



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i2.4364>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta*

*Evaluation of the efficacy of organic foliar fertilizers at different application rates in broccoli (*Brassica Oleracea L. Var. Italica*), in Gatazo Zambrano, Colta canton*

*Avaliação da eficácia de fertilizantes foliares orgânicos em diferentes taxas de aplicação em brócolis (*Brassica oleracea L. var. Italica*), em Gatazo Zambrano, cantão de Colta*

Daniel Arturo Román Robalino ^I
daniel.roman@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0440-8746>

Wendy Nayeli Tasipanta Oña ^{II}
wendyintasipanta28@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-4651-225X>

Arturo Miguel Cerón Martínez ^{III}
arturo.ceron@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2104-4590>

Jenevith Alexandra Cuadrado Andrade ^{IV}
jenevith.cuadrado@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3947-1419>

Juan Eduardo León Terán ^{IV}
eduardo.leon@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-0798-0951>

Correspondencia: daniel.roman@epoch.edu.ec

***Recibido:** 15 de febrero de 2025 ***Aceptado:** 09 de abril de 2025 ***Publicado:** 08 de mayo de 2025

- I. Magíster en Agricultura Sostenible, Ingeniero Agrónomo, Profesor-Investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniera Agrónoma, Investigadora Independiente, Ecuador.
- III. Magíster en Floricultura, Ingeniero Agrónomo, Profesor-Investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniera Agrónoma, Máster en Agronomía con Mención en Sanidad Vegetal y Agroecología Profesora Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Orellana, Ecuador.
- V. Ingeniero Agrónomo, Máster en Riego Parcelario, Profesor Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Resumen

El uso inadecuado de fertilizantes químicos genera salinización de los suelos, afectando la productividad del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*); por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos aplicados a diferentes dosis en la comunidad de Gatazo Zambrano, cantón Colta. La metodología incluyó un diseño experimental con tres fertilizantes orgánicos: bioplus, novoplus y novoplus 1, aplicados en dosis comercial, así como $\pm 25\%$ de la dosis comercial. Se realizó un análisis de varianza (ADEVA) para analizar el efecto de los tratamientos sobre variables como altura de la planta, número de hojas, peso y diámetro de la pella, complementando con un análisis económico para evaluar la rentabilidad. Los resultados mostraron que el tratamiento con novoplus a dosis de 3 cc/L (T5) produjo el mayor rendimiento, logrando un diámetro de pella promedio de 47,22 cm, un peso promedio de 422, 24 g y un rendimiento total de 23452,38 kg/ha. El análisis económico identificó que el tratamiento con novoplus a dosis de 1.1 cc/L ofreció la mayor rentabilidad con la Tasa de Retorno Marginal del 1, 64. Se concluye que la fertilización foliar orgánica mejora significativamente la productividad del cultivo de brócoli; por lo que; se recomienda la aplicación de novoplus a dosis de 3cc/L, ya que optimiza tanto el crecimiento y rendimiento del cultivo, además de promover prácticas agrícolas sostenibles y minimizar los impactos negativos en el suelo.

Palabras claves: brócoli (*brassica oleracea*), fertilización foliar, sostenibilidad agrícola, fertilizantes orgánicos, productividad agrícola.

Abstract

The improper use of chemical fertilizers leads to soil salinization, affecting the productivity of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). Therefore, the objective of this research was to evaluate the efficacy of organic foliar fertilizers applied at different doses in the community of Gatazo Zambrano, Colta canton. The methodology included an experimental design with three organic fertilizers: Bioplus, Novoplus, and Novoplus 1, applied at commercial doses, as well as $\pm 25\%$ of the commercial dose. An analysis of variance (ANOVA) was performed to analyze the effect of treatments on variables such as plant height, number of leaves, weight, and head diameter, complemented by an economic analysis to assess profitability. The results showed that treatment with Novoplus at a dose of 3 cc/L (T5) produced the highest yield, achieving an average pellet diameter of 47.22 cm, an average weight of 422.24 g and a total yield of 23452.38 kg/ha. The economic

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

analysis identified that treatment with Novoplus at a dose of 1.1 cc/L offered the highest profitability with the Marginal Rate of Return of 1.64. It is concluded that organic foliar fertilization significantly improves broccoli crop productivity; therefore, application of Novoplus at a dose of 3 cc/L is recommended, as it optimizes both crop growth and yield, in addition to promoting sustainable agricultural practices and minimizing negative impacts on the soil.

Keywords: broccoli (*Brassica oleracea*), foliar fertilization, agricultural sustainability, organic fertilizers, agricultural productivity.

Resumo

O uso inadequado de fertilizantes químicos gera salinização do solo, afetando a produtividade do brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*); Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia de fertilizantes foliares orgânicos aplicados em diferentes doses na comunidade de Gatazo Zambrano, cantão de Colta. A metodologia incluiu um delineamento experimental com três fertilizantes orgânicos: Bioplus, Novoplus e Novoplus 1, aplicados em doses comerciais, bem como $\pm 25\%$ da dose comercial. Foi realizada uma análise de variância (ADEVA) para analisar o efeito dos tratamentos em variáveis como altura da planta, número de folhas, peso e diâmetro do torrão, complementada por uma análise econômica para avaliar a rentabilidade. Os resultados mostraram que o tratamento com Novoplus na dose de 3 cc/L (T5) produziu o maior rendimento, atingindo um diâmetro médio de pélete de 47,22 cm, um peso médio de 422,24 g e um rendimento total de 23.452,38 kg/ha. A análise econômica identificou que o tratamento com Novoplus na dose de 1,1 cc/L ofereceu a maior lucratividade, com uma Taxa de Retorno Marginal de 1,64. Conclui-se que a adubação foliar orgânica melhora significativamente a produtividade da cultura do brócolis; por isso; Recomenda-se a aplicação de Novoplus na dose de 3 cc/L, pois otimiza o crescimento e a produtividade das culturas, além de promover práticas agrícolas sustentáveis e minimizar os impactos negativos no solo.

Palavras-chave: brócolis (*brassica oleracea*), fertilização foliar, sustentabilidade agrícola, fertilizantes orgânicos, produtividade agrícola.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Introducción

El cultivo de brócoli en los últimos años ha ganado una relevancia significativa desde el punto de vista económico y social, esta hortaliza altamente nutritiva y con una gran demanda a nivel nacional e internacional ha impulsado su producción y exportación en varias regiones ecuatorianas. Las exportaciones de brócoli en el año 2020 generaron ingresos por USD 83 millones, con una siembra promedio de más de 10000 ha, con un rendimiento de 196 mil toneladas métricas y un rendimiento promedio de 28 t/ha. [1]

La creciente demanda y los requisitos de los mercados internacionales para proveer frutos saludables y libres de contaminantes ha motivado a adoptar métodos de producción orgánica como una alternativa eficiente para el desarrollo agrícola en el país, enfocada en mejorar la calidad del suelo y la fertilidad de las plantas, con la utilización de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, esto permite reducir en cierta medida la contaminación del suelo causadas por el uso de fertilizantes y pesticidas químicos, ofreciendo así a los consumidores productos saludables, limpios y libres de sustancias tóxicas.

La escasez de nutrientes esenciales se ha solucionado mediante la adición de sales minerales al suelo, sin embargo, en la actualidad se utiliza la técnica de la “fertilización foliar”, que consiste en aplicar nutrientes directamente sobre las hojas de las plantas para mejorar la productividad.

Por lo tanto, es de gran importancia realizar el presente trabajo de investigación, que permitirá difundir a los productores hortícolas recomendaciones sobre las aplicaciones foliares a base de productos orgánicos, los mismos que le permitirán producir e incrementar los rendimientos en sus cultivos. Además, esta investigación abre una valiosa oportunidad para demostrar y fomentar a los agricultores hacia una agricultura sana, ecológica, sustentable y económicamente rentable.

Metodología

Materiales

Material experimental

Se utilizó plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica. cv Avenger), fertilizantes foliares orgánicos; bioplus, novoplus y novoplus 1.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Equipos y herramientas

Rollos de piola, estacas de madera, cinta métrica, bomba de aplicación, balde, equipo de protección, rótulos de madera, cinta masking, cámara fotográfica, cuaderno de campo, lápiz, cinta, embudo, azadas, rastrillos, barreno, guantes, botas, mascarilla.

Métodos

Croquis del experimento

El trabajo de investigación se desarrolló conforme al siguiente esquema:

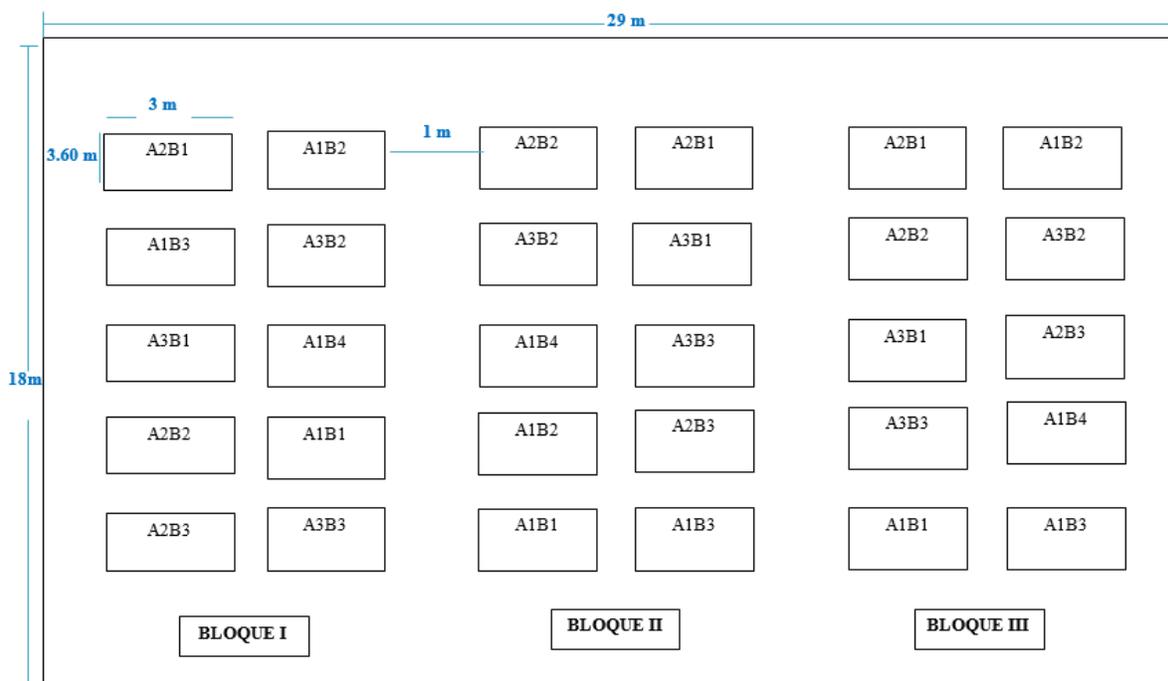


Ilustración 1 Croquis del experimento

Características del campo experimental

En la Tabla 1 se detalla las características del campo experimental:

Tabla 1: Características del campo experimental de la investigación

Descripción	Unidad
Características del ensayo	
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Número de unidades experimentales	270
Forma de la parcela	
Forma de la parcela	Rectangular
Ancho de la parcela	3 m
Largo de la parcela	3,60 m
Número total de plantas	1800
Distancia entre hileras	0,60 cm
Distancia entre plantas	0,30 cm
Especificaciones del campo experimental	
Área total del ensayo	522 m ²
Área de cada parcela	10,8 m ²
Número de hileras por parcela	5
Número de plantas por hilera	12
Número de plantas por parcela	60
Número de plantas a evaluar	9
Distancia entre bloques	1 m

Realizado por: Tasipanta, 2024

Factores en estudio

Factor A: Fertilizantes orgánicos foliares

A1: Bioplus

A2: Novoplus (con olor)

A3: Novoplus 1 (sin olor)

Factor B: Dosis de aplicación

B1: Dosis 0

B2: Dosis comercial

B3: Dosis comercial + 25 %

B4: Dosis comercial - 25%

Tratamientos en estudio

De la combinación de los dos factores se obtuvo un total de 10 tratamientos con tres repeticiones dando un total de 270 unidades experimentales.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Tabla 2: Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Descripción	Dosis (cc/L)
T1	A1B1	Dosis 0 (Testigo)	0
T2	A1B2	Bioplus	3
T3	A1B3	Bioplus	3,75
T4	A1B4	Bioplus	2,25
T5	A2B1	Novoplus	3
T6	A2B2	Novoplus	3,75
T7	A2B3	Novoplus	2,25
T8	A3B1	Novoplus 1	1,5
T9	A3B2	Novoplus 1	1,9
T10	A3B3	Novoplus 1	1,1

Realizado por: Tasipanta, 2024

Diseño experimental

Tipo de diseño experimental

Se estableció un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 10 tratamientos y 3 repeticiones, obteniéndose como tal 270 unidades experimentales, la prueba de Tukey al 5%.

Esquema del análisis de varianza

Tabla 3: Esquema del análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	G.L
Bloques	b-1	2
Tratamientos	t-1	9
Error	(b-1) (t-1)	18
Total	(b*t)-1	29

Realizado por: Tasipanta, 2024

Donde:

t= tratamientos

b = bloques

Coficiente de variación

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente formula:

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

$$CV = \frac{\sqrt{C.M\ Error}}{x} * 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

C.M Error = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamiento

Unidad de observación

Se formó una muestra compuesta por parcelas netas, de las cuales se seleccionó aleatoriamente 9 plantas por tratamiento para llevar a cabo las evaluaciones correspondientes. Se tomó en cuenta el efecto del borde de dichas parcelas.

Análisis funcional

- a. Análisis de varianza (ADEVA).
- b. Prueba de Tukey al 5 %.

Análisis económico

Se realizó el análisis económico utilizando el Método de presupuesto de costos variables de Perrin et.al.

Manejo específico del experimento y método de evaluación

Manejo específico del experimento

Labores preculturales

Análisis físico-químico del suelo

Se tomó muestras de suelo para realizar el análisis de las propiedades físicas (textura) a una profundidad (0,20 m) y las propiedades químicas (pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, macro y micro elementos); en el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP).

Selección del lote

Se seleccionó un lote para la implementación del ensayo en la comunidad de Gatazo Zambrano, cantón Colta.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Preparación del suelo y delimitación de parcelas

La preparación del suelo se realizó de forma mecánica, con dos pases de arado y dos rastras con el propósito de obtener una capa uniforme del suelo a una profundidad de 0,2 m, seguidamente se realizó la medición y trazado del experimento considerando las distancias de trasplante de brócoli.

Labores culturales

Trasplante

Las plantas de brócoli se trasplantaron a una distancia de 0,30 m entre plantas y 0,60 m entre hileras, labor que se realizó de forma manual.

Fertilización

a. Fertilización edáfica

Se realizó los cálculos correspondientes en base al análisis físico-químico del suelo, se aplicó nitrato de potasio, fosfato di amónico y ferthigue en tres partes a los 2, 5, 8 semanas después del trasplante (Tabla 10-3). Los fertilizantes edáficos se aplicaron directamente al suelo, realizando una forma de media luna en relación con la planta de brócoli.

Tabla 4: Fertilización edáfica - Brócoli

	Semana 2	Semana 5	Semana 8
Nitrato de potasio	6 g	6 g	6 g
Fosfato di amoniaco (18-46-0)	5 g	5 g	5 g
Ferthigue	0,13 g	0,13 g	0,13 g
Total (g/planta)	11	11	11
Total (kg en 2160 plantas)	24	24	24

Realizado por: Tasipanta, 2024

Adicionalmente se aplicó urea a los 76 días después del trasplante.

b. Fertilización foliar

Se utilizó productos orgánicos foliares Bioplus, Novoplus (con olor), Novoplus 1 (sin olor), a diferentes dosis cada producto. El proceso se efectuó a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 días después del trasplante.

Novoplus

Dosis del fertilizante → 3 cc/L (Se tomó la dosis más baja)

El 25% del fertilizante:

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

3 cc ----- 100 %

0,75 cc ----- 25 %

Dosis comercial → 3 cc/L

3 cc ----- 1 L

13,5 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 13,5 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial + 25% → 3,75 cc/L

3,75 cc ----- 1 L

16,9 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 16,9 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial - 25% → 2,25 cc/l

2,25 cc ----- 1 L

10,2 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 10,2 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Novoplus 1

Dosis del fertilizante → 1,5 cc/L (Se tomó la dosis más baja)

El 25% del fertilizante:

1,5 cc ----- 100 %

0,4 cc ----- 25 %

Dosis comercial → 1,5 cc/L

1,5 cc ----- 1 L

6,8 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 6,8 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial + 25% → 1,9 cc/L

1,9 cc ----- 1 L

8,6 cc ----- 4,5 L

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 8,6 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial - 25% → 2,25 cc/l

1,1 cc ----- 1 L

5 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 5 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Bioplus

Dosis del fertilizante → 3 cc/L (Se tomó la dosis más baja)

El 25% del fertilizante:

3 cc ----- 100 %

0,75 cc ----- 25 %

Dosis comercial → 3 cc/L

3 cc ----- 1 L

13,5 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 13,5 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial + 25% → 3,75 cc/L

3,75 cc ----- 1 L

16,9 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 16,9 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Dosis comercial - 25% → 2,25 cc/l

2,25 cc ----- 1 L

10,2 cc ----- 4,5 L

En un volumen 4,5 litros se agregó un contenido de 10,2 cc de fertilizante, posteriormente se aplicó en tratamientos similares de los tres bloques del experimento.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Labor de rascadillo, medio aporque y aporque

Las labores del cultivo de brócoli se realizaron de forma manual, como se describe en la Tabla 11-3:

Tabla 5: Labores culturales del cultivo de brócoli

Labor	Días después del trasplante
Rascadillo	20
Medio aporque	41
Aporque	60

Realizado por: Tasipanta, 2024.

Riego

El sistema de riego que se utilizó en el experimento es riego por gravedad cada 4 días dependiendo de las condiciones climáticas en el transcurso del ciclo productivo.

Control fitosanitario

Se llevó a cabo un monitoreo constante del cultivo para detectar y controlar las plagas y enfermedades. Para el control del gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) se aplicaron los siguientes productos:

- Xanda cuyo ingrediente activo es Lambda-Cyhalothrin (106g/L) - Thiamethoxam (141 g/L), a una dosis de 1 cc/L, en el trasplante.
- Kañon cuyo ingrediente activo es Chlorpyrifos 50% - Cypermethrin 5%), a una dosis de 1,2 cc/L.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las inflorescencias alcancen su madurez fisiológica, con un buen desarrollo, compactas, yemas cerradas y un color azul verdoso, coincidiendo con su madurez comercial a los 94 días después del trasplante. La cosecha se realizó de forma manual utilizando un cuchillo y realizando un corte en la base de la inflorescencia, dejando un largo de tallo de aproximadamente de 5 cm.

Métodos de evaluación

Altura de la planta

Se midió con regla la altura (cm) de 9 plantas tomadas al azar de cada tratamiento. Esta evaluación se realizó a 70, 85 días después del trasplante.

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas a los 14, 28, 42, 56, 70, días después del trasplante.

Días a la aparición de la pella

Se contabilizó el número de días desde el trasplante, hasta la formación del botón de más del 50% de las plantas de cada tratamiento.

Días a la cosecha

Se contabilizó el número de días transcurridos desde el trasplante, hasta su madurez fisiológica.

Diámetro de la pella

Para determinar el diámetro de las pellas, se utilizó una cinta métrica que se enrolló alrededor del borde de los floretes, permitiendo obtener las medidas de la circunferencia, el cual se registró en centímetros.

Peso de la pella

Se recolectaron nueve pellas por tratamiento, cada pella se pesó en una balanza, una vez que alcanzaron su madurez fisiológica, aproximadamente a los 94 días después del trasplante. Luego este valor fue promediado por cada bloque.

Rendimiento por parcela neta

Se multiplicó el peso de la pella por 60, los cuales son las plantas de la parcela neta y se expresó en Kg/parcela.

Rendimiento total

Se proyectó el rendimiento en kg/ha con base en el rendimiento por parcela neta.

Análisis económico

En base al rendimiento total del cultivar expresado en kg/ha, se determinó el tratamiento con la mejor tasa de retorno marginal, mediante el método de Perrin et. al, para el respectivo análisis.

Resultados y discusión

Resultados

En las variables estudiadas como: altura de la planta (70, 85 DDT), número de hojas (14, 28, 42, 56 DDT), días a la cosecha, diámetro de la pella, no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

Número de hojas a los 70 DDT

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

El ADEVA del número de hojas a los 70 DDT reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (p-valor de 0,0388). El CV fue de 4,16% (Tabla 6).

La prueba de Tukey del número de hojas a los 70 DDT mostró que el tratamiento T5 alcanzó el mayor promedio con 13,45 hojas, siendo estadísticamente superior y formando parte del grupo A. Por su parte, el tratamiento T1 se ubicó en el grupo B, mostrando el menor promedio con 11,7 hojas. (Ilustración 2).

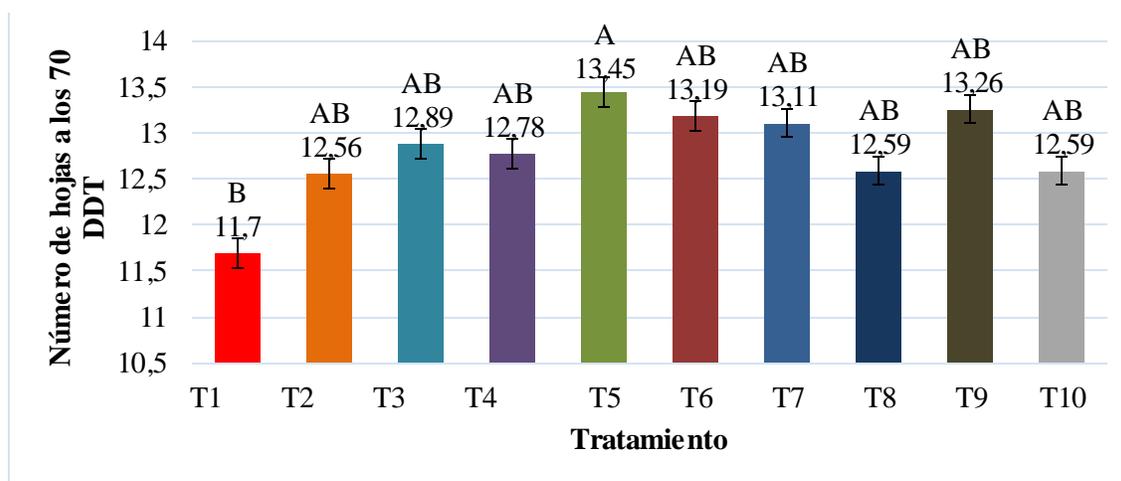


Ilustración 2: Promedio del número de hojas a los 70 DDT sometidas a los diferentes tratamientos

Realizado por: Tasipanta, 2024

Días a la aparición de la pella

El ADEVA para los días a la aparición de la pella mostró diferencias altamente significativas (p-valor de 0,0003) entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación (CV) fue del 0,92%, .

La prueba de Tukey aplicada a los días de la aparición de la pella reveló diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Específicamente, los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6, que constituyen el grupo B, presentaron menor duración en días a la aparición de la pella, con promedios que oscilaron entre 76 y 76,67 días, estos resultados indican una aparición temprana de la pella. Por otro lado, el T10, que pertenecen al grupo A, presentó un mayor promedio con 79,33 días, lo que indicó un retraso significativo en la aparición de la pella en comparación con los demás tratamientos. (Ilustración 3).

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

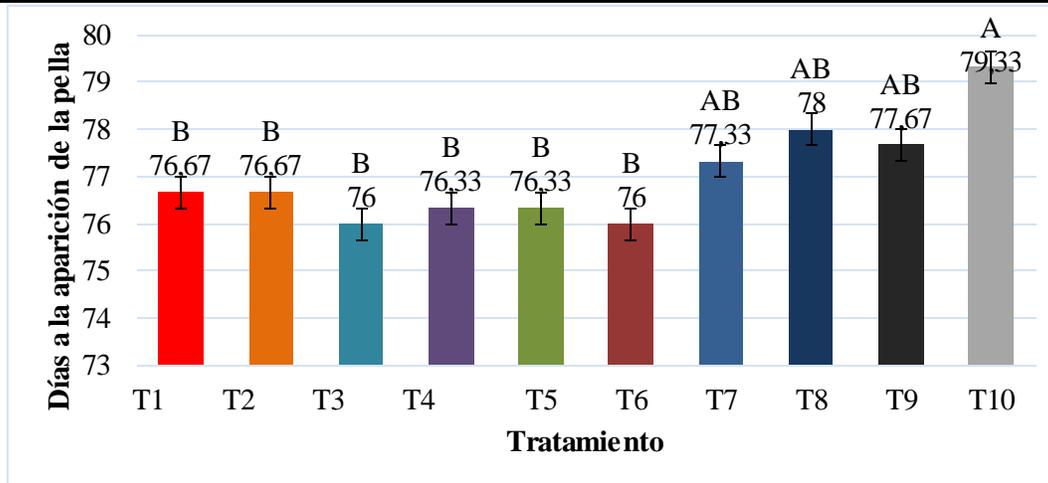


Ilustración 3: Promedio de los días a la aparición de la pella sometidas a los diferentes tratamientos

Realizado por: Tasipanta, 2024

Peso de la pella

En el ADEVA del peso de la pella expresó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (p-valor = 0,0536). El CV fue del 22,22%,

La prueba de Tukey al 5% del peso de la pella (g) se observa que el T5 alcanzó el mayor peso promedio con 422,14 g, siendo estadísticamente superior y formando parte del grupo A. Por otro lado, el tratamiento T1 se ubicó en el grupo B, mostrando el menor peso promedio de la pella con 179,14 g (Ilustración 4).

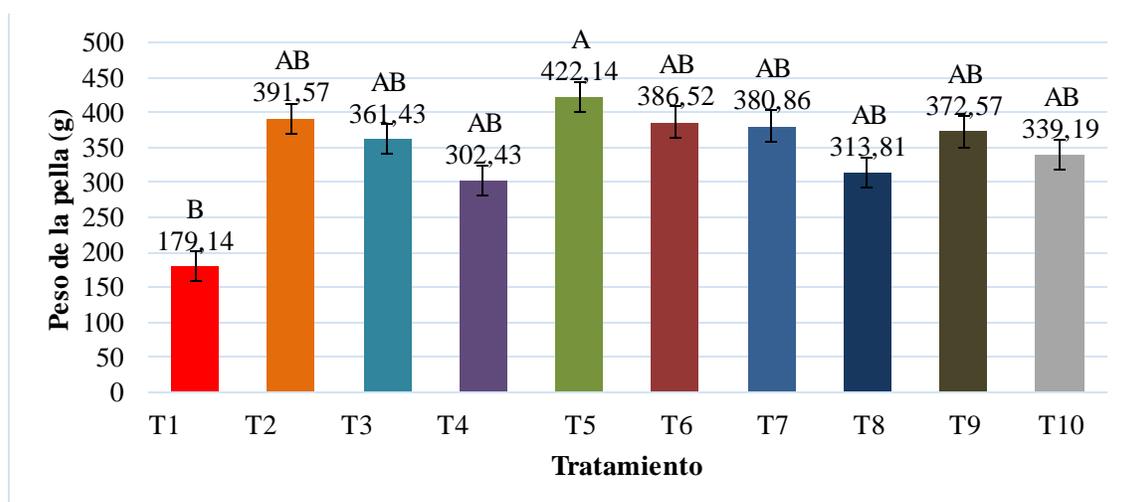


Ilustración 4: Promedio del peso de la pella (g) sometidas a los diferentes tratamientos

Realizado por: Tasipanta, 2024

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Rendimiento por parcela neta

En el ADEVA realizado para el rendimiento por parcela neta, presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, dado que el p-valor obtenido fue de 0,0538. Además, el coeficiente de variación (CV) fue de 22,23%

La prueba de Tukey al 5% del rendimiento por parcela neta (kg) se observa diferencias significativas ya que el tratamiento con mayor rendimiento fue T5, con un promedio de 25,33 kg, siendo estadísticamente superior y formando parte del grupo A. Así mismo, el tratamiento T1 se ubicó en el grupo B, mostrando el menor rendimiento promedio con 10,75 kg (Ilustración 5).

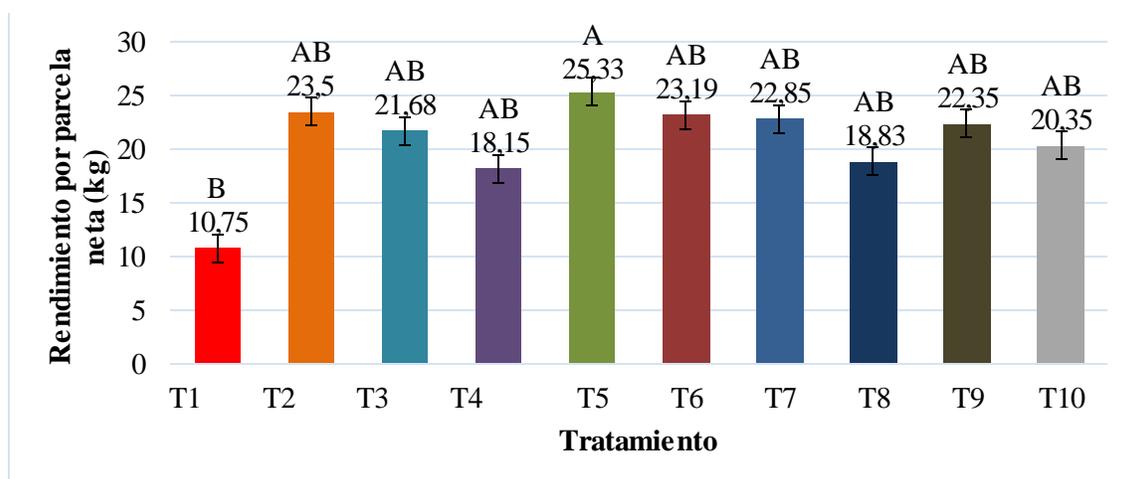


Ilustración 2: Promedio del rendimiento por parcela neta (kg) sometidas a los diferentes tratamientos

Realizado por: Tasipanta, 2024

Rendimiento total

El ADEVA realizado sobre el rendimiento total mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (p-valor = 0,0536). El CV fue del 22,22%.

La prueba de Tukey del rendimiento total mostró que hay diferencias significativas. El tratamiento con el mayor rendimiento fue T5, con 23452 kg/ha siendo estadísticamente superior y formando parte del grupo A, mientras que el tratamiento T1 presentó el rendimiento más bajo, con 9952,38 kg/ha, ubicándose en el grupo B (Ilustración 6).

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

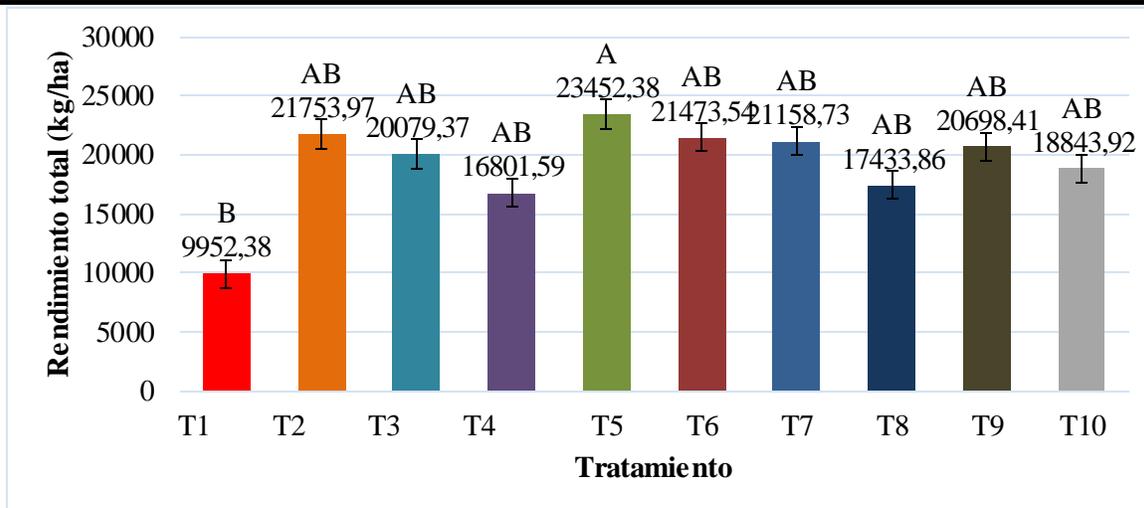


Ilustración 3: Promedio del rendimiento total sometidas a los diferentes tratamientos

Realizado por: Tasipanta, 2024

Eficacia

Al analizar la eficacia de los tratamientos en estudio los mejores resultados los presentaron el T5 en las siguientes variables estudiadas número de hojas a los 70 DDT con 14, 87 %, diámetro de la pella con 33, 23 % y rendimiento total con 135, 65%, mientras que el T6 es más eficaz en la altura de las hojas a los 85 DDT con 13, 07 %, lo que difiere dicho por [2] quien manifiesta que la aplicación de fertilizantes orgánicos foliares que contienen nitrógeno y otros micronutrientes como Bioplus puede incrementar la altura de las plantas de brócoli debido a la mayor actividad fotosintética.

Tabla 6: Eficacia de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Eficacia			
	Altura (85 días)	Número de hojas (70 días)	Diámetro de la pella	Rendimiento total
T2	3,77%	7,28%	30,30%	118,58%
T3	6,57%	10,13%	28,11%	101,75%
T4	5,89%	9,18%	21,63%	68,82%
T5	12,55%	14,87%	33,23%	135,65%
T6	13,07%	12,66%	31,56%	115,76%
T7	4,09%	12,03%	28,21%	112,60%
T8	4,86%	7,59%	20,17%	75,17%
T9	7,57%	13,29%	27,59%	107,97%
T10	7,91%	7,59%	26,54%	89,34%

Realizado por: Tasipanta, 2024

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

Análisis económico

Para realizar el análisis económico se utilizó la metodología de Perrin et al. en donde se consideran los costos que varían, partimos del beneficio bruto que es el rendimiento ajustado por el precio de venta en esa fecha, luego se calculó los costos que varían y se obtuvieron los beneficios netos siendo el T5 en que mejor beneficio neto.

Tabla 7: Análisis parcial

COSTOS BENEFICIOS	Y	TRATAMIENTOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendimiento Medio	Kg	995	2175	2007	1680	2345	2147	2115	1743	2069	1884
Rendimiento Ajustado (10%)	Kg	895	1957	1807	1512	2110	1932	1904	1569	1862	1695
BENEFICIO BRUTO	USD	179	3915	3614	3024	4221	3865	3808	3138	3725	3391
COSTOS QUE VARÍAN											
Costo fertilizante	\$/ha	0,00	737,21	922,88	557,00	737,21	922,88	557,00	507,48	641,81	373,15
Jornales aplicación fertilizante	\$/ha	0,00	468,00	702,00	234,00	468,00	702,00	234,00	468,00	702,00	234,00
TOTAL COSTOS QUE VARÍAN	\$/ha	0,00	1205,21	1624,88	791,00	1205,21	1624,88	791,00	975,48	1343,81	607,15
BENEFICIOS NETOS	\$/ha	179	2710,51	1989,41	2233,28	3016,22	2240,36	3017,57	2162,61	2381,90	2784,76

Una vez calculado los beneficios netos pasamos a calcular el análisis de dominancia: en el cual se determinó los tratamientos dominados y no dominados, siendo tres tratamientos no dominados.

Tabla 8: Análisis de dominancia

Tratamiento	Costos que varían (\$)	Beneficio neto (\$)	Dominancia
T1	0,00	1791,43	ND
T10	607,15	2784,76	ND
T4	791,00	2233,28	D
T7	791,00	3017,57	ND
T8	975,48	2162,61	D
T2	1205,21	2710,51	D
T5	1205,21	3016,22	D
T9	1343,81	2381,90	D

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

T3	1624,88	1989,41	D
T6	1624,88	2240,36	D

Realizado por: Tasipanta, 2024

Considerando que la presente investigación, se realizó con los datos obtenidos en un solo período, se pudo establecer que el T10 es el tratamiento más rentable con mejor Tasa de Retorno Marginal (TRM) de 1,64. Esta relación indica que, por cada dólar invertido, se generan \$ 1.64 en beneficios, lo que la convierte en la opción más atractiva.

Tabla 4-1: Análisis de la Tasa Marginal de Retorno

Tratamiento	Costos (\$)	Cambio costos	Beneficio neto (\$)	Cambio beneficios	TMR
T1	0,00		1791,43		
T10	607,15	607,15	2784,76	993,33	1,64
T7	791,00	183,85	3017,57	232,81	1,27

Discusión

Altura, número de hojas de la planta y diámetro de la pella

Para la altura de las plantas a los 85 días, se encontró que el tratamiento T6 (Novoplus a dosis de 3,75 cc/L) presentó la mayor altura promedio (18,43 cm), superando significativamente al tratamiento sin fertilizante (16,30 cm), lo que indica un efecto positivo en el desarrollo vegetativo. En cuanto al número de hojas a los 70 días, el tratamiento T5 (Novoplus a dosis de 3 cc/L) logró el mayor promedio (13,44 hojas), destacándose frente al tratamiento sin fertilizante que obtuvo el menor valor promedio de 11,70 hojas, evidenciando así un incremento en la biomasa foliar debido al tratamiento. Por último, respecto al diámetro de la pella, se observó que las aplicaciones de Novoplus y Bioplus generaron diámetros significativamente mayores, ubicándose en el rango de 42,59 a 47,22 cm, mientras que el tratamiento sin fertilizante mostró un diámetro promedio considerablemente menor (35,44 cm). Estos resultados confirman la eficacia de los fertilizantes foliares en la mejora de la calidad y el rendimiento del cultivo.

El incremento en la altura de las plantas observado con el uso de Novoplus puede estar relacionado con la mejora en la disponibilidad de nutrientes esenciales, como el nitrógeno, aplicado directamente a través de las hojas. La fertilización foliar es conocida por su capacidad para suplir rápidamente deficiencias de nutrientes, especialmente en fases críticas de crecimiento, permitiendo un desarrollo vegetativo más robusto [3, p. 13]; estudios han demostrado que la aplicación de fertilizantes orgánicos

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

foliares que contienen nitrógeno y otros micronutrientes como Bioplus y Cistefol puede incrementar la altura de las plantas de brócoli debido a la mayor actividad fotosintética inducida por una mejor nutrición foliar, logrando alturas desde 48,84 a 49,56 cm [2, p. 45]

En cuanto al número de hojas, la mayor cantidad de hojas obtenida con la aplicación de Novoplus sugiere un mejor estado nutricional de las plantas. Las hojas, siendo el principal órgano fotosintético, requieren un suministro adecuado de nutrientes para maximizar la fotosíntesis y, por ende, el crecimiento general de la planta. La aplicación foliar de nutrientes, como aminoácidos y minerales presentes en Novoplus, puede estimular la producción de hojas al mejorar la eficiencia de la fotosíntesis y el metabolismo de la planta, pero se deben considerar las dosis adecuadas para evitar daños en la epidermis foliar [4, p. 240].

El aumento significativo en el diámetro de la pella con el uso de Bioplus y Novoplus indica que estos tratamientos no solo favorecen el crecimiento vegetativo, sino también la formación y calidad del producto final. El diámetro de la pella es un indicador crucial de la calidad del brócoli, y su incremento puede estar relacionado con una mejor translocación de nutrientes dentro de la planta y un mayor contenido de carbohidratos en la pella, lo que es esencial para su tamaño y compactación, la fertilización foliar durante las etapas críticas del desarrollo de la inflorescencia puede mejorar estos aspectos de la calidad del cultivo [5, p. 49]

Días a la aparición de la pella y a la cosecha

Los tratamientos que mostraron una aparición más temprana de la pella fueron T3 (Bioplus a una dosis de 3,75 cc/L) y T6 (Novoplus a una dosis de 3,75 cc/L) con un promedio de 76 días, mientras que, respecto a los días a la cosecha, los tratamientos T1 (Dosis 0) tuvieron el menor número de días hasta la cosecha, con un promedio de 94 días. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de fertilizantes foliares como Bioplus y Novoplus, en dosis superiores a la comercial, puede acelerar significativamente el desarrollo del cultivo, reduciendo los días a la aparición de la pella.

Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que destacan la efectividad de los bioestimulantes en la mejora del crecimiento vegetal, al optimizar la absorción de nutrientes y promover un desarrollo más rápido [6, p. 257]. Sin embargo, es notable que los tratamientos sin fertilización (Dosis 0) mostraron un tiempo de cosecha similar al tratamiento más eficiente con fertilizantes, lo que sugiere que la combinación de factores ambientales y prácticas agronómicas básicas pueden jugar un papel crucial en el desarrollo del brócoli. Este comportamiento ha sido reportado en investigaciones donde

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

se menciona que, bajo ciertas condiciones climáticas y edáficas, las diferencias en los tiempos de desarrollo entre tratamientos pueden no ser tan pronunciadas [7, p. 21], lo que refuerza la importancia de contextualizar la elección del tratamiento según las condiciones específicas del sitio de cultivo.

Peso y rendimiento de la pella

Los resultados obtenidos en el análisis del peso y rendimiento de las pellas de brócoli indican que los tratamientos con fertilizantes orgánicos foliares mostraron diferencias significativas en comparación con el tratamiento sin fertilizante. Donde los promedios de peso de pella de los tratamientos con fertilizantes fueron mayores (302,43 a 422,14 g) a los de los tratamientos sin fertilizante (179,14 g). Asimismo, en términos de rendimiento total, se observó que los tratamientos con fertilizantes lograron los mayores resultados, con rendimientos entre 16801,59 a 23452,38 kg/ha, a diferencia de los tratamientos sin fertilizante (9952,4 kg/ha), lo cual subraya la eficacia de estos fertilizantes en la optimización del rendimiento del cultivo de brócoli.

El fertilizante Novoplus, con un alto contenido de nitrógeno total (10,52%), es esencial para el crecimiento vegetativo y la formación de estructuras como las pellas en el brócoli. El nitrógeno es un componente clave en la síntesis de aminoácidos y proteínas, que son fundamentales para el crecimiento celular y el desarrollo de la planta [8, p. 288]. Este incremento en nitrógeno, combinado con una mayor dosis, podría explicar el aumento en el peso de las pellas observado en los tratamientos que utilizaron Novoplus.

Además, la presencia de fósforo asimilable (15,38 g/l) en Novoplus es crucial para el desarrollo de raíces robustas y una floración adecuada, lo que se traduce en pellas de mayor tamaño y peso. El fósforo juega un papel importante en la transferencia de energía dentro de la planta, lo que apoya un crecimiento más vigoroso y un mayor rendimiento; asimismo, el potasio (10,80 g/l) presente en Novoplus contribuye a la regulación de la apertura estomática y el transporte de agua y nutrientes, mejorando así la turgencia celular y la calidad del producto final [9, pp. 11-12]. La combinación de estos nutrientes esenciales en Novoplus maximiza la eficiencia metabólica de la planta, promoviendo un mayor desarrollo de la pella.

Por su parte, Bioplus, con su contenido de ácidos húmicos (0,55%) y fúlvicos (2,04%), mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, lo que facilita una absorción más eficiente de los mismos. Estos ácidos orgánicos también estimulan la actividad microbiana del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes y favoreciendo un entorno más propicio para el crecimiento del brócoli [10, p. 16]. Además, los aminoácidos y vitaminas presentes en Bioplus, como la vitamina B1 (1015,67

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

mg/l), desempeñan un papel importante en el estrés metabólico de las plantas, mejorando su capacidad para resistir condiciones adversas y enfocarse en el crecimiento de la pella [11, p. 12003]. El magnesio (0,83 g/l) y el calcio (2,71 g/l) en Novoplus también son fundamentales para la síntesis de clorofila y el fortalecimiento de las paredes celulares, respectivamente. Estos nutrientes no solo contribuyen al crecimiento de la pella, sino que también mejoran su densidad y calidad, lo que explica los altos rendimientos observados en términos de peso y rendimiento [12, p. 13].

Conclusión

El tratamiento T5 (Novoplus, dosis de 3 cc/L), fue el más efectivo en términos de rendimiento total, con un incremento significativo del 135,65%, lo que lo posiciona como el tratamiento más productivo por hectárea. Además, el tratamiento T6 (Novoplus a dosis de 3,75 cc/L) mostró la mayor eficiencia en el crecimiento vertical de las plantas, con un aumento del 13,07% en la altura a los 85 días, mientras que T5 (Novoplus a dosis de 3 cc/L) se destacó en el desarrollo foliar y en el diámetro de la pella, con incrementos del 14,87% en el número de hojas y del 33,23% en el diámetro de la pella, respectivamente.

Estos resultados sugieren que Novoplus, es altamente efectivo para promover el crecimiento y el rendimiento del brócoli bajo las condiciones experimentales.

Entre las distintas dosis probadas, el T5 (Novoplus a dosis de 3 cc/L) resultó ser la mejor dosis de aplicación en relación al rendimiento con 23452,38 kg/ha, lo que representa un aumento significativo en la productividad en comparación con las dosis comerciales estándar o menor de los demás fertilizantes.

El análisis económico demostró que Novoplus con una dosis de 1,1 cc/L presentó la mejor tasa de retorno marginal del 164%, siendo el tratamiento más rentable para los productores. La inversión en fertilizantes foliares se justificó por el incremento en la productividad.

Referencias

1. G. Coba, «El brócoli gana protagonismo en la exportación no petrolera del país,» 2 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/brocoli-espacio-canasta-exportaciones/>. [Último acceso: 25 Marzo 2024].
2. F. Gaibor, «EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CUATRO FERTILIZANTES ORGÁNICOS FOLIARES EN TRES DOSIS Y DOS ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN EL

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

- RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) EN MACAJÍ, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA CHIMBORAZO.,» 14 Mayo 2012. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1830/1/13T0731%20.pdf>. [Último acceso: Marzo Marzo 2024].
3. M. Noé, «Fertilización foliar con extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* cv. 'Paraíso'),» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4340/noe-soria-maria-jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y..>
 4. R. Murillo, G. Piedra Marín y R. León, «Absorción de nutrientes a través de la hoja,» Enero -Junio 2013. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/4759/475947762013.pdf>.
 5. G. Susi y L. Jojans, «Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en condiciones de Yanahuanca - Pasco,» Marzo 2023. [En línea]. Available: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4110/1/T026_47424161_T.pdf.
A. Espinoza, R. M. Hernández y M. González, «Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas,» Diciembre 2020. [En línea]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n4/2074-8647-bvg-20-04-257.pdf>.
 6. E. Aldáz, «Respuesta a la aplicación de N y K en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), VAR. SK6-401 en la parroquia Mulaló.,» Abril 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/items/00668747-196d-4513-923b-6a0e917fbc3b>.
 7. C. Caputo, A. Peton, D. Josefina y E. Pagano, «Fundamentos de Bioquímica Aplicada a las Ciencias Agropecuarias y Ambientales,» 2020. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11336/184692>.
 8. B. Vera, «Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil), año II,» Diciembre 2023. [En línea]. Available: https://www.pubiabm.com.py/wp-content/uploads/2024/02/Vera_Gonzalez_Benjamin_Tesis.pdf.
 9. J. León, «Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos como alternativa para el manejo en suelos afectados por acidez en el cultivo de maíz, en el Ecuador,» Mayo 2021. [En línea]. Available:

Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en Gatazo Zambrano, cantón Colta

<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9287/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

10. T. Fitzpatrick y L. Chapman, «The importance of thiamine (vitamin B1) in plant health: From crop yield to biofortification,» Agosto 2020. [En línea]. Available: [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(17\)50064-2/fulltext](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(17)50064-2/fulltext).
11. IICA, «Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano,» 5 Abril 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/709/Anexo%205004-00%20REV.PJAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

©2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).