



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FOTOSINT EN 3 DOSIS DE  
APLICACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI  
(*Brassica oleracea* L. var *Italica* cv. *Avenger*) EN LA COMUNIDAD DE GATAZO  
ZAMBRANO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**CUVI RAMIREZ EDISSON GEOVANNY**

**RIOBAMBA- ECUADOR**


**2017**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edison Geovanny Cuvi Ramirez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba 30 de noviembre del 2017



Edison Cuvi

Cedula de ciudadanía: 060389659-8

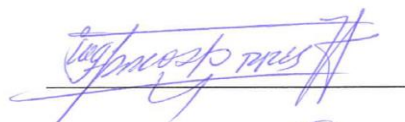
## HOJA DE CERTIFICACIÓN

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

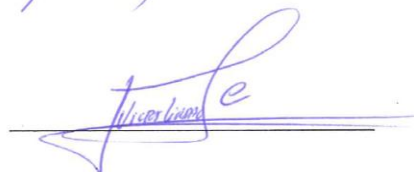
El trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FOTOSINT EN 3 DOSIS DE APLICACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *Italica* cv. *Avenger*) EN LA COMUNIDAD DE GATAZO ZAMBRANO**, de responsabilidad del Sr. Edison Geovanny Cuvi Ramírez, ha sido prolijamente revisada, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JOSÉ FRANKLIN ARCOS TORRES  
**DIRECTOR**



DR. VÍCTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA  
**MIEMBRO**



## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la vida, fortaleza y ser mi guía constante.*

*A mis padres por el amor, consejos y apoyo incondicional brindado, a mis familiares  
que de una u otra manera estuvieron apoyándome.*

*A todos mis amigos y compañeros con quienes compartí alegrías y angustias.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica, por haberme inculcado los conocimientos necesarios para ser un buen profesional.*

*Agradezco de manera especial al Ing. Franklin Arcos por su tiempo, apoyo, confianza y ser el guía fundamental en el desarrollo de la tesis.*

*Al Dr. Víctor Lindao por su colaboración, asesoría y enseñanzas brindadas en el desarrollo de esta investigación.*

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>PAG.</b>
LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE GRÁFICOS	iii
LISTA DE ANEXOS	iv
 <b>CAPÍTULO</b>	
I. TÍTULO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII. RESUMEN.....	48
IX. ABSTRACT.....	49
X. BIBLIOGRAFÍA.....	50
XI. ANEXOS.....	54

**LISTA DE TABLAS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
1	Movilidad de los elementos nutritivos	8
2	Tiempo de absorción foliar	8
3	Composición química de Fotosint	14
4	Composición química de Bioplus	15
5	Descripción taxonómica del Brócoli	16
6	Enfermedades del cultivo de Brócoli	21
7	Plagas del cultivo de Brócoli	22

**LISTA DE CUADROS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
1	Características químicas del suelo	24
2	Esquema del análisis de variancia	26
3	Dosis de aplicación	27
4	Tratamientos en estudio	27
5	Cuadros medios para altura de la planta a los 15, 30, 45, 60, 75 días del trasplante	32
6	Prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta a los 75 días del trasplante	33
7	Análisis de variancia para días a la aparición de la pella	35
8	Prueba de Tukey al 5 % para días a la aparición de la pella	35
9	Análisis de variancia para días a la cosecha	37
10	Prueba de Tukey al 5 % para días a la cosecha	37
11	Análisis de variancia para peso de la pella	39
12	Prueba de Tukey al 5 % para peso de la pella	39
13	Análisis de variancia para diámetro ecuatorial de la pella	41
14	Prueba de Tukey al 5 % para diámetro ecuatorial de la pella	41
15	Análisis de variancia para rendimiento	43
16	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento	43
17	Relación beneficio costo (B/C)	45



**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
1	Altura de la planta a los 75 días del trasplante	33
2	Días a la aparición de la pella	36
3	Días a la cosecha	38
4	Peso de la pella	40
5	Diámetro ecuatorial de la pella	42
6	Rendimiento	44
7	Relación beneficio - costo	45

**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
1	Distribución del ensayo	54
2	Ubicación geográfica del ensayo	55
2	Altura de la planta a los 15 días del trasplante	56
3	Análisis de variancia para altura de la planta a los 15 días del trasplante	56
4	Altura de la planta a los 30 días del trasplante	57
5	Análisis de variancia para altura de la planta a los 30 días después del trasplante	57
6	Altura de la planta a los 45 días del trasplante	58
7	Análisis de variancia para altura de la planta a los 45 días del trasplante	58
8	Altura de la planta a los 60 días del trasplante	59
9	Análisis de variancia para altura de la planta a los 60 días del trasplante	59
10	Altura de la planta a los 75 días del trasplante	60
11	Análisis de variancia para altura de la planta a los 75 días del trasplante	60
12	Días a la aparición de la pella	61
13	Días a la cosecha	61
14	Peso de la pella	62
15	Diámetro ecuatorial de la pella	62
16	Rendimiento	63

# **I. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FOTOSINT EN 3 DOSIS DE APLICACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *Italica* cv. *Avenger*) EN LA COMUNIDAD DE GATAZO ZAMBRANO.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El brócoli es la segunda alternativa de exportación agrícola en la sierra Ecuatoriana. Su producción ha mostrado un alto dinamismo en los últimos años, pues esta actividad genera mucha mano de obra y aporta a la generación de divisas. Los agricultores que se dedican a esta actividad se encuentran en las provincias de Cotopaxi, Pichicha, Imbabura Carchi y Chimborazo.

Es importante destacar que el 98% de la producción ecuatoriana de brócoli está destinado a la exportación: es decir que el brócoli es parte de la economía familiar de los pequeños productores, que comercializan la mayor parte de su producción para el mercado mundial.

La cadena productiva de brócoli en Ecuador comenzó en 1990 y mostró un crecimiento fuerte y constante durante todo el decenio; la expansión del cultivo y la consolidación de este mercado fueron decisivas desde 2000. Ecuador logró salir adelante hábilmente a escala mundial: es el noveno productor de brócoli fresco y se ubica entre los tres primeros proveedores europeos de brócoli congelado (sobre todo en Alemania). No son los principales polos exportadores, China e India, quienes compiten con Ecuador, sino los principales polos productores: Estados Unidos, España e Italia para el brócoli fresco, y México y Guatemala para el brócoli congelado. En total, entre la producción y transformación, el brócoli genera más de 11500 puestos de trabajo y mantiene a más de 4000 familias en Ecuador (Aprofel, 2003).

La sierra ecuatoriana reúne incomparables ventajas geográficas para la producción de un buen brócoli. Dada su posición con respecto a los rayos del sol, posee una luz única en el mundo que pinta los floretes de un color verde intenso; además, el cultivo en altura (2700 – 3200 metros) limita la presencia de plagas y hace que los floretes tengan una compacidad óptima; por último, gracias a una temperatura y un rendimiento estables a

lo largo del año, se puede producir continuamente, a razón de tres cosechas anuales. Obtener elevados rendimientos agrícolas y preservar el ambiente está ligado al uso generalizado de productos orgánicos, como alternativa de consumo masivo de plaguicidas y fertilizantes de origen químico, que son costosos y tienen un impacto negativo sobre la salud y el ambiente.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

En la agricultura el uso desmedido de sustancias químicas para incrementar la producción de los cultivos, aplicando los nutrientes necesarios para las plantas, contaminan el ambiente natural de la zona y provoca serios daños ecológicos, afectando las formas de vida y su hábitat; porque la mayor parte de los insumos sintéticos sólo han propiciado degradación y contaminación por residuos tóxicos en el suelo, agua, aire y alimentos.

El mal uso de los productos químicos por parte de los agricultores hace que los suelos agrícolas de este sector presenten muchos problemas como la salinización ya que a la larga esto no permite la movilidad de los nutrientes presentes en el suelo a través de las raíces de las plantas, y por ende no habrá una buena producción de los cultivos.

Por tal razón, el presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Gatazo Zambrano con el fin de determinar el mejor rendimiento del cultivo de brócoli, bajo la aplicación de diferentes dosis de fertilización foliar usando el producto orgánico Fotosint. Estudio que servirá como fuente de información para agricultores del sector para mejorar la producción e ingresos usando la dosis adecuada. Dado que en la actualidad se está buscando el buen vivir y al hacer uso de productos orgánicos amigables con el medio ambiente contribuimos y promovemos a sostener la salud de las personas, suelo, planta y animales sin apartarnos de la salud del ecosistema.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. General**

Evaluar la eficacia del fotosint en 3 dosis de aplicación sobre el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var Italica cv.Avenger) en la comunidad de Gatazo Zambrano.

### **2. Específicos**

- a.** Determinar la dosis óptima para el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var Italica cv: Avenger).
- b.** Analizar económicamente a los tratamientos en estudio.

### **III. REVISIÓN LITERARIA**

#### **A. FERTILIZACIÓN FOLIAR**

##### **1. Definición**

Técnica de nutrición instantánea, que aporta elementos esenciales a los cultivos, solucionando deficiencias de nutrientes mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las hojas para corregir deficiencias específicas de nutrientes en el mismo período de desarrollo del cultivo, o bien con el fin de complementar la fertilización realizadas al suelo. Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, por favorecer, además, el buen desarrollo de los cultivos y mejorar el rendimiento y la calidad del producto (Quiminet, 2006).

##### **2. Importancia de la fertilización foliar**

###### **a. Eficacia rápida**

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo, cuando se presentan condiciones de severas deficiencias nutricionales con la presencia de agudos síntomas de deficiencia en los tejidos. Esto se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas ya que la absorción es relativamente rápida (Romheld & Fouly, 2000).

###### **b. Independencia de la actividad radicular**

Durante la etapa de llenado en los cultivos se produce una alta competencia para obtener asimilados por parte de diversos sumideros en la planta. En esta etapa las raíces no están adecuadamente suplidas con energía en forma de carbohidratos y por esta razón, la adquisición de nutrientes por las raíces no es suficiente para satisfacer la demanda y la aplicación foliar suplementa esta necesidad. La adquisición de nutrientes por las raíces puede inhibirse también por factores físicos y químicos bajas temperaturas, compactación, falta de oxígeno, sequía, alta salinidad o pH extremos (Romheld & Fouly, 2000).

**c. Alta capacidad de fijación de nutrientes por el suelo**

Suelos con capacidad de precipitar nutrientes la aplicación foliar es una buena alternativa, al fertilizar micronutrientes en cultivos en desarrollo en estas zonas produce una excelente respuesta en crecimiento y rendimiento (Romheld & Fouly, 2000).

**d. Posibilidad de aplicación precisa de nutrientes en el tiempo**

En etapas específicas de crecimiento de la planta hay requerimientos más altos de nutrientes. La aplicación foliar es una mejor técnica para entregar estos nutrientes en la etapa requerida. Estas etapas de alta demanda se presentan generalmente durante el desarrollo floral y la polinización (Romheld & Fouly, 2000).

**3. Proceso de absorción de nutrientes por las hojas**

El proceso ocurre desde que el fertilizante se aplica sobre la superficie de las hojas, penetra dentro de ellas y se distribuye al resto de la planta.

**a. Mojado de la superficie foliar con la solución**

La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba. De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes (Melgar, 2004).

**b. Penetración a través de la pared externa de las células epidermales.**

Las paredes exteriores de las células de la epidermis están cubiertas por la cutícula y una capa de cera para proteger a las hojas de la pérdida de agua por transpiración. Esta protección se debe a las propiedades hidrófobas de las ceras y cutinas. Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula (Melgar, 2004).

La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células de guarda también están cubiertas por una capa de cutina similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (cuando los estomas están abiertos) y de noche (cerrados) (Melgar, 2004).

#### **c. Entrada de los nutrientes en la pared celular**

El apoplasto y es un espacio importante para la absorción y transporte de nutrientes. Los nutrientes entran en el espacio luego de penetrar la capa exterior de la epidermis. Para su entrada posterior en el simplasto, las condiciones químicas en el apoplasto son de importancia decisiva y podrían ser manipuladas por aditivos adecuados en los fertilizantes foliares (Melgar, 2004).

#### **d. Absorción de nutrientes dentro de la célula**

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces (Melgar, 2004).

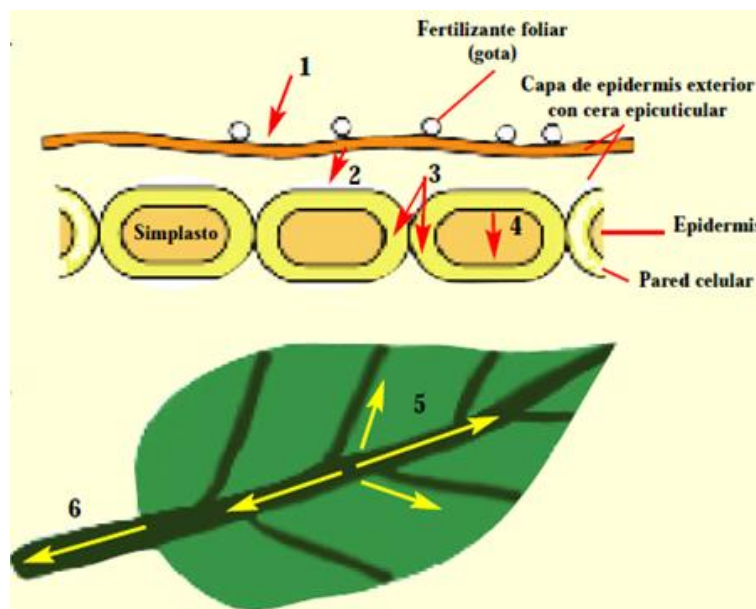
Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración (Melgar, 2004).

#### **e. Distribución y translocación de los nutrientes dentro de la planta**

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (por el xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tengan una alta demanda (Melgar, 2004).



Al contrario ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn se distribuyen principalmente en forma acrópeta dentro de la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta (Melgar, 2004).



**Imagen 1.** Transporte y absorción de nutrientes en la planta

#### 4. Movilidad de los nutrientes en el interior de la planta

La movilidad de los iones (aniones y cationes) es ascendente por el xilema (los provenientes de la absorción) y en menor medida por el floema (los provenientes de las hojas viejas); descienden por el floema (iones que salen de las hojas), y su movimiento lateral (entre xilema y floema) a través del cambium. Una vez transportado a un determinado órgano, el nutriente será metabolizado e incorporado a alguna molécula biológica, o bien permanecerá disuelto en el citosol. A partir de este proceso, el comportamiento del nutrimento variará en cuanto a su movilidad, es decir, a la capacidad de ser extraídos de ese destino metabólico y ser transportados a otros órganos. El N, P, K y Mg son típicamente móviles y pueden ser transportados con relativa facilidad a otros órganos, mientras que el Ca, S y Fe más o menos inmóviles y tienden a permanecer en el primer destino alcanzado hasta la muerte de ese órgano (Arcos, 2012).

**Tabla 1.** Movilidad de los elementos nutritivos

<b>Muy móvil</b>	<b>Móvil</b>	<b>Semi móvil</b>	<b>Inmóvil</b>
Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Zinc (Zn)	Boro (B)
Potasio (K)	Cloro (Cl)	Cobre (Cu)	Manganeso (Mn)
Sodio (Na)	Azufre (S)	Magnesio (Mg)	Calcio (Ca)
		Hierro (Fe)	
		Molibdeno(Molibdeno)	

**Fuente:** Arcos, 2012

### 5. Velocidad de los nutrientes al interior de las plantas

Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. En la Tabla 1, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrimentos importantes necesarios para el desarrollo de la planta (Salas, 2002).

**Tabla 2.** Tiempo de absorción foliar

<b>NUTRIMENTO</b>	<b>TIEMPO PARA QUE SE ABSORBA EL 50 % DEL PRODUCTO</b>
N (Urea)	0,5 – 2 h
P	5 – 10 días
K	10 – 24 h
Ca	1 – 2 días
Mg	2 – 5 h
S	8 Días

**Fuente:** (Romheld & Fouly, 2000).

## **6. Factores que influyen en la absorción foliar**

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores; planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la planta se ha de tomar en cuenta la especie, estado nutricional, condición metabólica y fenológica de la planta o si la hoja presenta tricomas. Del ambiente se debe considerar la temperatura del aire, la humedad relativa, viento, luz y hora de aplicación. En la formulación foliar se consideran la concentración de la sal portadora del nutrimento, pH de la solución y tipo del catión o anión acompañante, seleccionar la fuente que presente la mayor solubilidad e higroscopicidad, tipo de equipo, técnica de aplicación, tamaño de gota y uso de surfactantes (Seguro, 2002).

## **7. Factores determinantes en la eficiencia de la fertilización foliar**

### **a. Genéticos**

Grosor de la cutícula, Permeabilidad de la cutícula, número y distribución de los estomas, vellosidad o pubescencia de la superficie foliar, ángulo de inserción de las hojas, edad de las hojas, turgencia y humedad de las hojas (Venegas, 2004).

### **b. Estado de crecimiento y nivel nutricional**

Las aplicaciones de P, S, Fe, Cu, Mn y Zn deben aplicarse en estado temprano del crecimiento. Las aplicaciones de N, K, B, Ca y Mg tienen su mejor respuesta en los estados de floración y fructificación (Venegas, 2004).

### **c. Solución nutritiva**

Es una disolución de sales inorgánicas que aportan la totalidad de los iones nutritivos esenciales para la nutrición vegetal. Viene definida por la relación iónica, presión osmótica y pH. En la preparación de una solución nutritiva es muy importante considerar lo que aporta el agua (Cantuarias, 2016).

Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada y necesaria para que las plantas absorban los nutrientes; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrientes, lo que dará lugar a excesos o déficit en el medio de cultivo y afectará la producción (Favela, Preciado & Benavides, 2006).

### **1) El pH**

El pH apropiado para el desarrollo de los cultivos se encuentra entre los valores 5.5 y 6.5 sin embargo, el pH de la solución no es estático, ya que depende del CO<sub>2</sub> en el ambiente, del ritmo de absorción nutricional, de la fuente nitrogenada utilizada. El pH es controlado con el fin de neutralizar la presencia de bicarbonatos en el agua de riego, ya que estos iones producen un elevado pH, y un alto contenido de ellos en la zona radical provoca la inmovilización del P, Mn y Fe (Amiri & Sattary, 2004).

### **2) Presión osmótica**

Es la cantidad total de los iones de las sales disueltas en la solución nutritiva, ejerce una fuerza llamada presión osmótica, en la medida que aumenta la cantidad de iones se incrementa esta presión. La presión osmótica es una propiedad físico-química de las soluciones, la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos (Favela, Preciado & Benavides, 2006).

### **3) Relación mutua entre aniones**

Es la relación mutua que existe entre los aniones NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, y los cationes K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> con los cuales se regula la solución nutritiva. Tal relación no sólo consiste en la cantidad absoluta de cada ion presente en la solución, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Favela, Preciado & Benavides, 2006).

#### **4) Relación mutua entre cationes**

Es de gran importancia, ya que de no cuidar este aspecto, se pueden generar con relativa facilidad deficiencias de algún catión, por lo que es importante evitar no romper el balance entre ellos. La relación mutua entre cationes varía en función de la etapa de desarrollo de las plantas, lo cual implica que tienen demanda diferencial. A partir de la importancia que el K tiene en la etapa de producción de los frutos para favorecer su calidad, en ocasiones se genera desbalance entre K con Ca y/o Mg, al suministrar en la solución nutritiva cantidades de K que superan 45 % de los cationes, lo cual provoca deficiencias de Mg y principalmente de Ca (Favela, Preciado & Benavides, 2006).

#### **5) Manejo de la solución nutritiva**

Independientemente si la solución nutritiva se almacena en dos o tres contenedores, existen una serie de consideraciones que hay que tomar en cuenta en su manejo: En el mismo depósito, no se mezcla el nitrato de calcio con fosfatos y sulfatos, tanto de macronutrientes, como de micronutrientes. El tanque que contenga el Fe quelatado debe acidificarse entre 5,5 – 6,5 para evitar degradaciones. Cuando se utilice un complejo de micronutrientes, éste se debe de incorporar en el tanque antes que los demás fertilizantes. Es deseable que los fertilizantes se repartan de manera proporcional entre los distintos tanques, de forma tal que tengan un peso semejante. Esto es fácil de conseguir si tomamos en cuenta que el nitrato de potasio y el nitrato de amonio se pueden mezclar con cualquier otro fertilizante. Después de tomar la decisión de qué fertilizantes poner en cada depósito, se debe agregar el agua hasta la mitad, después los ácidos, posteriormente los fertilizantes y, por último, se termina de llenar el depósito (Favela, Preciado & Benavides, 2006).

#### **d. Secretos de la fertilización foliar**

##### **1) Fina aspersion con neblina**

Preferentemente por aire, se requiere para aplicar la gota más pequeña la cual es necesaria para entrar a través del envés de la hoja (Arcos, 2012).

## **2) Garantía en tiempos de aplicación para el desempeño óptimo**

En la mañana es cuando la planta absorbe el rocío, por lo que se recomienda la aplicación foliar por la tarde-noche o muy temprano coincidirán con este ciclo de alimentación natural para mejorar resultados. El viento no debe sobrepasar los 8 Km/h (Arcos, 2012).

## **3) El follaje tierno es particularmente absorbente**

La floración y la formación de fruto son altamente dependientes de nutrientes. Los análisis y la corrección foliares deben ser adaptadas a esos dos períodos críticos por ejemplo, la aplicación foliar en campo 30 días después de la germinación y de nueva cuenta antes de la floración (Arcos, 2012).

## **4) Uso de mejoradores foliares con variedad de nutrientes**

Las cuatro categorías de mejoradores foliares incluyen: agentes quelatados, mejoradores de absorción, estimulantes con hormonas naturales y nutrientes de amplio espectro (Arcos, 2012).

## **5) Monitoreo de conductividad y pH de la solución de aplicación**

La conductividad debe estar tan cerca de 2000 como sea posible. Si la conductividad de la dilución final es menor a 1200 habrá problemas. Si es mayor a 2000 quemará el follaje. El rango ideal de pH debe estar entre 6 y 7 con una solución más ácida produciendo una acción reproductiva y la alcalinidad estimulará el crecimiento (Arcos, 2012).

## **6) Utilice un buen adherente en todas las aplicaciones foliares**

Esto ayuda a la protección contra las lluvias, mejora la penetración, reduce la evaporación e incrementa la respuesta sistemática (Arcos, 2012).

**7) No utilice nutrientes foliares para reemplazar la nutrición natural del suelo.**

Mejores resultados siempre serán alcanzados con un planteamiento holístico, donde todo es considerado y manejado eficientemente. La meta es darse cuenta del potencial genético del cultivo en particular (Arcos, 2012).

**8. Ventajas**

Rápida utilización de nutrientes corrigiendo deficiencias a corto plazo lo cual no es posible con la fertilización al suelo, aporte de nutrientes cuando hay problemas de fijación en el suelo, permite aplicar simultánea la solución nutritiva junto con pesticidas, la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos, ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas, aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o stress, estimula la absorción de nutrientes (Asad, 2003).

**9. Desventajas**

Riesgo de fitotoxicidad, dosis limitadas de macronutrientes, requiere buena área foliar, costos elevados de los fertilizantes, pérdidas de la solución en la aspersion (Segura, 2003).

**B. CARACTERISTICAS DE LOS FERTILIZANTES ECOLÓGICOS USADOS**

**1. Fotosint**

Fertilizante ecológico compuesto de N-P-K-Ca-S-Cu-Zn-Fe con carbonos oxidables, complementa la fertilización edáfica, mejora el desarrollo de las fases específicas floración y llenado, eleva la producción y calidad de los productos finales (AGROBEST, 2015).

**Tabla 3.** Composición química de Fotosint

COMPONENTE	VALOR (g/L)
Nitrógeno total (N)	38,0
Nitrógeno amoniacal (N)	1,0
Nitrógeno orgánico (N)	37,0
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	35,0
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	23,0
Calcio (CaO)	1,74
Magnesio (MgO)	0,96
Azufre total (S)	3,41
Cobre (Cu)	0,01
Hierro (Fe)	0,01
Zinc (Zn)	0,03
Carbono orgánico oxidable	61,0
pH en solución al 10 %	2,83
Densidad	1,132 g /cm <sup>3</sup>

(AGROBEST, 2015).

## 2. **Bioplus**

Promotor de crecimiento, bioestimulante, fitoregulador y fertilizante foliar, además de un anti estresante. Es de origen natural obtenido del proceso tecnológico de la descomposición anaeróbica de los subproductos provenientes de la pasta de higuera, soja, alfalfa, palmiste, ajonjolí, maíz, trigo y neem (AGROBEST, 2015).



**Tabla 4.** Composición química de bioplus

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Auxinas (IAA)	82	ng/g
Citocinina (CTS)	28	ng/g
Giberelinas (GAs)	25	ng/g
Ácido fólico	41	ng/g
Ácido húmico y fúlvico	75	ng/g
Ácido nicotínico	28	ng/g
Ácido salicílico	18	ng/g
Tiamina (B1)	244	ng/g
Riboflavina (B2)	82,2	ng/g
Triptofano (W)	1567	ng/ l
Nitrógeno (N)	13500	mg/ l
Fósforo (P)	599	mg/ l
Potasio (K)	2550	mg/ l
Calcio (Ca)	1590	mg/ l
Magnesio (Mg)	757	mg/ l
Azufre (S)	290	mg/ l
Hierro (Fe)	281	mg/ l
Cobre (Cu)	1	mg/ l
Manganeso (Mn)	200	mg/ l
Molibdeno (Mo)	0,11	mg/ l
Zinc (Zn)	6	mg/ l

**Fuente:** (PROMERINOR, 2013).

## C. CULTIVO DE BRÓCOLI

### 1. Clasificación taxonómica

**Tabla 5.** Descripción taxonómica del brócoli

Reino	Plantae
Subreino	Antophyta
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rhoedales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	Oleraceae
Variedad	Avenger
Nombre científico	<i>Brassica oleracea</i> . Var. Avenger.

**Fuente:** (Araujo, 2002).

### 2. Características botánicas

#### a. Raíz

La raíz principal es pivotante, puede llegar a penetrar hasta 1,20 m de profundidad, el sistema de raíces secundario es muy profuso y abundante (Hidalgo, 2015).

#### b. Tallo

Un brócoli desarrolla un tallo con un diámetro de 2 - 6 cm, corto de 20 -50 cm de largo, sobre el cual se disponen las hojas con internados cortos, con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal (Hidalgo, 2015).

**c. Hojas**

El brócoli posee hojas de color oscuro, rizadas, festoneadas, con ligerísimas espículas, presenta un limbo hendido, que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo de pecíolos (Hidalgo, 2015).

**d. Flores**

Las flores perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas en forma de cruz, a pesar de tener flores perfectas existe cierto grado de auto incompatibilidad, el tipo de polinización es cruzada y la realizan los insectos (Hidalgo, 2015).

**e. Inflorescencia**

La inflorescencia está constituida por primordios florales inmaduras dispuestas en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar de verde claro a verde púrpura mantiene muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible (Hidalgo, 2015).

**f. Fruto**

El fruto del brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior (Hidalgo, 2015).

**g. Semillas**

Las semillas son redondas de color pardusco; en un gramo pueden existir de 250 a 300 semillas, dependiendo del cultivar, con una capacidad germinativa de cuatro años (Hidalgo, 2015).

### **3. Etapas fenológicas**

#### **a. Etapa semillero (V0)**

Esta etapa tiene una duración de 30 días; comienza con la germinación de la semilla hasta cuando la plántula, tiene entre tres y cuatro hojas bien formadas y una altura entre 10-12 cm. y está lista para el trasplante a campo (Díaz & Jaramillo, 2006).

#### **b. Etapa juvenil (V1)**

Esta se inicia con el trasplante a campo, cuando las plántulas tienen cuatro hojas y finaliza con la visualización de la estructura o primordio floral. Tiene una duración aproximada de 40 días. En este estado la planta tiene una edad total de 70 días. En esta etapa del crecimiento, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan incremento logarítmico. El tallo se engruesa y alarga hasta un máximo desarrollo; también presenta una gran proliferación de hojas, y las senescentes son escasas en este periodo. (Díaz & Jaramillo, 2006).

#### **c. Etapa de emergencia floral (R2)**

La aparición floral ocurre entre los 40-45 días después del trasplante, cuando las plantas tienen entre 18 a 20 hojas. A partir de este momento, se inicia un crecimiento lineal para la planta, donde su prioridad es el desarrollo de la cabeza, como lo confirman la disminución de la tasa de emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa de crecimiento del tallo (Díaz & Jaramillo, 2006).

#### **d. Etapa de formación de la cabeza (R3)**

Durante esta etapa ocurre el crecimiento de la inflorescencia hasta la cosecha, cuando aún no han abierto las flores. Tiene una duración de 20 a 25 días. La inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento «lento», desde su aparición hasta los 55 días después del trasplante aproximadamente, seguido de un periodo más rápido, que se extiende hasta la

cosecha, la cual se inicia a partir de los 60 y 65 días después del trasplante (Díaz & Jaramillo, 2006).

En esta etapa se da la traslocación de fotoasimilados hacia la inflorescencia; el diámetro del tallo se incrementa lentamente, la altura de la planta presenta un segundo pico en su crecimiento, por el aumento en el tamaño de la cabeza (Díaz & Jaramillo, 2006).

#### **4. Requerimiento del cultivo**

##### **a. Condiciones climáticas**

El brócoli es considerado como un cultivo de clima frío, la temperatura mínima para el crecimiento es de 5° C, siendo la óptima de 15 a 18 ° C, tolera heladas suaves pero al estar en inflorescencia provoca congelación y palpamiento en flores; es una planta mesofítica que requiere condiciones medias de humedad es decir, 400 mm/ciclo de precipitación y una humedad relativa media alta (Hidalgo, 2015).

La precipitación anual debe fluctuar entre 800 mm y 1200 mm. Una altitud entre 2600 y 3000 m.s.n.m. La humedad relativa no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal. Luminosidad, fotoperiodo neutro. Los vientos fuertes aumentan la transpiración de la planta, ocasionando una rápida deshidratación (INFOAGRO, 2007).

##### **b. Requerimientos edáficos**

El brócoli se desarrolla muy bien en suelos con topografía plana, textura franca perfil profundo y buen drenaje, con características químicas como pH neutro (6-8), baja salinidad, alta fertilidad y alto contenido de materia orgánica (Hidalgo, 2015).

#### **5. Manejo del cultivo**

##### **a. Labores pre-culturales**

### **1) Preparación del suelo**

Se realizan labores de arado, nivelación, debido a que es un cultivo tan intensivo y de ciclo tan corto tiene mucha importancia favorecer una distribución uniforme del riego, fertilización y cosecha (Padilla, 2000).

### **2) Siembra**

Depende básicamente de la disponibilidad de agua, si el agua no es problema entonces se podrá sembrar durante todo el año, de lo contrario la siembra debe ser durante el periodo lluvioso (Padilla, 2000)

## **b. Labores culturales**

### **1) Trasplante**

Se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas densidad de siembra de 0,60 cm entre hileras y 0,30 cm entre plantas (Hidalgo, 2015).

### **2) Riego**

Debe ser regular y abundante en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de la pella, conviene que el suelo este sin excesiva humedad, pero si en estado de capacidad de campo (Díaz & Jaramillo, 2006).

### **3) Control de malezas**

Es importante realizar un control oportuno de las malezas ya que compiten con los cultivos por luminosidad, agua, nutrientes. En la competencia e influencia que las malezas ocasionan al cultivo es muy importante conocer sobre el período crítico que comprende desde los 30 a los 60 días (Secaira, 2000).

### **4) Fertilización**

La primera fertilización se debe realizar al momento del surcado, se incorporan 500 kg de la fórmula 10-21-10, con un total de 80 N, 105 P y 50 K unidades por hectárea; la

segunda se realiza de 20-25 días después de la plantación con 400 kg de nitrato de amonio y 50 kg de nitrato de calcio con un total de 141 N y 20 de K unidades por hectárea (Godínez, 2000).

### 5) Aporque

Se realiza de dos o tres veces durante todo el ciclo del cultivo, elaborándose la primera a las tres semanas luego de la plantación, la segunda siete semanas después de la plantación y la tercera dependerá de la madurez del cultivo (Godínez, 2000).

### 6. Enfermedades del cultivo de brócoli

**Tabla 6.** Enfermedades del cultivo de brócoli

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>CONTROL PREVENTIVO</b>
<i>Alternaria brassicae</i>	Alternaría	Cada 7-10 días dar tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Mancoceb, Propineb.
<i>Pythium ultimum.</i> <i>Pythium irregulare.</i>	Damping off	Utilizar sustrato desinfectado y buen manejo de agua.
<i>Peronospora brassicae</i>	Mildiu común	Manejo de humedad
<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Hernia o potra de la col	Dazomet, Metam-sodio o Quintoceno.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Rizoctonia	Tratamientos dirigidos a la base de la planta con Isoquinoleina, Dazomet, Netam-sodio o Quintoceno.

**Fuente:** (INFOAGRO, 2007).

## 7. Plagas del cultivo de brócoli

**Tabla 7.** Plagas del cultivo de brócoli

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CONTROL PREVENTIVO
Minador	<i>Liriomyza trifolii</i>	Tratar con Diazinon, Fosalone, Triclorfon.
Mosca del brócoli	<i>Chorthophilla brassicae</i>	Tratar con Clorpirifos, Diazinon y Fosalone.
Oruga	<i>Pieris brassicae</i>	Formulaciones a base de <i>Bacillusthurgensis</i> .
Pulguillas de las crucíferas	<i>Phyllotreta nemorum</i>	Realizar tratamientos aéreos con Carbaril, Metiocarb o Triclorfon.
Pulgón del brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Tratar con Acefato al 75% en una dosis de 0.15 % o Carbofuran 5% a una dosis de 12-15 kg. /ha.

**Fuente:** (INFOAGRO, 2007).

### D. RENDIMIENTO

Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectáreas de terreno utilizado. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (tm/ha) (Ecured, 2014).

Según el último Censo Nacional Agropecuario la superficie cosechada de brócoli y otras crucíferas, fue de 3.359 hectáreas en el año 2000, con una producción de 50 mil toneladas, con un rendimiento promedio de 14,6 tm por hectárea. En la actualidad, se estima que debido al crecimiento del sector, la superficie sembrada asciende a 6000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 18 tm por hectárea (INEC, 2000).



## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Ubicación**

La presente investigación se realizó en la Comunidad Gatazo Zambrano, Parroquia Cajabamba, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

#### **2. Características Geográficas**<sup>1</sup>

Altitud: 3143 m.s.n.m

Latitud: 751148 m. S (UTM).

Longitud: 9815168 m. W (UTM).

#### **3. Características Climatológicas**<sup>2</sup>

Temperatura media anual: 14 °C

Humedad relativa: 70%

Precipitación media anual: 480 mm/año

#### **4. Clasificación ecológica**

Bosque seco Montano Bajo (bsMb) y estepa espinosa Montano bajo (eeMb) (HÖLDRIDGE, 1982).

#### **5. Características del suelo**

##### **a. Características físicas**

Estructura: Granular

Textura: Franco Arenoso

Topografía: Plana

Profundidad: >0,50 m

Topografía: Plana

Drenaje: Bueno

---

<sup>1</sup>Datos tomados con la ayuda del instrumento GPS

<sup>2</sup>Estación Meteorológica Colta 2001

## b. Características químicas<sup>3</sup>

**Cuadro 1.** Características químicas del suelo

			mg/L		Meq/100g				Ppm		
Identificación	pH	M.O	NH <sub>4</sub>	P	K	C.I.C	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
	8,1	0,8	5	68,9	0,7	3,4	18,7	4,9	23,8	1,6	4,2
<b>Lote ensayo</b>	Alc.	B	B	A	A	MB	M	M	M	B	B

**Fuente:** Laboratorio de suelos (F.R.N), 2015

## B. MATERIALES

### 1. Material experimental

Plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var Italica cv: Avenger), fotosint, bioplus.

### 2. Equipos y herramientas

Rollos de piola de nylon, 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, agua de grifo, azadas, ratrillos.

### 3. Material de laboratorio

Alcohol antiséptico, rollo de algodón, cinta masking, marcador permanente, balanza analítica, cámara fotográfica.

### 4. Material de oficina

Computadora, hoja de papel bond, lápiz, calculadora, impresora, internet.

---

<sup>3</sup> Laboratorio de suelo de la F.R.N

## C. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Características del ensayo

- |    |                                    |    |
|----|------------------------------------|----|
| a. | Número de tratamientos:            | 4  |
| b. | Número de repeticiones:            | 4  |
| c. | Número de unidades experimentales: | 16 |

### 2. Forma de la parcela

- |    |                          |             |
|----|--------------------------|-------------|
| a. | Forma de la parcela:     | rectangular |
| b. | Ancho de la parcela:     | 27 m        |
| c. | Largo de la parcela:     | 29 m        |
| d. | Número total de plantas: | 800         |
| e. | Distancia de trasplante  |             |
|    | Entre plantas:           | 0,30 m      |
|    | Entre hileras:           | 0,60 m      |

### 3. Especificaciones del campo experimental

- |    |                                |                    |
|----|--------------------------------|--------------------|
| a. | Área total del ensayo:         | 783 m <sup>2</sup> |
| b. | Área neta del ensayo:          | 324 m <sup>2</sup> |
| c. | Ancho de cada parcela:         | 3 m                |
| d. | Largo de cada parcela:         | 3 m                |
| e. | Área de cada parcela:          | 9 m <sup>2</sup>   |
| f. | Número de hileras:             | 5                  |
| g. | Número de plantas por hileras: | 10                 |
| h. | Número de plantas por parcela: | 50                 |
| i. | Número de plantas a evaluar:   | 10                 |
| j. | Distancia entre parcelas:      | 2 m                |

## D. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 1. Tipo de diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 repeticiones y un testigo agricultor, la prueba de Tukey al 5 %.

### 2. Esquema del análisis de varianza

**Cuadro 2.** Esquema del análisis de variancia.

ADEVA		
FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Total	$(T*m)-1$	15
Repeticiones	$R - 1$	3
Tratamientos	$T-1$	3
Error	$(R-1)(T-1)$	9

### 3. Análisis funcional

- a. Análisis de varianza (ADEVA).
- b. Prueba de Tukey al 5 %.
- c. Coeficientes de variación expresados en porcentaje.

### 4. Análisis económico

Se realizó un análisis económico de los tratamientos aplicando el método de Cimmyt y la relación beneficio costo B/C.

## E. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

### 1. Factores

**Cuadro 3.** Dosis de aplicación

<b>PRODUCTOS</b>	<b>DOSIS (cm<sup>3</sup>/l)</b>
Fotosint	1
	2
	3
Bioplus	2

### 2. Tratamientos

**Cuadro 4.** Tratamientos en estudio

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PRODUCTOS</b>
T1	FOTOSINT DOSIS 1
T2	FOTOSINT DOSIS 2
T3	FOTOSINT DOSIS 3
T4	TESTIGO (BIOPLUS)

## **F. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR**

### **1. Altura de planta**

Se midió con un flexómetro la altura de 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento. Esta evaluación se realizó a los 15, 30, 45, 60, 75 días después del trasplante.

### **2. Días a la aparición de la pella**

Se contabilizó el número de días desde el trasplante, hasta la formación del botón.

### **3. Días a la cosecha**

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

### **4. Peso de la pella**

Realizado el corte de la pella de cada uno de los tratamientos tomando en cuenta la parcela neta, se procedió a pesar con una balanza analítica cada pella.

### **5. Diámetro ecuatorial de la pella**

Se evaluó con un calibrador ubicándolo en la parte media o ecuatorial de la pella y se expresó en centímetros.

### **6. Rendimiento**

Se realizó la sumatoria de los pesos de las pellas de las plantas de la parcela neta y se proyectó el rendimiento en kg/ha.

## **G. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores preculturales**

#### **a. Preparación del suelo**

Se pasó la rastra, con el fin de desmenuzar los terrones de suelo y lograr una capa suelta, obteniendo de esta manera una profundidad de suelo desmenuzado de 25 cm.

#### **b. Nivelación del terreno**

Se hizo manualmente con la ayuda de rastrillos, dejando una distribución homogénea en todos los tratamientos.

#### **c. Trazado de la parcela**

Con la ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones se trazó cada unidad experimental.

#### **d. Surcado**

Labor manual que se trazó con la ayuda de un azadón, dejando camellones separados 60 cm y una acequia de 30 cm.

#### **e. Hoyado**

Se hoyo a una distancia de 30 cm y a una profundidad de 25 cm, para depositar los fertilizantes y la cantidad necesaria por planta, esto se realizó envase al análisis del suelo obtenido y a los requerimientos del cultivo.

## **2. Labores culturales**

### **a. Trasplante**

Se trasplanto a una distancia de 0.30 m entre plantas y 0.60 m entre hileras, las plantas que se utilizaron tuvieron de 2 a 3 hojas verdaderas, vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Esta labor se lo realizó de forma manual.

### **b. Fertilización**

#### **1) Fertilización edáfica**

Se fertilizó en base al análisis físico-químico del suelo, mismo que se aplicó en dos partes, la primera al momento del trasplante y la segunda a los 30 días del trasplante.

#### **2) Fertilización Foliar**

Se aplicó el producto orgánico Fotosint en diferentes dosis  $1\text{cm}^3/\text{l}$ ,  $2\text{ cm}^3/\text{l}$  y  $3\text{ cm}^3/\text{l}$  cada 15 días después del trasplante. En nuestro testigo se aplicó bioplus en una dosis de  $2\text{ cm}^3/\text{l}$ .

### **c. Deshierba**

Labor manual realizada a los 28 días después del trasplante para evitar la competencia con las malezas.

### **d. Riego**

El agua se suministró mediante el riego por gravedad cada día que existió el turno de agua para el riego, además se consideró las condiciones climáticas en el transcurso del ciclo productivo.



**e. Control de plagas y enfermedades**

La presencia del gusano trozador (*Agrotis ypsilon*) después del trasplante y del pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en la formación del florete, se controló con una Lambdocihalotrina en una dosis de 0,6 cc/l de agua.

**f. Cosecha y clasificación**

La cosecha fue de forma manual, según su grado de madurez y la clasificación se realizó envase a los kilos de cada una de ellas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. ALTURA DE LA PLANTA (15, 30, 45, 60, 75 días)

**Cuadro 5.** Cuadrados medios para altura de la planta a los 15, 30, 45, 60, 75 días del trasplante.

Fv	Gl	15 Días		30 Días		45 Días		60 Días		75 Días	
		Cm	F	Cm	F	Cm	F	Cm	F	Cm	F
<b>TOTAL</b>	15	0,05		0,37		0,55		4,71		14,69	
<b>REPETICIONES</b>	3	0,03	0,82 ns	0,40	0,98 ns	0,11	0,13 ns	1,79	0,38 ns	4,03	0,62 ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	0,08	1,82 ns	0,20	0,49 ns	0,11	0,13 ns	7,45	1,56 ns	49,77	7,59 **
<b>ERROR</b>	9	0,04		0,41		0,85		4,77		6,55	
<b>C.V (%)</b>		3,32		4,56		5,01		8,10		7,01	

**ns:** No significativo

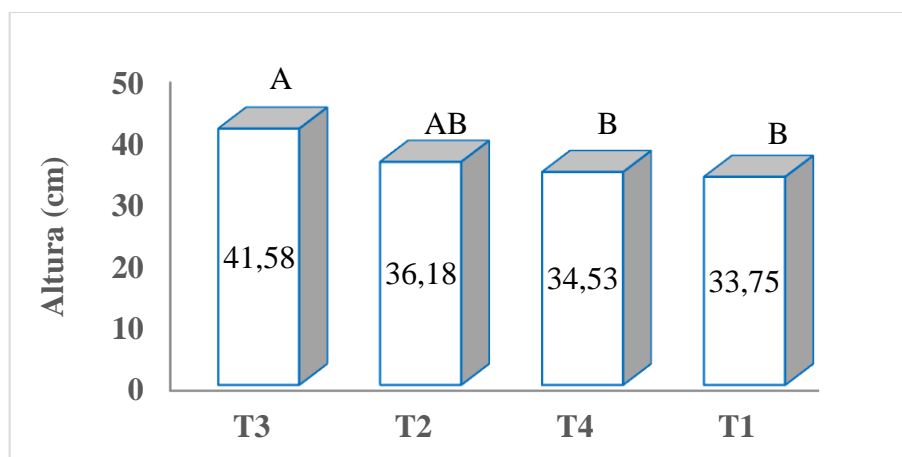
**\*\*:** Altamente significativo.

El análisis de varianza para altura de la planta (Cuadro 5) no presentó diferencias estadísticas para dosis de fertilización a los 15, 30, 45, 60 días, mientras que a los 75 días después del trasplante presentó diferencias estadísticas al 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 7,01 %.

La prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 75 días (Cuadro 6) presentó 3 rangos, en el rango “A” se ubicó el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) con una media de 41,58 cm, mientras que en el rango “B” se encuentran los tratamientos: 2 cm<sup>3</sup>/l de Bioplus (T4) y 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con medias de 34,53 y 33,75 cm. El tratamiento restante se ubicó intermedio entre estos rangos.

**Cuadro 6.** Prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta a los 75 días del trasplante.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGOS
T3	41,58	A
T2	36,18	AB
T4	34,53	B
T1	33,75	B



**Gráfico 1.** Altura de la planta a los 75 días del trasplante

El Gráfico 1, Demuestra que el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l (T3), superó al tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1) en el 18,8% en altura de la planta a los 75 días del trasplante.

La mayor altura alcanzó el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l (T3) que equivale a 10,5 l/ha de Fotosint y esto aporta 10,49 g N amoniacal + 388,51 g N orgánico + 367,50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 241,50 g K<sub>2</sub>O + 18,27 g CaO en tanto que la menor altura se alcanzó en el testigo (T4) y en el tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1) que equivale a 3,5 l/ha de Fotosint y aporta 3,50 g N amoniacal + 129,50 g N orgánico + 122,50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80,50 g K<sub>2</sub>O + 6,09 g CaO. La mayor altura se debe a que el fertilizante orgánico foliar Fotosint presenta en su concentración nitrógeno en forma orgánica y amoniacal facilitando su asimilación, además contiene fósforo, potasio y micronutrientes que influye en la obtención de plantas más suculentas y desarrolladas. Lo que concuerda con Rincón, Pellicer, Sáez, Abadía, Pérez & Marín (2001) quienes manifiestan que en las Brassicaceas es muy importante los nutrientes especialmente la cantidad de nitrógeno a aplicar por ser fundamental en el crecimiento y desarrollo por constituir parte de las moléculas de aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila. Indican además que el mayor contenido de nitrógeno en la planta se encuentra en las hojas siendo importante dar un suministro adecuado en los primeros estados de desarrollo vegetativo con la finalidad de producir un mayor crecimiento ya que el contenido de nitrógeno disminuye hasta el final del ciclo.

## **B. DÍAS A LA APARICIÓN DE LA PELLA**

El análisis de variancia para días a la aparición de la pella (Cuadro 7) presentó diferencias estadísticas al 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 1,60 % respectivamente.

**Cuadro 7.** Análisis de variancia para días a la aparición de la pella.

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	112,31	7,49				
<b>Repeticiones</b>	3	3,80	1,27	1,25	3,86	6,99	Ns
<b>Tratamientos</b>	3	99,38	33,13	32,63	3,86	6,99	**
<b>Error</b>	9	9,14	1,02				
<b>C V %</b>	1,60						

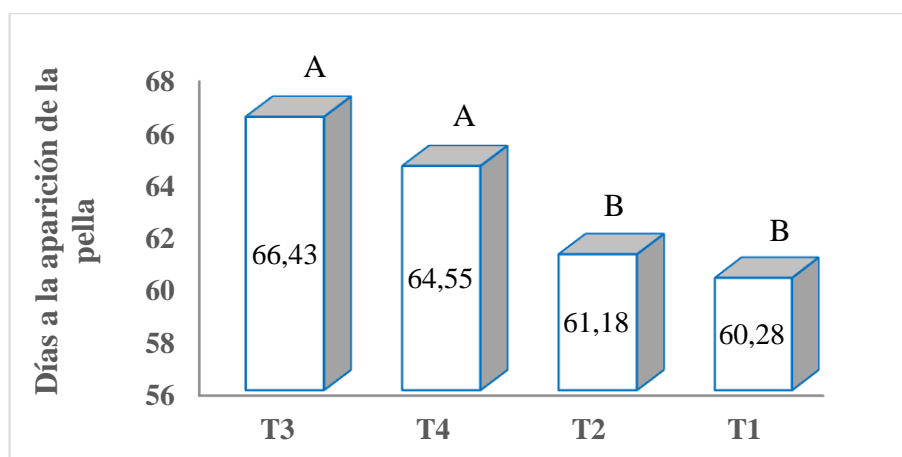
ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo.

La prueba de Tukey al 5% para días a la aparición de la pella (Cuadro 8) presentó 2 rangos, en el rango “A” se ubicaron los tratamientos en los que se aplicaron 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) y 2 cm<sup>3</sup>/l de Bioplus (T4) con medias de 66,43 y 64,55 días mientras que en el rango “B” se encuentran los tratamientos: 2 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T2) y 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con medias de 61,18 y 60,28 días.

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey al 5 % para días a la aparición de la pella.

TRATAMIENTOS	DÍAS	RANGOS
<b>T3</b>	66,43	A
<b>T4</b>	64,55	A
<b>T2</b>	61,18	B
<b>T1</b>	60,28	B



**Gráfico 2.** Días a la aparición de la pella

En el Gráfico 2, Demuestra que el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T3), supera al tratamiento en el que se aportó  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T1) en el 9,25% en días a la aparición de la pella.

El mayor número de días a la formación de la pella se alcanzó en los tratamientos en los que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T3) y  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Bioplus (T4) en tanto que más precoces fueron los tratamientos en los que se aplicó  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T2) y  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T1). El mayor número de días a la aparición de la pella se debe a la alta concentración de nitrógeno en el tratamiento T3 (399 g N) y a su fácil disponibilidad para las plantas del producto Fotosint. Lo que concuerda con Castellanos, Lazcano, Sosa, Badillo & Villalobos (2010) quienes señalan la importancia de mantener el cultivo bien abastecido de Nitrógeno para una buena formación y desarrollo del florete, una deficiencia en esta etapa conduce a una prematura formación del botón y un exceso produce un retraso en la aparición del mismo.

### C. DÍAS A LA COSECHA

El análisis de variancia para días a la cosecha (Cuadro 9) presentó diferencias estadísticas al 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 0,99 %.

**Cuadro 9.** Análisis de variancia para días a la cosecha

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	538,01	35,87				
<b>Repeticiones</b>	3	1,49	0,50	0,67	3,86	6,99	Ns
<b>Tratamientos</b>	3	529,86	176,62	238,65	3,86	6,99	**
<b>Error</b>	9	6,66	0,74				
<b>C V %</b>	0,99						

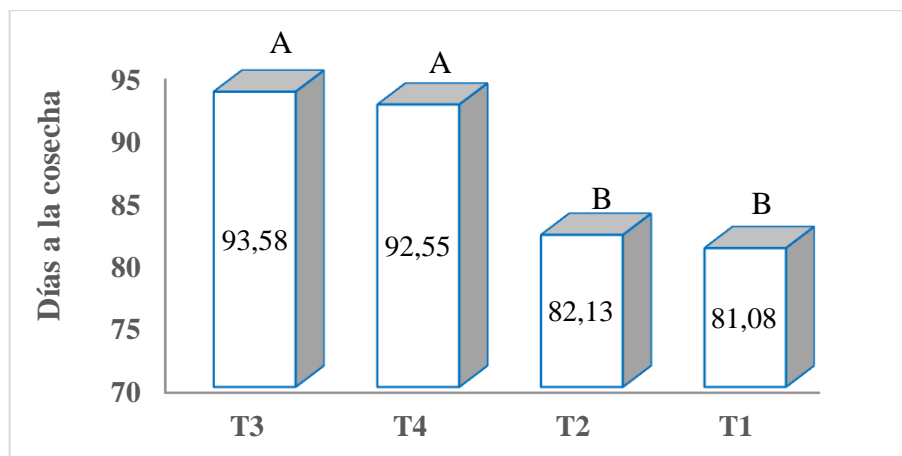
ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo.

La prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha (Cuadro 10) presentó 2 rangos, en el rango “A” se ubicaron los tratamientos en los que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) y 2 cm<sup>3</sup>/l de Bioplus (T4) con medias de 93,58 y 92,55 días mientras que en el rango “B” se encuentran los tratamientos: 2 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T2) y 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con medias de 82,13 y 81,08 días.

**Cuadro 10.** Prueba de Tukey al 5 % para días a la cosecha

TRATAMIENTOS	DÍAS	RANGOS
<b>T3</b>	93,58	A
<b>T4</b>	92,55	A
<b>T2</b>	82,13	B
<b>T1</b>	81,08	B



**Gráfico 3.** Días a la cosecha

En el Gráfico 3, Demuestra que el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T3), en días a la cosecha tardó en un 13,35% en relación al tratamiento en el que se aportó  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T1).

El mayor número de días a la cosecha se alcanzó en los tratamientos en los que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T3) y  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Bioplus (T4) en tanto que la menor número de días se alcanzó en los tratamientos en los que se aplicó  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T2) y  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T1). El mayor número de días a la cosecha se debe a la concentración de nitrógeno en los foliares orgánicos usados y a la fácil disponibilidad para la planta. Lo que concuerda con Kirby & Romheld (2011) quienes indican que una mayor disponibilidad de nitrógeno ocasiona una mayor área foliar y la longevidad de las hojas se ve afectada de ahí la importancia de cubrir los requerimientos de nitrógeno a los 30 días después de aparecida la inflorescencia para que el cultivo cumpla su ciclo normal y no disminuya su longevidad, dado que en esta etapa se da el mayor crecimiento y se acumula el 68 % de la biomasa de la inflorescencia.

#### **D. PESO DE LA PELLA**

El análisis de variancia para peso de la pella (Cuadro 11) presentó diferencias estadísticas al 5 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 7,03 %



**Cuadro 11.** Análisis de variancia para peso de la pella

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	15026,93	1001,80				
<b>Repeticiones</b>	3	4929,89	1643,30	3,85	3,86	6,99	Ns
<b>Tratamientos</b>	3	6252,34	2084,11	4,88	3,86	6,99	*
<b>Error</b>	9	3844,71	427,19				
<b>C V %</b>	7,03						

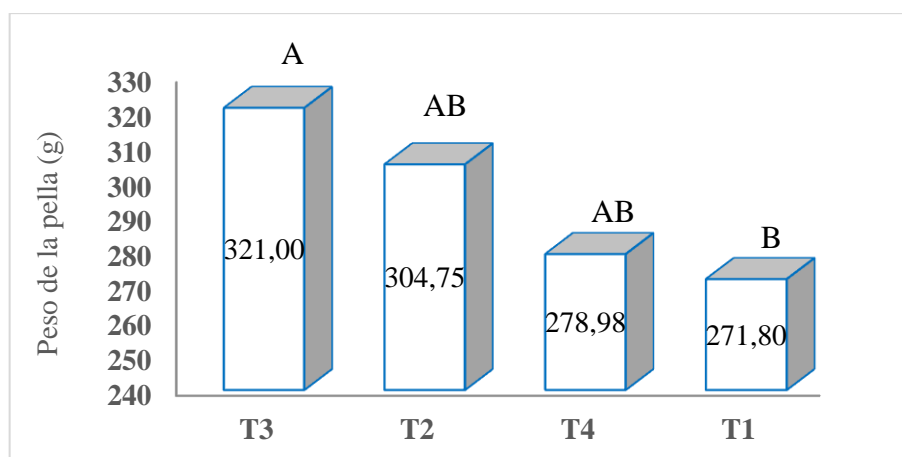
ns: No significativo

\*: Significativo.

La prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (Cuadro 12) presentó 3 rangos, en el rango “A” se ubicó el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) con una media de 321 g mientras que en el rango “B” se encuentra la aportación de 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con una media de 271,80 g respectivamente.

**Cuadro 12.** Prueba de Tukey al 5 % para peso de la pella

TRATAMIENTOS	PESO PELLA (g)	RANGOS
<b>T3</b>	321,00	A
<b>T2</b>	304,75	AB
<b>T4</b>	278,98	AB
<b>T1</b>	271,80	B



**Gráfico 4.** Peso de la pella

En el Gráfico 4, Indica que el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T3), superó al tratamiento en el que se aportó  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T1) en peso de la pella en un 15,33%.

El mayor peso de la pella alcanzó el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T3), en tanto que el menor peso de la pella alcanzó el tratamiento en el que se aplicó  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T1). El mayor peso de la pella se debe a que el fertilizante orgánico foliar Fotosint presenta una concentración balanceada de Nitrógeno (38 g N/l) y Potasio (23 g  $\text{K}_2\text{O}/\text{l}$ ), dichos elementos influyen en el peso y calidad del producto final. Lo que concuerda con Santoyo & Martínez (2013) quienes indican que al suministrar con nitrógeno y potasio se obtienen pellas de buen peso y calidad, la demanda de potasio inicia a los 54 días del trasplante alcanzando la tasa máxima de absorción en el periodo de engorde de cabezas.

#### **E. DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA**

El análisis de variancia para diámetro ecuatorial de la pella (Cuadro 13) presentó diferencias estadísticas al 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 6,29 % respectivamente.

**Cuadro 13.** Análisis de variancia para diámetro ecuatorial de la pella

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	22,36	1,49				
<b>Repeticiones</b>	3	1,66	0,55	1,05	3,86	6,99	Ns
<b>Tratamientos</b>	3	15,95	5,32	10,07	3,86	6,99	**
<b>Error</b>	9	4,75	0,53				
<b>C V %</b>	6,29						

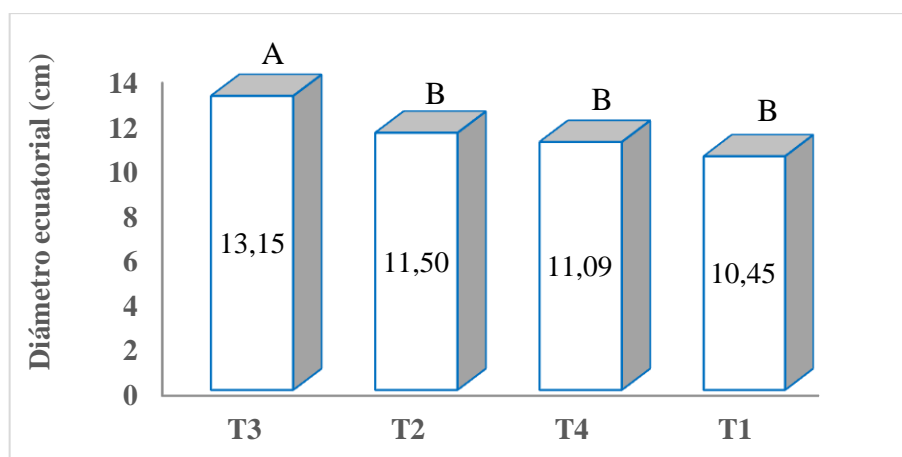
ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo.

La prueba de Tukey al 5% para diámetro ecuatorial de la pella (Cuadro 14) presentó 2 rangos, en el rango “A” se ubicó el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) con una media de 13,15 cm mientras que en el rango “B” se encuentran los tratamientos: 2 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T2) seguido por 2 cm<sup>3</sup>/l de Bioplus (T4) y la aportación de 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con medias de 11,50; 11,09 y 10,45 cm.

**Cuadro 14.** Prueba de Tukey al 5 % para diámetro ecuatorial de la pella.

TRATAMIENTOS	DIAMETRO (cm)	RANGOS
<b>T3</b>	13,15	A
<b>T2</b>	11,50	B
<b>T4</b>	11,09	B
<b>T1</b>	10,45	B



**Gráfico 5.** Diámetro ecuatorial de la pella

En el Gráfico 5, Indica que el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T3), superó en un 20,5% al tratamiento en el que se aportó  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  (T1) en diámetro ecuatorial de la pella.

El mayor diámetro ecuatorial se alcanzó en el tratamiento en el que se aplicó  $3 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T3) en tanto que el menor diámetro se alcanzó en los tratamientos en los que se aplicó  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T2),  $2 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Bioplus (T4) y  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  de Fotosint (T1). El mayor diámetro se debe a que el foliar Fotosint presenta una formulación balanceada y fácil disponibilidad de nutrientes especialmente Nitrógeno, Fosforo, Potasio y micronutrientes ya que estos elementos son de mucha importancia en esta etapa al influir en la formación y calidad de la pella ocasionando un incremento en el tamaño y diámetro del mismo. Lo que concuerda con Agrobrest (2015) quien indica que Fotosint es un fertilizante ecológico que completa la fertilización edáfica, mejora la fase de llenado y calidad del producto final debido al fósforo y potasio mismo que intervienen en la división celular y en la síntesis de azúcares, almidón y en el traslado de azúcares influenciando en la calidad final.

## F. RENDIMIENTO

El análisis de variancia para rendimiento (Cuadro 15) presentó diferencias estadísticas al 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 4,94 %.

**Cuadro 15.** Análisis de variancia para rendimiento

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	73053938,02	4870262,53				
<b>Repeticiones</b>	3	9076394,74	3025464,91	3,68	3,86	6,99	Ns
<b>Tratamientos</b>	3	56578510,92	18859503,64	22,94	3,86	6,99	**
<b>Error</b>	9	7399032,36	822114,71				
<b>C V %</b>	4,94						

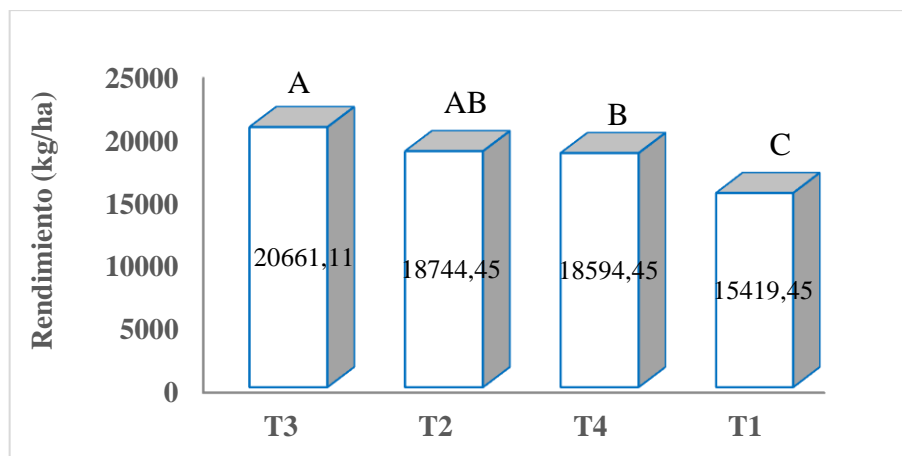
ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo.

La prueba de Tukey al 5% para rendimiento (Cuadro 16) presentó 4 rangos, en el rango “A” se ubicó el tratamiento que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) con una media de 2066,11 kg/ha mientras que en el rango “C” se encuentra el tratamiento 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1) con una media de 15419,45 kg/ha.

**Cuadro 16.** Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	RANGOS
<b>T3</b>	20661,11	A
<b>T2</b>	18744,45	AB
<b>T4</b>	18594,45	B
<b>T1</b>	15419,45	C



**Gráfico 6.** Rendimiento (kg/ha)

En el Gráfico 6, Demuestra que el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l (T3), superó en un 25,36% al tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1) en rendimiento.

El mayor rendimiento se alcanzó en el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) en tanto que el menor rendimiento se alcanzó en el tratamiento en el que se aplicó 1 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T1). Esto se debe a la dosis usada y a la composición de Fotosint ya que en su formulación contiene N, P, K, S y más nutrientes balanceados. Lo que concuerda Castellano et al. (2010) quienes indican que para obtener altos rendimientos y buena calidad en el cultivo de brócoli, se requiere de un cuidadoso manejo de los macronutrientes y micronutrientes, para lo cual es necesario tener conocimiento de la demanda nutricional del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas.

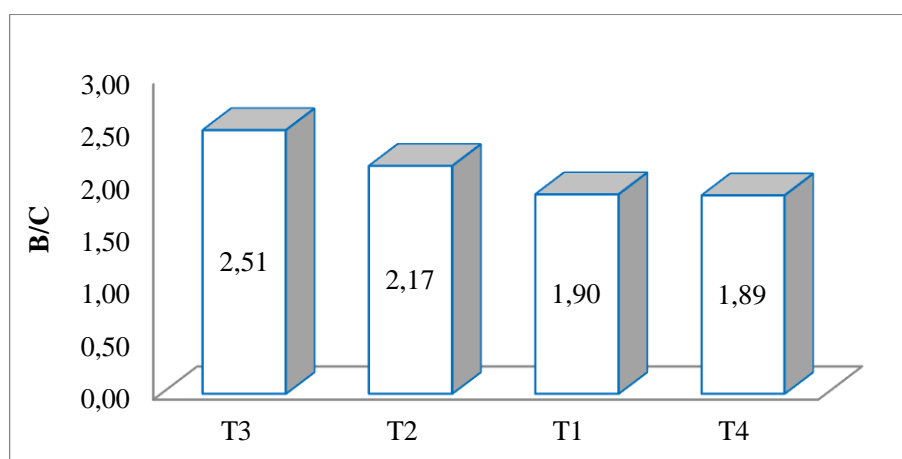
Además Gambaudo (2005) manifiesta que existe una interacción de sinergia entre el N y S por ser nutrientes constituyentes de las proteínas, el cultivo presenta un alto requerimiento, aportaciones de azufre influyen en la obtención de mejores rendimientos.

Quiminet (2006) señala que la fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea que cubre requerimientos nutricionales mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente en las hojas.

## G. ANÁLISIS ECONÓMICO

**Cuadro 17.** Relación beneficio costo (B/C)

TRATAMIENTO	INGRESO TOTAL	TOTAL GASTOS	% RENTABILIDAD	B/C
T3	11983,44	4776,16	150,90	2,51
T2	10871,77	5006,89	117,14	2,17
T1	8943,27	4703,01	90,16	1,90
T4	8943,27	4735,74	88,85	1,89



**Gráfico 7.** Relación beneficio - costo (B/C)

En el Gráfico 7, Demuestra que el tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l (T3), presenta mayor rentabilidad y relación beneficio – costo con un 40,25% en relación al tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1).

El tratamiento en el que se aplicó 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint (T3) presentó la mayor rentabilidad y relación beneficio - costo con 150,90 % y 2,51 mientras que la menor rentabilidad y relación beneficio - costo se presentó en el tratamiento en el que se aplicó 2 cm<sup>3</sup>/l de Bioplus con 88,85 % y 1,89 como podemos observar en el Cuadro 17.

## **VI. CONCLUSIONES**

- A.** Bajo condiciones ambientales de la Comunidad Gatazo Zambrano, Parroquia de Cajabamba, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo, el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var Italica cv. Avenger) presentó diferencias estadísticas con la aplicación foliar de 3 cm<sup>3</sup>/l de Fotosint en altura, días a la aparición de la pella, días a la cosecha, peso de la pella, diámetro ecuatorial y rendimiento. Superando desde un 9,25% a 25,3% al tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1).
  
- B.** Al aportar 3 cm<sup>3</sup>/l se considera como la dosis óptima de aplicación con una frecuencia de 15 días, por complementar la nutrición del cultivo con 399 g N - 367,50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 241,50 g K<sub>2</sub>O - 8,27 g CaO y micronutrientes por hectárea.
  
- C.** Económicamente presentó mejor rentabilidad y relación beneficio costo el tratamiento en el que se aportó el foliar orgánico Fotosint en una dosis de 3 cm<sup>3</sup>/l con valores de 150,90 % y 2,51.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- A.** Aplicar 10,5 l/ha de Fotosint que de forma complementaria aporta 399 g N - 367,50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 241,50 g K<sub>2</sub>O - 8,27 g CaO para obtener un mejor rendimiento y calidad del producto final en la zona de investigación.
- B.** Realizar otras investigaciones combinando el manejo entre fertilizantes foliares orgánico Fotosint y Bioplus y evaluar la presencia de la mancha de la pella.
- C.** Elaborar un programa de fertilización utilizando este fertilizante foliar orgánico de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo.
- D.** Probar dosificaciones de fuentes de abonos orgánicos sólidos (humus, compost, gallinaza) y complementar con fertilizantes foliares orgánicos.
- E.** Realizar investigaciones sobre épocas de fraccionamiento por ser determinante en el rendimiento.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar la eficacia del fotosint en 3 dosis de aplicación sobre el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var Italica cv. Avenger) en la comunidad de Gatazo Zambrano; utilizando el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos incluyendo un testigo agricultor y tres repeticiones. Los tratamientos resultaron de usar tres dosis, baja (1 cm<sup>3</sup>/l), media (2 cm<sup>3</sup>/l), alta (3 cm<sup>3</sup>/l) usando el producto Fotosint y nuestro testigo Bioplus (2 cm<sup>3</sup>/l), con una frecuencia de cada 15 días. Bajo las condiciones ambientales de la zona de investigación existió diferencias entre las dosis usadas en altura, días a la aparición de la pella, días a la cosecha, peso de la pella, diámetro ecuatorial y rendimiento. El mejor rendimiento presentó el tratamiento T3 (Fotosint en una dosis de 3 cm<sup>3</sup>/l) con 20661,11 kg/ha, superando desde un 9,25% a 25,3% al tratamiento en el que se aportó 1 cm<sup>3</sup>/l (T1). La mejor relación beneficio - costo presento el tratamiento en el que se aplicó el foliar orgánico Fotosint en una dosis de 3 cm<sup>3</sup>/l con valores de 150,90 % y 2,51. Se recomienda aplicar 10,5 l/ha de Fotosint por aportar 399 g N - 367,50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 241,50 g K<sub>2</sub>O - 8,27 g CaO para obtener un mejor rendimiento y calidad del producto final, y realizar investigaciones sobre épocas de fraccionamiento por ser determinante en el rendimiento.

**Palabras clave:** CULTIVO DE BRÓCOLI – EVALUACIÓN AGRONÓMICA – HORTICULTURA.



## **IX. SUMMARY**

The purpose of the present research is to evaluate the efficacy of fotosint in 3 doses on the performance of broccoli crop (*Brassica oleracea* L. var *Italica* cv. Avenger) in the "comunidad de Gatazo Zambrano" by using the experimental design, of Random Complete Blocks (DBCA), with four treatments, including a control and three replicates. The treatments resulted applying three doses: low ( $1\text{cm}^3/\text{l}$ ), medium ( $2\text{cm}^3/\text{l}$ ), high ( $3\text{cm}^3/\text{l}$ ) of Fotosint product and the control Bioplus ( $2\text{cm}^3/\text{l}$ ), with a frequency of every two weeks. On the other hand, under the environmental conditions of the research area; there were differences between the doses used in the height, days to the appearance of pellet, days before harvest, pellet weight, equatorial diameter and yield. The best performance presented the treatment T3 (Fotosint in a dose of  $3\text{cm}^3/\text{l}$ ) with 20661, 11 kg /ha, exceeding from 9.25% to 25.3% to the treatment, in which applied  $1\text{cm}^3/\text{l}$  (T1). The best benefit-cost relation presented the treatment after applying the organic foliar Fotosint in a dose of  $3\text{cm}^3/\text{l}$  with values of 150,90 % and 2,51. It is recommended to apply 10, 5 l/ha of Fotosint including 399g N-367,50g  $\text{P}_2\text{O}_5$  -241, 50 g  $\text{K}_2\text{O}$  -8,27g CaO to obtain a better performance and quality of the final product, and to carry out studies on fractioning times, being a determining factor in the performance.

**Palabras Clave:** BROCCOLI CROP- AGRONOMIC EVALUATION - HORTICULTURE



## **X. BIBLIOGRAFIA**

1. Agricultura orgánica biológica ecológica sustentable. (2015). Características del fotosint. Recuperado 02 de marzo de 2015, a partir de [http: agrobest.com/index.php?id=20](http://agrobest.com/index.php?id=20).
2. Amiri, M., & Sattary, N. (2004). Mineral precipitation in solution culture. *Act Hort.* 644: 469-478.
3. Aprofel. (2003). Estudio del impacto del sector brocolero en el marco de las negociaciones del tratado de libre comercio Ecuador - Estados Unidos, Quito. Informe interno. p.4.
4. Araujo, J. (2002). Clases teóricas de botánica sistemática. Riobamba - Ecuador. pp. 23-25.
5. Arcos, J. (2012). Texto básico de fertilización y nutrición vegetal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Departamento de suelos. Riobamba.
6. Asad, A. (2003). Ventajas de la fertilización foliar. España: Mundi Prensa. pp. 65- 70.
7. Castellano, J., Lazcano, I., Sosa, A., Badillo, V., & Villalobos, S. (2010). Monitoreo nutrimental y fertilización nitrogenada base para altos rendimientos y calidad del brócoli cultivado en vertisoles ricos en potasio de la parte central de México.
8. Cantuarias, C. (2016). Aspectos básicos de fertirrigación. Fertirrigation center una empresa del grupo K + S. Lima - Perú.
9. Días, C., & Jaramillo, J. (2006). El cultivo de crucíferas brócoli, coliflor, col, repollo. Colombia. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Manual técnico N° 20. pp. 21, 43 - 49

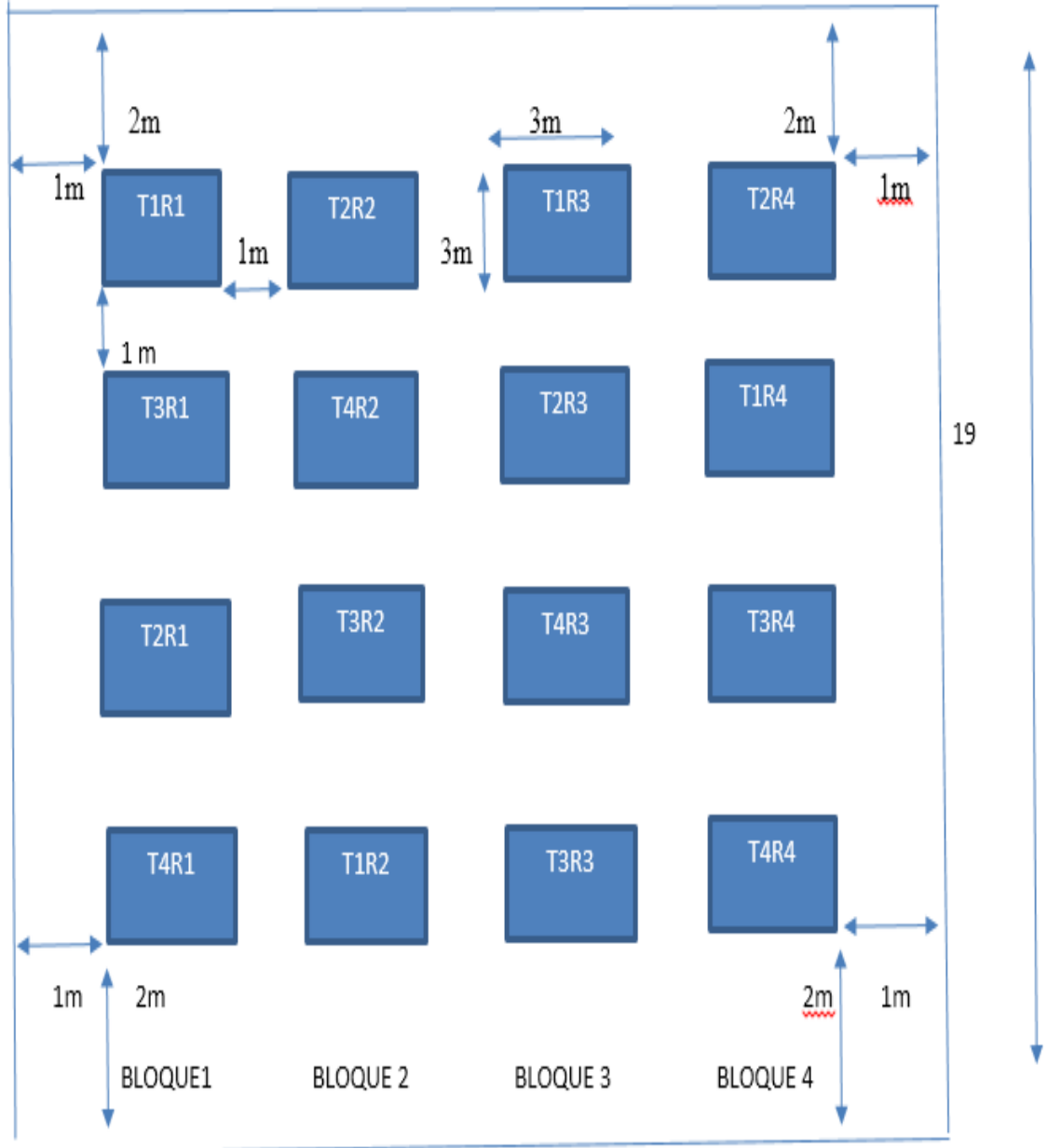
10. Ecured. (2014). Rendimiento agrícola. Recuperado 10 agosto de 2015, a partir de [http://www.ecured.cu/index.php/Rendimiento\\_agricola](http://www.ecured.cu/index.php/Rendimiento_agricola).
11. Favela, E., Preciado, P., & Benavides, A. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. México.
12. Gambaudo, S. (2005). Evaluación agronómica de sulfato de calcio sólido granulado en el cultivo de soja. INTA. Información técnica de cultivos de verano. Rafaela Santa Fe. Argentina.
13. Godínez. (2000). Los insecticidas botánicos: una opción ecológica para el control de plagas. Pastos y Forrajes. Recuperado 22 de junio de 2016, a partir de <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/993/495>
14. Hidalgo, L. (2015). Libros realizados para combatir las enfermedades y plagas en el sector agrícola de Chimborazo. Gatazo Zambrano.
15. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). III Censo Nacional Agropecuario. Recuperado 01 de septiembre de 2017 a partir de: [www.Agroecuador.com](http://www.Agroecuador.com).
16. Información técnica agrícola. (2007). El cultivo del brócoli. Recuperado 2 de agosto de 2015, a partir de <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>.
17. Kirby, E., & Romheld, V. (2011). Micronutrientes en la fisiología de las plantas, funciones, absorción y movilidad. United Kingdom.
18. Melgar, R. (2004). Actual and Potential Use of Micronutrient Fertilizers in Argentina. 2004. IFA International Symposium on Micronutrients. 23-25 February 2004, New Delhi - India.

19. Padilla, W. (2000). Fisiología, estudios de extracción de nutrientes y fertirrigación en el cultivo de Brassicaceae (brócoli y romanesco). Quito, Ecuador. Primer Seminario Internacional de Brassicaceae. Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropriada (FEDETA). p. 70.
20. Promerino Cía. Ltda. (2013). Definición de Bioplus. Recuperado 18 abril de 2014, a partir de: [www.promerino.com](http://www.promerino.com).
21. Quiminet. (2006). Fertilización foliar. Recuperado 06 de enero de 2016, a partir de [http://www.quiminet.com/arg/ar\\_AAAssbBuaasd](http://www.quiminet.com/arg/ar_AAAssbBuaasd).
22. Rincón, L., Pellicer, C., Sáez, J., Abadía, A., Pérez, A., & Martín, C. (2001). Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. Centro de investigación y desarrollo agro alimentos (CIDA). La Alberca - Murcia.
23. Romheld, V., & Fouly, M. (2000). Aplicación de la nutrición foliar. Bangkok, Thailandia: pp. 10 -15.
24. Salas, R. (2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Centro de investigaciones agronómicas. Costa Rica. pp. 7 - 16.
25. Santoyo, J., & Martínez, C. (2013). Tecnologías de producción de brócoli. Fundación produce. Gobierno del estado de Sinaloa. Rosario, Sinaloa, México.
26. Secaira, G. (2000). Labores culturales del cultivo de Brassicaceae. Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropriada (FEDETA). Recuperado el 4 de mayo del 2016, a partir de <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-suelo-en-el-cultivo-de-papa/>
27. Segura, A. (2003). Aspectos básicos de la fertilización foliar. IX Congreso agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agronomos. Volumen 1 N°

70. Sesiones de actualización y perspectivas. San José - Costa Rica.  
p. 20.
- 28.** Seguro, M. (2002). Fertilización foliar principios y aplicaciones para el éxito.  
Paris - Francia.
- 29.** Venegas, C. (2004). Fertilización foliar complementaria para nutrición y  
sanidad. Revista Colombia de Ciencias Hortícolas 4(2):1-16.

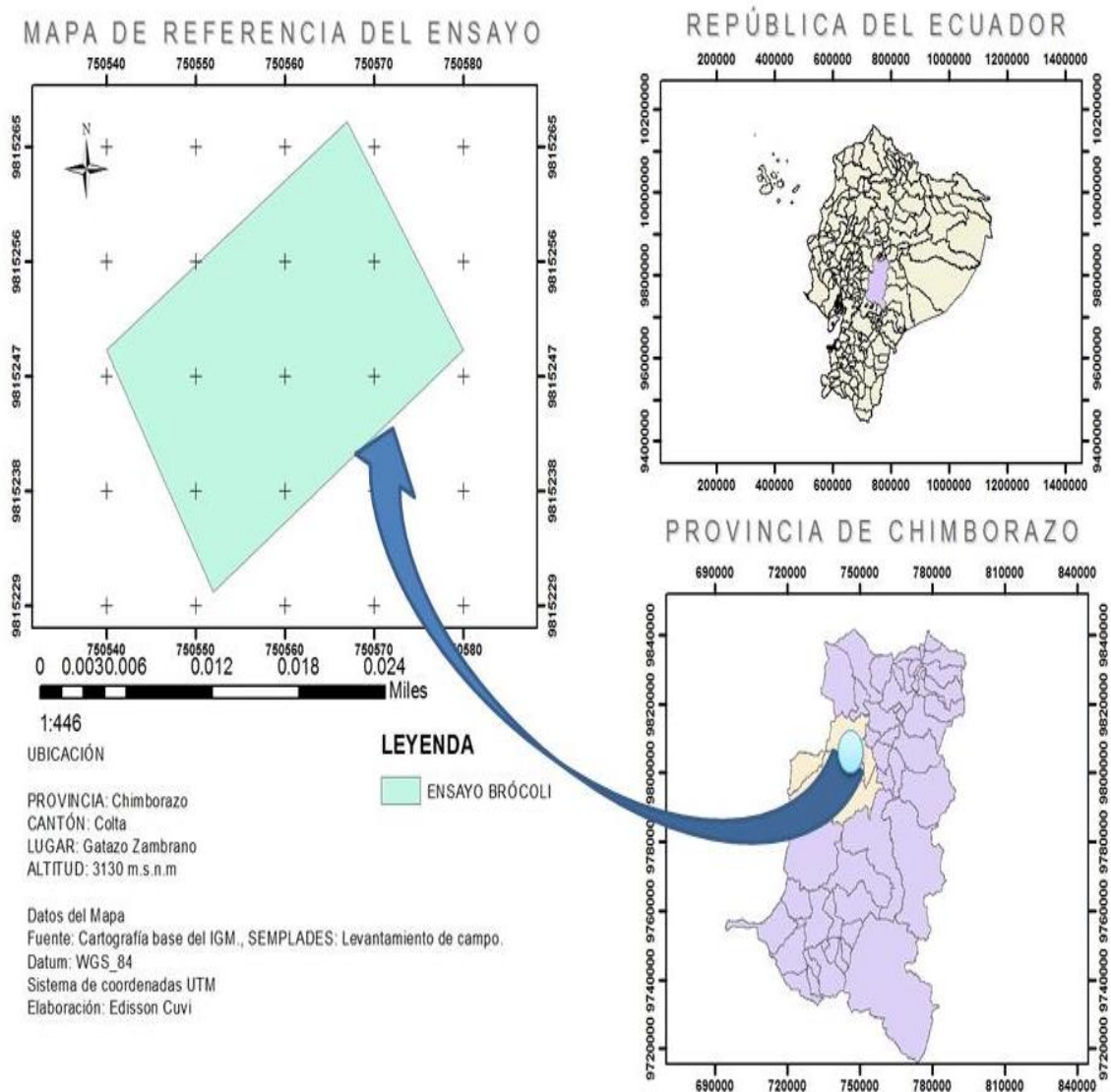
30. ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO





## ANEXO 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO



**ANEXO 3. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 15 DÍAS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	6,65	6,25	6,25	6,20	25,35	6,34
<b>T2</b>	5,90	5,95	6,15	6,05	24,05	6,01
<b>T3</b>	6,05	5,75	6,40	6,20	24,40	6,10
<b>T4</b>	6,25	6,25	6,15	5,90	24,55	6,14

**ANEXO 4. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 15 DÍAS DEL TRASPLANTE.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	0,70	0,05				
<b>Repeticiones</b>	3	0,10	0,03	0,82	3,86	6,99	ns
<b>Tratamientos</b>	3	0,23	0,08	1,82	3,86	6,99	ns
<b>Error</b>	9	0,37	0,04				
<b>C V %</b>	3,32						

ns: No significativo

**ANEXO 5. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	13,60	13,40	13,60	14,90	55,50	13,88
<b>T2</b>	14,00	13,60	14,60	14,80	57,00	14,25
<b>T3</b>	15,20	14,15	13,20	14,45	57,00	14,25
<b>T4</b>	14,10	14,30	13,50	13,50	55,40	13,85

**ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DEL TRASPLANTE.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	5,50	0,37				
<b>Repeticiones</b>	3	1,21	0,40	0,98	3,86	6,99	ns
<b>Tratamientos</b>	3	0,60	0,20	0,49	3,86	6,99	ns
<b>Error</b>	9	3,69	0,41				
<b>C V %</b>	4,56						

ns: No significativo

**ANEXO 7. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	18,30	18,60	18,10	18,95	73,95	18,49
<b>T2</b>	17,10	18,50	19,20	18,70	73,50	18,38
<b>T3</b>	19,80	17,90	18,00	18,40	74,10	18,53
<b>T4</b>	17,70	19,00	18,90	17,00	72,60	18,15

**ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DEL TRASPLANTE.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	8,30	0,55				
<b>Repeticiones</b>	3	0,32	0,11	0,13	3,86	6,99	ns
<b>Tratamientos</b>	3	0,34	0,11	0,13	3,86	6,99	ns
<b>Error</b>	9	7,63	0,85				
<b>C V %</b>	5,01						

ns: No significativo

**ANEXO 9. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	28,80	29,10	24,90	24,30	107,10	26,78
<b>T2</b>	24,70	24,30	27,20	25,80	102,00	25,50
<b>T3</b>	27,70	28,00	29,20	30,30	115,20	28,80
<b>T4</b>	23,30	27,70	29,40	26,70	107,10	26,78

**ANEXO 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DEL TRASPLANTE.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	70,64	4,71				
<b>Repeticiones</b>	3	5,37	1,79	0,38	3,86	6,99	ns
<b>Tratamientos</b>	3	22,34	7,45	1,56	3,86	6,99	ns
<b>Error</b>	9	42,93	4,77				
<b>C V %</b>	8,10						

ns: No significativo

**ANEXO 11. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	36,90	35,20	30,10	32,80	135,00	33,75
<b>T2</b>	36,90	33,80	37,20	36,80	144,70	36,18
<b>T3</b>	40,40	40,70	42,60	42,60	166,30	41,58
<b>T4</b>	35,00	30,70	38,70	33,70	138,10	34,53

**ANEXO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DEL TRASPLANTE.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	15	220,37	14,69				
<b>Repeticiones</b>	3	12,09	4,03	0,62	3,86	6,99	ns
<b>Tratamientos</b>	3	149,30	49,77	7,59	3,86	6,99	**
<b>Error</b>	9	58,98	6,55				
<b>C V %</b>	7,01						

ns: No significativo

\*\*: Altamente Significativo.

**ANEXO 13. DÍAS A LA APARICIÓN DE LA PELLA**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMATORIA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
<b>T1</b>	59,30	61,20	60,00	60,60	241,10	60,28
<b>T2</b>	60,70	62,20	60,50	61,30	244,70	61,18
<b>T3</b>	64,70	66,00	68,00	67,00	265,70	66,43
<b>T4</b>	65,00	65,20	63,00	65,00	258,20	64,55

**ANEXO 14. DÍAS A LA COSECHA**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMATORIA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
<b>T1</b>	80,00	82,00	80,70	81,60	324,30	81,08
<b>T2</b>	81,20	82,30	82,00	83,00	328,50	82,13
<b>T3</b>	94,20	93,10	93,00	94,00	374,30	93,58
<b>T4</b>	92,10	91,80	94,00	92,30	370,20	92,55

**ANEXO 15. PESO DE LA PELLA**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMATORIA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
<b>T1</b>	299,80	296,00	261,40	230,00	1087,20	271,80
<b>T2</b>	296,00	316,00	304,00	303,00	1219,00	304,75
<b>T3</b>	301,00	357,00	303,00	323,00	1284,00	321,00
<b>T4</b>	254,90	328,00	263,00	270,00	1115,90	278,98

**ANEXO 16. DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMATORIA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
<b>T1</b>	9,96	10,92	10,16	10,75	41,79	10,45
<b>T2</b>	10,45	12,41	12,33	10,80	45,99	11,50
<b>T3</b>	12,60	13,63	12,97	13,40	52,60	13,15
<b>T4</b>	12,12	11,36	10,64	10,25	44,37	11,09



**ANEXO 17. RENDIMIENTO**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMATORIA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
<b>T1</b>	14255,56	17955,56	14722,22	14744,44	61677,78	15419,45
<b>T2</b>	17000,00	20288,89	19233,33	18455,56	74977,78	18744,45
<b>T3</b>	20033,33	21411,11	20333,33	20866,67	82644,44	20661,11
<b>T4</b>	19188,89	18777,78	18522,22	17888,89	74377,78	18594,45