha⁻¹, Fertimar 600 g.ha⁻¹, Fertimar 800 g.ha⁻¹, más un testigo (sin aplicación de bioestimulantes). El diseño utilizado fue el de Bloques Completos Al Azar (BCA) con 4 repeticiones. Para la comparación entre los promedios de las formulaciones se utilizó la prueba de Duncan 0.05 de probabilidad y para la comparación de cada uno de los promedios de las formulaciones con el testigo la prueba de Dunnet 0.05 de probabilidad.

Las observaciones experimentales evaluadas fueron las siguientes: Rendimiento (t.ha⁻¹), peso de inflorescencia (g.), altura de planta (cm), materia seca (g./planta) y área foliar(dm²).

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente: La formulación Biogen 800 l.ha⁻¹, fue la mejor al obtener el mayor rendimiento, con un valor de 4.39 t, ha⁻¹., la formulación 800 l.ha⁻¹ fue superior al testigo en las características de rendimiento y peso de inflorescencia. En las demás características todas las formulaciones fueron iguales al testigo, para las formulaciones de Biogen, la formulación 800 l.ha⁻¹ produce un efecto significativo sobre el rendimiento, peso de inflorescencia y materia seca, mientras que para las formulaciones de Fertimar, la formulación Fertimar 800 g.ha⁻¹, en las características rendimiento y peso de inflorescencia es mejor a las formulaciones Fertimar 200 g.ha⁻¹ y Fertimar 400g.ha⁻¹, la formulación Biogen 800 l.ha⁻¹, obtuvo la mayor relación beneficio costo con un valor de 0.28.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, B. J. 2003. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea cv. Itálica Planck) Huancabamba. Universidad Nacional de Piura, Perú. Tesis Ing. Agrónomo. 88 pág.
2. Araiza, Ch y Sánchez, L. 2003. Horticultura Editorial TRILLAS. Quinta reimpresión. 29 pp.
3. BIOGENGRO. 2011. Boletín técnico sobre el producto Biogen. Lima, Perú. 4 pag.
4. Cerna, B. L. A. 2011. Manual de Olericultura. Publicación del Fondo Editorial UPAO. Primera edición Trujillo, Perú. 13 pp.
5. Delgado de la Flor B. Toledo, H. Casas, D. Ugas y Saray. 2000. Datos básicos de cultivos hortícolas. Ediagraria. Universidad Nacional Agraria La Molina.
6. FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO (FUNDEAGRO). 1993. El cultivo de Brócoli. Boletín técnico N° 2. Lima, Perú. 42 pág.
7. Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), 2011. Tomo N°2. Información Agropecuaria
8. Maroto 1995 Horticultura herbácea Especial. Editorial Mundi Prensa. Cuarta edición. Madrid, España. 337 -338 pp.
9. Montes, A y Holle, M. 1985. Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José de Costa Rica. 120 pág.
10. Saavedra, R.N. 1,997. Efecto de la Edad de plántula y del nitrógeno en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica), Medio Piura. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 89 pág.
11. Tasayco, G .C. 2003. Manual práctico de cultivo de hortalizas. Editorial "NELLY". Primera edición. 44 pp.
12. Valadez, L.A 1994. Producción de hortalizas. Editorial UTEHA – NORIEGA EDITORES. México. 46 – 47 pp. 46.
13. WWW.biogenagro.com
14. WWW.peruvianseaweeds.com

ANEXOS

Cuadro 21. Rendimiento de brócoli/ parcela (kg.15.36 m²). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos

N°	Contraste	TOTAL FORMULACIONES								Testigo	Q	r)x	SC (Q)
		B200	B400	B600	B800	F200	F400	F600	F800				
		18.77	20.12	22.72	26.97	17.98	18.50	21.33	23.60				
1	Formulaciones vs Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	32.71	288	3.715
2	Formulaciones Biogen vs Formulaciones Fertimar	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	7.17	32	1.607
	Formulaciones Biogen												
3	BI	-3	-1	1	3	0	0	0	0	0	27.20	80	9.248
4	Bq	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	2.9	16	0.526
5	Bc	-1	3	-3	1	0	0	0	0	0	0.40	80	0.002
	Formulaciones Fertimar												
6	FI	0	0	0	0	-3	-1	1	3	0	19.69	80	4.846
7	Fq	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	1.75	16	0.191
8	Fc	0	0	0	0	-1	3	-3	1	0	-2.87	80	0.103
SC tratamientos												20.238	

Cuadro 22. Peso de inflorescencia (g.). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos

N°	Contraste	TOTAL FORMULACIONES								Testigo	Q	(r)	SC (Q)
		B200	B400	B600	B800	F200	F400	F600	F800				
		472.21	533.73	584.73	623.29	428.16	510.65	522.25	581.61				
1	Formulaciones vs Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	617.51	288	1,324.023
2	Formulaciones Biogen vs Formulaciones Fertimar	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	171.29	32	916.883
	Formulaciones Biogen												
3	BI	-3	-1	1	3	0	0	0	0	0	504.24	80	3,178.225
4	Bq	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	-22.96	16	32.948
5	Bc	-1	3	-3	1	0	0	0	0	0	-1.92	80	0.046
	Formulaciones Fertimar												
6	FI	0	0	0	0	-3	-1	1	3	0	471.95	80	2,784.210
7	Fq	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	-23.13	16	33.437
8	Fc	0	0	0	0	-1	3	-3	1	0	118.65	80	175.973
SC tratamientos												8445.745	

Cuadro 23. Altura de planta (cm.). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos

N°	Contraste	TOTAL FORMULACIONES								Testigo	Q	(r)x	SC (Q)
		B200	B400	B600	B800	F200	F400	F600	F800				
		31.95	33.37	33.20	34.05	31.00	31.69	32.92	33.61				
1	Formulaciones vs Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	8.32	288	0.240
2	Formulaciones Biogen vs Formulaciones Fertimar	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	13.38	32	5.595
	Formulaciones Biogen												
3	BI	-3	-1	1	3	0	0	0	0	0	24.47	80	7,485
4	Bq	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	-2.29	16	0.328
5	Bc	-1	3	-3	1	0	0	0	0	0	10.39	80	1.349
	Formulaciones Fertimar												
6	FI	0	0	0	0	-3	-1	1	3	0	36.19	80	16.371
7	Fq	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	0.01	16	0.000
8	Fc	0	0	0	0	-1	3	-3	1	0	-4.37	80	0.239
SC tratamientos												31.607	

Cuadro 24. Materia seca (g./planta). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos

N°	Contraste	TOTAL FORMULACIONES								Testigo	Q	(r)	SC (Q)
		B200	B400	B600	B800	F200	F400	F600	F800				
		76.64	87.28	94.19	116.66	73.25	86.75	91.02	103.66				
1	Formulaciones vs Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	163.51	288	92.832
2	Formulaciones Biogen vs Formulaciones Fertimar	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	80.39	32	201.955
	Formulaciones Biogen												
3	BI	-3	-1	1	3	0	0	0	0	0	507.79	80	3,223.134
4	Bq	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	47.31	16	139.890
5	Bc	-1	3	-3	1	0	0	0	0	0	77.13	80	74.363
	Formulaciones Fertimar												
6	FI	0	0	0	0	-3	-1	1	3	0	381.96	80	1,823.668
7	Fq	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	-3.46	16	0.748
8	Fc	0	0	0	0	-1	3	-3	1	0	70.42	80	61.987
SC tratamientos												5,618.576	

Cuadro 25. Área foliar (dm²). Descomposición ortogonal de la SC de tratamientos

N°	Contraste	TOTAL FORMULACIONES								Testigo	Q	(r) x	SC (Q)
		B200 30.17	B400 30.59	B600 30.45	B800 31.04	F200 28.86	F400 29.93	F600 29.67	F800 30.03				
1	Formulaciones vs Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	-3.26	288	0.037
2	Formulaciones Biogen vs Formulaciones Fertimar	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	15.0	32	7.031
	Formulaciones Biogen												
3	Bl	-3	-1	1	3	0	0	0	0	0	9.85	80	1.213
4	Bq	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0.71	16	0.032
5	Bc	-1	3	-3	1	0	0	0	0	0	5.15	80	0.032
	Formulaciones Fertimar												
6	Fl	0	0	0	0	-3	-1	1	3	0	12.93	80	2.090
7	Fq	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	-2.87	16	0.515
8	Fc	0	0	0	0	-1	3	-3	1	0	7.81	80	0.762
SC tratamientos												12.011	

Cuadro 26. Costo de producción de las formulaciones o tratamientos

Formulaciones	Costo Base	Cantidad Bioestimulante	Costo Bioestimulante	Costo de Aplicación	Costo Total (S/.)
Biogen 200 cc.ha ⁻¹	5,637.46	0.60	84.00	180.00	5,901.46
Biogen 400 cc.ha ⁻¹	5,637.46	1.20	168.00	180.00	5,985.00
Biogen 600 cc.ha ⁻¹	5,637.46	1.80	252.00	180.00	6,069.46
Biogen 800 cc.ha ⁻¹	5,637.46	2.40	360.00	180.00	6,177.00
Fertimar 200 g.ha ⁻¹	5,637.46	0.60	54.00	180.00	5,871.46
Fertimar 400 g.ha ⁻¹	5,637.46	1.20	108.00	180.00	5,925.46
Fertimar 600 g.ha ⁻¹	5,637.46	1.80	162.00	180.00	5,979.46
Fertimar 800 g.ha ⁻¹	5,637.46	2.40	216.00	180.00	6,033.46
Testigo	5,637.46	0	0	0	

Costo Biogen = S/. 140.00 x litro

Costo del Fertimar = S/.90.00 x kg.

Costo de jornal = S/. 20.00

Número de jornales por aplicación

Primera aplicación : 2 jornales

Segunda aplicación: 3 jornales

Tercera aplicación : 4 jornales

Cuadro 27. Rendimiento de brócoli por parcela (kg./15.36 m²)

Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	4.30	5.15	6.47	5.93	5.04	4.76	5.99	5.88	4.53	48.05
2	5.28	5.61	5.99	7.37	4.49	4.15	6.14	6.37	4.24	49.64
3	4.04	4.49	5.02	7.83	3.69	4.58	4.83	5.81	3.70	43.99
4	5.15	4.87	5.24	5.84	4.76	5.01	4.37	5.54	4.69	45.47
Total	18.77	20.12	22.72	26.97	17.98	18.50	21.33	23.60	17.16	187.15
Prom.	4.69	5.03	5.68	6.74	4.50	4.63	5.33	5.90	4.29	5.20
Bioest.	Biogen 88.58				Fertimar 81.41					
Prom.	Biogen 5.54				Fertimar 5.09					

Cuadro 28. Rendimiento de brócoli (t.ha⁻¹)

Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	2.80	3.35	4.21	3.86	3.28	3.10	3.90	3.83	2.95	31.28
2	3.44	3.65	3.90	4.80	2.92	2.70	4.00	4.15	2.76	32.32
3	2.63	2.92	3.27	5.10	2.40	2.98	3.15	3.78	2.41	28.64
4	3.35	3.17	3.41	3.80	3.10	3.26	2.80	3.61	3.05	29.55
Total	12.22	13.09	14.79	17.56	11.70	12.04	13.85	15.37	11.17	121.79
Prom.	3.06	3.27	3.70	4.39	2.93	3.01	3.46	3.84	2.79	3.38
Bioest.	Biogen 57.66				Fertimar 52.96					
Prom.	Biogen 3.60				Fertimar 3.31					



Cuadro 29. Peso de inflorescencia (g.)

Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	122.65	136.78	150.16	165.15	115.71	145.15	126.10	150.11	125.69	1,237.50
2	143.61	126.00	140.11	149.00	112.14	119.90	141.00	145.10	103.40	1,180.26
3	104.15	130.15	151.36	158.14	98.10	127.40	121.15	136.40	115.70	1,142.55
4	101.80	140.80	143.10	151.00	102.21	118.20	134.00	150.00	110.10	1,151.21
Total	472.21	533.73	584.73	623.29	428.16	510.65	522.25	581.61	454.89	4,711.52
Prom.	118.05	133.43	146.18	155.82	107.04	127.66	130.56	145.40	113.72	130.88
Bioest.	Biogen 2,213.96				Fertimar 2,042.67					
Prom.	Biogen 138.37				Fertimar 127.67					

Cuadro 30. Altura de planta (cm.)

Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	30.90	32.70	35.20	33.61	31.54	30.10	34.33	4.61	32.46	295.45
2	32.20	34.10	32.10	34.16	29.60	33.80	31.50	32.22	33.60	293.28
3	31.10	35.15	31.60	35.00	30.15	32.25	33.20	33.70	30.79	292.94
4	33.60	31.52	33.90	33.41	32.72	30.60	32.65	33.90	33.00	295.30
Total	127.80	133.47	132.80	1326.18	124.01	126.75	131.68		129.85	1,176.97
Prom.	31.95	33.37	33.20	34.05	31.00	31.69	32.92		32.46	
Bioest.	Biogen 530.25				Fertimar 516.87					
Prom.	Biogen 33.14				Fertimar 32.30					



Cuadro 31. Materia seca (g/planta)

Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	82.84	95.33	105.30	109.47	74.35	90.39	85.61	93.40	95.40	832.09
2	75.45	89.22	86.34	120.15	81.22	83.60	102.43	105.21	86.28	829.90
3	69.30	91.37	89.91	108.84	62.75	96.35	94.12	100.25	91.60	804.59
4	78.98	73.20	95.21	128.16	74.67	76.66	81.91	115.66	71.00	795.45
Total	306.57	349.12	376.76	466.62	292.99	347.00	364.07	414.62	344.28	3,262.03
Prom.	76.64	87.28	94.19	116.66	73.25	86.75	91.02	103.66	86.07	90.61
Bioest.	Biogen 1,499.07				Fertimar 1,418.68					
Prom.	Biogen 93.69				Fertimar 88.67					

Cuadro 32. Área foliar (dm²)

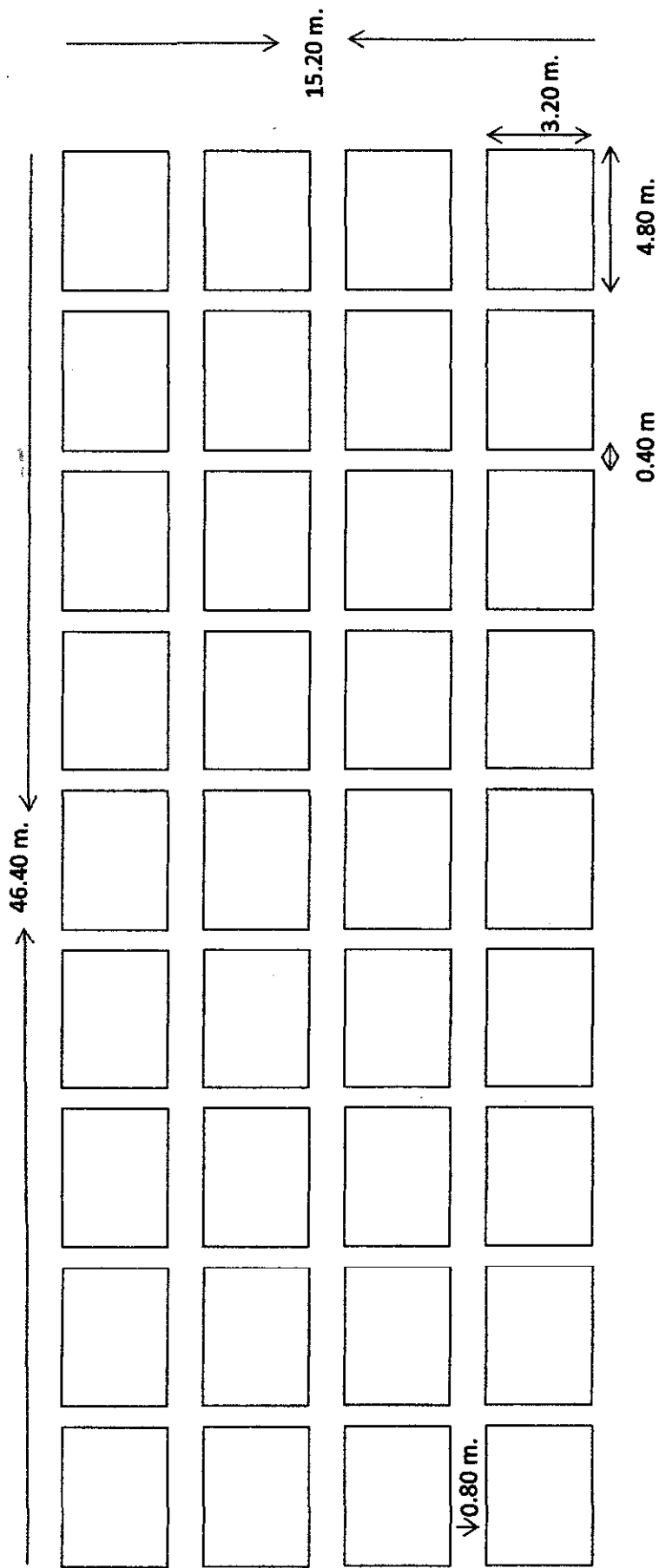
Bloque	FORMULACIONES DE BIOESTIMULANTES								Testigo	Total Bloque
	Biogen 200	Biogen 400	Biogen 600	Biogen 800	Fertimar 200	Fertimar 400	Fertimar 600	Fertimar 800		
1	32.25	27.30	32.11	32.18	29.55	28.20	30.69	30.63	28.60	271.51
2	28.60	30.43	29.60	31.60	27.60	31.22	30.18	29.14	29.49	267.86
3	30.20	32.15	30.27	30.23	29.18	30.41	29.30	31.20	30.68	273.62
4	29.63	32.46	29.80	30.14	29.11	29.90	28.51	29.13	32.00	270.68
Total	120.68	122.34	121.78	124.15	115.44	119.73	118.68	120.10	120.77	1,083.67
Prom.	30.17	30.59	30.45	31.04	28.86	29.93	29.67	30.03	30.19	30.10
Bioest.	Biogen 488.95				Fertimar 473.95					
Prom.	Biogen 30.56				Fertimar 29.62					

Cuadro 33. Costo de producción base (testigo)



Rubro	Unidad	N° de unidades	Costo Unitario	Costo Total (S/.)
A. LABORES CULTURALES				
1. Preparación del terreno				
- Limpieza	Jornal	4.0	20	80.00
- Arado	Yunta	2.0	40	80.00
- Cruza	Yunta	1.5	40	60.00
- Surcado	Yunta	1.0	40	40.00
- Acomodo de surcos	Jornal	2.0	20	40.00
2. Trasplante	Jornal	8.0	20	160.00
3. Desahije	Jornal	2.0	20	40.00
4. Riegos (8)	Jornal	10.0	20	200.00
5. Fertilización (2)	Jornal	8.0	20	160.00
6. Cultivos	Jornal	4.0	20	80.00
7. Deshierbos	Jornal	8.0	20	160.00
8. Tratamientos fitosanitarios	Jornal	4.0	20	80.00
9. Cosecha	Jornal	10.0	20	200.00
Sub total				1,380.00
B. INSUMOS				
1. Plantas	Plantas	24,500	0.10	2,450.00
2. Fertilizantes (NPK= 120-80-100				
- Urea	Kg.	192.82	1.32	254.52
- Fosfato diamónico	Kg.	173.91	1.90	330.43
- Cloruro de potasio	Kg.	166.67	1.80	300.01
3. Pesticidas	l.	3.0	60.00	180.00
- Cyclon (2 aplicaciones)	l.	2.0	40.00	80.00
- Agromil (2 aplicaciones)	Varios	-	-	150.00
4. Material de cosecha				
Sub total				3,744.96
C. IMPREVISTOS				
- 10 % de costos directos				512.50
TOTAL				5,637.46

CROQUIS N° 1. Dimensiones del campo experimental



CROQUIS N° 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental

T ₀	T ₅	T ₃	T ₄	T ₈	T ₂	T ₇	T ₁	T ₆
T ₈	T ₁	T ₄	T ₅	T ₀	T ₆	T ₂	T ₃	T ₇
T ₇	T ₀	T ₅	T ₈	T ₂	T ₄	T ₆	T ₁	T ₃
T ₆	T ₂	T ₇	T ₀	T ₈	T ₅	T ₄	T ₃	T ₁

CROQUIS N° 1. Dimensiones del campo experimental

