



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

**“PRUEBA DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO  
BIOFUNGI EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Brassica  
oleracea L, var. Avenger (BRÓCOLI)*”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**GUAMÁN BASTIDAS LUIS ABRAHAN**

**RIOBAMBA- ECUADOR**

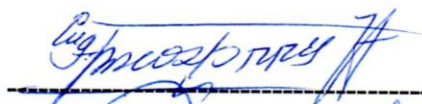
**2016**

**HOJA DE CERTIFICACIÓN****EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACION CERTIFICA QUE:**

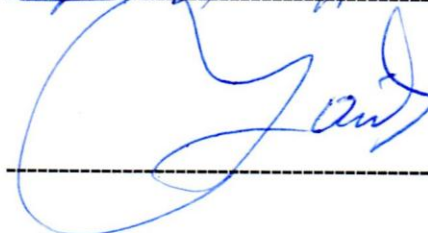
El trabajo de investigación “**PRUEBA DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO BIOFUNGI EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Brassica oleracea L, var. Avenger (BROCOLI)***” de responsabilidad del egresado Luis Abrahan Guamán Bastidas, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACION:**

Ing. Franklin Arcos T.  
**DIRECTOR**



Ing. Wilson Yáñez G.  
**MIEMBRO**

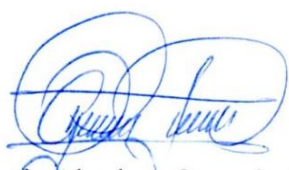
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO****FACULTAD DE RECURSOS NATURALES****ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA****2016**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Abrahan Guamán Bastidas, 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 provienen 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, 04 de mayo del 2016



Luis Abrahan Guamán Bastidas

C.C: 0603631763

## **DEDICATORIA**

A mi Dios Jehová de los ejércitos, por darme la vida y la salud, que con su Espíritu fue quien me guió desde el inicio hasta el final de la carrera, proporcionándome éxito y felicidad, y entregándome sabiduría, paciencia y esperanza.

A mis queridos padres Manuela Bastidas León y Mariano Guamán Bastidas, por el amor y apoyo incondicional brindado, a mi hermana Laura por estar siempre pendiente de mí, a Abigaíl por ser tan dulce y cariñosa conmigo, a todos mis hermanos que de una u otra manera estuvieron apoyándome y aconsejándome para llegar a triunfar.

A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS

**Luis Guamán Bastidas**

## **AGRADECIMIENTO**

Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica porque en sus aulas viví los más gratos momentos de la vida que siempre recordaré, y a todos mis distinguidos maestros que con entusiasmo me inculcaron con los conocimientos necesarios para ser un profesional de éxito.

Al Ing. Franklin Arcos T. Director del presente trabajo de titulación por su esfuerzo, dedicación, conocimiento, motivación, consejos y guía proporcionados durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Wilson Yáñez G, por su colaboración y asesoría en este trabajo de titulación.

Al Ing. Víctor Lindao, por su tiempo y enseñanzas brindadas en la parte estadística del trabajo de titulación.

Agradezco a Dios, a mis padres, a mis hermanos y a mi familia, por toda la confianza y apoyo brindado para alcanzar un nuevo logro en mi vida.

**Luis Guamán Bastidas**

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii

CAPITULO	CONTENIDO	PÁG
I.	TITULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
VI.	CONCLUSIONES	97
VII.	RECOMENDACIONES	89
VIII.	RESUMEN	99
IX.	SUMMARY	100
X.	BIBLIOGRAFÍA	101
XI.	ANEXOS	106

## LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Tiempo de absorción foliar de nutrimentos	10
2	Composición química de biofungi	17
3	Valor nutricional del brócoli	23
4	Recomendación de fertilización y nutrición para el cultivo de brócoli	31
5	Interpretación del análisis del suelo para el cultivo de brassicaceae en el Ecuador	32
6	Extracción de los elementos nutricionales en el cultivo de brócoli	32
7	Niveles de fertilización en el cultivo de brócoli	33
8	Principales plagas del cultivo de brócoli	35
9	Principales enfermedades del cultivo de brócoli	36
10	Clasificación de las pellas según el diámetro y el peso	37
11	Ubicación geográfica del lugar del experimento	39
12	Condiciones climáticas del lugar del experimento	39
13	Características físicas del suelo del lugar del experimento	40
14	Características químicas del suelo del lugar del experimento	41
15	Factores en estudio de la investigación	42
16	Tratamiento en estudio	42
17	Características del campo experimental	43
18	Esquema del análisis de varianza.	44
19	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento	50
20	Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) a los 30 ddt.	52
21	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 30 ddt según los tratamientos.	52
22	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 30 ddt según las frecuencias de aplicación	53
23	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 30 ddt según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	54

24	Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) a los 45 ddt.	56
25	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 ddt según los tratamientos.	57
26	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 ddt según las frecuencias de aplicación	58
27	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 ddt según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	59
28	Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) a los 60 ddt.	60
29	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 ddt según los tratamientos.	61
30	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 ddt según las frecuencias de aplicación	62
31	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 ddt según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	63
32	Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) a los 75 ddt.	64
33	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 75 ddt según los tratamientos	65
34	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 75 ddt según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	66
35	Crecimiento (cm) del cultivo de brócoli Var.. Avenger en función del tiempo (días)	67
36	Análisis de varianza para días hasta la aparición del 50 % de pellas después del trasplante	68
37	Prueba de Tukey al 5% para días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplante según los tratamientos	69
38	Prueba de Tukey al 5% para días hasta la aparición del 50% de pellas ddt según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	70
39	Análisis de varianza para diámetro (cm) de los floretes después de la cosecha.	71
40	Prueba de Tukey al 5% para diámetro de los floretes después de la cosecha según los tratamientos	72



41	Prueba de Tukey al 5% para diámetro de los floretes ddc según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	73
42	Análisis de varianza para el peso de los floretes después de la cosecha.	74
43	Prueba de Tukey al 5% para el peso de los floretes después de la cosecha según los tratamientos	75
44	Prueba de Tukey al 5% para el peso de los floretes después de la cosecha según las dosis de aplicación	76
45	Prueba de Tukey al 5% para el peso de los floretes después de la cosecha según las frecuencias de aplicación	77
46	Prueba de Tukey al 5% para peso de los floretes ddc según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	78
47	Análisis de varianza para el rendimiento (kg) por parcela neta.	79
48	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por parcela neta según los tratamientos	80
49	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por parcela neta según las dosis de aplicación	81
50	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por parcela neta según las frecuencias de aplicación	82
51	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por parcela neta según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	83
52	Análisis de varianza para el rendimiento (tm) por hectárea	84
53	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (tm) por hectárea según los tratamientos	85
54	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (tm) por hectárea según las dosis de aplicación	86
55	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (tm) por hectárea según las frecuencias de aplicación	87
56	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por hectárea según la comparación testigo absoluto (TA) vs tratamientos alternativos	88
57	Costos que varían por hectárea de los tratamientos.	89
58	Presupuesto parcial y beneficio neto de los tratamientos en estudio	89

59	Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio	90
60	Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados.	91

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1	Porcentaje de prendimiento, 8 ddt.	51
2	Altura de la planta (cm) a los 30 días después del trasplante.	53
3	Altura de la planta (cm) a los 30 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación	54
4	Altura de la planta (cm) a los 30 días después del trasplante según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	55
5	Altura de la planta (cm) a los 45 ddt según los tratamientos.	57
6	Altura de la planta (cm) a los 45 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación	58
7	Altura de la planta (cm) a los 45 días después del trasplante según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	59
8	Altura de la planta (cm) a los 60 ddt según los tratamientos.	61
9	Altura de la planta (cm) a los 60 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación	62
10	Altura de la planta (cm) a los 60 días después del trasplante según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	63
11	Altura de la planta (cm) a los 75 ddt según los tratamientos.	65
12	Altura de la planta (cm) a los 75 días después del trasplante según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	66
13	Días hasta la aparición del 50 % de pellas después del trasplante según los tratamientos.	69
14	Días hasta la aparición del 50 % de pellas después del trasplante según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	70
15	Diámetro (cm) de los floretes después de la cosecha según los tratamientos.	72
16	Diámetro (cm) de los floretes después de la cosecha según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	73

17	Peso (gr) de los floretes después de la cosecha según los tratamientos	75
18	Peso (gr) de los floretes después de la cosecha según las dosis de aplicación	76
19	Peso (gr) de los floretes después de la cosecha según las frecuencias de aplicación	77
20	Peso (gr) de los floretes después de la cosecha según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	78
21	Rendimiento (kg) por parcela neta según los tratamientos	80
22	Rendimiento (kg) por parcela neta según las dosis de aplicación	81
23	Rendimiento (kg) por parcela neta según las frecuencias de aplicación	82
24	Rendimiento (kg) por parcela neta según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	83
25	Rendimiento (tm) por hectárea según los tratamientos	85
26	Rendimiento (tm) por hectárea según las dosis de aplicación	86
27	Rendimiento (tm) por hectárea según las frecuencias de aplicación	87
28	Rendimiento (tm) por hectárea según la comparación del TA vs Tratamientos Alternativos	88

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1	Curva de crecimiento del cultivo de brócoli Var.. Avenger	67
2	Curva de beneficio neto para los tratamientos no dominados en el cultivo de brócoli	91

**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1	Ubicación geográfica del lugar del ensayo	107
2	Resultados del análisis del suelo	108
3	Cálculos de fertilizantes para el cultivo de brócoli.	109
4	Esquema de distribución de los tratamientos en el campo	110
5	Porcentaje de prendimiento	111
6	Altura de la planta a los 30 días después del trasplante	111
7	Altura de la planta a los 45 días después del trasplante	112
8	Altura de la planta a los 60 días después del trasplante	112
9	Altura de la planta a los 75 días después del trasplante	113
10	Días hasta el aparecimiento del 50% de pellas después del trasplante	113
11	Diámetro (cm) de los floretes después de la cosecha	114
12	Peso (gr) de los floretes después de la cosecha	114
13	Rendimiento (kg) por parcela neta	115
14	Rendimiento (tm) por hectárea	115
15	Registro de datos climáticos durante el ciclo del cultivo de brócoli	116

# **I. PRUEBA DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO BIOFUNGI EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Brassica oleracea L, var. Avenger* (BRÓCOLI).**

## **II. INTRODUCCIÓN**

La producción de cultivos orgánicos es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores; los primeros se ven beneficiados porque en sus predios se reduce considerablemente la contaminación del suelo, agua y aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Por otro lado la producción orgánica de alimentos en este caso de brócoli con excelente valor nutritivo para el ser humano.

De los factores que regulan el desarrollo y rendimiento de un cultivo, el más importante es quizá la nutrición de las plantas, pues la escasez de elementos esenciales limita la producción, tradicionalmente esto se ha resuelto con la adición de sales minerales al suelo lo cual hasta hace unos años era suficiente, pero en la actualidad, es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad. Una de las técnicas más difundidas y de gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la “fertilización foliar”.

En los últimos años se ha incorporado a la producción agrícola, algunas sustancias denominadas biofertilizantes o abonos foliares líquidos que se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos; utilización que constituye una técnica de cultivo para mejorar la producción y calidad de la cosechas.

Los abonos o fertilizantes líquidos, son fabricados a partir de estiércol, materia vegetal, melaza, microorganismos y agua, son sometidos a un proceso de fermentación antes de aplicarlos, vía foliar a los cultivos.

En la actualidad se sabe que el brócoli, por su contenido alto de ácido fólico e incluso algo de proteínas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, grasas, puede ser muy importante en la nutrición y salud del hombre (Jaramillo, 2003)

En Ecuador, el brócoli se caracteriza porque su producción es continua a lo largo del año con un rendimiento constante gracias a la estabilidad de la temperatura. Asimismo la luminosidad existente por estar en plena línea ecuatorial, permite obtener un producto de un color verde más intenso y de una uniformidad que ayuda para realizar mejores cortes que son muy apreciados a nivel mundial. Sobre todo, 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 (el 90% - 95%) para el mercado mundial (Le Gall, 2009).

En Ecuador la superficie cosechada de brócoli en el año 2012 alcanzó las 3.639 hectáreas, alcanzando una producción total de 70 mil toneladas aproximadamente, con un rendimiento promedio de 19,24 tm/ha (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura, y Pesca. MAGAP, 2013).

Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82.00% de la superficie total nacional. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51.350 toneladas) y con un rendimiento de 28.22 tm/ha. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 11.791 toneladas y un rendimiento de 10.13 tm/ha. El 18.00% restante de la superficie total cosechada a nivel nacional, está distribuido en seis provincias, que principalmente, destinan su producción al mercado local. Imbabura con una producción de 4.080 toneladas y un rendimiento de 11,21 tm/ha; Chimborazo con una producción 2.018 toneladas y un rendimiento 11,09 tm/ha, en una superficie cosechada de 182 ha. Los mejores rendimientos en cultivos tecnificados pueden alcanzar hasta 25 tm/ha, considerando temas como tipo de riego, semillas y variedades (MAGAP, 2013).



Debido a las tendencias mundiales hacia una agricultura sostenible que promueve lo orgánico, es necesario contribuir con investigaciones que permitan dar soluciones prácticas agrarias actuales con el uso alternativo de los biofertilizantes líquidos en la nutrición del cultivo de brócoli.

Consecuentemente la falta de investigación sobre la prueba de eficacia del fertilizante orgánico biofungi en el rendimiento del cultivo de *Brassica oleracea L, var. Avenger* (brócoli) justifica plenamente la realización del presente trabajo; frente a esta necesidad con el fin de incrementar la información hortícola, es preciso buscar una dosis y frecuencia de aplicación apropiada del fertilizante orgánico biofungi que pueda ser asimilada por la planta aumentando el rendimiento, mejorando su calidad y buscando mayor rentabilidad en el cultivo de brócoli.

En el presente trabajo de titulación se plantearon los siguientes objetivos:

#### **A. Objetivo General**

Probar la eficacia del fertilizante orgánico biofungi en el rendimiento del cultivo de *Brassica oleracea L, var.. Avenger* (brócoli).

#### **B. Objetivos Específicos**

1. Evaluar la dosis adecuada del fertilizante orgánico biofungi en base al mejor rendimiento en el cultivo de *Brassica oleracea L, var.. Avenger* (brócoli).
2. Determinar la frecuencia apropiada de aplicación del fertilizante orgánico biofungi en el cultivo de *Brassica oleracea L, var.. Avenger* (brócoli).
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **A. FERTILIZACIÓN FOLIAR**

La fertilización foliar es un método confiable utilizado para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente, contribuyendo en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas (Melgar, 2005).

La fertilización no sustituye en absoluto a la nutrición convencional por fertilización al suelo y asimilación de nutrientes por las raíces, ya que las cantidades normalmente implicadas en la producción de un cultivo son muy superiores a las que podrían absorberse por las hojas, pero si una práctica que garantiza el complemento de requerimientos nutricionales que no se pueden abastecer mediante la fertilización edáfica (Trinidad & Aguilar, 2000).

Actualmente la fertilización foliar es considerada el mejor complemento de la fertilización edáfica, para corregir las necesidades nutricionales de las plantas en periodos críticos de crecimiento, en momentos de demanda específica de algún nutriente, o en casos de situaciones adversas del suelo que comprometan la nutrición de las plantas (Melgar, 2005).

En el caso de macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y el potasio, se reconoce que la fertilización foliar solo puede complementar, pero en ningún momento sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que las dosis a aplicar vía foliar son muy pequeñas en comparación con las dosis aplicadas al suelo para obtener buenos rendimientos (Salas, 2002).

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

La fertilización foliar se ve tan importante ya durante la falta o exceso de agua el medio radicular, que produce poca disponibilidad de oxígeno inhibiendo de forma inmediata la absorción de agua y nutrientes por la planta, siendo la fertilización foliar una alternativa para nutrir a la planta (Salas, 2002).

Los daños causados por las heladas por lo general la pérdida de follaje, la aplicación foliar de Nitrógeno y Potasio, el primero, restaura el área foliar y el segundo atenúa los daños causados por el frío (Salas, 2002).

La salinidad de los suelos es otro factor que afecta la absorción de agua nutrimentos por la planta, ya que las sales aumentan la succión osmótica de la humedad del suelo, lo cual aumenta la retención del agua en el suelo (Salas, 2002).

Las altas concentraciones de sodio en el suelo provocan el bloqueo de la absorción de cationes importantes tales como Ca, Mg y K. Por esta razón el uso de fertilizantes al suelo puede restringirse y la fertilización foliar puede ser una alternativa beneficiosa (Salas, 2002).

Un pobre desarrollo radical producto de problemas por toxicidad de aluminio, por compactación de suelo o por un nivel freático muy alto, son otros de los factores que afectan la absorción de nutrimentos por la planta y convierten a la fertilización foliar en un medio importante para complementar la nutrición mineral de los cultivos (Salas, 2002).

## **2. Principio de la nutrición foliar.**

Todos los elementos nutritivos pueden ser absorbidos por la planta vía foliar. En la práctica, no es justificable realizar esta aplicación debido a que las absorciones son relativamente pequeñas y, para satisfacer los requerimientos de los macronutrientes se deberían efectuar numerosas aplicaciones (Ramírez, 2000).

La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda (Trinidad & Aguilar, 2000).

Los nutrientes penetran en las hojas de las plantas a través de aberturas denominadas estomas. Estas estructuras se encuentran tanto en la superficie foliar superior (Haz), como inferior (Envés) y juegan un papel importante en la absorción de nutrientes por vía foliar (Lignoquim, 2015)

Desde el punto de vista de su estructura, las partes más importantes de una hoja del haz al envés son: La cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior (Trinidad & Aguilar, 2000).

#### **a. Absorción mineral de nutrientes por las hojas**

Para que un nutriente cumpla una función en las hojas o para que sea translocados de la hoja hacia otros órganos, se requieren un proceso de absorción vía membrana del plasma del apoplasto hacia el simplasto. Se deben considerar los siguientes pasos (Arcos, 2013).

##### **1) Mojados de la superficie de la hoja con la solución del fertilizante**

La pared exterior de las células de la hoja están cubiertas por la cutícula y una capa de cera, con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes (detergentes) que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes (Arcos, 2013).

##### **2) Penetración a través de la pared celular epidermal exterior.**

Se ha discutido varios caminos de penetración de nutrientes a través de la pared celular. Un concepto generalmente aceptado es la penetración a través de los poros hidrofílicos (ricos en pectina) en la cutícula en forma pasiva (Melgar, 2005). Según Lignoquim (2015) la cutícula de las hojas se dilata al humedecerse, produciéndose espacios vacíos que permite la penetración de las soluciones nutritivas. Además se ha comprobado que puede haber

penetración a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos que se encuentran en las hojas.

La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente de mayor concentración a menor concentración (del exterior al interior) (Rottenber & Gallardo, 2012)

### **3) Entrada de nutrientes en el apoplasto de la hoja.**

El apoplasto de la hoja es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual. Los nutrientes están en el espacio apoplástico después de la penetración de la paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema. Las condiciones químicas del apoplasto (como pH) son decisivas para la posterior absorción en el simplasto y podrían ser manipuladas con adecuados aditivos (Arcos, 2013).

Hay que considerar que la solución del apoplasto es de carácter ácida pH 5,5 por ello debe manejar o acondicionar soluciones foliares con este medio para contrarrestar gradientes fuertes y así evitar activar mecanismos de equilibrio iónico a través del apoplasto e inducir gastos de energía por el cultivo debido al bombeo de  $H^+$  (proceso no deseado en condiciones de stress), esto sucede especialmente cuando se aplican soluciones de reacción básica (pH solución final mayor 7,5 con el uso de fuentes de fosfato de potasio, sales de borato o hidróxidos de potasio- $K_2O$  mayor a 50%) (Romhelt & El-fouly, 2003).

### **4) Absorción de nutrientes dentro del simplasto de la hoja.**

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células (simplasto) son similares a los que participan en la absorción por las raíces (Melgar, 2005)

Sin embargo, a diferencia de los que ocurre en la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y fotosíntesis y respiración (Melgar, 2005)

Se ha afirmado, que la aplicación foliar de fertilizantes promueve la absorción de nutrientes por las raíces. No se puede hacer una afirmación tan general porque esto depende de la movilidad de los nutrientes aplicados dentro de la planta y el sitio de aplicación de los nutrientes (hojas viejas u hojas jóvenes) (Arcos, 2013).

En el caso de los nutrientes móviles como el N, P o K y con una aplicación dirigida a las hojas viejas, la translocación de nutriente aplicado en las hojas hacia las raíces pueden inhibir la absorción radicular inducida por la deficiencia del nutriente. Por otro lado, si este nutriente móvil es aplicado principalmente a las hojas jóvenes que todavía no se han expandido totalmente, la mayoría de nutriente se incorpora en los tejidos de las hojas todavía en crecimiento, sin una marcada translocación y sin una subsecuente inhibición, sino más bien, un incremento de la absorción del nutriente del suelo por las raíces (Arcos, 2013).

La aplicación de nutriente inmóviles (Ca, S, Fe, Zn, B, Cu y Mn) no inhiben y aun pueden incrementar la absorción del nutriente por las raíces (Arcos, 2013).

Una vez que los solutos atraviesan la membrana plasmática, llegan al citoplasma y luego son translocados a través del floema o transportados con el movimiento del agua en el xilema hacia las regiones donde son utilizados para mantener el metabolismo y crecimiento de la planta (Frossard, Bucher, Mächler, Mozafar & Hurrell, 2000).

Según, Romhelt & El-fouly (2003). Luego de que los iones hayan penetrado comienza el transporte hacia las diferentes partes de la planta y esto se conoce con el nombre de traslado. El mismo se realiza mediante dos mecanismos:

**a) Transporte célula a célula, conocido como "movimiento apoplástico"**

El movimiento apoplástico describe el movimiento desde una célula hacia la otra. Esto es realizado por tres mecanismos:

- El transporte pasivo involucra a la difusión de acuerdo al gradiente y al flujo de masa a través del movimiento agua/fluido entre células.
- La absorción por la superficie de la membrana citoplasmática por medio de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra permitiendo el transporte y la comunicación entre ellas.
- El transporte activo (ATP) contra el gradiente, habilitado debido a la inversión de energía de las moléculas ATP.

**b) Transporte a través de los canales vasculares, conocido como "movimiento simplástico".**

- El traslado del floema. Es dependiente de la energía y más adecuado para los cationes divalentes ( $C^{2+}$ ); los aniones están muy limitados dado que la pared de la célula está cargada negativamente. El transporte del floema es importante para la distribución desde las hojas maduras hacia las regiones de crecimiento en las raíces y tallos. El movimiento del floema sigue en forma regular la relación "fuente – consumo", de lugares donde los carbohidratos son creados (fuente) hacia los lugares donde son consumidos (sumidero).
- El traslado Xilémico. Es de flujo regulado y depende de la diferencia de potencial de agua entre el suelo, la hoja y la atmósfera.

## b. Velocidad de absorción de nutrimentos

La absorción y transporte de nutrimentos a través de las hojas depende grandemente del tipo y movilidad del elemento que se trate (Segura, 2002). 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 (Salas, 2002).

En el Cuadro 1, se detallan tiempos de absorción foliar de algunos nutrimentos importantes.

**CUADRO 1. TIEMPO DE ABSORCIÓN FOLIAR DE NUTRIMENTOS**

<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
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días

**Fuente:** Bertsch(1995)

Trabajos de investigación han demostrado que las aplicaciones foliares de fosfito pueden reemplazar a las aplicaciones de fosfato en cultivos con deficiencia de P. La conversión de fosfito a fosfato puede producirse por lenta oxidación química o por bacterias y hongos



oxidantes que viven en las hojas de estos cultivos. Existe consistente evidencia que el fosfito es más rápidamente absorbido por los tejidos de las plantas a diferencia de fosfato. En estos casos, las aplicaciones foliares de fosfito no son más que solo fungicidas, incrementan además la intensidad floral, rendimiento, tamaño de fruta, total de sólidos solubles y la concentración de antocianinas, generalmente en respuesta a una sola aplicación. El fosfito es más efectivo cuando la dosis y la época de aplicación sean adecuadamente programadas de acuerdo a las necesidades del cultivo. Sabiendo que el fosfito es químicamente diferente del fosfato, esta diferencia debe tomarse en cuenta para evitar toxicidad en la planta (Lovatt & Mikkelsen, 2006).

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

Existen muchos factores involucrados que es necesario conocer y, de ser posible, manejar y controlar para asegurar efectos agronómicos favorables del abonamiento foliar (Lignoquim, 2015).

#### **a. Factores de la planta**

Entre los factores inherentes a la planta destacan aquellos que influyen en la penetración de los nutrientes al follaje, tales como las características de la cutícula en lo pertinente a grosor y permeabilidad. También influye el número y distribución de las estomas, vellosidad o pubescencias de la superficie foliar, ángulo de inserción de las hojas, edad, turgencia y humedad de las hojas. La mayoría de estos factores son controlados genéticamente y, por consiguiente, dependen de la especie, cultivos o variedad de planta (Arcos, 2013).

Otros factores asociados con la planta tienen que ver con su nivel nutricional y el estado de crecimiento en el cual se efectúa la aplicación foliar. Con respecto a este último factor, en general se acepta que las aplicaciones de P, S, Fe, Cu, Mn y Zn deben efectuarse en estados tempranas. La aplicación de N, K, B, Ca y Mg se considera de mayor trascendencia durante los estados de floración y fructificación (Lignoquim, 2015).

El estado nutricional, la condición metabólica y fenológica de la planta son factores de mucha importancia a ser considerados cuando se trata de fertilización en forma foliar. Las plantas tienen un sistema de control que les permite reducir o detener la absorción de un determinado nutrimento cuando este se encuentra en un nivel adecuado en la planta, el mecanismo que controla su absorción por parte de las raíces y hojas es justamente la capacidad de la misma de reducirlo, ya sea en la parte aérea o radicular (Segura, 2002).

### **c. Factores ambientales**

Según Arcos (2013) los factores ambientales incluyen los siguientes:

#### **1) Temperatura**

La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar: las hojas absorbe en mayor cantidad a 21°C que a 14 o 25 °C. Jyung & Wittwer, (1964) citado por (Trinidad & Aguilar, 2000).

Temperaturas ambientales entre 18 a 20 °C favorecen más la absorción de los nutrientes, mientras a temperaturas extremas (> 30-35°C) se inhibe la toma activa de nutrientes por la disminución en la producción de ATP, además las bajas temperaturas disminuyen la solubilidad de los nutrientes y permeabilidad de las membranas (Gómez, 2003).

#### **2) Luminosidad y fotoperiodo**

La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta (Trinidad & Aguilar, 2000).

La luz ejerce sobre la nutrición mineral un efecto indirecto, el incremento de la iluminación produce un aumento de las reservas carbonadas y de la transpiración, por lo que la absorción mineral foliar tiende a intensificarse (Gómez, 2003).

### **3) Humedad relativa**

La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja.

La humedad relativa tiene un efecto positivo sobre la absorción foliar de nutrimentos debido a su efecto sobre el espesor de la lámina de agua sobre la hoja, permitiendo de esta manera mantener los solutos aplicados en solución y con ello facilitando su penetración en las hojas. Una alta humedad relativa favorece la hidratación de la cutícula y por ende la absorción de nutrientes foliares, este fenómeno puede variar dentro del día, por ello la aplicación debe ser en las primeras horas de la mañana para que sea más eficiente (Gómez & Castro, 2003).

### **4) Hora de aplicación**

El factor Humedad Relativa está relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región.

Los efectos de estos factores, en una u otra dirección, son altamente aleatorios, dependiendo de su interacción con factores de la planta y de la aplicación. Una buena parte de ellos no son controlables (Lignoquim, 2015).

### **d. Factores tecnológicos de aplicación**

Estos factores son importantes en la medida que pueden ser controlados. Entre los principales se destacan:

#### **1) Dosificación de la solución**

Las especies vegetales son más sensibles a la aspersión con soluciones nutritivas concentradas. En general toleran niveles bajos de concentración y están expuestas a daños

por "quemazón" del follaje cuando la solución utilizada para aspersión excede de unos valores límites.

La concentración de la sal portadora de un nutrimento en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta y el requerimiento nutricional como en el caso de micronutrientes en hortalizas. En general, los cereales, cebolla y frutales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies de hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar (Gómez & Castro, 2003).

## **2) Dosis de aplicación.**

El riesgo de fitotoxicidad, sumado al hecho de que no es factible preparar soluciones nutritivas de alta concentración, determina que las dosis de aplicación sean muy bajas en relación con los requerimientos de elementos mayores. Por esta razón, se reitera que, definitivamente, en el caso de los macronutrientes el suministro por vía foliar es complementario y nunca sustitutivo de la fertilización radicular (Lignoquim, 2015).

## **3) Técnica de aplicación**

El tipo de equipo, descarga de agua y técnica de aplicación es de fundamental importancia para lograr optimizar las aplicaciones.

## **4) pH de la solución**

Se debe manejar una solución foliar de aspersión ácida para aniones y ligeramente ácida para cationes debido a que la condición química del apoplasto es definitiva para su absorción (pH 5-5,5), esto se consigue con ácidos débiles como los citratos, no se deben utilizar ácidos fuertes (ácido fosfórico o nítrico) que disminuyan la solución final a pH menores a 4,0 porque pueden generar quemazón en las hojas por solubilidad de elementos tóxicos e hidrólisis ácida de los componentes de la mezcla (Gómez & Castro, 2003).

Soluciones de pH ácido favorecen la absorción de fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  que con el  $\text{K}^+$

#### 5) **Penetrantes, humectantes y adherentes**

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua (por debajo a 35 dinas/cm), permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (Arcos, 2013)

El uso de aditivos en la mezcla de la aspersión que rompan la tensión superficial por debajo a 35 dinas/cm favorece la dispersión de la gota y asegura un contacto estrecho entre la lamina de agua con la solución nutritiva y la superficie cerosa de la hoja, lo cual promueve la hidratación de la cutícula y mejor absorción de los nutrimentos (Gómez & Castro, 2003).

Desde luego que estos factores deben ser manejados en concordancia con los factores inherentes a la especie cultivada previamente descritos. La combinación más apropiada en cuanto a tecnología de aplicación debe ser identificada a través de experimentación intensiva y extensiva en las condiciones específicas del medio agroecológico (Lignoquim., 2015).

#### 4. **Ventajas de fertilización foliar**

Según Trinidad & Aguilar (2000) y Melgar (2005). La fertilización foliar tiene las siguientes ventajas:

- a. Corrige deficiencias de elementos menores.
- b. Mejorar la calidad del producto.
- c. Hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes.

- d. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%.
- e. Nutre el cultivo en momentos críticos.
- f. Complementa la fertilización edáfica (macronutrientes).
- g. No hay pérdidas por lixiviación y volatilización.
- h. Se independiza de las condiciones medio ambientales de la disolución y transformación de los fertilizantes en el suelo.
- i. Nutre a los cultivos en condiciones de inmovilización.
- j. Las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo.
- k. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas.
- l. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias pueden corregirse durante el ciclo de crecimiento.
- m. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución

##### **5. Desventaja de fertilización foliar**

Según Melgar (2005). La fertilización foliar tiene las siguientes desventajas:

- a. Escaso efecto residual en los cultivos anuales, por lo tanto su aplicación debe ser estratégica.
- b. Limitada a productos con cierta movilidad en la planta o debe ser inducida.
- c. Requiere de aplicaciones extra, salvo que se pueda incorporar a la aplicación de agroquímicos.
- d. Requiere de productos específicamente formulados para no quemar y poder ingresar adecuadamente a la planta.
- e. Finalmente, las aplicaciones deben manejarse coordinadamente en función de la necesidad de otras pulverizaciones para no incurrir en mayores costos.

## B. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL BIOFUNGI

### 1. Composición química del biofungi

Es un fertilizante líquido que contiene ión fosfito-potásico-cobre, más extractos vegetales y ácidos grasos vegetales. Es un insumo ecológico (Agrobrest, 2014).

La composición química del fertilizante orgánico biofungi, se detallan en el Cuadro 2.

**CUADRO 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BIOFUNGI.**

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/lt	124
Potasio (K <sub>2</sub> O)	g/lt	67
Cobre (Cu)	g/lt	23
Densidad	g/cc	1,18
pH (solución 10%)		1,58
Extractos vegetales	g/lt	51
Ácidos grasos vegetales	g/lt	67

Fuente: Agrobrest S.A. (2014)

### 2. Dosis de aplicación

La aplicación del biofungi puede ser por vía foliar y por drench. La dosis de aplicación para la vía foliar es de 2 cc/lt de agua y por drench se puede aplicar con una dosis de 1 a 2 lt/ha (Agrobrest, 2014).

Tratamiento después de 10 a 12 días en caso necesario.

### 3. **Efectos positivos en los cultivos**

Según Agrobrest (2014), los efectos positivos del fertilizante orgánico biofungi son:

- a. El biofungi hace dos tipos de efectos: el primero es de proveer nutriente específicos como el cobre, fosforo, y potasio.
- b. Ayuda a activar el potencial genético de las plantas y las semillas.
- c. Una de las fortalezas de este producto es el endurecimiento de las paredes celulares, en todos los tejidos de la planta.
- d. Utilizado en riego por goteo.
- e. Es útil para el desprender algas de las tuberías.
- f. No tóxico para la planta

### 4. **Precauciones en el uso**

- a. Evitar el contacto con los ojos, puede provocar irritación por su nivel de pH 1,58. En caso de contacto lavar bien con abundante agua.
- b. Efectuar la aplicación en la mañana o en las horas de la tarde.
- c. Tener en cuenta la época propicia de aplicación.
- d. Utilizar la concentración adecuada de acuerdo a la recomendación técnica.
- e. Consultar con un asistente técnico (Agrobrest, 2014).

### 5. **Efectos del ión fosfito-potásico-cobre, extractos vegetales y ácidos grasos vegetales en la planta.**

#### a. **Ión fosfito-potásico**

Compuesto generador de resistencia sistémica en vegetales: presenta efectos frente a hongos Oomicetos y junto a esto, es un excelente elemento nutritivo.

Su actividad es doble:



- 1) El ión fosfito actúa como inductor de la resistencia sistémica adquirida (RSA).
- 2) El ión fosfito posee una acción nutritiva, mejorando cualidades, tales como; contenido de azúcares, cuajado y maduración de frutos (Lovatt & Mikkelsen 2006).

El ión fosfito, si es aplicado foliarmente, es fácilmente absorbido y transportado acropétala por el floema. Actúa como vehículo de elementos nutritivos de importancia: por ejemplo para suministrar K o elementos menores como el Cu, Zn, Fe o Si (entre otros). En algunos cultivos, las aplicaciones foliares de fosfito han demostrado cierto efecto nutritivo del fósforo en el mediano plazo. Asimismo, el ión fosfito, al ser sistémico e ingresar fácilmente en la planta, facilita la distribución de los elementos nutritivos (P y K) con los que está unido químicamente. Gracias a la particular forma en la que se presenta el elemento fósforo (ión fosfito), es capaz de producir un rápido estímulo de importantes procesos metabólicos en las plantas (Rubilar & Balbontin 2009).

Las respuestas fisiológicas al fosfito pueden estar relacionadas con su efecto en el metabolismo del azúcar, con la estimulación de la ruta del ácido shiquímico o con cambios hormonales o químicos internos (Lovatt & Mikkelsen 2006).

No debemos olvidar el aspecto vigorizante, ya que el fosfito aplicado principalmente como Fosfito Potásico proporciona unas condiciones nutricionales óptimas a la planta, debido a su contenido en fósforo y potasio. En consecuencia, se obtiene mejor color de hojas, crecimientos constantes y mejor compactación.

Beneficios del aporte de Fósforo: almacenamiento y transferencia de energía, división celular, crecimiento celular, fotosíntesis, diversos procesos fisiológicos de la planta y respiración vegetal.

Beneficios del aporte de Potasio: crecimiento meristemático, favorece el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de frutos, activador enzimático, actúa en

procesos metabólicos tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos e incide en el balance de agua regulando la presión osmótica.

## **b. Ión Cobre**

El cobre como fungicida es uno de los recursos clásicos en agricultura, es uno de los pocos productos de origen mineral autorizados en agricultura ecológica. Además, es un nutriente necesario para el desarrollo de los cultivos. La planta absorbe el ión  $\text{Cu}^{2+}$  por las raíces y entra a formar parte de diversos procesos, entre otras funciones, interviene en la biosíntesis de clorofila.

El cobre es un fitosanitario protector de contacto, su aplicación forma una lámina superficial de protección que evita que las esporas de los hongos y las bacterias se establezcan y se desarrollen. No penetra dentro de los tejidos de las plantas. Su efecto es preventivo, no cura las partes afectadas de las plantas y no impide el desarrollo de la enfermedad una vez el hongo se ha implantado en la planta.

Modo de acción. Las aplicaciones de cobre forman una película sobre las hojas de los cultivos. El cobre contenido en los tratamientos se disuelve en una muy pequeña proporción y los iones  $\text{Cu}^{2+}$  son absorbidos por contacto por los microorganismos que intentan establecerse en las plantas en la etapa de germinación de las esporas. El  $\text{Cu}^{2+}$  sustituye a otros metales esenciales para la vida de los patógenos en cantidades infinitesimales produciendo una intoxicación y la muerte.

El cobre puede resultar fitotóxico para nuestros cultivos si se ve arrastrado hacia el interior de las plantas en aplicaciones conjuntas con productos fitosanitarios que son susceptibles de ser absorbidos por los cultivos. Hay que evitar por tanto aplicaciones de cobre con abonos foliares o aminoácidos, o fungicidas e insecticidas que no sean de contacto (translaminares o sistémicos). PRO-MIX (2016).

La falta de Cu afecta al crecimiento reproductivo (formación de granos, semillas y frutos) mucho más que al crecimiento vegetativo (Kirkby & Römheld 2007).

Cuando se presenta una deficiencia de Cu, la actividad de ciertas enzimas se reduce drásticamente. La reducción del transporte fotosintético de electrones, como consecuencia de menores contenidos de plastocianina, una proteína que contiene Cu, disminuye la tasa de fijación de CO<sub>2</sub>, de modo que el contenido de almidón y de carbohidratos solubles (especialmente sacarosa) también se reduce. Este es el principal factor que provoca la reducción de la producción de materia seca en plantas que sufren de deficiencia de Cu durante el crecimiento vegetativo (Kirkby & Römheld 2007).

### **c. Extractos vegetales**

Son preparados que permite extraer de las plantas determinadas sustancias útiles. Estas sustancias pueden tener diferentes efectos: Fortificantes (nos ayudarán a tener hortalizas resistentes). Control de enfermedades (preventivo) y Control de plagas. Los extractos se pueden hacer a partir de varias plantas, con fermentaciones, decocciones, maceraciones y infusiones (Horturba, 2014).

## **C. CULTIVO DE BRÓCOLI**

### **1. Antecedentes del brócoli en Ecuador.**

El crecimiento del cultivo comercial del brócoli en Ecuador se inicio en 1990, cuando crecientes superficies de terreno se destinaron a este producto. En el año 1997 el destino casi exclusivo fue la Unión Europea (10 mil toneladas de las 11 mil exportadas durante ese año) y a medida que el producto exportado ha ido aumentando en términos de volumen y valor, ha tratado de penetrar otros destinos como Japón y Estados Unidos, en donde se ha consolidado como un importante proveedor. Banco Central del Ecuador (BCE, 2010).

En el año 2007 la producción de brócoli se consolidó como un producto estrella dentro de los no tradicionales de exportación, esto debido a la estratégica localización geográfica del Ecuador que proporciona condiciones climatológicas adecuadas (los rayos del sol producen una coloración verde intensa en los floretes, la estabilidad de la temperatura en el año

permite tener una producción continua alrededor de tres cosechas anuales, a demás, el cultivos de 2700 a 3200 m.s.n.m limita la presencia de plagas), y a las mejoras en los terrenos, capacitación a productores, inversión en investigación e integración vertical en la cadena de producción y comercialización del producto (Manosalvas, 2012).

El Ecuador, actualmente es el noveno productor de brócoli fresco y uno de los tres primeros proveedores de brócoli congelado en Europa y uno de los principales en Estados Unidos (Manosalvas, 2012). Nuestro producto consiste de floretes enteros cortados a mano, el mismo que se ajusta a los más exigentes estándares internacionales, estas características del brócoli se mantienen cuando el producto es sometido al IQF (Individual Quick Frozen) (BCE, 2010).

## **2. Origen y distribución geográfica**

Según Játiva & Rivadenaira (2008) y Vallejo (2013). Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Su antigüedad data de los 2000 a 2550 años a C., desde cuando se reconocieron un número de plantas con caracteres morfológicos similares pero con modificaciones estructurales diferentes. El brócoli, repollo y coliflor tienen un mismo ancestro común en una planta silvestre del mediterráneo o del Asia Menor que fue llevada a las peñas calcáreas de Inglaterra, o a las costas de Dinamarca (Shoemaker); así como también, a Francia y España. En Italia ha sido popular desde los días del Imperio Romano, mientras que en Francia se cultiva desde el siglo XVI. En Estados Unidos, desde principios del siglo XIX se ha convertido en un alimento muy popular. En Ecuador se introdujo en el año de 1992, en la zona de Machachi, provincia de Pichincha.

## **3. Clasificación botánica**

Según Herrera et al (2002), el brócoli botánicamente se clasifica en: Reino: vegetal; Subreino: Antofhyta (fanerógama); División: Spermatofhyta; Subdivisión: Angiosperma; Clase: Dicotiledónea; Subclase: Archiclamydeas; Orden: Rhoedales; Familia: Brassicaceae; Género: Brassica; Especie: Bassica oleracea L.; Variedad: Avenger.

#### 4. Valor nutricional

Según la PRO-ECUADOR. (2015), el brócoli tiene un alto valor nutritivo y unas características especiales insustituibles dentro de la dieta del consumidor.

En el Cuadro 3, detalla el valor nutritivo y calórico en base a una porción de 100 g de brócoli.

**CUADRO 3. VALOR NUTRICIONAL DEL BRÓCOLI**

<b>Contenido</b>	<b>Valor</b>
Calorías	4.4
Agua	89%
Energía	34 calorías
Proteína	3,6 g
Grasas	0,4 g
Carbohidratos	4.9 g
<b>Sales minerales</b>	
Calcio	103 mg
Fosforo	78 mg
Hierro	1.1 mg
Sodio	15 mg
Potasio	382 mg
<b>Vitaminas</b>	
Tiamina	0.10 mg
Rivoflavina	0.23 mg
Niacina	0,9 mg
Acido ascórbico	113 mg
Vitamina A1	2500

**Fuente:** PRO-ECUADOR. (2015).

## **5. Morfología de la planta**

### **a. Raíz**

La raíz es pivotante con raíces secundarias adventicias, terciarias y raicillas, superficiales, concentrándose en su mayor parte en los primeros 40 y 60 cm de profundidad (Valdéz, 2012).

### **b. Tallo**

Es de naturaleza herbácea, erguidos, gruesos, cuyo diámetro varía entre 2 a 6 cm y de 20 a 50 cm de longitud. Presenta entre nudos cortos con hábitos de desarrollo intermedio entre la forma roseta y caulinar (Valdéz, 2012).

### **c. Hojas**

Son de tamaño grande, erguidas, con peciolo generalmente desnudos, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, varia en numero de 15 a 30 según el cultivar, está constituida por una lamina que generalmente es lobulada con los bordes ondulados y nervaduras muy marcadas y blancas. La superficie foliar está cubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua (Valdéz, 2012)

### **d. Pellas**

Son compactas de color verdoso forman brotes laterales, presenta las yemas florales en el extremo del tallo principal, constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos y de superficie granulada (Valdéz, 2012).

### **e. Fruto**

El fruto es una especie de vaina que se conoce como silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior (Hidalgo, 2006).

## **f. Semillas**

Son redondas y de color rosáceo, cuyo periodo de formación se mantiene hasta cuatro años. Un gramo de semillas contiene aproximadamente 250 a 300 granos (Hidalgo, 2006).

## **6. Requerimientos edafoclimáticos**

El brócoli se adapta muy fácilmente a altitudes de 2600 a 3000 m.s.n.m (Cevallos 2010).

### **a. Clima**

En el Ecuador el cultivo de brócoli necesita temperaturas bajas; climas fríos y templados y relativamente secos. Tolera heladas de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  durante sus primeras etapas, si las inflorescencias están ya formadas y se presenta heladas pero con pocas horas, el daño es mínimo, de lo contrario se producen manchas de color marrón, deteriorando al cultivo. El desarrollo óptimo del cultivo de brócoli se obtiene con temperaturas entre  $20$  y  $24^{\circ}\text{C}$ , y para poder iniciar la inducción floral requiere de temperaturas entre  $10$  y  $15^{\circ}\text{C}$  durante varias horas del día. Con temperaturas menores a  $3^{\circ}\text{C}$  y mayores a  $30^{\circ}\text{C}$  su crecimiento es anormal (PRO-ECUADOR. 2015). En tanto que Díaz (2006), indica que las plantas de brócoli en periodo vegetativo, al ser expuestas a altas temperaturas, no presentan ningún daño, pero temperaturas por encima de  $26^{\circ}\text{C}$  a partir del inicio de la etapa reproductiva, empieza a presentarse síntomas de daño por calor.

Según Hidalgo (2010), el brócoli es considerado como un cultivo de clima frío, la temperatura mínima para el crecimiento es de  $5^{\circ}\text{C}$ , siendo la temperatura óptima de  $15^{\circ}$  a  $18^{\circ}$ , tolera heladas suaves, pero al estar en inflorescencia provoca congelación y palpamiento en flores; es una planta mesofílica que requiere de condiciones medias de humedad, es decir,  $400$  mm/ciclo de precipitación y una humedad relativa media alta ( $70$  a  $80\%$ ).

La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una temperatura promedio mensual de 15°C aproximadamente. La precipitación anual debe fluctuar entre 800-1200mm (Nieuwhof, 1969).

#### **b. Suelo**

La planta se desarrolla en una amplia gama de suelos, pero son preferibles los suelos francos, franco arcilloso o franco limoso, profundo, fértiles, con buen contenido de materia orgánica (mayor al 5%), con buen drenaje y buena retención de humedad. El pH del suelo adecuados para la producción del brócoli va de ligeramente ácido (6,0 – 6,5) a moderadamente ácido (5,5 – 5,9), siendo pH óptimo (6, 5 a 7) (Gordón, 2010).

### **7. Fenología**

La fenología constituye los estudios básicos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, permite conocer su dinámica y actividad, con lo cual facilita la aplicación de prácticas de manejo acordes con los requerimientos del cultivo. Los estudios fenológicos coinciden de observar básicamente dos fases: fase vegetativa y fase reproductiva (Díaz, 2006).

El ciclo comercial del brócoli está dividido en dos fases: La fase vegetativa se caracteriza por el incremento en el número de hojas y el engrosamiento del tallo, mientras que la fase reproductiva por el crecimiento y desarrollo de la cabeza (desde la formación de la inflorescencia hasta la cosecha misma). Estas etapas a su vez se subdividen en varias etapas: fase vegetativa que incluye la etapa de semillero y la etapa juvenil, y la fase reproductiva que incluye la etapa de emergencia floral y formación de la inflorescencia (Díaz, 2006).

Para Díaz (2006), la duración del ciclo comercial depende de las condiciones ambientales, acortándose en época de verano y alargándose en época de invierno. La fenología del cultivo de brócoli se puede dividir en las siguientes etapas:



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

Esta etapa comienza con la germinación de la semilla hasta cuando la plántula tiene entre 3 a 4 hojas bien formadas y una altura de 10 a 12 cm. Esta etapa dura aproximadamente 30 días (Díaz, 2006).

**b. Etapa juvenil (V1)**

Esta etapa se inicia en el momento del trasplante en campo y finaliza con la visualización de la estructura o primordio floral. Tiene una duración de 40 días m (Díaz, 2006).

En esta etapa del crecimiento, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar con gran cantidad de agua, presenta un incremento logarítmico mostrando un desarrollo acelerado para la captación de la radiación (Santoyo, 2011).

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

La aparición del primordio floral se presenta a partir de los 40 o 45 días después del trasplante o cuando las plantas tienen entre 18 a 20 hojas (Díaz, 2006).. A partir de ese momento el crecimiento de la planta se vuelve lineal, es decir, disminuye la tasa de emisión foliar, tasa de crecimiento del tallo y la tasa de evolución de la superficie foliar (Santoyo, 2011).

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

En esta etapa ocurre el crecimiento de la inflorescencia hasta la cosecha (cuando la planta aun no ha abierto las flores) y tiene una duración de 20 a 25 días. En donde la inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento lento, seguido por un periodo más rápido. En esta etapa se da la translocación de foto asimilados hacia la inflorescencia (Díaz, 2006).

## **8. Característica del cultivar en estudio**

### **a. Avenger**

Posee excelentes características de calidad y alto rendimiento en el mercado agroindustrial principalmente de los congelados, así como en el mercado fresco. Sus tallos gruesos pero cortos, con inserción baja de la pella. Sus hojas son anchas y largas para proteger a la pella de factores externos. Las pellas tienen forma de domo bien definido de color verde azulado cuyos granos son finos a medios, de buena compactación. En condiciones normales de manejo no presenta tallo hueco, teniendo mayor peso y rendimiento. No presenta brotes laterales desarrollados. Es muy susceptible a la pudrición de cabeza principalmente en el invierno, su ciclo de cultivo es largo entre 13 y 14 semanas (Haro, 2009).

Presenta un domo compacto de granulometría media, de color verde azulado, cuyo diámetro es de 150 mm, su maduración oscila entre 85 a 90 días, el peso de la pella es de aproximadamente 500 gramos y su rendimiento promedio es de 20000 kg/ha (Cayambe, 2011).

## **9. Manejo de cultivo**

### **a. Labores preculturales**

#### **1) Desinfección del suelo**

Para la desinfección del suelo se recomienda la aplicación de una combinación de agentes biológicos antagonistas de los patógenos del suelo, compuesta por *Phaeoelomyces* sp. *Beauveria* sp.; *Trichoderma* sp. y *Metharrizum* sp. Se debe considerar que la cantidad de materia orgánica presente en el suelo y la humedad son factores que determinan la efectividad de los controladores (Secaira, 2000).

## **2) Sistema de propagación en semillero**

La siembra se realiza en semilleros o almácigos, la semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1 a 1.5 cm y con riegos frecuentes, para que la planta se desarrolle en 45 a 55 días después de la siembra. La germinación se da a partir de los 10 días después de la siembra (Oleas, 2000).

La siembra también se puede realizar en bandejas plásticas para la producción de plántulas en confinamiento (Díaz, 2006).

Se recomienda bandejas de 126 huecos (7x18 huecos) o similar para la germinación. Como sustrato ya sea en el campo abierto o invernadero se puede hacer con suelo, con sustrato orgánico, con sustratos artificiales o con una mezcla apropiada de estos. Siempre debe lograr un sustrato con características físicas, químicas y biológicas adecuadas, que faciliten la germinación. Los sustratos más utilizados son: compost, cascarilla de arroz, fibra de coco, aserrín y turba (Orellana et al, 2008).

Es necesario realizar un trasplante cuando la planta tenga entre 30 y 35 días en invernadero y cuando tenga de 5 a 6 hojas verdaderas ya que esto asegura la firmeza del tallo y una adecuada zona radicular (Santoyo, 2011).

## **3) Preparación del terreno**

Según Haro (2009), se realiza con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de aproximadamente 25 a 30 cm y consta de dos labores necesarias:

### **a) Aradura**

Consiste en romper la costra superior del suelo e incorporar todos los residuos vegetales. Incluye una o varias pasadas de arado, si la primera pasada es insuficiente, se deberán efectuarse otro pase de arado a una profundidad de 30 a 40 cm en sentido perpendicular a la anterior (Haro, 2009).

**b) Rastra**

Se realiza a una profundidad de 25 cm para desmenuzar los terrones del suelo y lograr una capa suelta (Haro, 2009).

**c) Surcado**

Las líneas o surcos de siembra se deben realizarse a 0.60 m o 0.70 m de distancia, cuando la disposición es en hilera simple (Haro, 2009).

**b. Labores culturales****1) Trasplante**

El trasplante se lo puede realizar de varias formas, una de las formas más utilizadas, es la formación de hoyos de 4 a 5 cm de profundidad con la ayuda de marcadores diseñados para esta labor. El pilón debe ser depositado en el hoyo quedando su parte superior al ras del suelo, luego se tapa el hoyo ejerciendo un poco de presión para evitar que las bolsas de aire queden en el interior y favorezcan el desarrollo de los organismos aeróbicos (Haro, 2009).

Otra forma de trasplante y que últimamente ha dado buenos resultados en el rendimiento de brócoli, es hacer un hoyo de aproximadamente 15 a 20 cm de profundidad y 10 a 15 cm de diámetro, en la cual se realiza la labor de fertilización base con los requerimientos nutricionales del cultivo, ya fraccionados para dos o tres épocas de fertilización. Luego, se mezcla el fertilizante con el suelo y taparlo con una capa fina de tierra, luego colocarle la planta en el centro del hoyo procurando de que la parte superior del pilón quede al ras del suelo y evitando dejar las bolsas de aire en el interior del hoyo (Hidalgo, 2010).

La distancia entre plantas varía en función de las condiciones ambientales y del tipo de cultivar. Es recomendable distancias de 0.25m cuando las cosechas están proyectadas para verano y 0,30m cuando la cosecha está proyectada para invierno (Haro, 2009)

## 2) Fertilización

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará 1 o 2 meses antes de la plantación del orden de 4 tn/ha de estiércol bien fermentado (Barahona, 2002).

Son plantas exigentes en nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro y molibdeno, y son medianamente tolerantes a la salinidad (4 mmhos o 2560 ppm). Previo a la fertilización, se debe realizar un análisis nutricional del suelo a nivel de laboratorio (Barahona, 2002).

En el Cuadro 4, se recomienda la fertilización y nutrición para el cultivo de brócoli, según los resultados nutricionales obtenidos en el laboratorio de suelos (Díaz, 2006).

### CUADRO 4. RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE BRÓCOLI.

<b>Análisis del suelo</b>	<b>Nitrógeno (kg/ha)</b>	<b>Fósforo (kg/ha)</b>	<b>Potasio (kg/ha)</b>
Bajo	180 – 200	120 – 200	200 – 300
Medio	100 – 180	60 – 120	100 – 200
Alto	40 – 100	20 – 60	40 – 100

Fuente: Díaz (2006)

La absorción de P es constante durante el ciclo del cultivo, mientras que el 75% de N y K son absorbidos desde el prendimiento hasta la maduración de la inflorescencia. Aunque gran parte de estos, prácticamente el 80% quedarán en el rastrojo, la misma que al ser incorporado al suelo aportará elementos para los siguientes cultivos. El requerimiento de N es casi universal, el cultivo responde a la fertilización nitrogenada, en rendimiento y calidad (Valdéz, 2012).

#### a) Resultados de análisis de suelos.

En el Cuadro 5, se citan los niveles de contenido nutricional de los suelos del Ecuador y sus respectivas interpretaciones (Carrillo, 2010).

**CUADRO 5. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE BRASSICACEAE EN EL ECUADOR.**

<b>Elemento</b>	<b>Nivel crítico</b>	<b>Nivel suficiencia</b>
MO (%)	< 2.0	3 a 4
N (mineral)(ppm)	50 a 70	180 a 200
P (Olsen modificado)(ppm)	1 a 7	15 a 20
K (Olsen modificado)(ppm)	70 a 80	195 a 390
Ca (Olsen modificado)(ppm)	300 a 400	1000 a 1600
Mg (Olsen modificado)(ppm)	60 a 120	300 a 360
Zn (EDTA)(ppm)	1 a 3	3.1 a 7

**Fuente:** Padilla (2000), citado por Carrillo (2010).

**b) Absorción de los elementos nutricionales.**

Las absorciones de los nutrimentos son variables en función del cultivar y de las condiciones climáticas y edáficas, con diferentes rendimientos. Previo a un análisis de suelo en el laboratorio y tomando en cuenta la extracción de nutrientes (Cuadros 6 y 7) y el requerimiento nutricional del cultivo de brócoli, el N y el K se debe fraccionar en tres aplicaciones durante el ciclo (Hidalgo, 2006).

**CUADRO 6. EXTRACCIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI.**

<b>Elemento</b>	<b>% Extracción de la planta</b>	<b>% queda en el suelo</b>
N	30	70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27	73
K <sub>2</sub> O	20	80
MgO	15	85
CaO	4	96
SO <sub>3</sub>	19	81

**Fuente:** Hidalgo (2006).

**CUADRO 7. NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI.**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad kg/ha</b>
N	210
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70
K <sub>2</sub> O	220
MgO	25
CaO	180
SO <sub>3</sub>	100
Fe	1.03 (30 a 70 días)
B y Zn	0.21 (40 a 74 días)

**Fuente:** Hidalgo (2010).

### 3) Riego

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de capacidad de campo (Infoagro, 2006).

Para obtener altos rendimientos y buena calidad de las inflorescencias, el cultivo de brócoli no debe sufrir el estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua. La necesidad de agua en el cultivo de brócoli varía según las condiciones ambientales del lugar y del desarrollo del cultivo. El máximo requerimiento hídrico ocurre cuando el cultivo ha alcanzado la máxima cobertura foliar y desarrollo de la inflorescencia, sin embargo al inicio el riego debe ser frecuente (cada 7 a 10 días) para asegurar un buen establecimiento. El consumo total por parte del cultivo es de 4000 m<sup>3</sup> de agua/ha (Carrillo, 2010).

### 4) Rascadillo

Es la primera labor en el ciclo del cultivo, que junto con la fertilización, se realiza el paso del rastrillo con uñas de 25 cm de largo espaciados entre sí 10 cm. Estas incorporan al

fertilizante y remueven la capa superficial, destruyendo malezas que están emergiendo; esta labor se realiza a partir de los 20 a 30 días después del trasplante (Carrillo, 2010).

### **5) Deshierba y aporque**

La invasión de malezas en el cultivo de brócoli es mayor al inicio del cultivo, hasta los 2 meses aproximadamente, a partir de entonces, su incidencia disminuye debido a que la planta ha crecido lo suficiente para dar sombra e impedir su crecimiento (Secaira, 2000).

La labor de deshierba consiste en remover un poco más profundo el suelo, quitar la hierba, aflojando el suelo consecuencia de la compactación por pisoteo de tractores, riegos, y a la vez incorporar el fertilizante en el suelo la cual permitirá mejorar la absorción de nutrientes, esta actividad se realiza hasta que la planta tenga 2 meses de edad. Finalmente a los 60 días después del trasplante se precede a aporcar, esta vez ayudando a incorporar la última fertilización (Carrillo, 2010). Además facilita el riego ya que se establece un nuevo surco en la parte central de la hilera de plantas, pudiendo regar con mayores volúmenes de agua sin entrar en contacto directo con las plantas evitando de esta forma problemas fitosanitarios (Secaira, 2000).

### **c. Plagas y enfermedades**

#### **1) Plagas**

Las principales plagas del cultivo de brócoli se describen en el Cuadro 8.

#### **2) Enfermedades**

Las principales enfermedades del cultivo de brócoli se citan en el Cuadro 9.

## **10. Cosecha**

### **a. Índice de cosecha.**

La pella o cabeza del brócoli, en su estado comercial, es una inflorescencia que está en desarrollo y que tiende a florecer en muy poco tiempo. Si la cosecha es prematura, la pella



pesa poco y la producción baja, mientras que cuando la recolección es tardía, y las condiciones climatológicas le son propicias, los granos o yemas florales se abren mostrando pétalos de color amarillo y se aflojan las cabezas perdiendo compacidad, siendo rechazadas en el mercado (Díaz, 2006).

La cosecha se debe hacer de cabezas que sean firmes y compactas, que no tengan grano abierto, de color verde oscuro o verde salvia o aun con una tonalidad verde purpura o azulada. El periodo de cosecha es crítico. Es importante que la recolección sea en el momento oportuno, ya que el periodo ideal de cosecha con buena calidad de la inflorescencia es breve, alrededor de dos días, principalmente en épocas con altas temperaturas (Díaz, 2006).

#### CUADRO 8. PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE BRÓCOLI

N. Común	N. Científico	Daños causados
Gusano trozador	<i>Agrotis ípsilon</i>	Corta la planta en el tallo y causa la muerte
Pulgón	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Causan deformaciones ocasionando anillos concéntricos y galerías
Gusano minador	<i>Plutella xylostella</i>	Causan deformaciones en el limbo foliar, perforándolas y dejando galerías.
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Alimentación de larvas y adultos, en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan.
Minador	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	En estado larval se alimentan del parénquima foliar produciendo galerías, que posteriormente se necrosa.
Defoliadores	<i>Spodoptera sp</i>	Los daños son sobre órganos superiores, mordisqueando el limbo foliar y dejando solo las nervaduras.
Pulguilla de la col	<i>Phyllotreta nemorum L</i>	Los adultos normalmente mordisquean las hojas y las larvas realizan galerías en hojas o raíces. Suelen producir graves daños a las plantas recién trasplantadas

**Fuentes:** Manosalvas (2002), Pinzón (2001) y Valdéz (2012).

**CUADRO 9. PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL CULTIVO DE BRÓCOLI.**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Síntomas</b>
Damping off	<i>Phytium,</i> <i>Phytophthora</i> <i>Fusarium</i> <i>Rhizoctonia</i>	Provocan la debilidad y el marchitamiento de las plantas.
Mildiú	<i>Peronospora parasítica</i>	Es un hongo que generalmente se localiza en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas de color grisáceo, negrozco o descoloridas que destruyen grandes zonas de las hojas, se desarrolla durante épocas lluviosas
Marchitez fungosa	<i>Verticillum dahliae</i>	Los síntomas el patógeno se desarrolla en los vasos conductores de la planta por lo que su acción es dificultar o anular el transporte de savia dentro de la planta, como consecuencia se produce un retraso en el desarrollo y posteriormente una marchites visible de la planta.
Oídio	<i>Leveillula taurica</i>	Amarillamiento de hojas que se extiende progresivamente hasta producir el secamiento y muerte de las plantas
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>	Los primeros síntomas se pueden observar al nacer los cotiledones y en la aparición de las primeras hojas. Se forman unas manchas negras de un centímetro de diámetro. Con anillos concéntricos más fuertes de color
Hernia de la col	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Esta enfermedad ataca a las raíces que se ven afectadas de grandes abultamientos o protuberancias.
Mancha angular	<i>Mycosphaerella brassicicola</i>	En las hojas viejas se forman unas manchas circulares que pueden alcanzar 2cm., de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado.

**Fuente:** Infoagro (2006), Pinzón (2001), Valdéz (2012)

## 11. Recolección

La recolección de brócoli es manual y comienza con el corte de inflorescencias principales, las cuales se cortan con una longitud de tallo de aproximadamente 8 a 10 cm eliminándose la parte del follaje. La cosecha se puede prolongar durante tres o cuatro semanas, dependiendo del cultivar, de la superficie sembrada, de las condiciones edáficas y de la época del año. Esta debe realizarse bien temprano en la mañana, para evitar la deshidratación del producto (Santoyo, 2011).

### a. **Clasificación de las pellas**

La clasificación de las pellas, se realiza en base a los diámetros y pesos de cada una de ellas Cuadro 10.

**CUADRO 10. CLASIFICACIÓN DE LAS PELLAS SEGÚN EL DIÁMETRO Y EL PESO.**

<b>TAMAÑO</b>	<b>Pequeñas</b>	<b>Medianas</b>	<b>Grandes</b>
<b>Diámetro (cm)</b>	10 a 12	12 a 16	> 16
<b>Peso (gr)</b>	200-250	250-350	350-450

Fuente: SENASA (2004)

El diámetro mínimo de la cabeza para exportación será de 6 cm, sin embargo para el brócoli pre empacado, el diámetro mínimo será de 2 cm. (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), 2004).

## 12. Superficie y rendimiento del brócoli en Ecuador

La producción de brócoli ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto estrella dentro de los no tradicionales de exportación (PRO-ECUADOR. 2015).

La información del III Censo Agropecuario (2000), muestra que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 mil

toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 tm (toneladas métricas) por hectárea (PRO-ECUADOR. 2015).

En la actualidad, se estima que debido al crecimiento del sector, la superficie sembrada asciende a 6000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 28,22 tm/ha (Aprofel, 2011).

Según Niedmann (1993), el rendimiento de cabezas de brócoli probadas con la fertilización foliar tienen un incremento de producción de 25,6 – 30 %.

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **A. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

###### **1. Localización**

El experimento se realizó en la comunidad de Gatazo Zambrano, ubicada en la Parroquia Cajabamba, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

###### **2. Ubicación geográfica**

Geográficamente el lugar del experimento se ubica como indica en el Cuadro 11.

##### **CUADRO 11. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO.**

Altitud:	3143 m.s.n.m
Latitud:	9815128,56 UTM
Longitud:	750562,02 UTM
Sitio:	Gatazo Zambrano

Fuente: datos tomado con la ayuda del GPS, 2015

###### **3. Condiciones climáticas**

Las condiciones climáticas del lugar del experimento se citan en el Cuadro 12.

##### **CUADRO 12. CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO.**

Temperatura media anual:	12-16°C
Humedad relativa:	73%
Precipitación media anual:	250-500 mm

Fuente: Sinaluisa (2009)

###### **4. Clasificación ecológica**

Según Holdridge (1982) la zona de estudio se encuentra en el callejón interandino y corresponde a la formación ecológica estepa – Montano (e-M).

## 5. Características del suelo

### a. Características físicas

Las características físicas del suelo en que se llevó a cabo el experimento se citan en el Cuadro 13.

**CUADRO 13. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO.**

Origen:	Volcánico
Textura:	Franco arenoso
Estructura:	Granular
Drenaje:	Bueno
Topografía:	Plana
Profundidad:	> 0.50 m

Fuente: Laboratorio de Suelos – EIA – ESPOCH. 2015

### b. Características químicas del suelo

Las características químicas del suelo en que se llevó a cabo el experimento se citan en el Cuadro 14.

## B. MATERIALES

### 1. Insumos

Plántulas de brócoli var Avenger, Biofungi, Fertilizantes orgánicos (Ferthigue: 107 kg/ensayo) y fertilizantes químicos en kg/ensayo (3.39 de  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ; 14,15 de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 18,68 de  $\text{CaNO}_3$  y 2,12 de  $\text{MgSO}_4$ ), Fungicida orgánico (Citrubact: 2cc/l de agua), Insecticida orgánico (RiCiN-Oil: 0.5 cc/l de agua).

**CUADRO 14. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO.**

Elementos		Cantidad	Unidad	Nivel
Nitrógeno	NH <sub>4</sub>	5.0	mg/l	Bajo
Fósforo	P	68.9	“	Alto
Potasio	K	273.7	“	Alto
Calcio	Ca	3747.5	“	Medio
Magnesio	Mg	595.8	“	Medio
Hierro	Fe	23.8	“	Medio
Zinc	Zn	1.6	mg/l	Bajo
Manganeso	Mn	4.2	“	Bajo
	pH	8.1		Alcalino
Materia Org	MO	0.8	%	Bajo
	CIC	3.4	meq/100 g	Muy Bajo

**Fuente:** Laboratorio de Suelos – EIA – ESPOCH. 2015

## 2. Equipos y materiales

### a. De campo

Bomba de mochila, Flexómetro, Cinta métrica, Estacas, combo, Piola, Azadones, Rastrillo, Hoyadora, Tarjetas de identificación, Libreta de campo, Dosificadores, Letreros, Cámara fotográfica, Barreno, Fundas plásticas, Gps, Balanza digital, Overol y botas de caucho, Guantes, Mascarilla, Gafas, Lupa, Navaja, Envase de vidrios, etc.

### b. De escritorio

Computadora, Calculadora, Regla, Impresora, Internet, y Papelería en general, Lápices y borradores, Carpetas, etc.

## 3. Material experimental

Se utilizó el fertilizante foliar Biofungi, en dosis por litro de agua: 1cc, 2cc y 3cc. Además se trabajó con plantas de brócoli var Avenger.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) bifactorial ((AxBxR)+1T), con 7 tratamientos incluido el testigos absoluto y 4 repeticiones.

### 2. Factores en estudio

En el cuadro 15, se detallan los factores en estudio. Factor A: Dosis de aplicación; Factor B: Frecuencia de aplicación.

**CUADRO 15. FACTORES EN ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>Factor A: Dosis</b>	<b>Factor B: Frecuencia</b>
A1: 50% (1 cc/l de agua)	B1: 7 días
A2: 100% (2 cc/l de agua)	B2: 14 días
A3: 150% (3 cc/l de agua)	

Elaborado por: Guamán, L. 2015.

### 3. Tratamiento en estudio

En el Cuadro 16, se detallan los tratamientos objetos de estudio

**CUADRO 16. TRATAMIENTO EN ESTUDIO**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DOSIS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DxF</b>	<b>DETALLE</b>
T1	A1	B1	A1B1	1 cc/l cada 7 ddt
T2	A2	B1	A2B1	2 cc/l cada 7 ddt
T3	A3	B1	A3B1	3 cc/l cada 7 ddt
T4	A1	B2	A1B2	1 cc/l cada 14 ddt
T5	A2	B2	A2B2	2 cc/l cada 14 ddt
T6	A3	B2	A3B2	3 cc/l cada 14 ddt
T7	TESTIGO ABSOLUTO		TA	Nada

Elaborado por: Guamán, L. 2015.



#### 4. Características del campo experimental

##### a. Especificación de la parcela experimental.

En el cuadro 17, se especifican las características de la parcela experimental.

**CUADRO 17. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

1)	Número de tratamientos	7	
2)	Número de repeticiones	4	
3)	Número de unidades experimentales	28	
4)	Forma	Cuadrado	
5)	Ancho de la Parcela	3	m
6)	Largo de la Parcela	3	m
7)	Borde efecto	0.3	m
8)	Distancia entre hileras	0.6	m
9)	Distancia entre plantas	0.3	m
10)	Densidad poblacional	55555	plantas/ha
11)	Distancia entre bloques	1	m
12)	Distancia entre parcelas	0.60	m
13)	Área total de la parcela	9	m <sup>2</sup>
14)	Área neta de la parcela	4.86	m <sup>2</sup>
15)	Área total del ensayo	438,60	m <sup>2</sup>
16)	Área neta del ensayo	136,08	m <sup>2</sup>
17)	Número de hileras	5	
18)	Número de plantas/hilera	9	
19)	Número de plantas/parcela	45	
20)	Número de plantas/parcela neta	21	
21)	Número total de plantas en el ensayo	1260	
22)	Número de plantas a evaluar/parcela	10	

**Elaborado por:** Guamán, L. 2015.

## 5. Esquema del análisis de varianza

En el cuadro 18, se presenta el esquema del análisis de varianza que se utilizó en el ensayo.

**CUADRO 18. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.**

<b>F de V</b>	<b>g.l</b>
Total	27
Repeticiones	3
Tratamientos	6
Dosis (A)	2
Frecuencia (B)	1
Interacción AxB	2
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1
Error	18

Elaborado por: Guamán, L. 2015.

## 6. Análisis funcional

Para el análisis estadístico en las diferentes variables a evaluar se realizó lo siguiente:

- a. El análisis de varianza para determinar las pruebas de significancia estadística.
- b. Comparación ortogonales para TA vs T1, T2, T3, T4, T5 y T6.
- c. El coeficiente de variación expresado en porcentaje (%).
- d. Separación de medias de los tratamientos según la prueba de Tukey al 5%.

## 7. Análisis económico

Se realizó el análisis económico según Perrin et al.

## **D. MÉTODO DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS**

### **1. Prendimiento a los 8 días después del trasplante (%P).**

En un periodo de tiempo comprendido de 8 días después del trasplante; se contó las plantas prendidas en toda la parcela, la misma que se expresó en porcentajes.

### **2. Altura de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante.**

Se midió la altura en cm, de 10 plantas a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, desde la base del cuello hasta la parte más alta de la planta, en cada tratamiento y repetición.

### **3. Días hasta la aparición del 50% de floretes de la parcela neta.**

Se contabilizó el tiempo transcurrido en días desde el trasplante hasta la aparición del 50% de los floretes en la parcela.

### **4. Diámetro de los floretes después de la cosecha**

Para calcular el diámetro de los floretes se utilizó la siguiente fórmula  $D = C/\pi$ . Donde: D: es el diámetro; C: es el perímetro y  $\pi$ : pi radianes. Para determinar el perímetro se utilizó una cinta métrica, ubicándolo en la parte media o ecuatorial, en 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento a momento de la cosecha.

### **5. Peso de los floretes a la cosecha**

Los 10 floretes de cada tratamiento se pesaron con una balanza digital al momento de la cosecha y se expresó en gramos.

### **6. Rendimiento por parcela neta y por hectárea**

El rendimiento por parcela neta se evaluó al momento de la cosecha tomando en cuenta el promedio de las 10 plantas evaluadas por cada tratamiento y proyectándoles para el número de plantas por parcela neta, la misma que se expresó en kilogramos/parcela neta. Mientras

que el rendimiento por hectárea se expresó en toneladas/hectárea, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$R = PCP(kg) * ((10000m^2/ha) / (ANCm^2/1))$  Donde:

R: Rendimiento en kg/ha; PCP: Peso de Campo por Parcela; ANC: Área neta cosechada en m<sup>2</sup>. (Valdéz, 2012)

## **7. Análisis económico**

En base al rendimiento total en kg/ha, al costo total de producción por kilo y al costo de producción por hectárea, se realizó el análisis económico según Perrin et al.

### **E. MANEJO DEL ENSAYO**

#### **1. Labores preculturales**

##### **a. Muestreo para el análisis de suelo**

Considerando el uso del suelo que se dio antes del cultivo de brócoli para su análisis físico y químico, 2 meses antes del trasplante, se tomó 20 submuestras a través del método de zigzag, con la ayuda del barreno a una profundidad de 25 cm., la cual se mezcló y se envió una muestra de 1 kg de suelo al laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH, para su análisis respectivo.

##### **b. Abonamiento orgánico**

Por el bajo contenido de materia orgánica, según el análisis de suelo en el laboratorio, se incorporó 99 gr/planta de ferthigue, fraccionadas en tres aplicaciones: la primera antes del trasplante, y las dos restantes a los 30 y 60 días después del trasplante respectivamente.

##### **c. Preparación del suelo**

Se realizaron dos pases de rastra, a una profundidad de 25 cm con el fin de desmenuzar los terrones del suelo y lograr una capa suelta para el desarrollo de las raíces.

**d. Nivelación del terreno**

Esta labor se realizó con la ayuda de rastrillos, para obtener una distribución homogénea de todos los tratamientos.

**e. Surcado**

Se realizó manualmente, con la ayuda de una piola larga, medida de 0.30 m y azadón, dejando camellones separadas a 0.60m entre sí.

**f. Trazado de parcelas**

Esta labor se realizó con la ayuda de cinta métrica, estacas y piolas, siguiendo el esquema de distribución de los tratamientos en el campo (Anexo 4).

**g. Hoyado**

Esta labor se realizó, siguiendo una matriz específica en cada una de las tratamientos y repeticiones, separadas a una distancia de 0.30 m y una profundidad de 0.20 m.

**h. Primera fertilización o de base**

Se realizaron tres fertilizaciones en función de la extracción del cultivo de brócoli por hectárea y el análisis del suelo del ensayo.

La primera fertilización o de base, se realizó después del hoyado, colocando los fertilizantes/planta (3.14 gr  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ; 8.5 gr de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 1.88 gr de  $\text{CaNO}_3$  y 1.96 gr de  $\text{MgSO}_4$ ) en el interior del hoyo que posteriormente se mezcló con el suelo.

**2. Labores culturales****a. Trasplante**

Para el trasplante se utilizaron plántulas de brócoli var Avenger, que contenga de 3 a 4 hojas verdaderas, las cuales se colocó en los hoyos previamente fertilizados; además se

tomó en cuenta de que no quede las bolsas de aire en el interior del hoyo y que la superficie superior del pilón quede al ras del suelo.

#### **b. Riego**

El riego que se proporcionó fue por gravedad, un riego abundante un día antes del trasplante hasta llegar a capacidad de campo. Posterior al trasplante se dio otro riego ligero, con el fin de que las plántulas no sufran estrés hídrico y haya un buen prendimiento.

Durante la fase de crecimiento y la inducción floral se dotó 2 riegos por semana, tomando en cuenta de que el suelo este en capacidad de campo y en el resto de tiempo se dio un riego por semana.

#### **c. Rascadillo**

El rascadillo se realizó 30 días después del trasplante, con la ayuda de una azada, con el fin de aflojar la superficie del suelo, con esta labor se aprovechó la incorporación del fertilizante aplicada al suelo por segunda vez.

#### **d. Fertilización**

##### **1) Fertilización edáfica**

La segunda fertilización edáfica se realizó 30 días después del trasplante, al momento del rascadillo, se incorporó/planta (33gr de ferthigue; 7.71 gr de  $\text{CaNO}_3$ ). Y la tercera fertilización a los 60 días después del trasplante al momento del aporque, se incorporó/planta (33gr de ferthigue; 7.71 gr de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; 4.6 gr de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ).

##### **2) Fertilización foliar con Biofungi.**

La aplicación del Biofungi, se realizó cada 7 y 14 días, con tres diferentes dosis/litro de agua: 1cc, 2cc y 3cc, con la cual determinamos la prueba de la eficacia en el rendimiento.

**e. Control de malezas**

El control de malezas se realizó manualmente utilizando una azada, a los 40 y 70 días después del trasplante si es necesario.

**f. Aporque**

El aporque se efectuó a los 60 días después del trasplante, la misma que se llevó a cabo, con la ayuda de un azadón.

**g. Control de plagas y enfermedades**

Se realizó un control integrado de plagas y enfermedades, de acuerdo a la sintomatología que presentaron las plantas, para la cual se utilizó productos ecológicos y productos químicos cuyos ingredientes activos son permitidos en la agricultura orgánica.

**h. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual cuando el 95% de las pellas estaban listas, utilizando fundas plásticas, cuchillo, cortando a 5 cm por debajo de la inserción del florete, posteriormente se procedió a la evaluación en base a los parámetros que se estipulo en la investigación.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. RESULTADOS

#### 1. Porcentaje de prendimiento a los 8 días después del trasplante.

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento (Cuadro 19, Anexo 5), no presentó diferencias significativas para ningún factor en estudio.

En promedio del porcentaje de prendimiento a los 8 días fue 98.10%.

El coeficiente de variación fue 4,08 %.

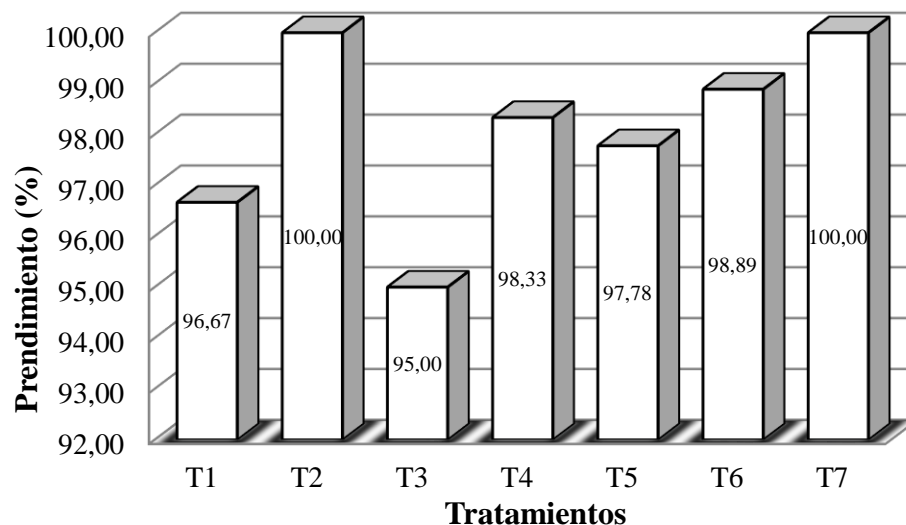
**CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tab		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	461,38	17,09				
REPETICIONES	3	94,53	31,51	1,97	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	78,66	13,11	0,82	2,66	4,01	ns
DOSIS	2	16,05	8,02	0,50	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	7,41	7,41	0,46	4,41	8,29	ns
DOSIS X FRECUENCIA	2	38,27	19,14	1,20	3,55	6,01	ns
T.AB vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	16,93	16,93	1,06	4,41	8,29	ns
ERROR	18	288,18	16,01				
MEDIA GENERAL			98,10				
C DE V (%)			4,08				

Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.

ns: no significativo





**GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 8 DESPUÉS DEL TRASPLANTE**

En el Gráfico 1, se aprecia que a los 8 días después del trasplante, hubo un prendimiento de las plántulas por encima del 95%, éste indica que las plántulas son de calidad y aptas para el trasplante.

**2. Altura de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante.**

**a. Altura de la planta a los 30 días después del trasplante.**

El análisis de varianza para altura de la planta (cm) a los 30 días después del trasplante (Cuadro 20; Anexo 6) presentó diferencias no significativas para Repeticiones, Dosis de aplicación (A) y la Interacción Dosis x frecuencia, mientras que para los Tratamientos, Frecuencia de aplicación (B) y Testigo absoluto vs Alternativos presentaron diferencias altamente significativas.

En promedio la altura de la planta a los 30 días después del trasplante fue 16.79 cm.

El coeficiente de variación fue 5,79 %.

La aplicación de 3 cc de Biofungi por litro de agua con frecuencia de aplicación de 14 días (T6), alcanzó la mayor altura de 18,8 cm.

**CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 30 DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	139,75	5,18				
REPETICIONES	3	0,09	0,03	0,04	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	125,39	20,90	26,34	2,66	4,01	**
DOSIS	2	0,50	0,25	0,32	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	26,71	26,71	33,67	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	0,13	0,07	0,08	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	98,04	98,04	123,58	4,41	8,29	**
ERROR	18	14,28	0,79				
MEDIA GENERAL			16,79				
C de V (%)			5,30				

**Elaborado por:** GUAMÁN, L. 2015.

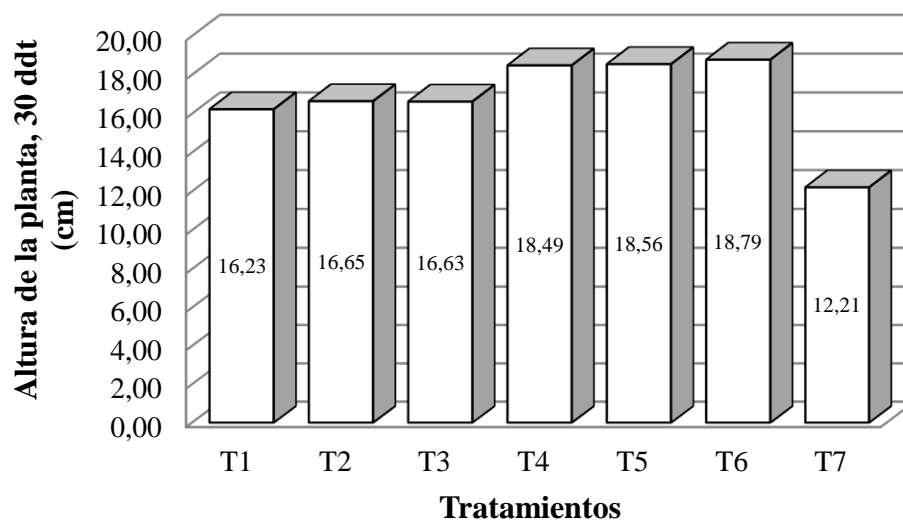
ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 30 días después del trasplante según tratamientos (Cuadro 21; Grafico 2), se observa dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos T1 al T6, con una media de 16,23 y 18,79 cm respectivamente, y en el rango “B” se ubicó el tratamiento T7 con una media 12,21 cm.

**CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (cm)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	18,79	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	18,56	A
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	18,49	A
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	16,65	A
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	16,63	A
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	16,23	A
T7	Nada	TESTIGO	12,21	B

**Elaborado por:** GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 2. ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

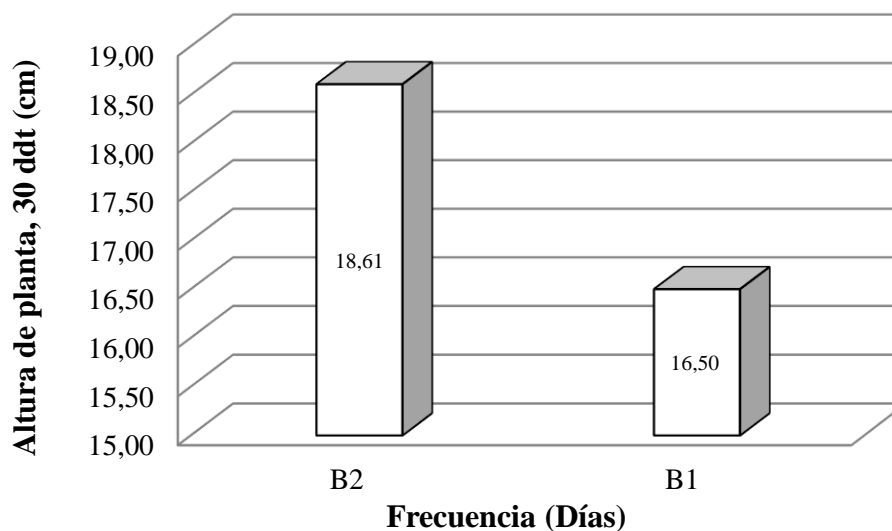
En el Gráfico 2, se aprecia que a los 30 días después del trasplante, con la aplicación del fertilizante orgánico foliar Biofungi en dosis de 3cc de biofungi/l de agua y cada 14 días (T6) supera en el crecimiento de la planta en 6.58 cm (35,01 %), si se compara con el T7 (testigo absoluto).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 30 días después del trasplante (Cuadro 22; Grafico 3), según las frecuencias presenta dos rangos, en el rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2), con una media de 18,61 cm y en el rango “B” se ubicó frecuencia de aplicación cada 7 días (B1) con una media de 16,50 cm.

**CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DT, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN.**

FRECUENCIA	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
14 Días	B2	18,61	A
7 Días	B1	16,50	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 3. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

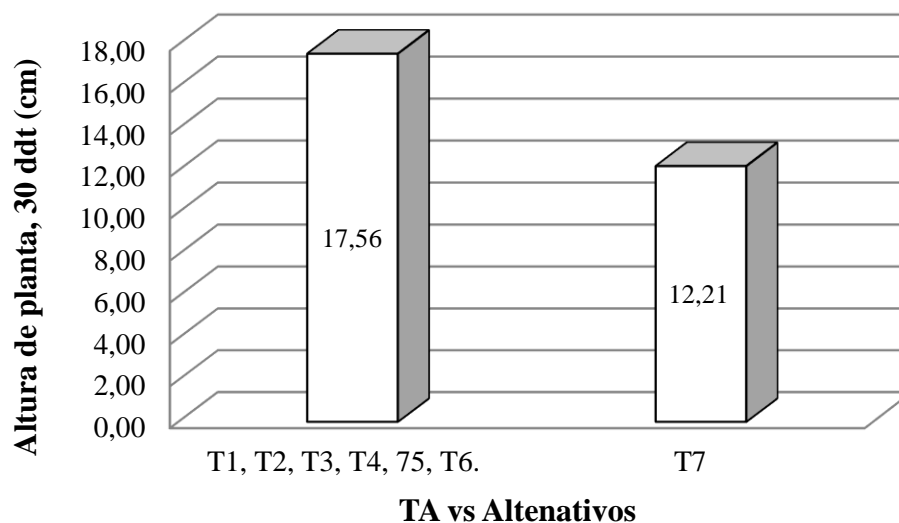
En el Gráfico 3, se aprecia que a los 30 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación, la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) supera en el crecimiento de la planta en 2,11 cm (11,33 %), si se compara con la frecuencia aplicación cada 7 días (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 30 días después del trasplante (Cuadro 23; Grafico 4), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presenta dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 17,56 cm, y en el rango “B” se ubicó el T7 o Testigo absoluto (TA) con una media 12,21 cm.

**CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DT, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	17,56	A
T7	12,21	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 4. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DESPUÉS DT, SEGÚN LA COMPARACIÓN DEL TA VS ALTERNATIVOS.**

En el Gráfico 4, se aprecia que a los 30 días después del trasplante según la comparación del testigo absoluto (TA) vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera en el crecimiento de la planta en 5,11 cm (29,50 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

**b. Altura de la planta (cm) a los 45 días después del trasplante.**

El análisis de varianza, para altura de planta (cm) a los 45 días después del trasplante (Cuadro 24; Anexo 7) presentó diferencias no significativas para Repeticiones, Dosis de aplicación (A) y la Interacción Dosis x frecuencia. Mientras que para los Tratamientos, Frecuencia de aplicación (B) y Testigo absoluto vs Alternativos, presentaron diferencias altamente significativas.

En promedio la altura de la planta a los 45 días después del trasplante fue 27.22 cm.

El coeficiente de variación fue 5,39 %.

La aplicación de 3 cc de Biofungi/l de agua con la frecuencia de aplicación cada 14 días (T6), alcanzó la mayor altura numérica de 31,01 cm.

**CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 45 DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	223,02	8,26				
REPETICIONES	3	17,01	5,67	2,64	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	167,27	27,88	12,96	2,66	4,01	**
DOSIS	2	12,50	6,25	2,91	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	82,36	82,36	38,27	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	2,69	1,35	0,63	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	69,71	69,71	32,40	4,41	8,29	**
ERROR	18	38,73	2,15				
MEDIA GENERAL			27,22				
C de V (%)			5,39				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

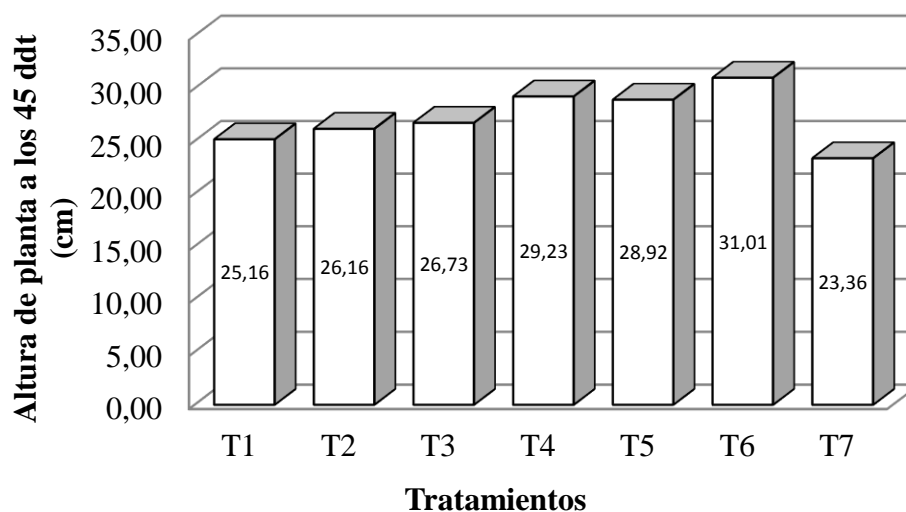
ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 45 días después del trasplante (Cuadro 25; Grafico 5), según tratamientos presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó los tratamientos T6, T4, T5 y T3, con una media de 31,01; 29,23; 28,92 y 26,73 cm respectivamente, y en el rango “AB” se ubicó los tratamientos T1, T2 y T7 con una media 25,16, 26,16 y 23,36 cm respectivamente.

**CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (cm)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	31,01	A
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	29,23	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	28,92	A
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	26,73	A
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	26,16	AB
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	25,16	AB
T7	Nada	TESTIGO	23,36	AB

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 5. ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

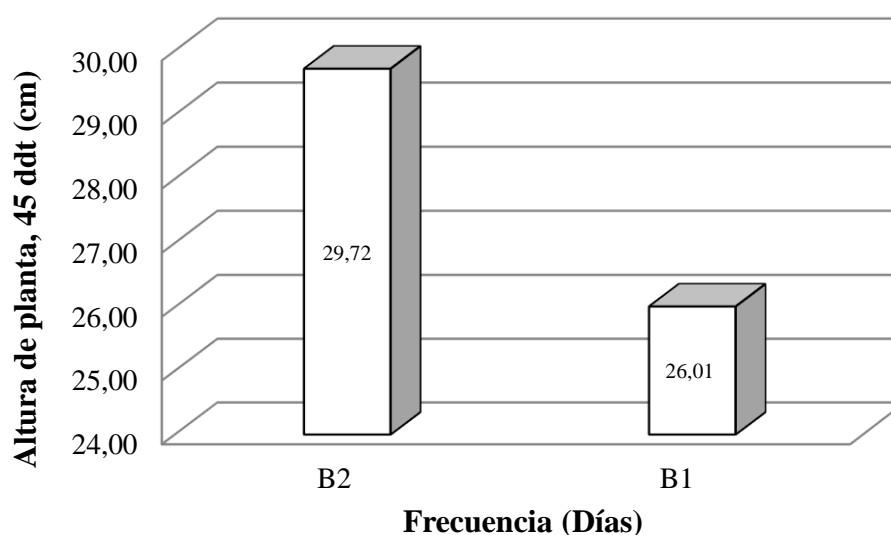
En el Gráfico 5, se aprecia que a los 45 días después del trasplante con la aplicación del fertilizante orgánico foliar Biofungi, en dosis de 3cc/l de agua y cada 14 días (T6) supera en el crecimiento de la planta (altura) en 7,65cm (24,67%), si se compara con el testigo absoluto (T7).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 45 días después del trasplante (Cuadro 26; Grafico 6), según las frecuencias de aplicación presentaron dos rangos. En el rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) con una media de 29,72 cm y en el rango “B” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1) con una media 26,01 cm.

**CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

FRECUENCIA	CODIGO	MEDIA (cm)	RANGO
14 Días	B2	29,72	A
7 Días	B1	26,01	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 6. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

En el Gráfico 6, se aprecia que a los 45 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación, la frecuencia aplicación cada 14 días (B2) supera en el crecimiento de la planta en 3,71 cm (12,48 %), si se compara con la frecuencia aplicación cada 7 días (B1).

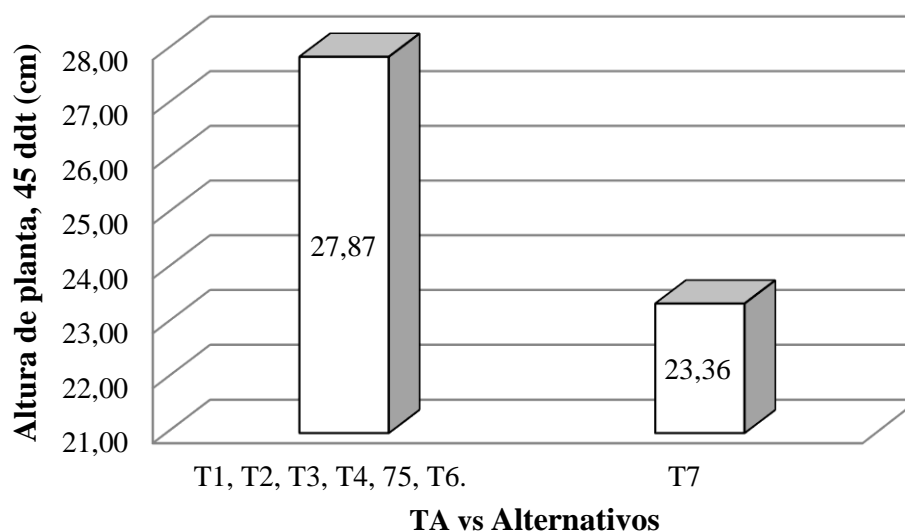


En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 45 días después del trasplante (Cuadro 27; Grafico 7), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentaron dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 17,32 cm, y en el rango “B” se ubicó el Testigo absoluto (T7) con una media 12,21 cm.

**CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	27,87	A
T7	23,36	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 7. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS DT, SEGÚN LA COMPARACIÓN DEL TA VS ALTERNATIVOS.**

En el Gráfico 7, se aprecia que a los 45 días después del trasplante según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera en el crecimiento de la planta en 4,51 cm (16,18 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

**c. Altura de la planta (cm) a los 60 días después del trasplante**

El análisis de varianza, para altura de planta (cm) a los 60 días después del trasplante (Cuadro 28; Anexo 8) presentó diferencias no significativas para Dosis de aplicación (A) y la Interacción Dosis x frecuencia. Y diferencias significativas para Repeticiones. Mientras que para las Tratamientos, Frecuencia de aplicación (B) y Testigo absoluto vs Alternativos, presentaron diferencias altamente significativas.

En promedio la altura de planta a los 60 días después del trasplante fue 35,85 cm

El coeficiente de variación fue 3,73 %.

La aplicación de 3cc de Biofungi/l de agua con la frecuencia de aplicación de 14 días (T6), alcanzó la mayor altura de 39,13 cm.

**CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	300,16	11,12				
REPETICIONES	3	22,53	7,51	4,21	3,16	5,09	*
TRATAMIENTOS	6	245,50	40,92	22,93	2,66	4,01	**
DOSIS	2	4,30	2,15	1,21	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	87,82	87,82	49,21	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	1,36	0,68	0,38	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	152,02	152,02	85,18	4,41	8,29	**
ERROR	18	32,12	1,78				
MEDIA GENERAL			35,85				
C de V (%)			3,73				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

ns: no significativo, \*\*: altamente significativo

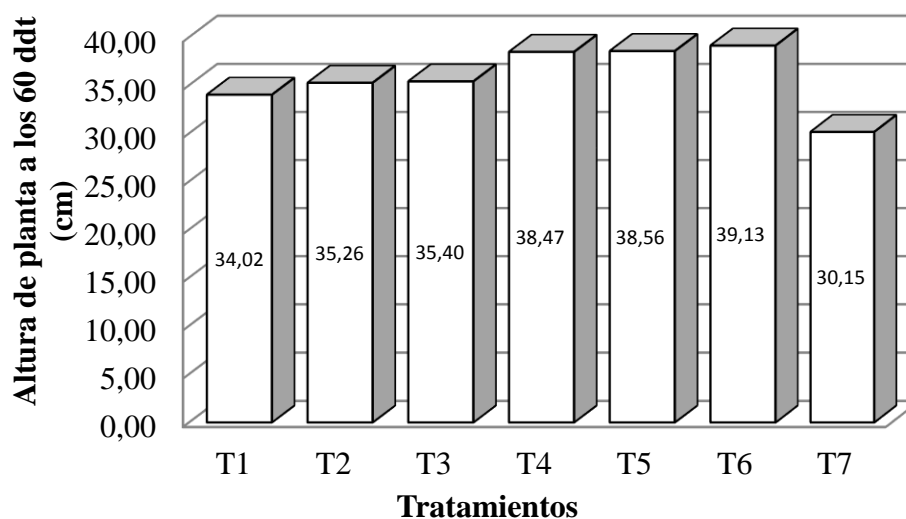
En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días después del trasplante según tratamientos (Cuadro 29; Grafico 8), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos T6, T5, T4, T3, T2 y T1, con una media de 39,13; 38,56; 38,47; 35,40; 35,26; 34,02 cm respectivamente, y en el rango “B” se ubicó el T7 con una media 30,15 cm.

**CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (cm)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	39,13	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	38,56	A
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	38,47	A
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	35,40	A
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	35,26	A
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	34,02	A
T7	Nada	TESTIGO	30,15	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

ddt: días después del trasplante



**GRÁFICO 8. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

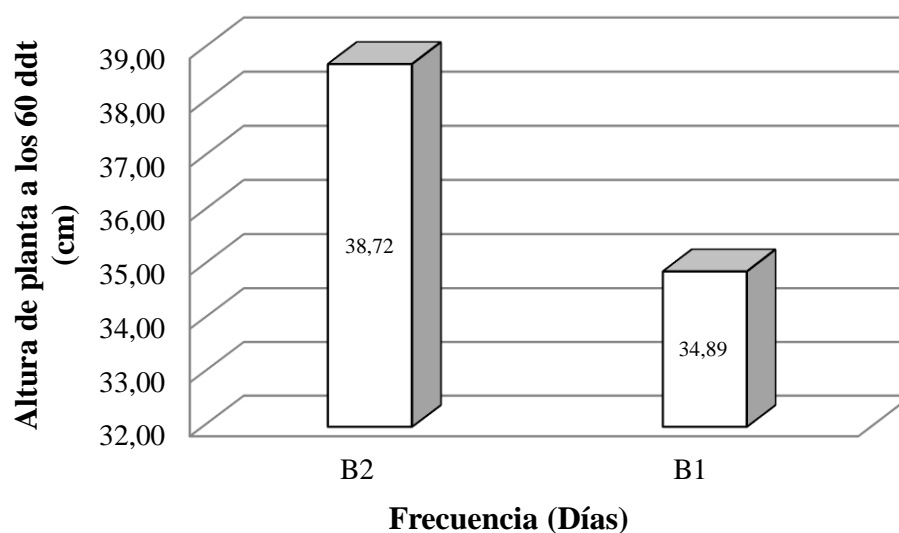
En el Gráfico 8, se aprecia que a los 60 días después del trasplante, con la aplicación del fertilizante orgánico foliar Biofungi, en dosis de 3cc/l de agua y cada 14 días (T6) supera en el crecimiento de la planta (altura) en 8,98 cm (22,95 %), si se compara con el testigo absoluto (T7).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días después del trasplante (Cuadro 30; Grafico 9), según las frecuencias de aplicación presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) con una media de 38,72 cm y en el rango “B” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1) con una media de 34,89 cm.

**CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

FRECUENCIA	CODIGO	MEDIA (cm)	RANGO
14 Días	B2	38,72	A
7 Días	B1	34,89	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 9. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

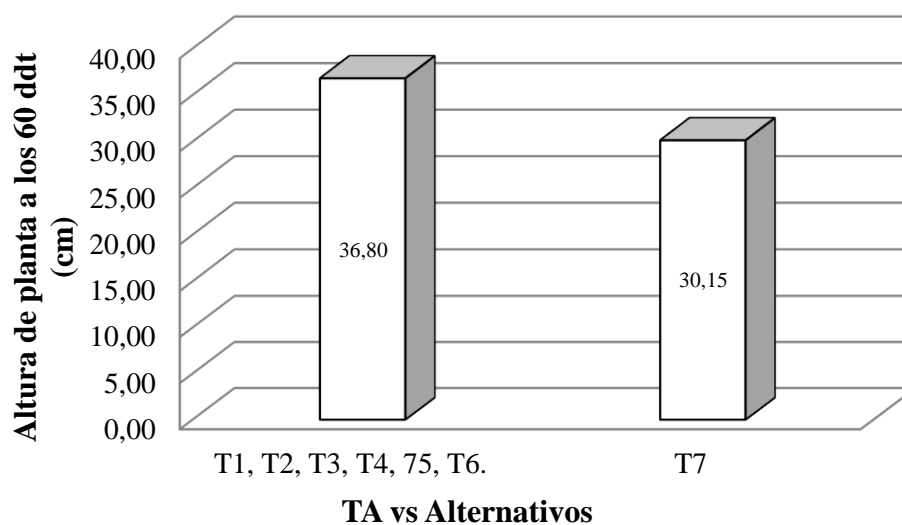
En el Gráfico 9, se aprecia que a los 60 días después del trasplante según las frecuencias de aplicación, la frecuencia aplicación cada 14 días (B2) supera en el crecimiento de la planta en 3,83 cm (9,89%), si se compara con la frecuencia aplicación cada 7 días (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días después del trasplante (Cuadro 31; Grafico 10), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 36,80 cm, y en el rango “B” se ubicó el testigo absoluto (T7) con una media 30,15 cm.

**CUADRO 31. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	36,80	A
T7	30,15	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 10. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DT, SEGÚN LA COMPARACIÓN DEL TA VS ALTERNATIVOS.**

En el Gráfico 10, se aprecia que a los 60 días después del trasplante según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera en el crecimiento de la planta en 6,65 cm (18,07 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

**d. Altura de la planta (cm) a los 75 días después del trasplante**

En el análisis de varianza para altura de planta a los 75 días después del trasplante (Cuadro 32; Anexo 9), presenta diferencias no significativas para Repeticiones, Dosis de aplicación (A), Frecuencias de aplicación (B) e Interacción de Dosis x Frecuencias, mientras que para Tratamientos y Testigo absoluto vs Alternativos presentaron diferencias altamente significativas.

En promedio la altura de planta a los 75 días después del trasplante fue 44,85 cm.

El coeficiente de variación 7,36 %.

La aplicación de 3cc de Biofungi/l de agua con la frecuencia de aplicación cada 14 días (T6), alcanzó la mayor altura de 48,05 cm.

**CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	516,52	19,13				
REPETICIONES	3	38,03	12,68	1,16	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	282,29	47,05	4,32	2,66	4,01	**
DOSIS	2	0,54	0,27	0,02	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	36,09	36,09	3,31	4,41	8,29	ns
DOSIS X FRECUENCIA	2	9,54	4,77	0,44	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	236,12	236,12	21,66	4,41	8,29	**
ERROR	18	196,21	10,90				
MEDIA GENERAL			44,85				
C de V (%)			7,36				

**Elaborado por:** GUAMÁN, L. 2015.

ns: no significativo, \*\*: altamente significativo

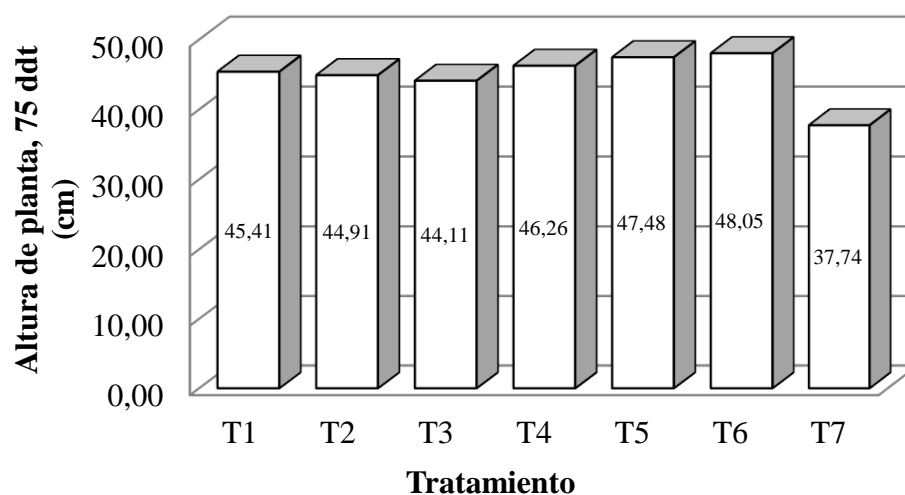
En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 75 días después del trasplante (Cuadro 33; Gráfico 11), según tratamientos presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos T6, T5 y T4, con una media de 48,05; 47,48 y 46,26 cm respectivamente, y en el rango “AB” se ubicaron los tratamientos T1, T2, T3 y T7 con una media 45,41; 44,91; 44,11 y 37,74 cm respectivamente.

**CUADRO 33. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (cm)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	48,05	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	47,48	A
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	46,26	A
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	45,41	AB
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	44,91	AB
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	44,11	AB
T7	0 cc	TESTIGO	37,74	AB

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

ddt: días después del trasplante.



**GRÁFICO 11. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

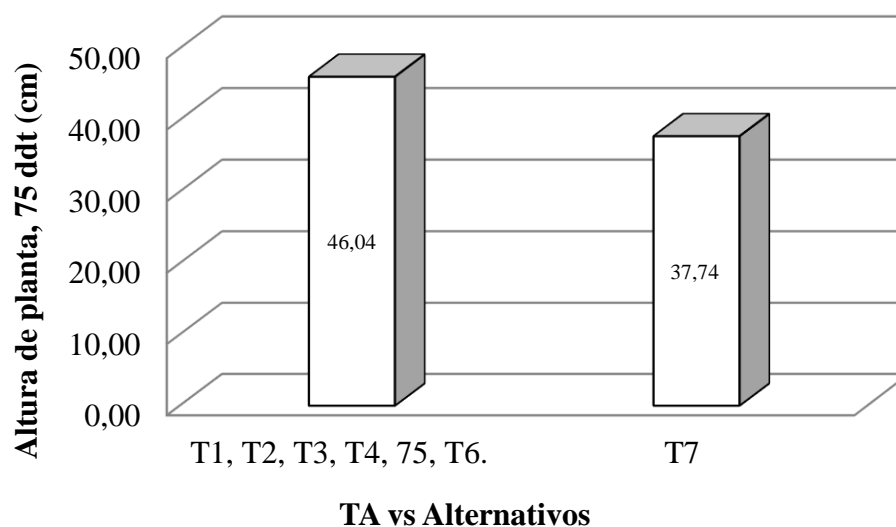
En el gráfico 11, para altura de planta a los 75 días después del trasplante, podemos observar que con la aplicación de biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) supera en crecimiento en 10,31cm (21,46%), al compara con el testigo absoluto (T7).

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 75 días después del trasplante (Cuadro 34; Grafico 12), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 46,04 cm, y en el rango “B” se ubicó el Testigo absoluto (TA) con una media 37,74 cm

**CUADRO 34. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DT, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	46,04	A
T7	37,74	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 12. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**



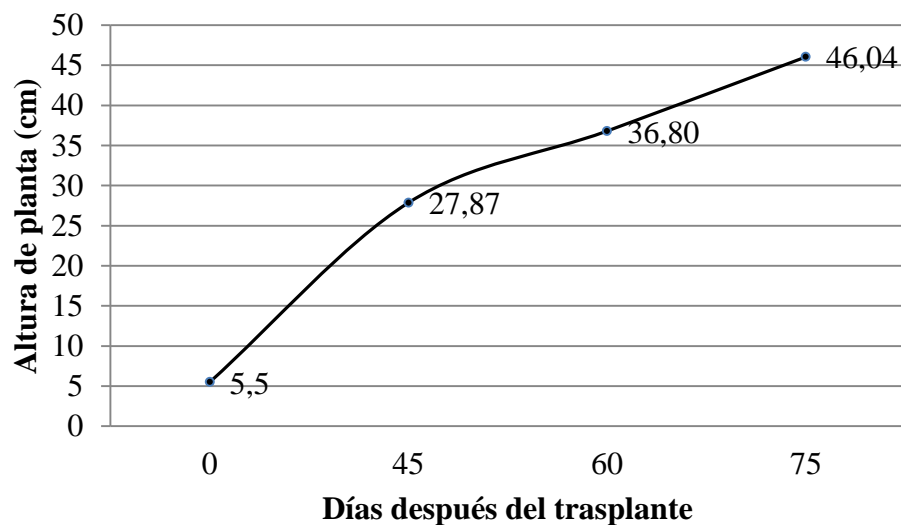
En el Gráfico 12, se aprecia que a los 75 días después del trasplante según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera en el crecimiento de la planta en 8,30 cm (18,03%), si se compara con el testigo absoluto (TA).

En el Cuadro 35; Figura 1, a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, se observa el crecimiento del cultivo de brócoli Var.. Avenger, con una altura media de 17,32; 28,09; 36,72 y 46,04 cm respectivamente.

**CUADRO 35. CRECIMIENTO (cm) DEL CULTIVO DE BRÓCOLI VAR. AVENGER EN FUNCIÓN DEL TIEMPO (DÍAS).**

DDT	MEDIA (cm)
30	17,56
45	27,87
60	36,80
75	46,04

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**FIGURA 1. CURVA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI VAR. AVENGER.**

### 3. Días hasta la aparición del 50% de floretes después del trasplante

En el análisis de varianza para días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplante (Cuadro 36; Anexo 10), presentó diferencias altamente significativas entre Tratamientos al igual que para el Testigo absoluto vs Alternativos. Presenta diferencia significativa para Repeticiones, mientras que para Dosis de aplicación (A), Frecuencia de aplicación (B) e Interacción entre Dosis x Frecuencias presentaron diferencias no significativas.

En promedio, días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplantes fue 69.64 días.

El coeficiente de variación 2.20 %.

**CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS HASTA LA APARICIÓN DEL 50 % DE PELLAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	217,63	8,06				
REPETICIONES	3	30,34	10,11	4,30	3,16	5,09	*
TRATAMIENTOS	6	145,01	24,17	10,29	2,66	4,01	**
DOSIS	2	2,06	1,03	0,44	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	0,13	0,13	0,06	4,41	8,29	ns
DOSIS X FRECUENCIA	2	6,37	3,19	1,36	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	136,44	136,44	58,08	4,41	8,29	**
ERROR	18	42,28	2,35				
MEDIA GENERAL			69,64				
C de V (%)			2,20				

Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.

ns: no significativo, \*: significativo \*\*: altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplante (Cuadro 37; Gráfico 13), según tratamientos presentó dos rangos. En el rango "A" se ubica el testigo absoluto (T7) con una media de 75.05 días después del trasplante.

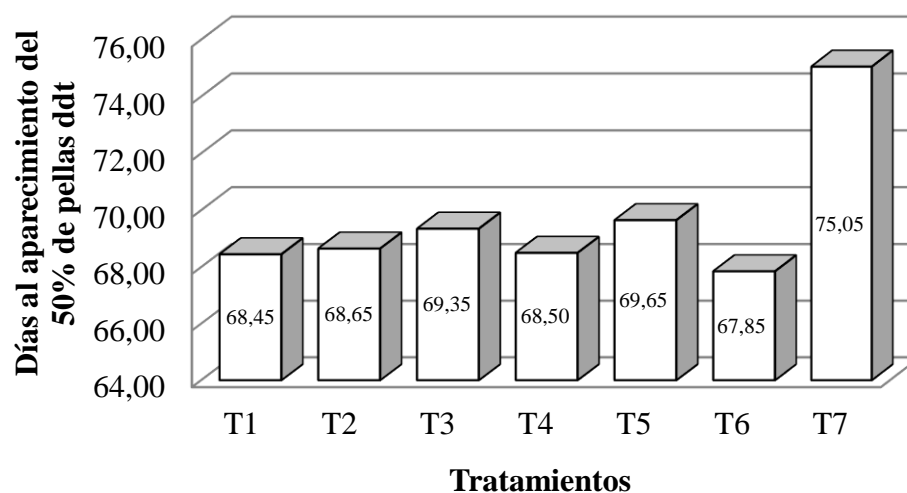
En el rango “B” se ubican los restos del los tratamientos T5, T3, T2, T4, T1 y T6 con una media de 69,65; 69,35; 68,65; 68,50; 68,45 y 67,85 ddt respectivamente.

**CUADRO 37. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DÍAS HASTA LA APARICIÓN DEL 50% DE PELLAS DÍAS DT, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (ddt)	RANGO
T7	0 cc	TESTIGO	75,05	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	69,65	B
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	69,35	B
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	68,65	B
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	68,50	B
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	68,45	B
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	67,85	B

Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.

ddt: días después del trasplante



**GRÁFICO 13. DÍAS HASTA LA APARICIÓN DEL 50% DE PELLAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

En el gráfico 13, para días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplante, podemos observar que en el testigo absoluto (T7) tardó más tiempo en aparecer la pella

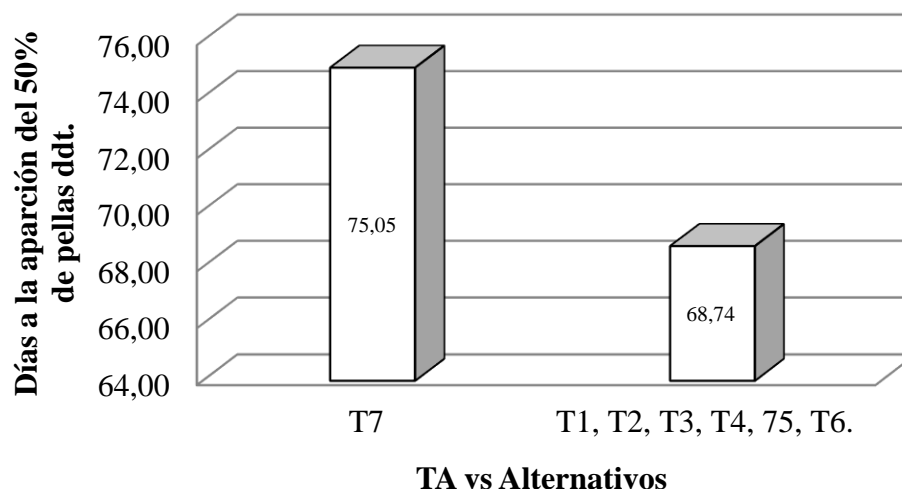
(75.05 días); mientras que el tratamiento con aplicación del biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) tardó menos tiempo en aparecer la pella (67.85 ddt), existiendo una diferencia del 7.2 días (9,59%) entre éstos tratamientos.

En la prueba de Tukey al 5% para días hasta la aparición del 50% de pellas después del trasplante (Cuadro 38; Grafico 14), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 75,05 días, y en el rango “B” se ubicó el TA o T7 con una media 68,74 días.

**CUADRO 38. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DÍAS HASTA LA APARICIÓN DEL 50% DE PELLAS DÍAS DT, SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS.**

TRATAMIENTOS	MEDIA (días)	RANGO
T7	75,05	A
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	68,74	B

Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.



**GRÁFICO 14. DÍAS HASTA LA APARICIÓN DEL 50% DE PELLAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

En el Gráfico 14, se aprecian las medias (días) según la comparación del TA vs Alternativos, el TA tarda más tiempo hasta el apareamiento del 50% de las pellas, con una diferencia de 6,31 días (8,41%) al comparar con la media de los tratamientos alternativos.

#### 4. Diámetro de los floretes después de la cosecha

En el análisis de varianza para diámetro de los floretes después de la cosecha (Cuadro 39; Anexo 11), presentó diferencias altamente significativas entre Tratamientos al igual que para el Testigo absoluto vs Alternativos, mientras que para Repeticiones, Dosis de aplicación (A), Frecuencia de aplicación (B) e Interacción entre Dosis x Frecuencias presentaron diferencias no significativas.

En promedio, el diámetro de los floretes después de la cosecha fue 16,12 cm.

El coeficiente de variación 6,13 %.

**CUADRO 39. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	71,28	2,64				
REPETICIONES	3	8,58	2,86	2,93	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	45,14	7,52	7,71	2,66	4,01	**
DOSIS	2	1,54	0,77	0,79	3,55	6,01	ns
FRECUENCIA	1	3,36	3,36	3,44	4,41	8,29	ns
DOSIS X FRECUENCIA	2	0,34	0,17	0,17	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	39,91	39,91	40,91	4,41	8,29	**
ERROR	18	17,56	0,98				
MEDIA GENERAL			16,12				
C de V (%)			6,13				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

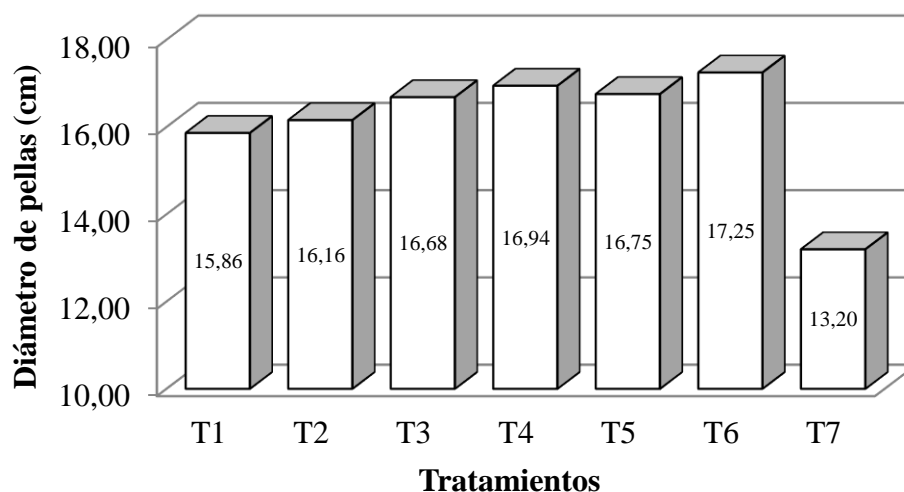
ns: no significativo, \*\*: altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para diámetro de los floretes después de la cosecha (Cuadro 40; Gráfico 15), según tratamientos presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos T6, T4, T5, T3, T2 y T1 con una media de 17.25, 16.94, 16.75, 16.68, 16.16, 15.86 cm respectivamente. En el rango “B” se ubicó el testigo absoluto (T7) con una media de 13.20 cm.

**CUADRO 40. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DIÁMETRO DE LOS FLORETES DÍAS DC, SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (cm)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	17,25	A
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	16,94	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	16,75	A
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	16,68	A
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	16,16	A
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	15,86	A
T7	Nada	TESTIGO	13,20	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 15. DIÁMETRO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

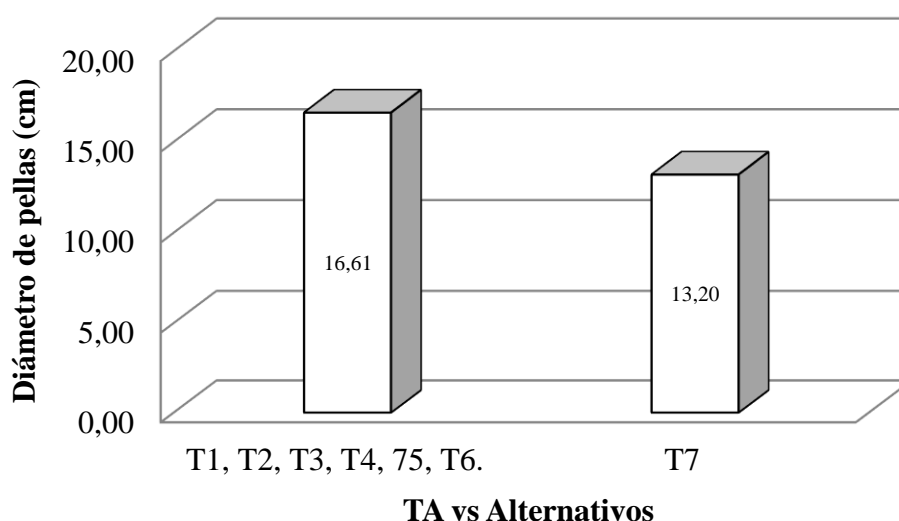
En el gráfico 15, para diámetro de los floretes después de la cosecha, se observó que con el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor diámetro de floretes (13.20 cm), mientras que con la aplicación de biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) se obtuvo mayor diámetro de floretes (17.25 cm), existiendo una diferencia del 4,05 cm (23.48%) entre éstos tratamientos.

En la prueba de Tukey al 5% para diámetro de pellas después de la cosecha (Cuadro 41; Gráfico 16), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 16,71 cm, y en el rango “B” se ubicó el testigo absoluto (TA) con una media 13,20 cm.

**CUADRO 41. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DIÁMETRO DE LOS FLORETES DÍAS DC, SEGÚN TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	16,61	A
T7	13,20	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 16. DIÁMETRO DE FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LA COMPARACIÓN DEL TA VS ALTERNATIVOS**

En el Gráfico 16, se aprecian las medias (cm) del diámetro de los floretes según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera al tener mayor diámetro de los floretes en 3,35cm (20,175%), si se compara con el testigo absoluto (TA).

##### 5. Peso de los floretes después de la cosecha

En el análisis de varianza para peso de los floretes después de la cosecha (Cuadro 42; Anexo 12), presentó diferencias altamente significativas entre Tratamientos al igual que para Dosis de aplicación (A), Frecuencia de aplicación (B) y el Testigo absoluto vs Alternativos, mientras que para Repeticiones e Interacción entre Dosis x Frecuencias de aplicación presentaron diferencias no significativas.

En promedio, el peso de los floretes después de la cosecha fue 492.65 gr.

El coeficiente de variación 9,18%.

#### **CUADRO 42. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA.**

F de V	g.l	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Signific
					0,05	0,01	
TOTAL	27	358451,93	13276,00				
REPETICIONES	3	9458,38	3152,79	1,54	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	312183,78	52030,63	25,44	2,66	4,01	**
DOSIS	2	71823,58	35911,79	17,56	3,55	6,01	**
FRECUENCIA	1	73781,77	73781,77	36,08	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	2946,90	1473,45	0,72	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	163631,53	163631,53	80,02	4,41	8,29	**
ERROR	18	36809,77	2044,99				
MEDIA GENERAL			492,65				
C de V (%)			9,18				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

ns: no significativo, \*: significativo \*\*: altamente significativo

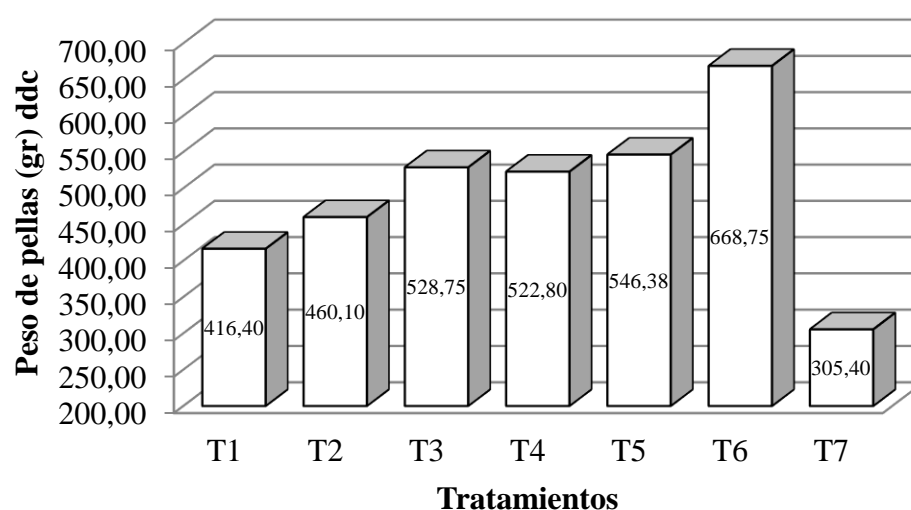


En la prueba de Tukey al 5% para peso de los floretes después de la cosecha (Cuadro 43; Grafico 17), según tratamientos presentó tres rangos. En el rango “A” el tratamiento se ubicó el T6 con una media de 668,75 gr. En el rango “B” se ubicaron los tratamientos T5, T3, T4, T2 y T1 con una media de 546,38; 528,75; 522,80; 460,10; 416,40 gr respectivamente, y en el rango “C” se ubicó el testigo absoluto (T7) con una media de 305.40 gr.

**CUADRO 43. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (gr)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	668,75	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	546,38	B
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	528,75	B
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	522,80	B
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	460,10	B
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	416,40	B
T7	Nada	TESTIGO	305,40	C

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 17. PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS.**

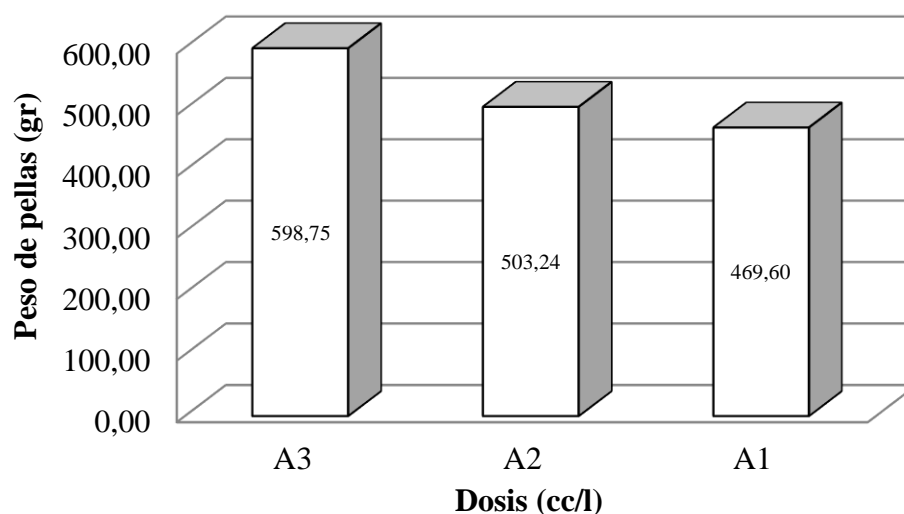
En el gráfico 17, para peso de los floretes después de la cosecha, se observa que en el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor peso de floretes (305.40 gr), mientras que con la aplicación de biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) se obtuvo mayor peso de floretes (668.75 gr), existiendo una diferencia del 363,35 gr (54,33 %) entre éstos tratamientos.

En la prueba de Tukey al 5% para peso de los floretes después de la cosecha según las dosis de aplicación (Cuadro 44; Grafico 18), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron la dosis de aplicación 3cc de biofungi/l de agua (A3) con una media de 598,75 gr y la dosis de aplicación de 2cc de biofungi/l de agua (A2) con una media de 503,24 gr, mientras que en el rango “AB” se ubicó la dosis de aplicación de 1cc de biofungi/l de agua (A1) con una media de 469,60 gr.

**CUADRO 44. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

DOSIS	CÓDIGO	MEDIA (gr)	RANGO
3cc	A3	598,75	A
2cc	A2	503,24	A
1cc	A1	469,60	AB

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 18. PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

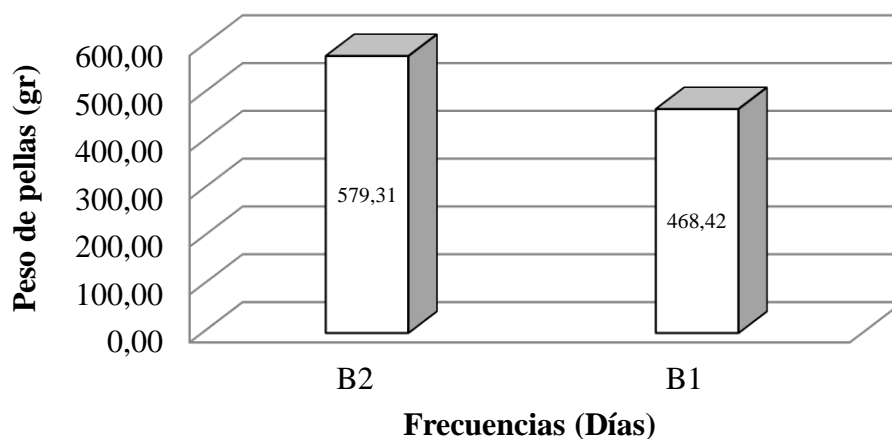
En el gráfico 18, para peso de los floretes después de la cosecha, se observa que con la aplicación del fertilizante foliar biofungi en dosis de 3cc /l de agua (A3) y 2cc/l de agua (A2) superan en el peso de floretes en 129,15 y 33,64 gr (21,57 y 6,68%) respectivamente, si se compara con la dosis de 1cc/l de agua (A1).

En la prueba de Tukey al 5% para peso de los floretes después de la cosecha según las frecuencias de aplicación (Cuadro 45; Grafico 19), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) con una media de 579,31 gr y en el rango “B” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1), con una media de 468,42gr.

**CUADRO 45. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LOS FLORETES DC, SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

FRECUENCIA	CÓDIGO	MEDIAS (gr)	RANGO
14 Días	B2	579,31	A
7 Días	B1	468,42	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 19. PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

En el Gráfico 19, se observa que el peso de los floretes después de la cosecha según las frecuencias de aplicación, la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) supera en el peso

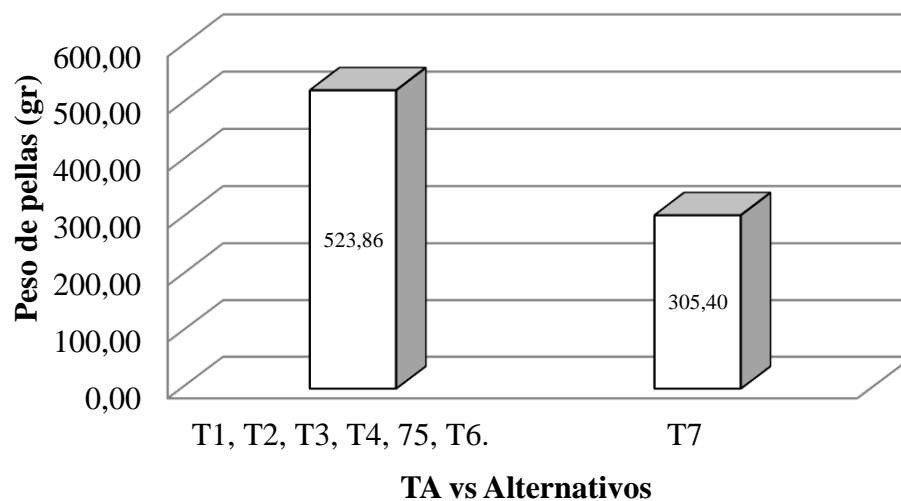
de los floretes en 110,89gr (19,14%), si se compara con la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para peso de los floretes después de la cosecha según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) (Cuadro 46; Grafico 20), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 523,86 gr, y en el rango “B” se ubicó el testigo absoluto (TA) con una media 305,40 gr.

**CUADRO 46. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (gr)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	523,86	A
T7	305,40	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 20. PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

En el gráfico 20, se aprecia el peso de los floretes después de la cosecha, según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera al

tener mayor peso de los floretes en 218,46 gr (41,70 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

## 6. Rendimiento por parcela neta y por hectárea

### a. Rendimiento (kg) por parcela neta.

En el análisis de varianza para rendimiento (kg) por parcela neta (Cuadro 47; Anexo 13), presentó diferencias altamente significativas entre Tratamientos, Dosis de aplicación (A), al igual que para Frecuencia de aplicación (B) y el Testigo absoluto vs Alternativos, mientras que para Repeticiones e Interacción entre Dosis x Frecuencias presentaron diferencias no significativas.

En promedio, el rendimiento por parcela neta fue 10.35 kg.

El coeficiente de variación 9,18%.

**CUADRO 47. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO/PARCELA NETA.**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	158,08	5,85				
REPETICIONES	3	4,17	1,39	1,54	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	137,67	22,95	25,44	2,66	4,01	**
DOSIS	2	31,67	15,84	17,56	3,55	6,01	**
FRECUENCIA	1	32,54	32,54	36,08	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	1,30	0,65	0,72	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	72,16	72,16	80,02	4,41	8,29	**
ERROR	18	16,23	0,90				
MEDIA GENERAL			10,35				
C de V (%)			9,18				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

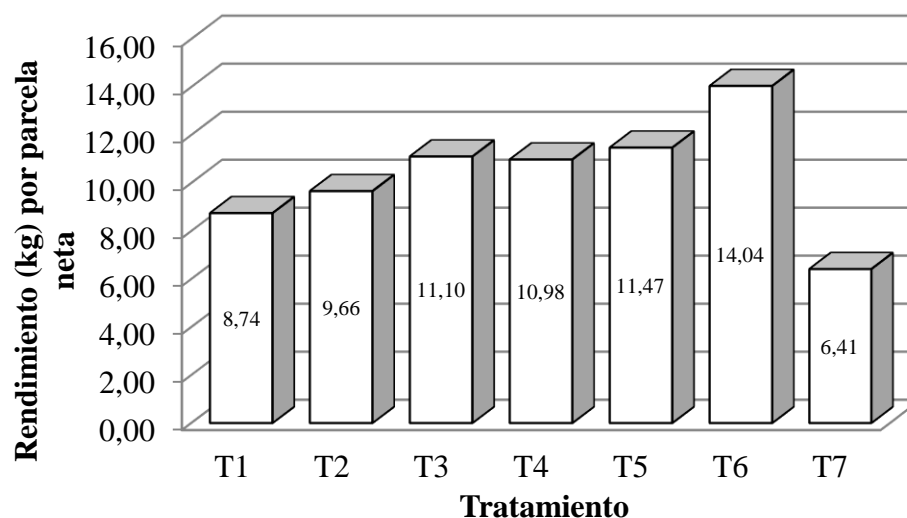
ns: no significativo, \*: significativo \*\*: altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (kg) por parcela neta según tratamientos (Cuadro 48; Grafico 21), presentó tres rangos. En el rango “A” el tratamiento se ubicó el tratamiento T6 con una media de 14,04 kg. En el rango “B” se ubicaron los tratamientos T5, T3, T4, T2 y T1 con una media de 11,47; 11,10; 10,98; 9,66 y 8,74 kg respectivamente, y en el rango “C” se ubicó el testigo absoluto (T7) con una media de 6,41 kg.

**CUADRO 48. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (kg)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	14,04	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	11,47	B
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	11,10	B
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	10,98	B
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	9,66	B
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	8,74	B
T7	Nada	TESTIGO	6,41	C

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 21. RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

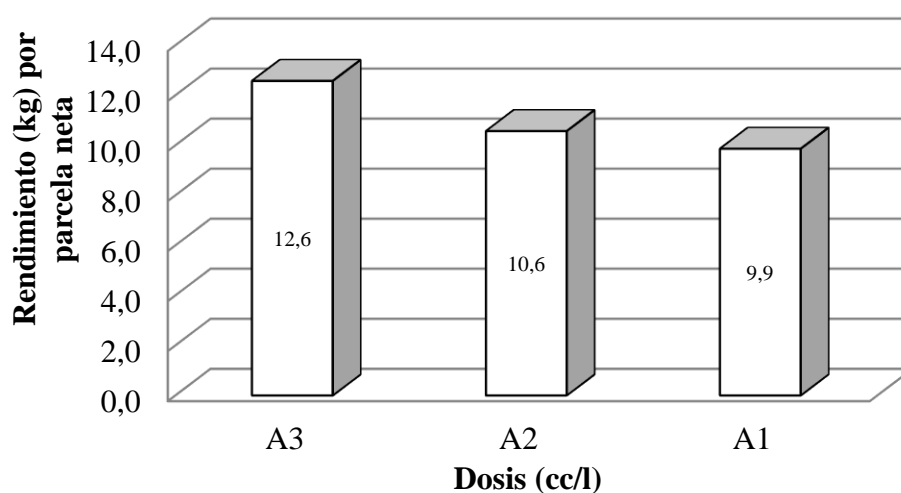
En el gráfico 21, para el rendimiento por parcela neta, podemos observar que con el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor rendimiento (6.41 kg), mientras que con la aplicación de biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) se obtuvo mayor rendimiento (14,04 kg), existiendo una diferencia del 6.73 kg (54,34%) entre éstos tratamientos.

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg) por parcela neta según las dosis de aplicación (Cuadro 49; Grafico 22), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron la dosis de aplicación 3cc de biofungi/l de agua (A3) con una media de 12,60 kg, y la dosis de aplicación de 2cc de biofungi/l de agua (A2) con una media de 10,60 kg, mientras que en el rango “AB” se ubica la dosis de aplicación de 1cc de biofungi/l de agua (A1) con una media de 9,9 kg.

**CUADRO 49. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

DOSIS	CÓDIGO	MEDIA (kg)	RANGO
3cc	A3	12,6	A
2cc	A2	10,6	A
1cc	A1	9,9	AB

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 22. RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

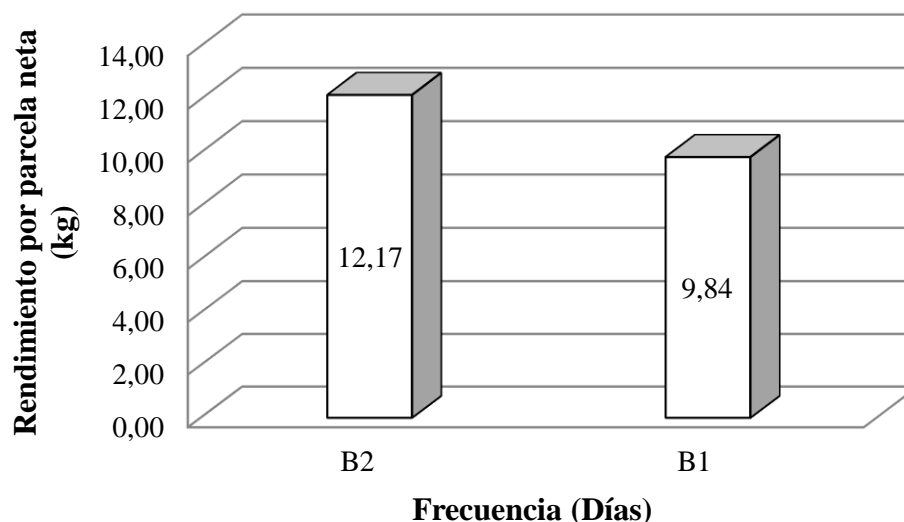
En el gráfico 22, para el rendimiento (kg) por parcela neta según la dosis de aplicación, se observa que con el uso del fertilizante foliar biofungi en dosis de aplicación de 3cc de biofungi/l de agua (A3) y 2cc/l de agua (A2) superan en el rendimiento en 2,70 y 0,70 kg (21,43 y 6,60%) respectivamente, si se compara con la dosis de 1cc/l de agua (A1).

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (kg) por parcela neta según las frecuencias de aplicación (Cuadro 50; Grafico 23), presentó dos el rangos “A”. En el rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) con una media de 12,17 kg y en el rango “B” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1), con una media de 9,84 kg.

**CUADRO 50. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

FRECUENCIA	CODIGO	MEDIAS (kg)	RANGO
14 Días	B2	12,17	A
7 Días	B1	9,84	B

Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.



**GRÁFICO 23. RENDIMIENTO POR PARCELA NETA SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**



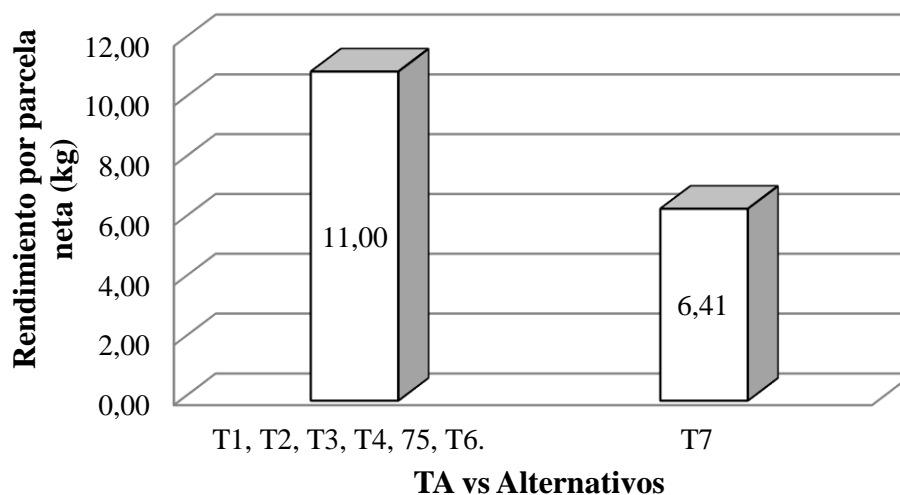
En el Gráfico 23, se aprecia que el rendimiento por parcela neta según las frecuencias de aplicación, la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) supera en el rendimiento en 2,33 kg (19,15%), si se compara con la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento por parcela neta (Cuadro 51; Grafico 24), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango "A" se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 11.00 kg, y en el rango "B" se ubicó el testigo absoluto (TA) con una media 6,41 kg.

**CUADRO 51. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO POR PARCELA NETA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (kg)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	11,00	A
T7	6,41	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015



**GRÁFICO 24. RENDIMIENTO POR PARCELA NETA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

En el gráfico 24, se aprecia el rendimiento por parcela neta, según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera al tener mayor rendimiento en 4,59 kg (41,73 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

**b. Rendimiento (tm) por hectárea.**

En el análisis de varianza para rendimiento (tm) por hectárea (Cuadro 52; Anexo 14), presentó diferencias altamente significativas entre Tratamientos, Dosis de aplicación (A), al igual que para Frecuencia de aplicación (B) y el Testigo absoluto vs Alternativos, mientras que para Repeticiones e Interacción entre Dosis x Frecuencias presentaron diferencias no significativas.

En promedio, el rendimiento (tm) por hectárea 21,29 tm.

El coeficiente de variación 9,18 %.

**CUADRO 52. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA**

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significancia
					0,05	0,01	
TOTAL	27	669,26	24,79				
REPETICIONES	3	17,66	5,89	1,54	3,16	5,09	ns
TRATAMIENTOS	6	582,88	97,15	25,44	2,66	4,01	**
DOSIS	2	134,10	67,05	17,56	3,55	6,01	**
FRECUENCIA	1	137,76	137,76	36,08	4,41	8,29	**
DOSIS X FRECUENCIA	2	5,50	2,75	0,72	3,55	6,01	ns
TA vs T1,T2,T3,T4,T5,T6	1	305,52	305,52	80,02	4,41	8,29	**
ERROR	18	68,73	3,82				
MEDIA GENERAL			21,29				
C de V (%)			9,18				

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

ns: no significativo, \*: significativo \*\*: altamente significativo

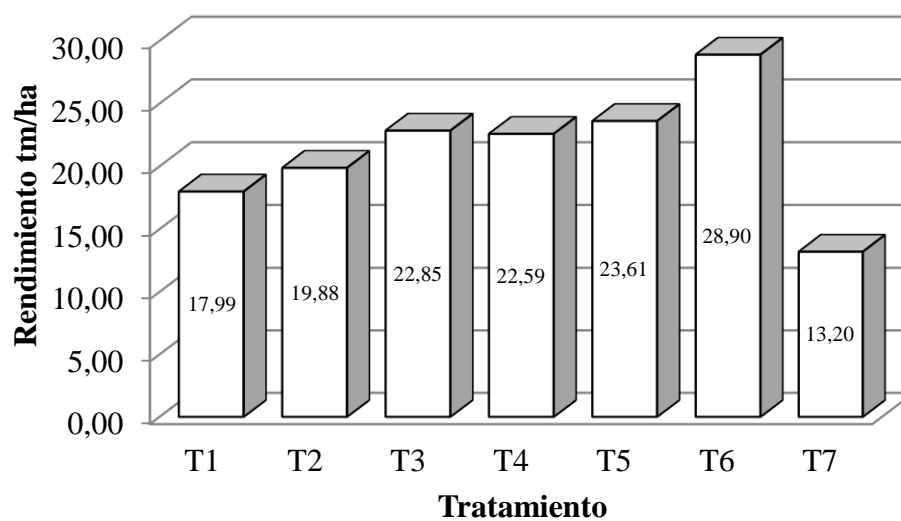
En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tm) por hectárea (Cuadro 53; Grafico 25), según tratamientos presentó tres rangos. En el rango “A” el tratamiento se ubicó el tratamiento T6 con una media de 28,90 tm. En el rango “B” se ubicó los tratamientos T5,

T3, T4, T2 y T1 con una media de 23,61; 22,85; 22,59; 19,88 y 17,99 tm respectivamente, y en el rango “C” se ubicó el testigo absoluto (T7) con una media de 13,20 tm.

**CUADRO 53. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l) y FRECUENCIAS (Días)	CODIFICACIÓN	MEDIA (tm/ha)	RANGO
T6	3 cc/l cada 14 ddt	A3B2	28,90	A
T5	2 cc/l cada 14 ddt	A2B2	23,61	B
T3	3 cc/l cada 7 ddt	A3B1	22,85	B
T4	1 cc/l cada 14 ddt	A1B2	22,59	B
T2	2 cc/l cada 7 ddt	A2B1	19,88	B
T1	1 cc/l cada 7 ddt	A1B1	17,99	B
T7	Nada	TESTIGO	13,20	C

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015



**GRÁFICO 25. RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN LOS TRATAMIENTOS**

En el gráfico 25, para el rendimiento por hectárea, podemos observar que con el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor rendimiento (13,20 tm), mientras que con la aplicación de

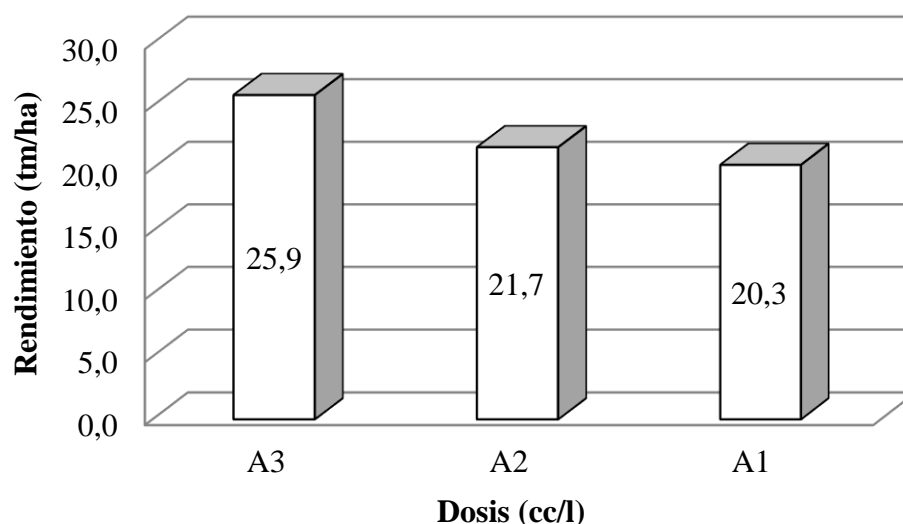
biofungi en dosis de 3cc/l de agua (T6) se obtuvo mayor rendimiento (28,90 tm), existiendo una diferencia del 15.70 tm (54,33 %) entre éstos tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tm) por hectárea según las dosis de aplicación (Cuadro 54; Grafico 26), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron, la dosis de aplicación 3cc de biofungi/l de agua (A3) con una media de 25,9 tm y la dosis de aplicación de 2cc de biofungi/l de agua (A2) con una media de 21,07 tm y en el rango “AB” se ubicó la dosis de aplicación de 1cc de biofungi/l de agua (A1) con una media de 20,3 tm.

**CUADRO 54. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

DOSIS	CÓDIGO	MEDIA (tm)	RANGO
3cc	A3	25,9	A
2cc	A2	21,7	A
1cc	A1	20,3	AB

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 26. RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN LAS DOSIS DE APLICACIÓN**

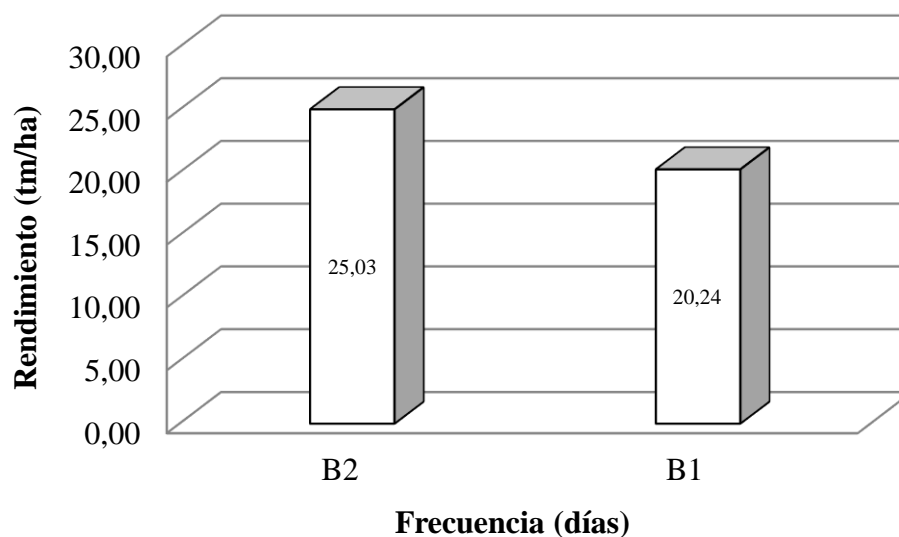
En el gráfico 26, para el rendimiento (tm) por hectárea según la dosis de aplicación, se observa que con el uso del fertilizante foliar biofungi en dosis de 3cc de biofungi/l de agua (A3) y 2cc/l de agua (A2) superan en el rendimiento en 5,60 y 1,40 tm (21,62 y 6,45 %) respectivamente, si se compara con la dosis de 1cc/l de agua (A1).

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tm) por hectárea según las frecuencias de aplicación (Cuadro 55; Grafico 27), presentó dos rangos. En este rango “A” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) con una media de 25,03 tm y en el rango “B” se ubicó la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1), con una media de 20,24 tm.

**CUADRO 55. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

FRECUENCIA	CÓDIGO	MEDIAS (tm)	RANGO
14 Días	B2	25,03	A
7 Días	B1	20,24	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 27. RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN**

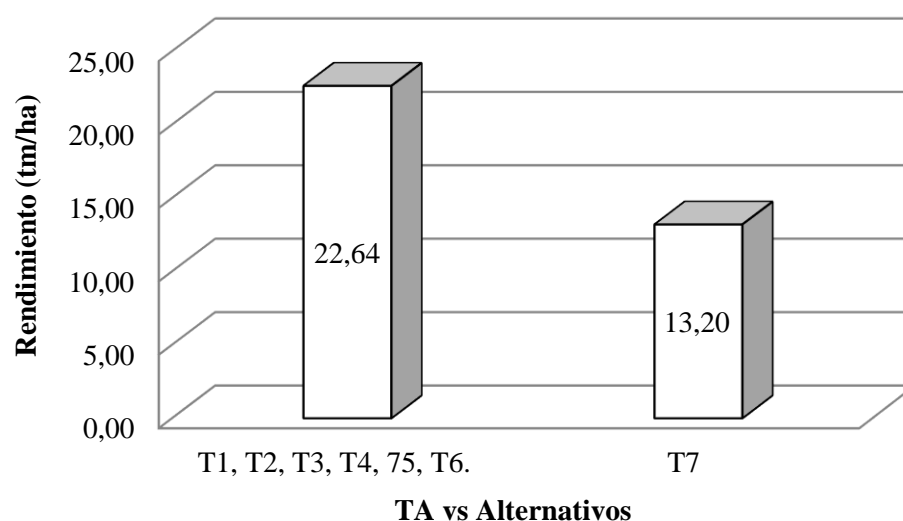
En el Gráfico 27, se aprecia que el rendimiento (tm) por hectárea según las frecuencias de aplicación, la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2) supera en el rendimiento en 4,79 tm (19,14 %), si se compara con la frecuencia de aplicación cada 7 días (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tm) por hectárea (Cuadro 56; Grafico 28), según el TA vs T1, T2, T3, T4, T5, T6 (TA vs Alternativos) presentó dos rangos. En el rango "A" se ubicaron los tratamientos alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con una media de 22,64 tm, y en el rango "B" se ubicó el testigo absoluto (TA) con una media 13,20 tm.

**CUADRO 56. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO POR PARCELA NETA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

TRATAMIENTOS	MEDIA (tm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6.	22,64	A
T7	13,20	B

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



**GRÁFICO 28. RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA SEGÚN EL TA VS ALTERNATIVOS**

En el gráfico 28, se aprecia el rendimiento (tm) por hectárea, según la comparación del TA vs Alternativos, los alternativos (T1, T2, T3, T4, T5, T6) supera al tener mayor rendimiento en 9,44 tm (41,70 %), si se compara con el testigo absoluto (TA).

## 7. Análisis económico de los tratamientos

**CUADRO 57. COSTOS QUE VARÍAN POR HECTÁREA DE LOS TRATAMIENTOS.**

<b>TRAT</b>	<b>DOSIS BIOFUNGI (cc/l de agua)</b>	<b>N° DE APLIC.</b>	<b>DOSIS DEL BIOF (556 l de agua/ha)</b>	<b>C. V. DE PROD (\$)</b>	<b>C. V. EN APLIC (3 jornal/ \$15)</b>	<b>TOTAL DE C. V (\$)</b>
T1	1	12	6,67	83,33	720	803,33
T2	2	12	13,33	166,67	720	886,67
T3	3	12	20,00	250,00	720	970,00
T4	1	6	3,33	41,67	360	401,67
T5	2	6	6,67	83,33	360	443,33
T6	3	6	10,00	125,00	360	485,00
T7	0	0	0,00	0,00	0	0,00

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**CUADRO 58. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.**

<b>TRAT</b>	<b>REND. (kg/ha)</b>	<b>REND. AJUS AL 15 % (kg/ha)</b>	<b>CASTIG (7,33)</b>	<b>B. DE CAMP (\$0,25/Kg)</b>	<b>C. V (\$/ha)</b>	<b>B. NETO (\$/ha)</b>
T1	21383,92	18176,33	16844,01	4211,00	803,33	3407,67
T2	21383,92	18176,33	16844,01	4211,00	886,67	3324,34
T3	21383,92	18176,33	16844,01	4211,00	970,00	3241,00
T4	21383,92	18176,33	16844,01	4211,00	401,67	3809,34
T5	21383,92	18176,33	16844,01	4211,00	443,33	3767,67
T6	28896,60	24562,11	22761,71	5690,43	485,00	5205,43
T7	13196,30	11216,85	10394,66	2598,66	0,00	2598,66

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

Para el análisis del presupuesto parcial (Cuadro 58), el menor costo variable presentó la dosis de 1cc de Biofungi/l de agua cada 14 días (T4) con un valor de 401,67 USD/ha, y el costo variable más alto se consigue con la dosis 3cc de Biofungi/l de agua cada 7 días (T3) con un valor de 970.00 USD/ha.

La aplicación en dosis 3cc de Biofungi/l de agua cada 14 días (T6), presenta mayor beneficio neto con un valor de 5205,43 USD/ha; mientras que el testigo absoluto (T7) presenta el menor beneficio neto con un valor de 2598,66 USD/ha.

**CUADRO 59. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO NETO (\$/ha)</b>	<b>COSTOS VARIABLES (\$/ha)</b>	<b>ANÁLISIS DE DOMINANCIA</b>
T6	5205,43	485,00	ND
T4	3809,34	401,67	ND
T5	3767,67	443,33	D
T1	3407,67	803,33	D
T2	3324,34	886,67	D
T3	3241,00	970,00	D
T7	2598,66	0,00	ND

**Elaborado por:** GUAMÁN, L. 2015.

Según el análisis de dominancia (Cuadro 59), se determinó que los tratamientos en dosis de 3cc de Biofungi/l de agua, cada 14 días (T6), la dosis de 1cc de Biofungi/l de agua, cada 14 días (T4); y el testigo absoluto en que no se aplicó Biofungi (T7), resultaron no dominados (ND). Mientras que los demás tratamientos fueron dominados (D).

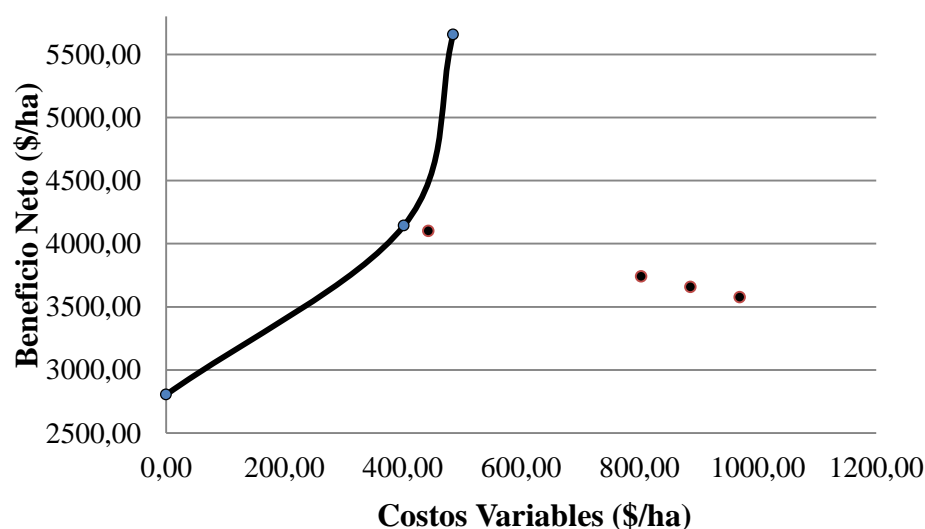


**CUADRO 60. TASA DE RETORNO MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.**

TRAT	DOSIS y FRECUENCIAS	B.N	$\Delta$ B.N	C.V	$\Delta$ C.V	TRM (%)
T6	3 cc/l cada 14 ddt	5205,43		485,00		
			1396,09		83,33	<b>1675,31</b>
T4	1 cc/l cada 14 ddt	3809,34		401,67		
			1210,67		401,67	<b>301,41</b>
T7	Testigo absoluto	2598,66		0		

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

Según el análisis económico (Cuadro 60), para la fertilización orgánica foliar en el cultivo del brócoli, se aprecia variaciones en las tasas de retorno marginal; así, con aplicar 3 cc de Biofungi/l de agua, cada 14 días (T6), se obtuvo la mayor Tasa de Retorno Marginal (TRM) con 1675,31%; lo cual indica, que por cada dólar que se invierta, se recupera el dólar invertido y adicionalmente se gana 16,75 USD.



**FIGURA 2. CURVA DE BENEFICIO NETO PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI**

## **B. DISCUSIÓN**

### **1. Altura de la planta (cm) a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante**

La aplicación del fertilizante orgánico Biofungi en dosis y frecuencias de aplicación, influye positivamente en la variable altura de la planta a los 75 días después del trasplante si se compara con el testigo absoluto. La aplicación del fertilizante Biofungi en dosis de 3cc de Biofungi/l de agua (T6) alcanzó mayor altura a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, con una media de 48.05 cm, mientras que en el testigo absoluto (T7), presentó un menor crecimiento, en relación al resto de tratamientos con una media de 37.74 cm. Datos que concuerda con Valdéz (2012), quien manifiesta que, el brócoli desarrolla un tallo cuya altura va de 20 a 50 cm de longitud, presentando entrenudos cortos con hábitos de desarrollo intermedio entre la forma roseta y caulinar.

Este incremento de tamaño se debe a que el Biofungi en su composición química contiene fosfito potásico, importante en el proceso de fotosíntesis. Según Agrobrest (2014), quien dice que el fosfito potásico entre otras funciones están las de desarrollar y fortalecer las paredes celulares en todos los tejidos de las plantas.

Además las plantas de brócoli alcanzaron una altura adecuada, ya que fue favorecida por las condiciones climáticas, donde la temperatura media durante el ciclo del cultivo fue de 15°C y una humedad relativa de 70,18% (Anexo 15); lo que concuerda con lo mencionado por Hidalgo (2010), que indica que el brócoli es considerado como un cultivo de clima frío, la temperatura mínima para el crecimiento es de 5°C, siendo la temperatura optima de 15° a 18°C.

Al analizar la altura media de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, se pudo determinar que el mayor porcentaje de incremento en altura se manifiesta hasta los 45 días después de trasplante con 60,53 % (27,87 cm); a partir de los 45 días después del trasplante el porcentaje de incremento en altura fue menor. De los 45 a los 60 días después del trasplante hubo un incremento de altura del 19,40 % (8,93 cm) y de los 60 a los 75 días después del trasplante hubo un incremento del 20,07 % (9,24 cm). Esto concuerda con lo

manifestado por Díaz (2006), que afirma que la etapa juvenil del brócoli tiene una duración aproximada de 40 días, en esta etapa la altura presenta un crecimiento logarítmico, mientras que entre los 40-45 días después del trasplante se manifiesta la etapa de emergencia floral y de los 45 a los 65 días después del trasplante el crecimiento se vuelve lineal, en estas etapas la prioridad de la planta es el desarrollo y crecimiento de la cabeza hasta la cosecha, por lo que se disminuye la tasa de emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa de crecimiento del tallo. Ya en la etapa final (20-25 días antes de la cosecha) la inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento lento, seguido por un periodo más rápido. En esta etapa se da la translocación de foto asimilados hacia la inflorescencia.

## **2. Días hasta la aparición del 50% de floretes de la parcela neta.**

En el testigo absoluto (T7) la aparición de la pella tardó más tiempo (75,05 días); mientras que con la aplicación de 3cc de Biofungi/l de agua (T6), tardó menos tiempo en aparecer la pella (67.85 días), lo cual nos indica que el Biofungi incide positivamente en la formación de la pella, debido a que biofungi en su composición química aporta P y K, que inciden en el desarrollo vegetativo del brócoli; según Lovatt & Mikkelse (2006), manifiesta que el fósforo favorece al almacenamiento y transferencia de energía, diversos procesos fisiológicos de la planta y respiración vegetal. Mientras que el Potasio beneficia en el crecimiento meristemático, favorece el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de frutos y activador enzimático. Además no existe mucha diferencia con lo manifestado por Santoyo (2011), que afirma que, la aparición de la pella se da entre 61-63 días después del trasplante, esta diferencia se debe al ciclo vegetativo del cultivo.

## **3. Diámetro de los floretes después de la cosecha**

Con el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor diámetro de floretes (13.20 cm), mientras que con la aplicación en dosis de 3cc de Biofungi/l de agua (T6) se obtuvo mayor diámetro de floretes (17.25 cm), superando a lo mencionado por Cayambe (2011), el brócoli de variedad Avenger alcanza un diámetro de la pella de 15cm (150mm). Con la aplicación de fertilizante orgánico foliar (Biofungi) se incrementa el diámetro de la pella, pues el ión

fosfito estimula los procesos bioquímicos contribuyendo en la diferenciación y división celular, por lo tanto aumenta el diámetro del botón (Agrobrest, 2014).

Al analizar con los datos dado por SENASA (2004) indica que las pellas por su diámetro pueden clasificarse en: pellas pequeñas (diámetro comprendido entre 10-12 cm); pellas medianas (diámetro comprendido entre 12-16 cm) y pellas grandes (diámetro mayor a 16 cm), podemos indicar que en esta investigación las pellas con aplicación en dosis de 3 cc de Biofungi /l de agua (T6) se consideran grandes ya que supera el rango establecido y para el testigo absoluto (T7) se consideran medianas.

En el testigo absoluto (T7) las pellas, alcanzó el menor diámetro en promedio de 13,20 cm, y el promedio del resto de tratamientos alternativos es de 16,51 cm, resultados que afirman que la aplicación de fertilizante orgánico foliar biofungi incrementa el desarrollo de la pella.

#### **4. Peso de los floretes a la cosecha**

En el testigo absoluto (T7) se obtuvo menor peso de floretes (305.40 gr), mientras que con la aplicación en dosis de 3cc/l de Biofungi (T6) se obtuvo mayor peso de floretes (668,75 gr), superando a lo mencionado por Cayambe (2011), de que el peso promedio de la pella del brócoli Var. Avenger es de aproximadamente 500 gramos. Esto se debe que el biofungi en su composición química aporta P y K; según Lovatt & Mikkelsen (2006), indica que el fósforo favorece en la división celular, crecimiento celular y fotosíntesis, mientras que el Potasio beneficia en el crecimiento meristemático, actúa en procesos metabólicos tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos e incide en el balance de agua regulando la presión osmótica.

A mayor dosis de aplicación, mayor es la cantidad de nutrimentos que se aprovecha por parte de la planta, ya que según los resultados de la presente investigación la dosis de aplicación de 3 cc de biofungi/l de agua, alcanza mayor peso de la pella de 598,75 gr y con una dosis de aplicación de 1 cc de biofungi/l de agua alcanza en promedio el peso de la pella de 469,60 gr.

Los nutrientes se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El fósforo por su lenta absorción, requiere hasta 10 días para que el 50% sea absorbido (Salas, 2002). Además, la conversión de fosfito a fosfato puede producirse por lenta oxidación química en las hojas de este cultivo (Lovatt & Mikkelsen, 2006). Evidenciando con los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la frecuencia de aplicación, el mayor peso de pellas (579,31 gr) se obtuvo con la frecuencia de aplicación de 14 días (B2).

## 5. Rendimiento

El mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación en dosis de 3cc de Biofungi/l de agua (T6) con una media de 28,90 tm/ha, mientras que con el testigo absoluto (T7) se obtuvo el menor rendimiento con una media de 13,20 tm/ha; superando a lo mencionado según Cayambe (2011), el brócoli de variedad Avenger alcanza un rendimiento 20000kg/ha (20 tm/ha). Además la diferencia del rendimiento entre la dosis de aplicación de 3,0 cc de biofungi/l de agua (T6) y de 1 cc de biofungi/l de agua (T1), fue de 37,75% (10,91 tm/ha). Esto se demuestra que con la aplicación edáfica más el fertilizante orgánico foliar (Biofungi) en dosis de 3cc/l de agua, incrementa el peso de la pella, lo cual es debido a que en su composición química está el fósforo y el potasio estimulando procesos bioquímicos que contribuyen en la diferenciación y división celular, por lo tanto aumenta el peso del botón (Agrobrest, 2014).

El rendimiento promedio del brócoli a nivel nacional bajo la producción orgánica asciende aproximadamente hasta 18 tm/ha según manifiesta la Aprofel (2011), la presente investigación supera en 10,90 tm/ha (37,72 %), al valor antes indicado.

Las condiciones ambientales de los meses de julio y agosto de 2015 en que se desarrolló el proceso productivo, fue favorable; puesto que según La Estación Meteorológica ESPOCH (2015), registró temperaturas medias a partir de 14.55 ° C durante la etapa de formación de las pellas, escasa precipitación de 0,00 mm, humedad relativa de 70 %, las mismas que satisfacen las exigencias del cultivo; parámetros según PRO-ECUADOR. (2015) manifiesta que las condiciones ideales para poder iniciar la inducción floral requiere de temperaturas entre 10 y 15°C durante varias horas del día. Coincidiendo con Nieuwhof (1969), que asevera que la calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una

temperatura promedio mensual de 15°C aproximadamente. La precipitación anual debe fluctuar entre 800-1200mm.

A pesar de la escasa precipitación durante el ciclo del cultivo, se dotó la necesidad del agua del cultivo con riegos frecuentes cada 4 días en la etapa vegetativa e inducción floral y, cada 8 días durante el desarrollo de la pella.

Según la frecuencia de aplicación del fertilizante orgánico foliar biofungi la mejor frecuencia de aplicación es de cada 14 días, debido a que la velocidad de absorción por el follaje es variable y el fósforo por su lenta absorción requiere hasta 10 días para que el 50% sea absorbido, además, la lenta conversión de fosfito a fosfato por oxidación química en las hojas, requiere más tiempo. Esto es evidenciado con los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la frecuencia de aplicación, el mayor rendimiento por hectárea (25,03 tm/ha) se obtuvo con la frecuencia de aplicación de 14 días (B2).

## **VI. CONCLUSIONES**

- A. La eficacia del fertilizante orgánico foliar Biofungi aplicado en el cultivo de brócoli, fue claro frente al testigo absoluto; generando los mejores resultados en altura de planta, peso de la pella, diámetro de la pella, rendimiento en kilogramos/parcela neta, rendimiento en toneladas/hectárea. Desde el punto de vista agronómico, la aplicación en dosis de 3,0 cc de biofungi/l de agua (T6) frente al testigo absoluto (TA), arrojó el mejor rendimiento del cultivo de brócoli, por parcela neta y por hectárea, cuyo incremento alcanzó de 45,66 % y 45,87 % respectivamente.
  
- B. La frecuencia apropiada de aplicación del fertilizante orgánico foliar biofungi es de cada 14 días. Esto es evidenciado en el rendimiento con la frecuencia de aplicación cada 14 días (B2), superando en 19,14% a la frecuencia cada 7 días (B1).
  
- C. El mayor beneficio neto de 5205,43 USD se consiguió con la dosificación de 3,0 cc de biofungi/l de agua y con época de aplicación de 14 días (T6). La aportación de 6cc de biofungi/l de agua cada 14 días (T4), alcanzó la mayor Tasa de Retorno Marginal de 1675,31 %.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- A. Aplicar el fertilizante orgánico foliar biofungi en dosis de 3cc/l cada 14 días para alcanzar los mejores rendimientos en el cultivo de brócoli, bajo condiciones similares a las utilizadas en la presente investigación.
- B. Utilizar el fertilizante orgánico foliar biofungi en dosis de 1cc/l cada 14 días, porque económicamente alcanza la mejor Tasa de Retorno Marginal de 1675,31 %.
- C. Realizar investigaciones con otros fertilizantes orgánicos foliares (agroplus) como un apoyo a la fertilización edáfica para optimizar la capacidad productiva de las cosechas de brócoli.
- D. Realizar estudio con dosis de 2,4 y 6cc de biofungi/l de agua y comparar los resultados.
- E. Realizar estudio con la aplicación edáfica con fertilizantes de fuentes orgánicas más biofungi.



## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar la eficacia del fertilizante orgánico Biofungi en tres dosis y dos épocas de aplicación en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea, var.. Avenger*), en la comunidad Gatazo Zambrano, parroquia Cajabamba; con un Diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo bifactorial con siete tratamientos y cuatro repeticiones incluido el testigo absoluto para efectos de comparación, la aplicación del fertilizante orgánico Biofungi se inició a los 8 días después del trasplante y terminó una semana antes de la cosecha. La fertilización orgánica foliar con Biofungi manifiesta efectos positivos en el cultivo, al obtener mayor altura de la planta con 48,05 cm, rápido apareamiento de la pella a los 67,85 días después del trasplante, mayor peso de pella con 668,75 g, mayor diámetro de pella con 17,25 cm, mejor rendimiento por parcela neta con 14,04 kg y también por hectárea con 28,90 tm/ha, para el proceso agroindustrial, al aplicar en dosis de biofungi de 3 cc/l (T6). Al analizar económicamente los tratamientos, se determina que con la aplicación de biofungi en dosis de 3 cc/l cada 7 días (T3), presenta el mayor costo que varía con 970,00 \$/ha. El tratamiento que obtuvo la mayor tasa de retorno marginal fue la aplicación en dosis media de biofungi de 3 cc/l cada 14 días (T6) con 1675,31 %, lo cual indica, que por cada dólar que se invierte, se recupera el dólar invertido y adicionalmente se gana 16,75 USD. El biofungi es un fertilizante líquido que contiene ión fosfítico-potásico-cobre, más extractos vegetales y ácidos grasos vegetales. Es un insumo ecológico.

**Palabras claves:** fertilizante orgánico, cultivo de brócoli, extractos vegetales.



## **IX. SUMMARY**

This research proposes: to evaluate the effectiveness of organic fertilizer Biofungi in three doses and two periods of application in crop yield of brócoli (*Brassica oleracea* L, var. Avenger), in the Gatazo Zambrano Community, Cajabamba parish; with a Design Randomized Complete Blocks in bifactorial under seven treatments and four replications including absolute control for comparison, the application of organic fertilizer Biofungi began at 8 days after trasplantation and ended a week before harvest. Foliar fertilization with organic Biofungi shows positive effects on the crop, obtaining greater plant height with 48.05 cm, rapid appearance of the pellet to 67.85 days after transplantation, the greater weight of 668.75 g pelleted, larger diameter 17.25 cm pellet with better performance per net plot and 14.04 kg per hectare with 28.90 tm/ha, for the agroindustrial process, applying Biofungi in doses of 3 cc/l (T6). At the end of the treatments economically, it is determinet thet the application of Biofingi in doses of 3 cc/l every 7 days (T3), has the highest cost varies with \$ 970.00/ha. The treatment had the highest marginal rate of return was the application Biofungi average dose of 3 cc/l every 14 days (T6) with 1675,31 %, indicating that for every dollar invested, is recovered further dollar invested and earns \$ 16,75. The Biofungi is a liquid fertilizer which contains iónfosfito-potassium-copper, more plant extracts and vegetable fatty acids. It is an ecological input.

**Key words:** organic fertilizer, broccoli crop, plant extracts



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrobest, S.A. (2014). Catálogo de productos. Riobamba, Ecuador. p.14
2. Aprofel. (2011). Perspectivas del sector productor, procesador y exportador de frutas y vegetales congelados. Consultado el 10 de mayo 2015. *Aprofel*. Recuperado de [http://www.camaradecomercioamericana.org/APROFEL\\_AMCHAM\\_2011.pd](http://www.camaradecomercioamericana.org/APROFEL_AMCHAM_2011.pd)
3. Arcos, F. (2013). Fertilización y Nutrición vegetal. Texto básico. Riobamba – Ecuador: ESPOCH.
4. Banco Central del Ecuador (2010). *Estudio de caso: brócoli ecuatoriano*. Quito - Ecuador.
5. Barahona, M. (2002). *Manual de Horticultura*. El Prado, I.A.S.A. ESPE, Ecuador. pp. 22-25
6. Carrillo, F. (2010). *Evaluación de la eficacia de seis mezclas de fertilizantes inorgánicos en el rendimiento del cultivo de Brócoli*. (Tesis de grado. Ingeniería Agronómica). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
7. Cassola, A. & Peralta, G. (2009). *Desarrollo del mercado de cultivos orgánicos con la producción del brócoli*. (Tesis de grado. Economista). ESPOL. Guayaquil – Ecuador. pp. 70-80.
8. Castro F, H. (2003). Manejo de la fertilización foliar. I.A UPTC. Tunja. MSc Manejo de Suelos. UPTC. Coordinador Grupo Interinstitucional en Suelos Sulfatados Ácidos Tropicales (GISSAT). Colombia.
9. Cayambe, D. (2011). *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de Brócoli (Brassica oleracea L. var Itálica.), a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniería Agronómica). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.

10. Ceballos, S.G. (2005). *Comercio exterior, producción y determinación de precios del maíz en México: implicaciones y propuestas para mejorar la competencia*. (Tesis de Magister). Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, México). Consultado el 23 de noviembre del 2015. Recuperado de <http://Www.Eumed.Net/Libros/2010b/682/Los%20supuestos%20de%20la%20teoria%20del%20libre%20comercio.Htm>
11. Centro de Información e Inteligencia Comercial (Cico-Corpei), (2009). Perfil de brócoli. Quito - Ecuador.
12. Díaz, C. Y. (2006). *El cultivo de crucíferas brócoli, coliflor, col*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Manual Técnico N° 20., pp.21-43, 99-135, 167-168.
13. Frossard, E., Bucher, M., Mächler, F., Mozafar, A. & Hurrell, R. (2000). *Posibilidad de incrementar el contenido y la biodisponibilidad de Fe, Zn y Ca en plantas utilizadas en nutrición humana*. Journal of the Science and Food and Agriculture. p. 80, 866.
14. Gómez, M. I. (2003). Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos. Documento interno. Dirección de Investigación. Microfertisa. Bogotá. p. 31.
15. Gordón, J. (2010). *Propuesta de mejoramiento de manejo de post-cosecha en hortalizas producidas en un sistema campesino asociado* (Tesis de grado. Ingeniero Agroindustrial). Escuela Superior Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito. p. 37, 74.
16. Haro, M. (2009). *Guía técnica para el cultivo de brócoli en la serranía ecuatoriana*. Riobamba - Ecuador.
17. Herrera, H. C., Jaramillo J., Pinzón H., & Sánchez G., 2002. *CORPOICA: taller de hortalizas productividad – mercadeo*. Consultado el 30 de mayo de 2015, disponible en: <http://www.corpoica.org.co/Archivos/foros/MEMORIAS.pdf#search=%22APR>

OBECHABILIDAD%20LOS%20FERTILIZANTES%20CLIMAS%20FRIOS

18. Hidalgo, L. (2010). *El Cultivo de Brócoli*. Riobamba-Ecuador.
19. Holdrige, L. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. (IICA, Ed., & H. Jiménez, Trad.) San José - Costa Rica.
20. HORTURBA, (2015). Extractos Vegetales. Consultado el 25 de noviembre de 2015. Recuperado de :<http://www.horturba.com/castellano/index.php>.
21. PRO-MIX (2016). La función del cobre en el cultivo de plantas. Consultado 10 ero del 2016. <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas/>
22. Infoagro. (2006). El cultivo de brócoli. Consultado el 12 de diciembre de 2015 Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>.
23. Jaramillo, S. C. (2003). *Respuesta del cultivo de brócoli a la aplicación de Kemilato y dos fitoestimulantes foliares*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel – Ecuador. p 85.
24. Játiva, C., & Rivadeneira, L. (2008). *Efecto de la fertilización con cuatro niveles de Calcio, Magnesio y Azufre en el rendimiento y calidad en cuatro híbridos de brócoli (Brassica oleracea var itálica) en Cayambe hacienda la Remonta*. (Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra. p. 20
25. Kirkby, E.A., & Römheld, V. (2007). Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility. Proceedings 543, The International Fertilizer Society, P. O. Box, York, YO32 5YS, United Kingdom.
26. Le Gall, J. (2009). *El brócoli en Ecuador*. Anuario Americanista Europeo. Ecuador.
27. Lignoquim, (2015). Fertilización foliar y moléculas orgánicas y ecológicas. Guayaquil - Ecuador: Lignoquim. pp. 1-28

28. Lovatt, C.J., & Mikkelsen, R. L. (2006). Phosphite fertilizers: what are they?. Can you use them?. What can they do?. *Better Crops With Plant Food*. 90(4), pp.11-13.
29. Manosalvas, A. R. (2012). *Determinación de efectividad del biol biogest potencializado, como fuente nutricional complementaria en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea) en la provincia de Cotopaxi*. (Tesis de grado de ingeniero agrónomo) Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador.
30. Melgar, R. (2005). Aplicación foliar de micronutrientes. International Symposium on Micronutrients. 23-25 February 2004, New Delhi, India. Agrolluvia.com, Argentina. pp 1-4.
31. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura, y Pesca. (2013). Brócoli. Coordinación general del sistema de información nacional. Boletín situacional. Quito-Ecuador. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/> (Consulta 04/08/2015)
32. Niedmann G. (1993). Cultivo orgánico de brócoli y coliflor. Editorial LOLAS. Talca-Chile. pp 2-3.
33. Nieuwhof, M. (1969). Coles Crops. Editorial Leonarf Hill. Gran Bretaña. pp. 89 -119.
34. Oleas, M. (2000). *Análisis de competitividad de la cadena agroalimentaria de brócoli: Brócoli fresco/Brócoli congelado*. C.C de Hortalizas.Quito – Ecuador. pp 2-14.
35. Orellana, H., Solórzano, H., Bonilla, A., Salazar, G. Falconí-Borja, C., & Velasteguí, R. (2008). Manejo orgánico ecológico de brócoli. Vademécum agrícola – Edifarm. Ecuador. p. 8
36. Pinzón, H. (2001). *El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia* Bogotá, Colombia: Produmedios. pp. 18-21.
37. Ramírez, F. (2000). Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas. Corporación Misti S.A. Consultado 15 de diciembre de 2015. Recuperado de: [www.agrobanco.com.pe/CONCEPTOS\\_DE\\_FERTILIDAD\\_DE\\_SUELO\\_Y\\_F](http://www.agrobanco.com.pe/CONCEPTOS_DE_FERTILIDAD_DE_SUELO_Y_F)

## ERTILIZANTES.pdf.

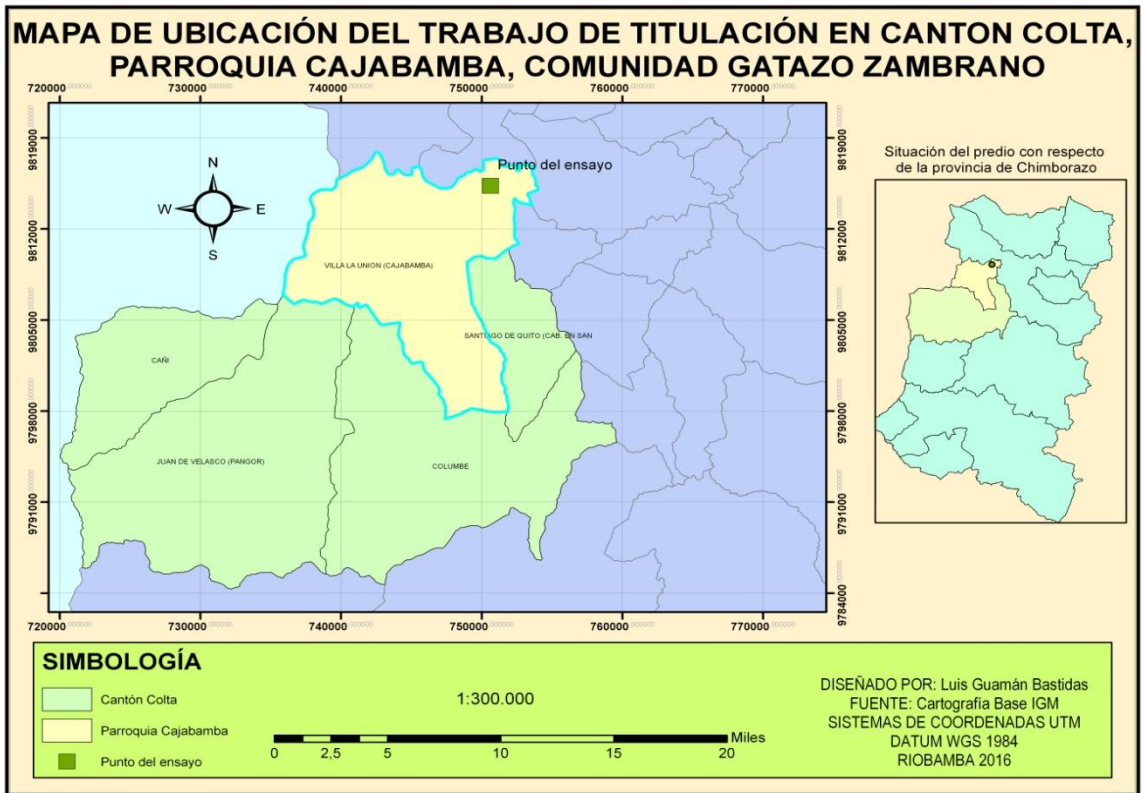
38. Romhelt, V. & El-fouly, M. (2003). Aplicación foliar de nutrientes. El taller internacional en la fertilización de foliar, Thailandia 4-10 de abril del 1999.
39. Rottenberg, O., & Gallardo, A. (2012). *El Arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción*. Haifa Chemicals México. p 7.
40. Rubilar J. O. & Balbontin L. A (2009). Fosfito: su química y bioquímica. Bioagro S.A, *I(1)*, p.1
41. Salas, F. (Feb-2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Memoria de conferencias. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Pp. 7-18.
42. Santoyo J. (2011). Variedades de brócoli con potencial productivo. Ediciones CVTTS. México – Sinaloa. pp. 2-3
43. Secaira. (2000). *Labores culturales en el cultivo de brassicaceae*. Primer seminario Internacional de Brassicaceae. Quito, Ecuador: FEDETA. p. 70
44. Segura, A. (2002) Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Memoria de conferencias. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. pp. 23-25.
45. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2004). Brócoli en Ecuador. Consultado el 15 de enero 2016. Disponible en: <http://brocolienecuador.blogspot.com/>
46. PRO-ECUADOR. (2015). Exportación de brócoli. Consultado 27 de enero 2016. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/agroindustria/>
47. Sinaluisa S, M. (2011). Evaluación de eficacia de ocho mezclas de fertilizantes inorgánicos en el rendimiento y rentabilidad de cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*) en la comunidad Gatazo Zambrano provincia de Chimborazo. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba.

48. Sistema de Integración Centroamérica. (2009). *El brócoli en Ecuador*. Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.
49. Trinidad, S. A., & Aguilar, M. D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Montecillo, México, *17*(3), p. 247-255
50. Valdéz, C. (2012). *Evaluación agronómica del cultivo de Brócoli con la aplicación de tres biofertilizantes orgánicos en las localidades de Cumbayá y Checa*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda Ecuador.
51. Vallejo, L. Z. (2013). *Evaluación de siete variedades de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) en dos localidades de Pichincha*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Quito – Ecuador.




# XI. ANEXOS

## ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DEL ESTUDIO.



**ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO**




**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**DEPARTAMENTO DE SUELOS**

Nombre del Propietario: Luis Guzmán Bastidas

Ubicación: Catazo Zambrano  
Nombre de la granja

Cajabamba  
Parroquia

Coita  
Cantón



Fecha de ingreso: 09/03/2015

Fecha de salida: 24/03/2015

Chimborazo  
Provincia


**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS**

Ident.	mg/L				Meq/100g				ppm			
	pH	% M.O	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Textura	Estructura
Lote Hidalgo	8.1 Alc.	0.8 B	5.0 B	68.9 A	0.70 A	3.4 MB	4.9 M	23.8 M	1.6 B	4.2 B	Franco Arenoso	Granular

Recomendación para brócoli en los niveles B-A-A: Aplicar 2 sacos de fertilizante 11-52-0 + 2 sacos de muriato de potasio, mezclar y colocar al momento del trasplante, cuidando que exista suficiente humedad en el suelo, como nitrógeno complementario aplicar 8 sacos de urea en 3 aplicaciones cada 21 días a partir de los 25 días después del trasplante. Además incorporar humus en una proporción de 150 g/pl. Recomendación que se lo hace por hectárea.

Ing. Franklin Arcoya  
**DIRECTOR DPTO DE SUELOS**

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Pasaje María Sur Kent 16, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2995220 Estación 418  
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con el ambiente"



**ING. ELIZABETH PACHACAMA**  
**TECNICO DE LABORATORIO**

Tfno 2995220 Estación 418

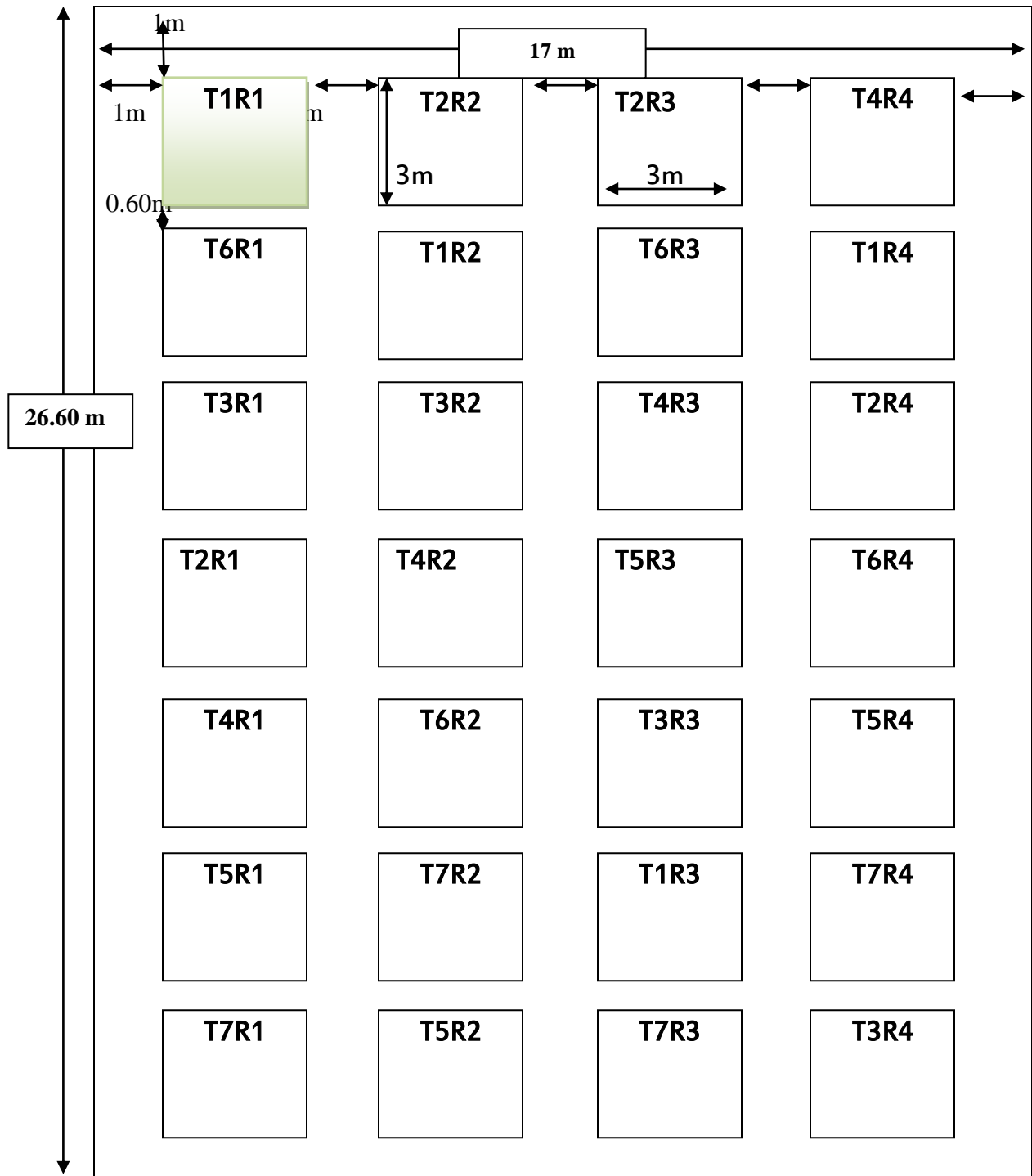
CODIGO	
Alc. Alcalino	A: alto
MB : Muy bajo	M: medio
L Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

**ANEXO 3. CÁLCULOS DE FERTILIZANTES PARA EL CULTIVO DE BRÓCOLI.**

FERTILIZANTES	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN		CANT. TOTAL	
	Cant (gr/pl)	Cant (kg/apl)	Cant (gr/pl)	Cant (kg/apl)	Cant (gr/pl)	Cant (kg/apl)	(kg)	(lb)
Nitrato de amonio (NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> )	3,14	3,39	---	----	-----	----	3,39	7,47
Sulfato de Potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	8,5	9,18	----	----	4,6	4,97	14,15	31,18
Nitrato de Calcio (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca	1,88	2,03	7,71	8,33	7,71	8,33	18,68	41,18
Sulfato de Mg (Mg SO <sub>4</sub> )	1,96	2,12	----	----	----	----	2,12	4,67
Ferthigue	33	35,64	33	35,64	33	35,64	106,9	235,65

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**ANEXO 4. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO**



Elaborado por: GUAMAN, L. 2015.

### ANEXO 5. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (%)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	100,00	100,00	88,89	97,78	386,67	96,67
T2	A2B1	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
T3	A3B1	100,00	100,00	97,78	82,22	380,00	95,00
T4	A1B2	100,00	100,00	93,33	100,00	393,33	98,33
T5	A2B2	97,78	100,00	100,00	93,33	391,11	97,78
T6	A3B2	100,00	100,00	100,00	95,56	395,56	98,89
T7	TEST ABSOL	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

### ANEXO 6. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (cm)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	15,65	16,57	15,25	17,45	64,92	16,23
T2	A2B1	17,54	17,6	15,58	15,86	66,58	16,65
T3	A3B1	16,75	16,11	16,73	16,91	66,50	16,63
T4	A1B2	18,78	18,57	18,46	18,15	73,96	18,49
T5	A2B2	18,42	18,47	18,83	18,5	74,22	18,56
T6	A3B2	18,77	19,1	18,15	19,12	75,14	18,79
T7	TESTIGO	12,26	10,75	14,25	11,57	48,83	12,21

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

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

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (cm)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	24,6	26,37	23,66	26	100,63	25,16
T2	A2B1	27,95	27	26,57	23,11	104,63	26,16
T3	A3B1	28,42	26,48	26,72	25,29	106,91	26,73
T4	A1B2	29,11	31,42	29,87	26,51	116,91	29,23
T5	A2B2	26,47	30,93	29,15	29,14	115,69	28,92
T6	A3B2	30,89	31,69	30,63	30,82	124,03	31,01
T7	TESTIGO	22,44	23,77	25,62	21,6	93,43	23,36

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**ANEXO 8. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DEL  
TRASPLANTE**

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (cm)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	32,16	36,45	32,1	35,35	136,06	34,02
T2	A2B1	35,03	35,95	35,2	34,85	141,03	35,26
T3	A3B1	35,4	36,05	35,85	34,3	141,60	35,40
T4	A1B2	37,27	38,95	38,3	39,35	153,87	38,47
T5	A2B2	37,17	38,96	38,05	40,05	154,23	38,56
T6	A3B2	38,4	39,8	40,2	38,1	156,50	39,13
T7	TESTIGO	25,68	32,2	31,3	31,4	120,58	30,15

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**ANEXO 9. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DEL  
TRASPLANTE**

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (cm)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	42,95	47,13	44,8	46,75	181,63	45,41
T2	A2B1	45,1	44,89	43,95	45,7	179,64	44,91
T3	A3B1	44,7	42,9	44,25	44,6	176,45	44,11
T4	A1B2	46,95	47,15	44,9	46,05	185,05	46,26
T5	A2B2	48,4	47,2	44,8	49,5	189,90	47,48
T6	A3B2	49,4	47,4	46,75	48,65	192,20	48,05
T7	TESTIGO	25,65	42,65	39,95	42,7	150,95	37,74

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**ANEXO 10. DÍAS HASTA EL APARECIMIENTO DEL 50% DE PELLAS  
DESPUÉS DEL TRASPLANTE.**

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (días)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	68,80	66,40	68,60	70,00	273,80	68,45
T2	A2B1	68,40	67,20	67,00	72,00	274,60	68,65
T3	A3B1	67,20	67,60	71,40	71,20	277,40	69,35
T4	A1B2	68,60	66,20	68,60	70,60	274,00	68,50
T5	A2B2	68,20	70,20	69,60	70,60	278,60	69,65
T6	A3B2	67,40	66,60	68,60	68,80	271,40	67,85
T7	TESTIGO	78,60	73,20	73,60	74,80	300,20	75,05

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

### ANEXO 11. DIÁMETRO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (cm)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	14,17	17,67	15,92	15,70	63,45	15,86
T2	A2B1	16,59	16,40	17,10	14,55	64,63	16,16
T3	A3B1	16,91	16,46	15,82	17,54	66,73	16,68
T4	A1B2	15,93	17,86	18,24	15,75	67,78	16,94
T5	A2B2	15,47	16,87	18,31	16,36	67,02	16,75
T6	A3B2	16,71	17,92	17,35	17,00	68,99	17,25
T7	TESTIGO	11,88	12,48	14,65	13,79	52,79	13,20

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

### ANEXO 12. PESO DE LOS FLORETES DESPUÉS DE LA COSECHA

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (gr)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	355,4	409,5	452,6	448,1	1665,60	416,40
T2	A2B1	445,7	478,4	503,1	413,2	1840,40	460,10
T3	A3B1	541,1	503,6	462,2	608,1	2115,00	528,75
T4	A1B2	467,3	530,8	604,3	488,8	2091,20	522,80
T5	A2B2	488,6	519,4	617,8	559,7	2185,50	546,38
T6	A3B2	650,5	654,6	703,9	666	2675,00	668,75
T7	TESTIGO	318,8	335,3	285,8	281,7	1221,60	305,40

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.



### ANEXO 13. RENDIMIENTO (kg) POR PARCELA NETA

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (kg)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	7,46	8,60	9,50	9,41	34,98	8,74
T2	A2B1	9,36	10,05	10,57	8,68	38,65	9,66
T3	A3B1	11,36	10,58	9,71	12,77	44,42	11,10
T4	A1B2	9,81	11,15	12,69	10,26	43,92	10,98
T5	A2B2	10,26	10,91	12,97	11,75	45,90	11,47
T6	A3B2	13,66	13,75	14,78	13,99	56,18	14,04
T7	TESTIGO	6,69	7,04	6,00	5,92	25,65	6,41

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

### ANEXO 14. RENDIMIENTO (tm) POR HECTÁREA

TRATAMIENTO		Repeticiones				SUMATORIA	MEDIA (tm/ha)
		R1	R2	R3	R4		
T1	A1B1	15,36	17,69	19,56	19,36	71,97	17,99
T2	A2B1	19,26	20,67	21,74	17,85	79,52	19,88
T3	A3B1	23,38	21,76	19,97	26,28	91,39	22,85
T4	A1B2	20,19	22,94	26,11	21,12	90,36	22,59
T5	A2B2	21,11	22,44	26,70	24,18	94,44	23,61
T6	A3B2	28,11	28,29	30,42	28,78	115,59	28,90
T7	TESTIGO	13,78	14,49	12,35	12,17	52,79	13,20

Elaborado por: GUAMÁN, L. 2015.

**ANEXO 15. REGISTRO DE DATOS CLIMÁTICOS DURANTE EL CICLO DEL  
CULTIVO DE BRÓCOLI**

<b>ETAPA DEL CULTIVO</b>	<b>T°C mín</b>	<b>T°C máx</b>	<b>HR (%)</b>	<b>PRECIP</b>
Etapa juvenil (V1)	9,6	19,9	72,72	0,00
Etapa de emergencia Floral	8,8	21,0	69,38	0,00
Etapa de formación de la pella	8,2	20,9	70,18	0,00

DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO	8,9	20,6	70,76	0,00
PROMEDIO	15 °C			

**Fuente:** Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2015.