



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

**“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO  
CISTEFOL 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**

**JULIO GUSTAVO AYME NAULA**

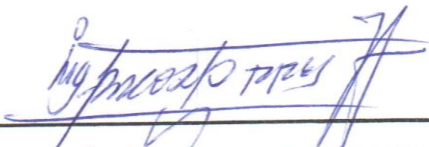
**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2016**

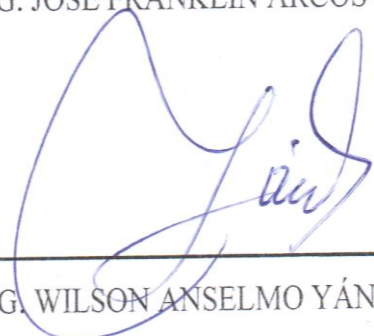
## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO CISTEFOL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Brassica oleracea* L., var. *Avenger* (BRÓCOLI)”, De responsabilidad de la Sr. Julio Gustavo Ayme Naula, ha sido prolijamente revisada quedandō autorizada su presentación.

ING.  
DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ FRANKLIN ARCOS TORRES

ING.  
MIEMBRO

  
\_\_\_\_\_  
ING. WILSON ANSELMO YÁNEZ GARCÍA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
RIOBAMBA – ECUADOR

2016

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Julio Gustavo Ayme Naula, 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 manera fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 05 de agosto de 2016



Julio Gustavo Ayme Naula

Cédula de Ciudadanía: 060409301-3

## **DEDICATORIA**

*A Dios que me brindo su amor y su ayuda por medio de mi familia y por haberme permitido nacer en el seno de la familia Ayme Naula; ellos de una manera maravillosa y comprensiva supieron darme todo el apoyo que requería en el trayecto de mis estudios.*

*¡Gracias señor por tu bondad!*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis hermanos y en especial a mí querida madre y hermana, ellas sin rendirse ni un solo momento me brindaron todo su incondicional apoyo para que pueda realizar mis estudios universitarios.*

*A todos mis profesores de la Escuela de Ingeniería Agronómica que sin escatimar nada de sus conocimientos me enseñaron a ser un verdadero profesional de la agronomía.*

*Al Ing. Luis Hidalgo que a pesar de su jubilación siga brindando su apoyo y conocimientos a todos los estudiantes de la Facultad de Recursos Naturales.*

*Al Ing. Franklin Arcos; Ing. Wilson Yáñez; Ing. Víctor Lindado que en calidad de director, asesor y biometrista de la tesis me brindaron todo sus conocimientos científicos para poder realizar esta investigación.*

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO</b>	<b>PAG.</b>
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV. MATERIALES Y METODOS	45
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	96
VII. RECOMENDACIONES	97
VIII. RESUMEN	98
IX. SUMMARY	99
X. BIBLIOGRAFÍA	100
XI. ANEXOS	107

## LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	PAG.
1	Características físicas del suelo	46
2	Características químicas del suelo	46
3	Especificaciones de la parcela	47
4	Tratamientos en estudio	48
5	Esquema de análisis de varianza	49
6	Nivel de extracción de nutrientes del cultivo de brócoli (kg/ha)	53
7	Análisis de varianza para la altura total de planta en (cm) a los 30 días Después de la transplante	56
8	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 30 días después de la plantación	57
9	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 30 días por interacción (ortogonal testigo vs tratamientos)	58
10	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 30 días por interacción (ortogonal T1 vs resto de tratamientos)	60
11	Análisis de varianza para la altura total de planta en (cm) a los 45 días después de la plantación	61
12	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 45 días después de la plantación	62
13	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por frecuencia	63
14	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por interacción (ortogonal T1 vs tratamientos)	64
15	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por interacción (ortogonal testigo vs tratamientos)	65
16	Análisis de varianza para la altura total de planta en (cm) a los 60 días después de la plantación	67
17	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 60 días por interacción (ortogonal T1 vs resto de tratamientos)	68

18	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 60 días por interacción ortogonal (testigo vs resto de tratamientos)	69
19	Prueba de DMS al 5% para la Altura en (cm) a los 60 días por Interacción Ortogonal (Testigo vs resto de tratamientos).	70
20	Análisis de la varianza para la Altura total de la planta en (cm) a los 75 días después de la plantación.	72
21	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 75 días después de la plantación en dosis por frecuencia	72
22	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 75 días después de la plantación.	74
23	Prueba de DMS al 5% para la Altura en (cm) a los 75 por la interacción ortogonal (Testigo vs Tratamientos).	75
24	Análisis de varianza para diámetro de la pella en (cm)	77
25	Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la pella	77
26	Prueba de DMS al 5% para diámetro de la pella por interacción ortogonal (T1 vs resto de tratamientos)	79
27	Prueba de DMS al 5% diámetro de la pella por interacción ortogonal (testigo vs tratamientos)	80
28	Análisis de varianza para peso de la pella en (kg)	81
29	Prueba de Tukey al 5% para peso de la pella(kg)	82
30	Prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (kg) por dosis	83
31	Prueba de DMS al 5% para peso de la pella (kg) por interaccion ortogonal (testigo vs tratamientos)	84
32	Prueba de tukey al 5% para peso de la pella (kg)	85
33	Prueba de tukey al 5% para peso de la pella (g) por dosis	86
34	Análisis de varianza para rendimiento de cultivo (tn/ha)	88
35	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la pella (tn/ha) por tratamientos	88
36	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la pella (tn/ha) por dosis	90



37	Prueba de DMS al 5% para rendimiento (tn/ha) por interacción ortogonal (testigo vs tratamientos)	91
38	Cálculo de los costos variables de los tratamientos	93
39	Presupuesto parcial y beneficio netos de los tratamientos	94
40	Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio	94
41	Tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados	95

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	PAG.
1	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 30 días después de la plantación	57
2	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 30 días por interacción ortogonal (testigo vs tratamientos)	59
3	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 30 días por interacción ortogonal (T1 vs resto de tratamientos)	60
4	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 45 días después de la plantación	62
5	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por frecuencia	64
6	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por interacción ortogonal (T1 vs tratamientos)	65
7	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 45 días por interacción ortogonal (testigo vs tratamientos)	66
8	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 60 días por interacción ortogonal (T1 vs resto de tratamientos)	68
9	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 60 días por interacción ortogonal (testigo vs resto de tratamientos)	70
10	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 60 días por interacción ortogonal (testigo vs resto de tratamientos)	71
11	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 75 días después de la plantación.	73
12	Prueba de Tukey al 5% para la altura en (cm) a los 75 días por interacción ortogonal (dosis por frecuencia)	74
13	Prueba de DMS al 5% para la altura en (cm) a los 75 días por la interacción ortogonal	75
14	Prueba de Tukey al 5% para diametro de la pella	78
15	Prueba de DMS al 5% diametro de la pella por interacción ortogonal (testigo vs tratamientos)	79

16	Prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (kg)	80
17	Prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (kg)	82
18	Prueba de DMS al 5% para peso de la pella (kg) por dosis	84
19	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la pella (kg) por interacción ortogonal testigo vs tratamientos	85
20	Prueba de tukey al 5% para peso de la pella en kg	86
21	Prueba de tukey al 5% para peso de la pella en kg por dosis	87
22	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tn/ha) por tratamientos	89
23	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento (tn/ha) por dosis	90
24	Prueba de DMS al 5% para rendimiento (tn/ha) por interacción ortogonal testigo vs tratamientos	91

**LISTA DE TABLAS**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>PAG.</b>
1	Composición química del cistefol	12
2	Tiempo de absorción foliar de nutrimentos	17
3	Valor nutricional del brócoli por 100g de producto comestible	25
4	Fertilización recomendada de brócoli	29
5	Absorción de los elementos nutricionales después del trasplante	30
6	Tasa de absorción foliar de nutrientes	31
7	Incremento teórico en la concentración debida a aplicaciones foliares	31
8	Recomendación de fertilización	32
9	Plagas del brócoli	33
10	Enfermedades del brócoli	34
11	Clasificación de las pellas según su peso diámetro	39

**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>PAG.</b>
1	Datos tomados en campo a los 30 días (cm)	103
2	Datos tomados en campo a los 45 días (cm)	103
3	Datos tomados en campo a los 60 días (cm)	104
4	Datos tomados en campo a los 75 días (cm)	104
5	Datos tomados en campo de diametro de la pella (cm)	105
6	Datos tomados en campo peso de pella (kg)	105
7	Datos tomados en campo rendimiento del cultivo (tn/ha)	106
8	Distribución de los tratamientos en el campo	107
9	Mapa georeferenciado del sitio del experimento	108
10	Fotografías del ensayo	109

**I. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO CISTEFOL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Brassica oleraceae* L., var. *Avenger* (BRÓCOLI).**

**II. INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es un país cuyas condiciones agroecológicas permiten el óptimo desarrollo de la actividad agrícola, siendo las hortalizas uno de los productos básicos en la alimentación de la población ecuatoriana. Uno de los cultivos hortícolas más importantes es el brócoli, que se adapta excelentemente al clima de esta región, lo cual beneficia a la economía de muchas familias campesinas, por su alta demanda en el mercado local e internacional.

El cultivo comercial de brócoli empezó en los años noventa, en las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Chimborazo, Imbabura, Carchi, cultivándose en grandes extensiones de terreno y la distribución de siembra para exportación, por provincia, se puede detallar de la siguiente manera: Pichincha 8.5%, Cotopaxi 83%, Tungurahua 3.5%, Chimborazo 5%; en tanto que para mercado nacional la distribución aproximada por provincia es: Pichincha 25%, Cotopaxi 20%, Tungurahua 20%, Chimborazo 30%, otras provincias (Imbabura, Azuay), 5%.

Las estadísticas señalan que Ecuador figura entre los diez primeros países exportadores de brócoli congelado en el mundo y, entre los tres primeros proveedores de la Unión Europea, a donde va gran parte de la producción.

La gran demanda y las exigencias de los mercados internacionales para proveerse de frutos sanos y limpios, han incentivado a producir de forma orgánica como una alternativa para el desarrollo eficiente del sector agrícola en el país, enfocado al mejoramiento del suelo como en la fecundidad de las plantas con la utilización de desechos animales y vegetales reciclados que ayudan a una mayor capacidad de producción, con miras a disminuir en cierta forma el uso y la contaminación del suelo con abonos y pesticidas químicos; ofreciendo de esta manera al consumidor final productos sanos, limpios y libres de sustancias tóxicas.

La escasez de elementos esenciales, tradicionalmente se ha resuelto con la adición de sales minerales al suelo siendo esta superficie hasta la actualidad, es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad. Una de las técnicas difundidas y de gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la “fertilización foliar”.

El brócoli se ha considerado como una hortaliza de gran importancia económica, ya que es una de las verduras que más se consume a nivel nacional y también con una gran demanda para la exportación, principalmente por sus altos valores nutricionales, debido a lo cual se ha visto en la necesidad de continuar en la producción y por ende incrementar su demanda, si se entrega al mercado local y nacional productos hortícolas provenientes de una agricultura sana o limpia.

La agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual lleva a pensar día a día lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos químicos, para la salud humana.

De ahí la importancia de realizar el presente trabajo de investigación, que permitirá difundir a los productores hortícolas recomendaciones sobre las aspersiones foliares a base de productos orgánicos, los mismos que le permitirán producir e incrementar los rendimientos en sus cultivos. Pero también, nace una gran alternativa de incrementar los rendimientos y poder demostrar e incentivar a nuestros agricultores hacia una agricultura sana, ecológica, sustentable y económicamente rentable.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación se realizó con la finalidad de mostrar que la agricultura orgánica se encarga de sostener y promover la salud de suelo, planta, animal y personas. Este principio sostiene que la salud de los individuos y las comunidades no pueden ser separadas de la salud de los ecosistemas; suelos saludables producen cultivos saludables que fomentan la salud de los animales y las personas.

El uso excesivo de los productos químicos por los agricultores de la comunidad de Gatazo Zambrano hace que los suelos agrícolas de este sector presenten muchos inconvenientes, como por ejemplo la salinización, problema a la larga no le permite la movilización de los nutrientes desde el suelo hacia las raíces de las plantas que como defecto de este problema no habrá una buena producción de los cultivos.

Ante este problema surge la opción de la agricultura orgánica que consiste en una producción sana para el hombre y el medio ambiente. Esta agricultura consiste en suministrar los nutrientes provenientes de la descomposición de restos vegetales y desechos animales a nivel foliar o edáfica.

Los agricultores de la zona de Gatazo Zambrano han mostrado un cierto interés, que debido a las costumbre de realizar la agricultura convencional tecnológicamente agroquímica desde hace muchos años ha sido la principal forma contaminando los suelos.



## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

Evaluar la eficacia del fertilizante orgánico cistefol en el rendimiento del cultivo de *Brassica oleraceae* L., var. *Avenger*.

### **2. Objetivos específicos**

- a.** Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de *Brassica oleraceae* L., var. *Avenger*.
- b.** Determinar la dosis y frecuencia adecuada de aplicación de Cistefol para alcanzar los mejores rendimientos en el cultivo de *Brassica oleraceae* L. var. *Avenger* (Brócoli).
- c.** Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. FERTILIZACIÓN FOLIAR**

##### **1. Generalidades**

La característica principal del brócoli ecuatoriano está en su color verde intenso, obtenida por la luminosidad de la zona ecuatorial. Además, en las alturas las pellas se desarrollan más compactas lo que proporciona uniformidad, y mejores cortes que son muy apreciados en el mercado mundial. La altura de las zonas de producción ecuatorianas (2600 y 3200 m.s.n.m.) también brindan un ambiente natural de prevención de ciertas plagas y enfermedades, a diferencia de otros países productores donde se tiene que aplicar mayor cantidad de fungicidas. La sierra ecuatoriana es la región productiva por excelencia.

Las provincias más representativas en el país son: Cotopaxi y Pichincha; en los últimos años están creciendo las superficies sembradas en Chimborazo, Imbabura, Cañar y Azuay. El brócoli en el Ecuador no es un cultivo estacional, la temperatura estable a lo largo del año permite una producción continua y un rendimiento consistente. El ciclo de producción tiene una duración aproximada de tres meses, dependiendo del cultivo y zona de producción, por lo que un cultivo rinde tres cosechas al año. (Directorio de exportadores ecuatorianos, 2015).

La fertilización foliar, que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; esta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo éste sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes (Eibner, 1986).

Por otro lado Bertsch (2003) clasifica a la fertilización foliar en sustitutiva y complementaria, siendo la sustitutiva la fertilización foliar que pretende suplir exigencias totales de cultivo, sin embargo este tipo de fertilización es usada para elementos menores en dosis muy bajas, por lo que es necesario realizar varias aplicaciones lo que genera altos costos de producción

### a. **Fertilización foliar complementaria**

Fertilización complementaria, este tipo de fertilización sirve para reforzar la nutrición que es aportada por las raíces desde el suelo y se aplica en cantidades moderadas de acuerdo con los análisis foliares (Bertsch, 2003).

La fertilización foliar complementaria puede clasificarse de acuerdo a la necesidad del cultivo de la siguiente forma:

- 1) **Correctiva**: Permite superar deficiencias evidentes a través de síntomas, enfrentar problemas con nutrientes específicos, su efecto es de corta duración y remedia los efectos de un estrés determinado (Bertsch, 2003).
- 2) **Preventiva**: Es usada cuando se conoce que existen deficiencias en el suelo, esto permite subsanar dicha deficiencia por la vía foliar, permite prevenir los efectos que pueda producir un estrés dado, es considerada en el programa de fertilización (Bertsch, 2003).
- 3) **Estimulante**: Este tipo de fertilización se supone como característica de las fertilizaciones foliares, sin embargo, son difíciles de medir, depende de muchos factores y su respuesta es variable (Bertsch, 2003).

### b. **Mecanismos de absorción foliar de nutrientes**

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrientes como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrientes en solución si son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero si, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular (García & Peña, 1995).

La fertilización foliar no compite con la aplicación tradicional de fertilizantes al suelo, sino que la complementa, lo cual ayuda a que los cultivos alcancen altos niveles de producción (Murillo, Piedra & León, 2013).

Aunque las hojas pueden tomar sólo cantidades relativamente pequeñas de nutrientes, la práctica de nutrición foliar es altamente benéfica y reconocida como un importante desarrollo de la agricultura moderna (Rottenberg & Gallardo, 2015).

La aspersión debe realizarse con las plantas completamente turgentes. Por esta razón, es aconsejable asperjar por la tarde (próximo a la caída del sol) o temprano en la mañana. Debe evitarse asperjar en las horas más calurosas y cuando la planta puede verse expuesta a condiciones de estrés (Rottenberg & Gallardo, 2015).

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis. Una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales, la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita (Murillo, Piedra & León, 2013).

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

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores; los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Kovacs, 1986).

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

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación:

- 1) Corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta.
- 2) Corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo.
- 3) Abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto,
- 4) Acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes.
- 5) Corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha.

Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos (Trinidad & Aguilar, 1999).

#### **e. Ventajas de la fertilización foliar.**

Entre las ventajas más frecuentemente mencionadas se destaca que la fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas; por ejemplo sequía, encharcamientos o temperaturas extremas del suelo. Por la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces, las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias pueden corregirse durante el ciclo de crecimiento. Así, las sospechas de deficiencias son diagnosticadas más fácilmente (Asad, Blamey & Edwards, 2003).

En particular, la aplicación foliar es más eficiente en las etapas más tardías de crecimiento, cuando hay una asimilación preferencial para la producción de semillas o frutas y la aplicación por vía radicular es limitada en tiempo y forma (Asad, Blamey & Edwards, 2003).

**f. Desventajas de la fertilización foliar.**

Las principales limitaciones o desventajas de la fertilización foliar son:

- 1) **Riesgo de fitotoxicidad:** Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas. Para cada nutriente existen valores límites de concentración, sobre estos la planta se afecta en su normal desarrollo.
- 2) **Dosis limitadas de macronutrientes:** El riesgo de fitotoxicidad recientemente indicado, sumado al hecho que el requerimiento de macronutrientes, tal como su nombre lo indica, es de elevada magnitud, limita la nutrición foliar de estos elementos, quedando restringida a complementar la fertilización al suelo, ó a corregir deficiencias en casos particulares.
- 3) **Requiere un buen desarrollo del follaje:** La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente. Los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el desarrollo del follaje.
- 4) **Costo de materias primas:** Para las aplicaciones foliares se requieren sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad. Estos productos son de mayor valor que los fertilizantes convencionales que se aplican al suelo.
- 5) **Pérdidas en la aspersión:** Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada, se debe asegurar un buen mojamiento del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitable que una parte de ésta escurra por gravedad y caiga al suelo. Por esto, es conveniente evaluar la utilización de aditivos, de tal manera de minimizar estas pérdidas. (Venegas, 2015).

La técnica se ha adoptado particularmente para el suministro de micronutrientes por: las bajas cantidades implicadas en el suministro, la uniformidad lograda al aplicar cantidades muy pequeñas, la falta de contacto con el suelo, evitando la interacción por reacciones químicas con algunos micronutrientes, y el alto cociente de utilización entre las cantidades aplicadas y las absorbidas por las plantas. (Melgar, 2004)

#### **f. Agricultura orgánica**

Es una visión sistemática, holística de la producción agrícola que usa como guía los procesos biológicos de los ecosistemas naturales, que promueve la intensificación de los procesos naturales para incrementar la producción, que evita o excluye en gran parte el uso de agroquímicos, que se desarrolla y con los cuales guarda relaciones armoniosas (Corecaf, 2005).

Es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agro ecosistemas, inclusive la diversidad biológica del suelo. Hace hincapié en la utilización de insumos no agrícolas, siendo esto posible utilizando métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos (Corecaf, 2005).

La Agricultura Orgánica, no es una agricultura de recetas, sino más bien una agricultura que se desarrolla a partir de un entendimiento cabal de la naturaleza, aparece como una alternativa a la Agricultura Convencional (Corecaf, 2005).

#### **g. Fertilizante foliar orgánico**

La fertilización foliar es una técnica más para suministrar nutrientes a los cultivos, no reemplaza en absoluto 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 los que podrían absorberse por las hojas. La fertilización foliar debe considerarse una técnica suplementaria o mejor aún complementaria de un programa de fertilización, utilizando 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. (Fertilizando, 2002)

La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes, aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que si se realiza desde las raíces al resto de la planta, tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema (Fertilizando, 2002)

#### **h. Cistefol**

Bioactivador metabólico foliar a base de N, P, K, más micro elementos, ácido fólico, cisteína y 17 aminoácidos procedentes de hidrólisis enzimática por fermentación de rápida absorción. Potencializa la fisiología de la planta facilitándole la superación de períodos críticos en su desarrollo (Hidalgo, 2007).

Es un fertilizante orgánico mineral para aplicación foliar, con aminoácidos de características: aspecto líquido, color marrón oscuro y olor característico. La finalidad de aplicación de estos productos no es la nutricional, sino la de favorecer y potenciar el metabolismo (Ankor, 2010).

Aplicar en los casos que se necesita una respuesta rápida del cultivo o en condiciones adversas como sequía, estrés, fitotoxicidad, entre otros. Se aplica en flores, hortalizas frutales, soya, arroz, papa, brócoli, tomate, entre otros (Hidalgo, 2007) lo cual se describe en la tabla 1.



**TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CISTEFOL**

<b>Composición</b>	<b>Cistefol</b>
Nitrógeno (N)	4,5
Nitrógeno orgánico	3,9
Potasio (K)	1,31
Fósforo (P)	1,5
pH	3,48
Aminoácidos totales	182
Calcio (Ca)	0,2
Magnesio (Mg)	0,05

**Fuente:** Cartillas informativas de los productos AGROBEST, (2011)

#### **i. Beneficios de los aminoácidos en las plantas**

Estos incrementan la permeabilidad celular y la absorción y translocación de los iones nutrientes, aumentan la floración, disminuyendo en número de abortos florales regulando los procesos osmóticos, indispensables para una excelente floración, combinados con microelementos incrementa el peso y sabor de los frutos, potencian la absorción de nutrientes minerales, aceleran la recuperación de plantas sometidas a condiciones adversas, tales como: trasplante, transporte, viento, heladas, granizo, poda, asfixias, efectos tóxicos de tratamientos fitosanitarios, equilibran el metabolismo de las plantas, rápida asimilación, tanto foliar como radicular, aprovechamiento total, aumento de la producción y calidad (Ankor, 2010).

#### **j. Cultivo**

El cultivo es la práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas. La agricultura es un arte milenario que tiene el propósito de cultivar la tierra mediante diferentes tratamientos y alternativas con el fin de obtener vegetales y frutos que puedan ser utilizados con propósitos alimenticios, medicinales y estéticos (Definicionabc, 2015).

La palabra cultivo proviene del latín “cultum”, cuya raíz es griega, proviniendo de “kol” que significa poda, una de las principales labores agrícolas, pudiendo definirse al cultivo como la actividad humana que permite que la tierra fructifique.(Deconceptos, 2015).

## **B. RELACIÓN PLANTA-AGUA**

Calvache (1993) afirma que, el consumo de agua en los cultivos agrícolas normalmente se refiere a toda el agua perdida a través de las plantas (transpiración), evaporada de la superficie del suelo, más el agua retenida en los tejidos de las plantas. Por lo tanto, el consumo de agua por la plantas es de vital importancia desde el punto de vista agrícola.

A medida que el contenido de agua en el suelo disminuye, la planta tiene que esforzarse más para extraer agua y la tasa de uso de agua decrece. Esto se observa mejor durante el desarrollo de los cultivos, pues mientras el cultivo crece aumenta el uso consuntivo de agua, (Calvache, 1993).

Black (1975), indica que el agua es el medio donde se llevan a cabo los procesos vitales de las plantas. Además, por cada kilogramo de materia seca producida circulan por las plantas varios cientos de kilogramos de agua que se pierden en la atmósfera por la transpiración y evaporación en las superficies.

En los períodos de crecimiento activo, basta que no absorban agua durante un período determinado de tiempo, para producir una disminución en el crecimiento y producciones futuras (Black, 1975).

### **1. Absorción de nutrientes por la planta**

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).

**a) Mojado 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).

**b) 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).

**c) 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 ácido 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).

#### **d) 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:

### **1) 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.

### **2) Transporte a través de los canales vasculares (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.

### 3) Velocidad de absorción de elementos nutricionales

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 Tabla 2, se detallan tiempos de absorción foliar de algunos nutrimentos importantes.

**TABLA 2. 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).

## **2. Factores que influyen en la absorción floral**

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, vellosoidad 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 (Lignoquim, 2015).

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).

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).

## **b) Factores ambientales**

### **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).

## **c) Factores externos que afectan la absorción de los nutrientes por las plantas**

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

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).

## **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).

## C. CULTIVO DE BRÓCOLI

### 1. Origen

El brócoli es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Existen referencias históricas de que el cultivo data desde antes de la Era Cristiana. Ha sido popular en Italia desde el Imperio Romano y en Francia se cultiva desde el siglo XVI (PUCESI, 2014). Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Asia menor. Italia, Livia y Siria recolectaron los primeros ejemplares de estas plantas provenientes de coles y las coliflores. El cultivo de brócoli se asienta mejor en zonas con clima templado (Sagarpa. 2014).

### 2. Clasificación botánica

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

### 3. Cultivares

Los cultivares existentes de brócoli son híbridos, lo que implica que se desarrollan genéticamente en laboratorios y que las plantas no producen semillas. En general estos cultivares se clasifican, según su ciclo (entre 50 y 150 días), en temperaturas, medias y tardías. Las diferencias radican en el color, tamaño de la planta y la inflorescencia, en el grado de desarrollo de los brotes laterales, en su adaptabilidad a diversos climas y suelos y en sus características genéticas (Bustos, 1996).

Los diferentes cultivares de brócoli esta: Legacy, Triathlon, Marathon, Arcadia, Patriot, Patrón, Máximo, Avenger, Expo, Gypsy, SBCO516. Afirma que el avenger posee un amplio rango de adaptación para su producción incluyendo condiciones de calor (relativas al brócoli), desarrolla cabezas bien domadas, pesadas y uniformes, grano de mediano a fino de color verde intenso. Este brócoli pre comercial de Sakata, sin duda es el nuevo lanzamiento más prometedor en el mercado de brócoli tanto para mercado fresco como para la industria. (Sakata, 2007).

El cultivar Avenger es muy susceptible a la fisiopatía ojo de gato o a pudrición de cabeza principalmente en el invierno por lo que afecta su calidad para el mercado local e internacional, su ciclo de cultivo es largo entre 13 y 14 semanas. (Haro & Maldonado, 2009).

#### **4. Características botánicas**

##### **a. Raíz**

La raíz principal es pivotante, puede llegar a penetrar hasta 1.20 m de profundidad, el sistema de raíces secundario es muy profuso y abundante (Valadez, 1994).

##### **b. Tallo**

Un brócoli sano y atendido a todos sus requerimientos nutricionales e hídricos desarrolla un tallo de 2- 6 cm diámetro, y 20 – 50 cm de largo, sobre el cual se disponen las hojas con internados cortos, con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal. (Hidalgo, 2007)

##### **c. Hojas**

El brócoli posee hojas de color oscuro, rizadas, festoneadas, con ligerísimas espículas, presenta un limbo hendido, que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo de pecíolos (Maroto, 1995).

**d. Flores**

Las flores son perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestas en forma de cruz, a pesar de tener flores perfectas existe cierto grado de auto incompatibilidad, el tipo de polinización es cruzada y la realizan los insectos (Hidalgo, 2007).

**e. Inflorescencia**

La inflorescencia está constituida por primordios florales inmaduras dispuestas en un corimbo primario en el extremo superior del tallo, los corimbos son de color variado según el cultivar de verde claro a verde púrpura mantiene muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible. (Hidalgo, 2007).

**5. Fases de cultivo**

En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

**6. Crecimiento**

La planta desarrolla solamente hojas (Maroto, 1995).

**7. Inducción floral**

Después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento. (Maroto, 1995).

**8. Formación de pellas**

La planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal (Maroto, 1995).

## 9. Floración

Los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores (Maroto, 1995).

## 10. Fructificación

Se forman los frutos (silicuas) y semillas (Maroto, 1995).

## 11. Contenido nutricional

**TABLA 3.** VALOR NUTRICIONAL DEL BRÓCOLI POR 100g DE PRODUCTO COMESTIBLE

<b>Valor nutricional del brócoli/100g de producto comestible</b>	
Proteínas (g)	5,45
Lípidos (g)	0,3
Glúcidos (g)	4,86
Vitamina A (U.I.)	3.500
Vitamina B1 (mg)	100
Vitamina B2 (/mg)	210
Vitamina C (mg)	118
Calcio (mg)	130
Fósforo (mg)	76
Hierro (mg)	1,3
Calorías (cal)	42-32

**Fuente:** [www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm), 2007

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutricional por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales. (Pascual, 1994), lo que se indica con mas detalle en la tabla 3.

## **12. Fisiología**

Si las temperaturas son altas, el crecimiento es anormal y en general excesivo, aunque a veces, según la temperatura y otros factores ambientales, se retrasa la maduración y las cabezas (floretes) producidas son disparejas, menos compactas y más descoloridas, con sabor fuerte. (Vigliola, 1991).

## **13. Congelamiento o daño por heladas**

Las inflorescencias más jóvenes son más sensibles al congelamiento en el centro y se vuelven pardas al descongelarse. Además el brócoli que ha estado congelado tiene un olor fuerte y desagradable. Si se sospecha una helada, las cabezas deberían ser examinadas cuidadosamente después de un día o dos, y si están dañadas, no se debería comercializar (Gull, 2003).

Las temperaturas frías en las hortalizas (especialmente brócoli, coliflor, col de Bruselas, etc.) resultan en cambios en las propiedades físicas de la membrana celular que resultan en una serie de posibles daños o disfunciones indirectas, ocurre una transición en la fluidez de la membranas que se cree que coincide con la temperatura umbral al menos en algunas especies sensibles al frío (SENASA, 2004).

Las heladas en el cultivo de brócoli se manifiesta de la siguiente manera: se produce un debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose entre otras cosas las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua, existe un desplazamiento de los equilibrios biológicos frenándoles la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente y finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos (Villalva, 2011).

## **14. Condiciones climáticas**

El brócoli se puede cultivar entre los 1500 – 3200 m.s.n.m. en climas templados fríos y húmedos, su temperatura óptima es de 16 a 18° C, aunque soportan temperaturas mínimas de 5° C y máximas de 24° C. Requiere de 4 – 8 horas de sol, rocío y nubosidad media, es poco susceptible al viento y a las heladas, pero muy susceptible al granizo, las

zonas de vida de ésta brassicacea son: bs-PM, bs-MB, bh-M, bh-PM, Bh-MB, BMh-M (Vigliola,1991).

El brócoli es considerado como un cultivo de clima frio, la temperatura mínima para el crecimiento es de 5° C, siendo la óptima de 15 a 18 ° C, tolera heladas suaves pero al estar en inflorescencia provoca congelación y palpamiento en flores; es una planta mesofítica que requiere condiciones medias de humedad es decir, 400 mm/ciclo de precipitación y una humedad relativa media alta (Hidalgo, 2007).

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

#### **15. Requerimientos edáficos**

Los suelos óptimos para el desarrollo y cultivo del mismo deben ser de textura: franca, franca arcillosa, arcillo limoso, estructura suelta; profundidad mínima 50 cm., además un pH óptimo de 5.8 – 6.5 y salinidad <10 mmhos (Vigliola, 1991).

El brócoli se desarrolla muy bien en suelos con topografía plana, textura franca perfil profundo y buen drenaje, con características químicas como pH neutro (6-8), baja salinidad, alta fertilidad y alto contenido de materia orgánica (Hidalgo, 2007).

#### **16. Requerimiento hídrico**

Krarp, (1992), señala que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. Se realiza riego al momento del trasplante y los dos días posteriores, no se debe permitírsele sufrir por necesidad de agua, ya que puede alterar el desarrollo fisiológico de la planta y causar formación prematura de cabezas pequeñas. En ambiente meridional con trasplante de mediados de verano el consumo hídrico total para los tres meses hasta la cosecha es de más o menos 4000 m<sup>3</sup>/ha (400 mm). La humedad del suelo debe oscilar entre 60% de la capacidad de campo como mínimo, y el 80% como



máximo, si la humedad desciende del 50% de la capacidad de campo, la producción puede reducirse entre el 25 y el 30%. En la fase de inducción floral y formación de pella conviene que el suelo esté sin excesiva humedad.

## **17. Manejo del cultivo**

### **a) Preparación del suelo**

Se dará una labor de subsolador a unos 50 cm, seguido de una de vertedera de 40 cm. Posteriormente se darán unas labores complementarias de grada o cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. Se realizarán caballones separados entre sí de 0.8 a 1 m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar (Wayne, 2015).

Los cultivos precedentes de los brócoli más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc (Wayne, 2015).

### **b) Trasplante**

La planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra. Se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. Normalmente se emplean unas densidades de 12.000 - 30.000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0.80 - 1 m entre líneas y 0.40 - 0.80 m entre plantas (Krarup, 1992).

### **c) 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 tempero. (Wayne, 2015).

#### d) Abonado

La fertilización se realiza de acuerdo a los resultados de los análisis de los suelos, teniendo en cuenta el tipo de suelo, pH, CE y CIC (Padilla, 2000).

La fertilización inorgánica utilizada y recomendada por la mayoría de empresas brocoleras es la siguiente, tabla 4.

**TABLA 4. FERTILIZACIÓN RECOMENDADA DE BRÓCOLI**

	<b>Elementos</b>	<b>Cantidad (kg/ha)</b>
<b>Macronutrientes</b>	Nitrógeno	350
	Fósforo	105
	Potasio	70
<b>Micronutriente</b>	Calcio	30
	Magnesio	25
	Hierro	125

**Fuente:** Sakata. Paquete tecnológico sobre cultivo de brócoli. Htm

#### e) Demanda de nutrientes

La absorción de nutrientes en el período vegetativo del brócoli ha permitido concluir que el nitrógeno, fósforo y el potasio mantienen una tendencia ascendente hasta la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fósforo en las primeras fases y más potasio en las fases subsiguientes, con una relación en el nitrógeno y el potasio entre 1 a 1.2 (Padilla, 2000).

La demanda de nutrientes del cultivo se obtiene a partir de muestras de biomasa y análisis nutrimental a lo largo del ciclo de cultivo. Estos muestreos se realizan cada 2 a 3 semanas del cultivo, teniendo precaución que sean representativas de la etapa de desarrollo del cultivo. Los muestreos se realizan de la siguiente manera: se pesa y se muelen para análisis de laboratorio mediante el conocimiento de la materia seca total y

el análisis químico de éstas muestras se obtienen las curvas de acumulación para los micronutrientes: N, P, K, Ca, Mg y S. (Castellanos, 1999), mas detalle en la tabla 5.

**TABLA 5. ABSORCIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES DESPUÉS DEL TRASPLANTE**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad kg/ha</b>
<b>N</b>	270
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	6°
<b>K<sub>2</sub>O</b>	270
<b>CaO</b>	200
<b>SO<sub>3</sub></b>	100
<b>MgO</b>	25
<b>Fe</b>	110 g/ha (30-74 días)
<b>B Y Zn</b>	200 g/ha (40-74 días)

Fuente: Hidalgo, 2007

MAG (2010) citado por Ubidia (2014), manifiesta que se han observado buenos resultados con la aplicación de 12 g de fertilizante fórmula 10-30-10 en el trasplante y 10 gramos de nitrato de amonio a cada planta, treinta días después del trasplante. Se recomienda la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre.

Bertsch (2003), considera dos tipos de fuentes de fertilización foliar las mismas que son: las sales minerales inorgánicas y los quelatos, sin embargo las sales minerales que se usaron como primeros fertilizantes foliares estaban constituidos por cloruros, nitratos y sulfatos, estos son de menor costo, pero causaban quema y fitotoxicidad al follaje.

Los cloruros y nitratos se absorben mas rápido porque tienen mayor poder higroscópico y permeabilizan más la cutícula, la Urea estimula la oabsorción de otros nutrimentos porque aumenta la permeabilidad del tejido foliar, como se muestra en la tabla 6.

**TABLA 6. TASA DE ABSORCIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES**

<b>ELEMENTO</b>	<b>TIEMPO PARA 50% DE ABSORCIÓN</b>
<b>N</b>	½ - 1 hora
<b>P</b>	5 - 10 días
<b>K</b>	10 - 24 horas
<b>Ca</b>	1 - 2 días
<b>Mg</b>	2 - 5 horas
<b>S</b>	8 días
<b>Zn</b>	1 - 2 días
<b>Mn</b>	1 - 2 días
<b>Fe</b>	10 - 20 días
<b>Mo</b>	10 - 20 días

Fuente: Bertsch, 2003

**TABLA 7. INCREMENTO TEÓRICO EN LA CONCENTRACIÓN DEBIDA A APLICACIONES FOLIARES**

<b>L/ha</b>	<b>%</b>		<b>g/ha aplicados</b>		<b>Posible incremento</b>	
1	11	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	P	0.001	%
3	10	K <sub>2</sub> O	249	K	0.005	%
3	10	Ca	300	Ca	0.006	%
2	6.5	MgO	78	Mg	0.002	%
2	11	Zn	220	Zn	45	Ppm
2	7.5	Fe	142	Fe	29	Ppm
2	5	Mn	100	Mn	21	Ppm
1	10	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31	B	64	Ppm

Fuente: Bertsch, 2003

La fertilización foliar usando quelatos genera cargas con valor 0, facilitando la penetración a través de la cutícula, no hay interferencia en la coabsorción por efectos de repulsión o atracción de cargas eléctricas, existe mayor velocidad de absorción de sales y menor riesgo de pérdida del nutrimento por lavado (Bertsch, 2003), como se muestra en la tabla 6.

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará un mes o dos antes de la plantación del orden de 4 tn/ha de estiércol bien fermentado. Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura. El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento. (Mayberry, 1995), mas detalle en la tabala 8.

**TABLA 8. RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN**

<b>Abonado de fondo</b>	<b>% de unidades de fertilizantes</b>	<b>kg/ha</b>	<b>Unidades de fertilizantes /ha</b>
Sulfato amónico	20	600	120
Superfosfato de cal	18	500	90
Sulfato potásico	50	300	150
Abonado de cobertura			
Nitrato amónico	33.5	300	100

Fuente: [www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm), 2007

#### **f) Malas hierbas**

El terreno se debe mantener limpio de malas hierbas, para lo cual, se emplea contra malezas anuales y gramíneas Pendimetalina 33%, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 3 a 5 l/ha. (Krarup, 1992).

#### **D. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

A continuación en las tablas 9 y 10 se detalla cuales son la principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de brócoli.

1. Plagas

TABLA 9. PLAGAS DEL BRÓCOLI

Nombre común	Nombre científico	Control preventivo
Minador	<i>Liriomyza trifolii</i>	Tratar con Diazinon, Fosalone, Triclorfon.
Mosca del brócoli	<i>Chorthophilla brassicae</i>	Tratar con Clorpirifos, Diazinon y Fosalone.
Oruga	<i>Pieris brassicae</i>	Formulaciones a base de <i>Bacillusthuriensis</i> .
Falsa potra	<i>Ceuthorrhynchus pleurostigma</i>	Para el tratamiento en la plantación se recomienda aplicar Clorfenvinfos cada 10-15 días y dirigido al pie de cada planta. Se realizarán pulverizaciones a base de Lindano en el semillero, cuando las plántulas tienen 3 ó 4 hojas.
Polilla de las crucíferas	<i>Plutella xylostella</i>	Resulta efectivo el control con <i>Bacillus thuriensis</i> .
Pulguillas de las crucíferas	<i>Phyllotreta nemorum</i>	Realizar tratamientos aéreos con Carbaril, Metiocarb o Triclorfon.
Pulgón del brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Tratar con Acefato al 75% en una dosis de 0.15 % o Carbofuran 5% a una dosis de 12-15 kg. /ha.

Fuente: INFOAGRO, 2001

## 2. Enfermedades

**TABLA 10. ENFERMEDADES DEL BRÓCOLI.**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Control preventivo</b>
Alternaría	<i>Alternaria brassicae</i>	Cada 7-10 días dar tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Mancozeb, Propineb.
Damping off	<i>Pythium ultimum.</i> <i>Pythium irregulare.</i>	Utilizar sustrato desinfectado y buen manejo de agua.
Manchas gris	<i>Botrytis cinereae</i>	Manejo de humedad
Mildiu común	<i>Peronospora brassicae</i>	Manejo de humedad
Hernia o potra de la col	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Dazomet, Metam-sodio o Quintoceno.
Rizoctonia	<i>Rhizoctonia solani</i>	Tratamientos dirigidos a la base de la planta con alguno de los siguientes productos: Isoquinoleina, Dazomet, Netam-sodio o Quintoceno.
Roya	<i>Albugo candida</i>	Control, prevenir cada 7-10 días con Mancozeb, Propineb, Maneb, Oxiclورو de cobre, Hexaconazol.
Mancha angular	<i>Mycosphaerella brassicicola</i>	Tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Mancozeb, Propineb,

**Fuente:** Falconi, 2000.

## **E. Recolección (Cosecha)**

Los brócolis deben cosecharse con el número de hojas exteriores necesario para su protección; en el caso de los brócolis de pella conviene que estén lo más cubiertos posible. La recolección comienza cuando la longitud del tallo alcanza 5 ó 6 cm, posteriormente se van recolectando a medida que se van produciendo los rebrotes de inflorescencias laterales. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de longitud requerida. Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pero pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15.000 y 25.000 kg/ha (Maroto, 1983)

## **F. CRITERIO DE CALIDAD DE CULTIVO**

### **1. Planta**

El cultivo constituye los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, lo que la constituye como un ciclo, gracias a la vigorosidad de la misma que es la fuerza en el desarrollo expresado en su rápido crecimiento (Gull, 2003).

### **2. Porte de hojas**

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

### **3. Brotes secundarios**

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

### **4. Pella**

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



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

## **5. Forma**

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

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

## **6. Clasificación de las pellas por el tamaño**

### **a) Pellas chicas**

Cuando la inflorescencia o pella está comprendida entre 5 – 10 cm de diámetro (SENASA, 2004).

### **b) Pellas medianas**

Cuando la inflorescencia o pella está comprendida entre 10 – 20cm., de diámetro (SENASA, 2004).

### **c) Pellas grandes**

Cuando la inflorescencia o pella tiene más de 20 cm., de diámetro.

#### **e. Grano**

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

#### **7. Maduración del grano**

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

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

#### **8. Color**

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

Hay amplitud de matices desde verdes con tonalidades violetas pasando por verdes claros, medios y oscuros, hasta verdes oscuros con tonalidad azulada a grisácea según la intensidad de la serosidad (Gull, 2003).

El color, tanto en intensidad como en uniformidad en el cultivo de brócoli es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor, por tanto es decisivo en aquellos productos como las hortalizas (brócoli, coliflor, lechuga) en donde un verde intenso está asociado a una mayor frescura y uniformidad de grano (ABCAGRO, 2004).

La pérdida del color verde en la inflorescencia de brócoli es un indicador de senescencia.

El color también es un indicador de la madurez y muy importante en frutos y hortalizas en donde no hay cambios substanciales luego de ser cosechados (no climatéricos), mientras tanto en frutos y hortalizas que sufren cambios luego de la cosecha

(climatéricos) el color es menos decisivo e indica fundamentalmente el grado de madurez (Junagra, 2004).

En hortalizas (como por ejemplo el brócoli) el color está asociado en cierta manera a la turgencia, por ejemplo un verde brillante es uno de los indicadores de la frescura y sabor de la inflorescencia (Anton, 2004).

El color es el principal parámetro para estimar el grado de madurez de la pella en el brócoli ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura de la inflorescencia, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible.

Sin embargo, a medida que este proceso continúa, se produce el sobre-maduración, que conduce en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto (Anton, 2004).

## **9. Tamaño**

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

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

El tamaño en la inflorescencia de brócoli es uno de los principales indicadores del momento de cosecha y en muchos casos está directamente asociado a otros aspectos de la calidad como el sabor o textura, tal es el caso de hortalizas en general, en donde los tamaños pequeños son particularmente valorados por los consumidores exigentes (Junagra, 2004).

En la Tabla 11, se indica el tamaño del brócoli según el peso y calibres permitidos utilizados para la agroindustria.

**TABLA 11. CLASIFICACION DE LAS PELLAS SEGÚN SU PESO DIÁMETRO**

<b>Tamaño</b>	<b>Pequeño</b>	<b>Mediano</b>	<b>Grande</b>
Peso (gr)	Menos de 300	De 300-500	Mayor de 500
Diámetro (cm)	Menos de 13	De 13-16	Mayor de 16

Fuente: ABCAGRO, 2004

#### **10. Uniformidad de tamaño**

La uniformidad del tamaño de la inflorescencia de brócoli se aplica a todos los componentes de calidad. Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales. Tan importante es, que la principal actividad de la preparación para mercado es precisamente uniformar el producto, para obtener éxitos y buena aceptación en él mismo (ABCAGRO, 2004).

#### **11. Compactidad**

Depende de la variedad pero puede estar influenciada por la climatología y técnicas del cultivo. Se desean pellas compactas, pesadas, con buen aguante en campo y pos cosecha (Gull, 2003).

Se dice que la pella de brócoli está en estado bien compacto cuando las yemas individuales y los racimos sobre el tallo están generalmente cercanos y juntos, de modo que en lo alto del racimo no tenga un aspecto desigual o se sienta muy suave (SENASA, 2004).

## **12. Tronco hueco**

Defecto que, aun dependiendo de la variedad, también está influenciado por técnicas del cultivo que se favorecen con abonos nitrogenados en exceso, poca densidad de plantas y siembras muy tempranas (Gull, 2003).

## **13. Requisitos mínimos de calidad en el brócoli**

El brócoli para exportación debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad: Bien desarrollado, cabezas firmes y compactas (bien cerrados entre unos y otros); de forma, color, sabor y olor característico de la variedad; en estado fresco, entero, limpio, y yemas completamente cerradas; con tallos firmes y exentos de lignificación, libre de humedad; con hojas verdes, sanas, frescas y tiernas extendidas sobre la cabeza; libre de pudrición, plagas y libre de daños causados por plagas; libre de cualquier olor, sabor y/o material extraño; libre de defectos mecánicos y libre de manchas o indicios de heladas (ABCAGRO, 2004).

## **14. Estándares de calidad en el brócoli**

A demás de cumplir con los requerimientos mínimos de calidad, el brócoli debe ser de calidad superior. Debe estar libre de defectos con la excepción de aquellos que no afecten la apariencia general del producto, su calidad, su vida de refrigeración y su presentación al consumidor (SENASA, 2004).

## **15. Especificación de tamaño**

El tamaño del brócoli es determinado por el diámetro del tallo floral al final de corte o por el diámetro máximo de la cabeza (SENASA, 2004).

## **16. Diámetro del tallo floral**

El diámetro mínimo para exportación es de 8 cm. La diferencia entre el tallo floral máspequeño y más grande en cada unidad de empaque no debe exceder de 20 cm (SENASA,2004).

### **17. Diámetro de la cabeza**

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. La diferencia entre el más pequeño y la cabeza más grande en cada unidad de empaque no debe exceder de: 4 cm. Si la cabeza más pequeña tiene un diámetro de menos de 10 cm, y 8 cm. Si la cabeza más pequeña tiene un diámetro de 10 cm. o más (SENASA, 2004).

### **18. Grados de selección en el cultivo de brócoli**

#### **a) Grado 1**

Dentro de este grado se clasifican los brócolis de un mismo cultivar, se tolera hasta un 5% de defectos, no se admiten podredumbres o pudriciones (Gull, 2003).

#### **b) Grado 2**

Dentro de este grado se clasificarán los brócolis de un mismo cultivar, se tolera deformaciones y decoloraciones, siempre que no se comprometa el reconocimiento del cultivar. Se admite hasta un 5% de flores abiertas; tallos levemente lignificados y huecos, hasta un 15% de otros defectos, dentro de los cuales, sólo el 0,5% podrá ser de podredumbre, cualquiera sea su origen (Gull, 2003)

Según SINAGAP (2016), la superficie sembrada de brócoli a nivel nacional hasta el año 2012 fue de 3.400 hectáreas aproximadamente con un rendimiento promedio a nivel nacional de 15.55 toneladas métricas/hectárea, sin embargo en la provincia de Chimborazo la superficie sembrada fue de 110 hectáreas con un rendimiento promedio de 12,81 toneladas métricas/hectárea.

## **G. COMERCIALIZACIÓN.**

La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar (Baca, G. 1995).

Los responsables de muchas empresas o cooperativas, que los productos se podrían vender directamente al público o al consumidor, con lo cual se evitaría la intermediación. Sin embargo, al enfrentarse a la realidad, cuando las cooperativas ya están en marcha, surgen todos los problemas que la comercialización representa (Baca, 1995).

La comercialización no es la simple transferencia de productos hasta la mano del consumidor; esta actividad debe conferirle al producto los beneficios de tiempo y lugar; es decir, una buena comercialización es la que coloca al productor en un sitio y momento adecuado, para dar al consumidor la satisfacción que el espera con la compra (Baca, 1995).

### **1. Canales de distribución.**

Un canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, deteniéndose en varios puntos de esta trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga de esa trayectoria existe un pago o transacción, además de un intercambio de información. El productor siempre tratara de elegir el canal más ventajoso desde todos los puntos de vista (Baca, G. 1995).

### **2. Mercado.**

Las exportaciones ecuatorianas de brócoli en el período 2.004 – 2.008 presentaron un comportamiento creciente tanto en valor como en cantidad, con excepción de 2.008, año en el que Ecuador exportó el 1,4 % menos en toneladas en relación a 2.007. En este periodo la variación promedio de las exportaciones ecuatorianas de brócoli en miles de dólares ha sido del 15 %, y la variación en toneladas corresponde al 9,50 % (CORPEI, 2009).

### **3. 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.

La información del III Censo Agropecuario, 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. Actualmente se estima que la superficie sembrada asciende a 5.000 hectáreas. (CORPEI, 2009).

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

## **H. TERMINOLOGIA**

### **1. Evaluación**

La evaluación es la acción de estimar calcular o señalar el valor de algo. La evaluación a menudo se usa para caracterizar y evaluar temas de interés en una amplia gama de las empresas humanas, incluyendo las artes, la educación, la justicia, la salud, las fundaciones y organizaciones sin fines de lucro, los gobiernos y otros servicios humanos. (DICCIONARIO ILUSTRADO OCEANO DE LA LENGUA, 1998).

El concepto de evaluación se refiere a la acción y a la consecuencia de evaluar, un verbo cuya etimología se remonta al francés évaluer y que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de una determinada cosa o asunto. (WORDREFERENCE, 2015).

La evaluación es un proceso que tiene por objeto determinar en qué medida se han logrado los objetivos previamente establecidos, que supone un juicio de valor sobre la programación establecida, y que se emite al contrastar esa información con dichos objetivos (www.uclm.es).

Examen o experimentación para comprobar el buen funcionamiento de alguna cosa o su adecuación a un determinado fin. Demostración de la verdad de alguna cosa, o de su existencia. Razón o argumento con que se demuestra la verdad o falsedad de una cosa. (WORDREFERENCE, 2015)



## 2. Eficacia

La eficacia es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción. No debe confundirse este concepto con el de eficiencia, que se refiere al uso racional de los medios para alcanzar un objetivo predeterminado (es decir, cumplir un objetivo con el mínimo de recursos disponibles y tiempo). En general, la combinación de eficacia y eficiencia supone la forma ideal de cumplir con un objetivo o meta. No sólo se alcanzará el efecto deseado, sino que se habrá invertido la menor cantidad de recursos posibles para la consecución del logro. (WORDREFERENCE, 2015)

En términos generales, se habla de eficacia una vez que se han alcanzado los objetivos propuestos. Como un ejemplo muy ilustrativo podríamos decir que equivale a ganar un partido de fútbol independientemente de si el juego es aburrido o emocionante para el espectador, porque lo importante es hacer lo necesario para lograr el triunfo.

En el presente artículo y con la finalidad de brindar al lector un panorama amplio acerca del significado de la palabra eficacia, se responde a la anterior pregunta incluyendo las definiciones propuestas por diferentes autores, más una definición general al final del artículo.

Según Idalberto Chiavenato, la eficacia "es una medida del logro de resultados". (PROMONEGOCIOS, 2015).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

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

#### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

- a. Sitio: San Francisco
- b. Altitud: 3143 m.s.n.m
- c. Latitud: 751148 m. S (UTM).
- d. Longitud: 9815168 m. W (UTM).

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

- a. Temperatura media anual: 14°C
- b. Humedad relativa: 70%
- c. Precipitación media anual: 480 mm/año

#### **4. Clasificación ecológica**

Según la clasificación de zonas ecológicas la zona de Gatazo Zambrano, ecológicamente se clasifica como bosque seco Montano Bajo (bsMb) y estepa espinosa Montano bajo (eeMb) (Holdridge, 1982).

#### **5. Características del suelo**

Características físicas y químicas que se encuentran a detalle en los cuadros 1 y 2.

---

<sup>1</sup> DATOS TOMADOS EN GATAZO ZAMBRANO CON LA AYUDA DE GPS (2015)

<sup>2</sup> ESTACIÓN METEOROLÓGICA ESPOCH (2015)

a. **Características físicas**

**CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO**

<b>Origen:</b> Volcánico	<b>Textura:</b> Franco Arenoso
<b>Estructura:</b> Granular	<b>Drenaje:</b> Bueno
<b>Topografía:</b> Plana	<b>Pendiente:</b> 2%
<b>Profundidad:</b> > 0.50m	

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

b. **Características químicas**

**CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO**

			mg/L		Meq/100g				ppm		
Identificación	Ph	% M.O	NH4	P	K	C.I.C	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
<b>Lote Hidalgo</b>	8,1 Alc.	0,8 B	5 B	68,9 A	0,7 A	3,4 MB	18,7 M	4,9 M	23,8 M	1,6 B	4,2 B

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

**Interpretación de fertilidad**

Alc = Alcalino

MB = Muy bajo

L. Alc = Ligeramente alcalino

A = Alto

M = Medio

B = Bajo

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

## B. MATERIALES

### 1. Material experimental

Se utilizó el producto Cistefol y plantas de brócoli, variedad *Avenger*.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 dosis, 2 frecuencia, 4 repeticiones más 1 testigo absoluto.

### 2. Especificaciones de campo experimental

Número de tratamientos: 7; repeticiones 4; unidades experimentales 27, lo cual se puede observar a detalle en el cuadro 3 y anexo 8.

### 3. Parcela

**CUADRO 3. ESPECIFICACIONES DE LA PARCELA**

<b>Especificación de la parcela</b>	<b>Unidades</b>
Forma de la parcela	Rectangular
Entre hileras	0,6
Entre plantas	0,3
Número de plantas por hilera	10
Número de plantas por parcela	50
Número total de plantas del ensayo	1350
Área de la parcela	243
Área de la parcela neta	9
Números de plantas a evaluar	10
Distancia entre parcelas	1
Distancia entre bloques	0,6
Área total del ensayo	351

**Elaborado:** AYME, J. 2015.

## 1. Factores en estudio

Los tratamientos resultan de la combinación de los factores en estudio y se especifican en el Cuadro 4.

### a. Factor A : Dosis de aplicación

Dosis baja = A1: 0.5cc/L

Dosis media = A2: 1.0cc/L

Dosis alta = A3: 1.5cc/L

### b. Factor B: Épocas de aplicación

B1 = 7 días

B2 = 14 días

### c. Análisis combinatorio

De la combinación de los dos factores, se obtuvo un total de 6 tratamientos con cuatro repeticiones más un testigo absoluto, dando un total de 28 unidades experimentales, detalle en cuadro 4.

**CUADRO 4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	A1B1	0.5cc/l cada 7 días
T2	A1B2	0.5cc/l cada 14 días
T3	A2B1	1.0cc/l cada 7 días
T4	A2B2	1.0cc/l cada 14 días
T5	A3B1	1.5cc/l cada 7 días
T6	A3B2	1.5cc/l cada 14 días
TESTIGO	TESTIGO	TESTIGO

Elaborado: AYME, J. 2015.

## D. UNIDADES DE OBSERVACIÓN

### 1. Unidad de observación

La unidad de observación estuvo constituida por la parcela neta con 10 plantas por tratamiento, escogidas al azar e identificar para su evaluación considerando el efecto borde.

### 2. Esquema del análisis de varianza

Para el desarrollo del presente experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres dosis, dos frecuencias de aplicación, cuatro repeticiones más un testigo absoluto lo cual está detallado en el cuadro número 5.

**CUADRO 5. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>
Repeticiones	3
Dosis	2
Frecuencias	1
dosis por frecuencia	2
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1
T vs T1,T2, T3, T4, T5, T6	1
Error	10
Testigo	3
Total	21

Elaborado: AYME, J. 2015.

### 3. Análisis funcional

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

- a. Se determinó el coeficiente de variación y se expresara en %.
- b. Se realizó el análisis de correlación y regresión lineal.

- c. Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre fuentes y niveles de fertilización que presenten significancia.
- d. Se realizó el análisis económico.

#### **4. Distribución del ensayo en el campo**

La distribución de los tratamientos, se realizó al azar (Anexo 8).

#### **5. Unidad de producción**

Estuvo constituida por la parcela neta, de las cuales se escogió 10 plantas al azar por tratamiento para las correspondientes evaluaciones, considerando el efecto borde.

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

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

Se procedió a medir la altura de 10 plantas al azar en centímetros, por cada parcela neta y por tratamiento en estudio, escogidas al azar desde la base hasta la parte más alta de la misma, la primera medición se realizó después de los 30 días del trasplante, luego se procedió a la medición cada 15 días.

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

Se contabilizó el número de días desde el trasplante, hasta la formación del botón (pella) de 1,0 cm de diámetro.

#### **3. Días a la cosecha**

La contabilizó del número de días transcurridos desde el trasplante, hasta su madurez comercial se conoce como días a la cosecha.

#### 4. **Diámetro de la pella**

El corte de la pella se realizó al mismo tiempo que se realizó la medición del diámetro y se expresó en centímetros. El diámetro de floretes fue evaluado con una cinta métrica, enrollándole la misma alrededor del borde de los floretes con la intención de tomar los datos de la circunferencia y luego mediante la fórmula conseguir el mismo diámetro de la pella.

#### 5. **Peso de la pella**

Se realizó el corte de la pella de cada uno de los tratamientos tomando en cuenta la parcela neta, procediéndose a pesar en el mismo instante con una balanza analítica y su resultado se expresó en gramos.

#### 6. **Rendimiento en kg/parcela neta y en tn/ha**

Para la proyección del rendimiento en kg/parcela neta, así como en kg/ha y tn/ha. Se efectuó la sumatoria de los pesos de las pellas comerciales obtenidas por parcela neta.

El rendimiento por hectárea se calculará mediante la siguiente fórmula:

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

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 del cultivar expresado en tn/ha, se determinó el costo de producción por hectárea de cada uno de los tratamientos.



## **F. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores pre-culturales**

#### **a. Muestreo del suelo**

Se recogió la muestra de suelo antes de realizar el trasplante y se llevó al laboratorio de suelos FRN, para su correspondiente análisis químico y de esta manera se determinó la deficiencia o exceso de los elementos en el suelo y se aplicó la respectiva fertilización base.

#### **b. Preparación del suelo**

Se efectuó una labor de arada y una de rastra con el tractor, y posteriormente se hizo una nivelación manual; luego se procedió a surcar manualmente a 0,60 metros entre surcos.

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

Para esta actividad se utilizó: estacas, piolas, flexómetro, y se continuó las especificaciones del campo experimental.

#### **d. Hoyado**

Se realizó en cada una de las repeticiones a una profundidad de 0.30 m, para colocar los fertilizantes base necesarios en cada hoyo. Por el bajo contenido de materia orgánica, según el análisis de suelo en el laboratorio, se incorporó 61.5 gr/planta de ferthigue, por tres ocasiones: la primera antes del trasplante, y los dos restantes a los 30 y 60 días después del trasplante.

## 2. Labores culturales

### a. **Trasplante**

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

### b. **Fertilización**

#### 1) Fertilización foliar

La fertilización foliar se realizó con el Cistefol que es un producto líquido, y las dosis que se utilizaron fueron de: 0,5 (bajo); 1,0 (medio) y 1,5 (alta) cc/L respectivamente y en épocas de 7 y 14 días de aplicación.

#### 2) Fertilización edáfica

A fertilización se realizó en base al cuadro de extracción de nutrientes del cultivo de brócoli (Cuadro 6), y los niveles de nutrientes contenidos en el suelo. La fertilización inicial o de base se realizó con Ferthigue, roca fosfórica y Sulphomag en cantidades de: 61,5; 11,5 y 2,42 g/planta respectivamente a los 42 días después del trasplante se realizó otra aplicación de: 61,5; 11,5 y 2,42 g/planta respectivamente.

**CUADRO 6.** NIVEL DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (kg/ha)

Elemento nutricional	Inicial (kg/ha)	gr/planta	Fertilizante
Nitrógeno (N)	270	120	Ferthigue
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	60	22.5	Roca fosfórica
K <sub>2</sub> O	270	50	Sulphomag
MgO			25
SO <sub>3</sub>			100

**Fuente:** Avendaño, (2008)

**a. Deshierbe**

Se realizó las labores de deshierbe con una frecuencia de cada 21 días durante el ciclo del cultivo, para evitar la competencia en el consumo nutrimental y evitar de esta forma dar hospedaje a las plagas.

**b. Riego**

El agua se suministró mediante el riego por gravedad cada día que existió el turno de agua para el riego cada 8 días, además se consideró las condiciones climáticas en el transcurso del ciclo productivo.

**c. Control fitosanitario**

La presencia del gusano trozador (*Agrotis ypsilon*) después del trasplante y del pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en la formación del florete, se controló con un producto químico llamado “DECIS” con una dosis de 0,5 cc/L de agua, esta aplicación se realizó únicamente cuando se evidencio la presencia de estas. Se buscó alternativas de control biológico para la presencia de enfermedades.

**d. Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual, iniciando con el corte de la pella, luego se procedió a pesar y receptar los datos correspondientes (Anexo 10).

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados que se presentan están en función de las variables estudiadas, las discusiones se realiza comparando los resultados obtenidos con respaldos técnicos o comparaciones entre resultados.

### **A. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL CULTIVO DE BRÓCOLI**

A continuación se detalla la metodología que se utilizò para la determinación estadística de las características agronómicas del ensayo.

#### **1. Altura de planta a los 30 días después de trasplante**

En el Cuadro 7, se presenta en resumen los análisis de varianza correspondientes a esta variable, datos que se describen a continuación.

En el análisis de varianza para el para altura de planta a los 30 días (Cuadro 7), se obtuvo diferencias estadísticas significativas para tratamientos y para la comparación ortogonal T1 x T2, T3, T4, T5, T6; además altamente significativa, para la comparación ortogonal (Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6)

El coeficiente de variación fue 8,66 %.

**CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA TOTAL DE PLANTA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE**

F de V	Gl	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	90.16	3.34		<b>0,05%</b>	<b>0,01%</b>	
REPETICIONES	3	17.67	5.89	3.38	3.16	5.09	*
TRATAMIENTOS	6	41.17	6.86	3.94	2.66	4.01	*
DOSIS	2	0.28	0.14	0.08	3.55	6.01	NS
FRECUENCIA	1	1.29	1.29	0.74	4.41	8.29	NS
DxF	2	1.26	0.63	0.36	2.66	4.01	NS
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	13.674	13.67	7.86	4.41	8.29	*
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	38.33	38.33	22.03	4.41	8.29	**
Error	18	31.32	1.74				
<b>Promedio</b>	<b>15.22</b>						
<b>CV %</b>	<b>8.66%</b>						

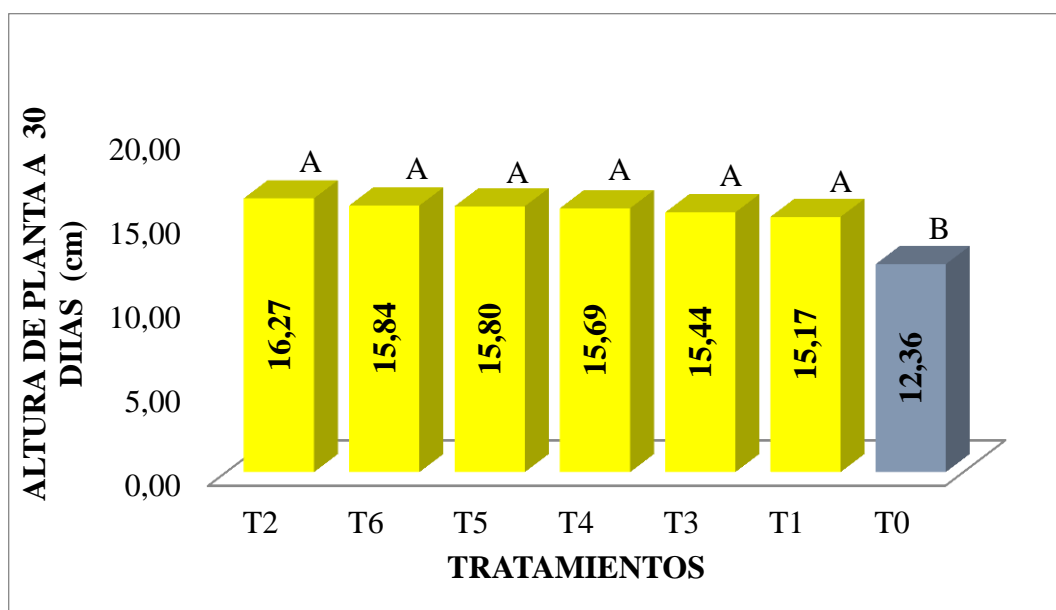
ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

NS: no significativo \* : significativo \*\* : altamente significativo

**CUADRO 8.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE

TRATAMIENTO	MEDIA (cm)	RANGO
T2	16.27	A
T6	15.84	A
T5	15.80	A
T4	15.69	A
T3	15.44	A
T1	15.17	A
TESTIGO	12.36	B

En la prueba de Tukey al 5% para la altura en cm a los 30 días después de la plantación, (Cuadro 8), los tratamiento T2, T6, T5, T4, T3 y T1, con valores que van desde 16,27 a 15,17 cm, se muestran recomendables (Gráfico 1).



**GRÁFICO 1.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETRO (cm) A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE

Al analizar el (Grafico 1) se determinó que no existen diferencias para crecimiento, sin embargo es posible diferenciar que entre los tratamientos TESTIGO y el tratamiento con la dõsis de 0,5cc por litro de agua aplicada cada 14 días (T2) se obtuvo un crecimiento de 3,91 cm más en relación al testigo, con esto de demuestra la efectividad del producto aplicado (Cistefol) hasta los 30 días.

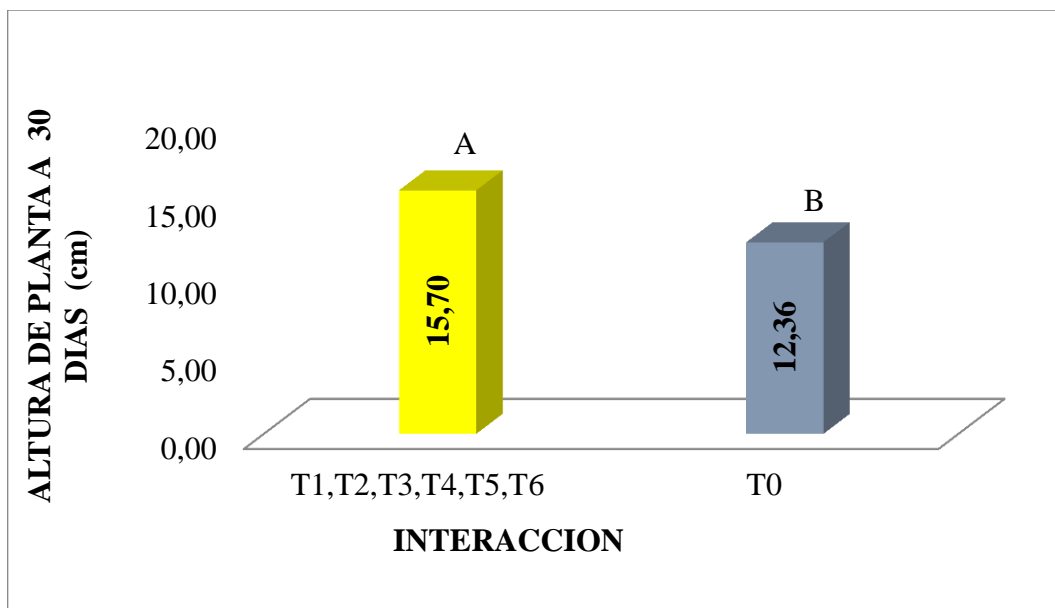
Al respecto Llerena (2012), indica que al evaluar diferentes fertilizantes orgánicos en mezcla con cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación, obtuvo una altura de 11.33 cm a los 28 días, en tanto que el tratamiento en el que se aplico 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2) obtuvo una altura de 16.27 cm a los 30 días en el presente ensayo.

Por otro lado al comparar con los resultados obtenidos por Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del Cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que a los 28 días una altura 5.77 cm, esto puede deberse a que dentro de sus componentes se encuentra en alta proporción Nitrógeno total con 45 g/L (AGROBEST S.A, 2015) que es determinante para el desarrollo de la planta por su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; es uno de los elementos claves en la nutrición mineral.

**CUADRO 9.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 30 DÍAS POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

<b>INTERACCION</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>RANGO</b>
T1, T2, T3, T4, T5, T6	15.70	A
TESTIGO	12.36	B

En la prueba de DMS al 5% de interacción ortogonal (Testigo Vs T1, T2, T3, T4, T5, T6), (Cuadro 9), se observa que T1, T2, T3, T4, T5, T6, es el conjunto de tratamientos recomendable con un valor en promedio de 15,70 cm.



**GRÁFICO 2.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN cm A LOS 30 DÍAS POR INTERACCIÓN ORTOGONAL (TESTIGO ABSOLUTO VS TRATAMIENTOS)

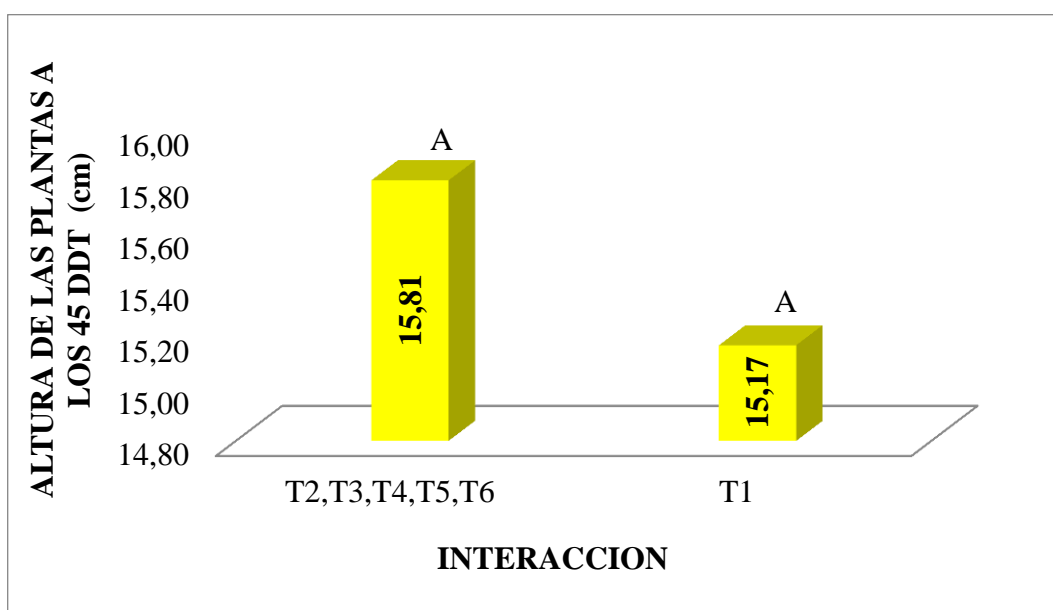
Al analizar la interacción entre tratamientos con testigo absoluto, se observa que continúa la tendencia, los tratamientos tienen un mayor crecimiento en comparación al testigo absoluto, por lo que se determina que el compuesto aplicado (Cistefol) actúa en la estimulación del crecimiento vegetativo puesto que dentro de sus componentes se encuentra en alta proporción Nitrógeno total con 45 g/L (AGROBEST S.A, 2015) que es determinante para el desarrollo de la planta por su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; es uno de los elementos claves en la nutrición mineral



**CUADRO 10.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 30 DÍAS POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T2, T3, T4, T5, T6	15.81	A
T1	15.17	A

En la prueba de DMS al 5% de interacción ortogonal (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS), (Cuadro 10), se observa que T2, T3, T4, T5, T6, es el conjunto de tratamientos recomendable con un valor en promedio de 15,81 cm.



**GRÁFICO 3.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 30 DÍAS POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

Al analizar el Gráfico (3), de interacción de la altura de planta a los 30 días de los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 vs T1, se observa que no existe diferencias significativas, sin embargo, se tuvo diferencias matemáticas con un valor de 0,64 cm respectivamente. Esto se debe a que el principal componente del fertilizante orgánico

(Cistefol) es el nitrógeno que provoca un mejor desarrollo vegetativo entre ello la altura de las plantas.

## 2. Altura de planta a los 45 días después de trasplante

En el análisis de varianza para el para altura de planta a los 45 días (Cuadro 11), presentó diferencias estadísticas significativas para Tratamientos y para la comparación ortogonal T1 x T2, T3, T4, T5, T6; además altamente significativa, para la comparación ortogonal Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6).

El coeficiente de variación fue 8,18 %.

**CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA TOTAL DE PLANTA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN**

F de V	Gl	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	192.36	7.12		<b>0,05%</b>	<b>0,01%</b>	
REPETICIONES	3	64.61	21.54	6.48	3.16	5.09	**
TRATAMIENTOS	6	67.90	11.32	3.40	2.66	4.01	*
DOSIS	2	4.58	2.29	0.69	3.55	6.01	NS
FRECUENCIA	1	15.06	15.06	4.53	4.41	8.29	*
DxF	2	5.89	2.95	0.89	2.66	4.01	NS
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	27.36	27.36	8.23	4.41	8.29	*
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	42.37	42.37	12.75	4.41	8.29	**
Error	18	59.84	3.32				
<b>Promedio</b>	<b>22.28</b>						
<b>CV %</b>	<b>8.18%</b>						

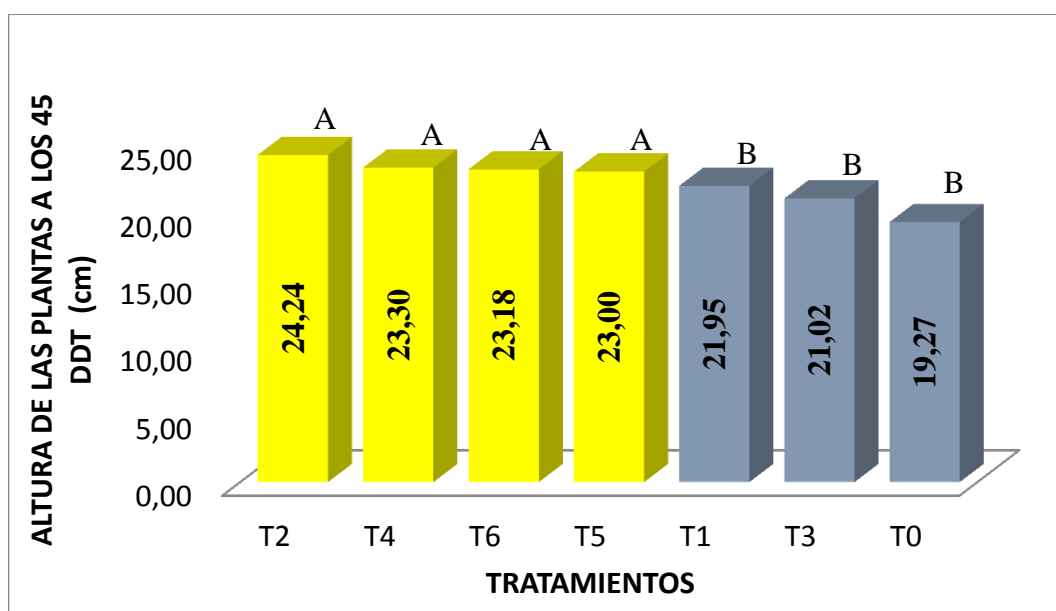
ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

NS: no significativo \* : significativo \*\* : altamente significativo

**CUADRO 12.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	RANGO
T2	24.24	A
T4	23.30	A
T6	23.18	A
T5	23.00	A
T1	21.95	B
T3	21.02	B
TESTIGO	19.27	B

En la prueba de Tukey al 5% para la altura en cm a los 45 días después de la plantación, Cuadro (12), los tratamiento T2, T4, T6, T5, T1 y T3, con valores que van desde 24,24 a 21,02 cm, se muestran recomendables.



**GRÁFICO 4.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

En promedio, el crecimiento de las plantas a los 45 días, no presenta diferencias significativas entre sí, sin embargo, se tuvo diferencias matemáticas con respecto testigo absoluto (TESTIGO) con un valor de 4,97 cm entre este y el tratamiento en el que se aplico 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2). El Testigo absoluto que pesar de haber sido fertilizado edáficamente igual que el resto de los tratamientos no presenta el mismo crecimiento que el resto, esto comprueba la efectividad de la aplicación del producto estudiado (Cistefol) que aporta en desarrollo vegetativo de las plantas por la presencia de nitrógeno en su composición.

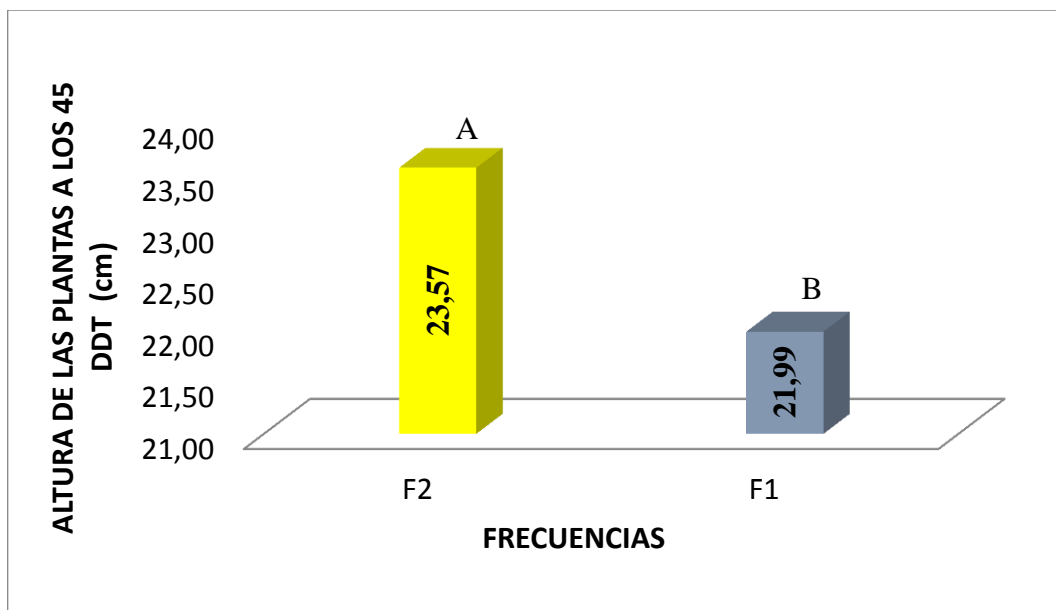
Llerena (2012), indica que al realizar una evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos en mezcla con cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación, se obtuvo una altura de la pella a los 42 días a la aparición de la pella presenta una altura de 13.21 cm, sin embargo, cabe mencionar que el incremento en altura del presente ensayo fue medido a los 45 días, por lo que se puede evidenciar una ventaja en tiempo.

Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que a los 42 días una altura de 21.42 cm que supera el crecimiento mostrado en el presente ensayo.

**CUADRO 13.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DE LA PLANTACIÓN POR FRECUENCIA

<b>FRECUENCIA</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>RANGO</b>
B2	23.57	A
B1	21.99	B

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 45 días después de la plantación, (Cuadro 13), al hacer el análisis de frecuencia se muestra que B2 se ubica en e rango “A” con un valor de 23,57, mientras que B1 con un valor de 21,99 se ubica en el rango “B”.



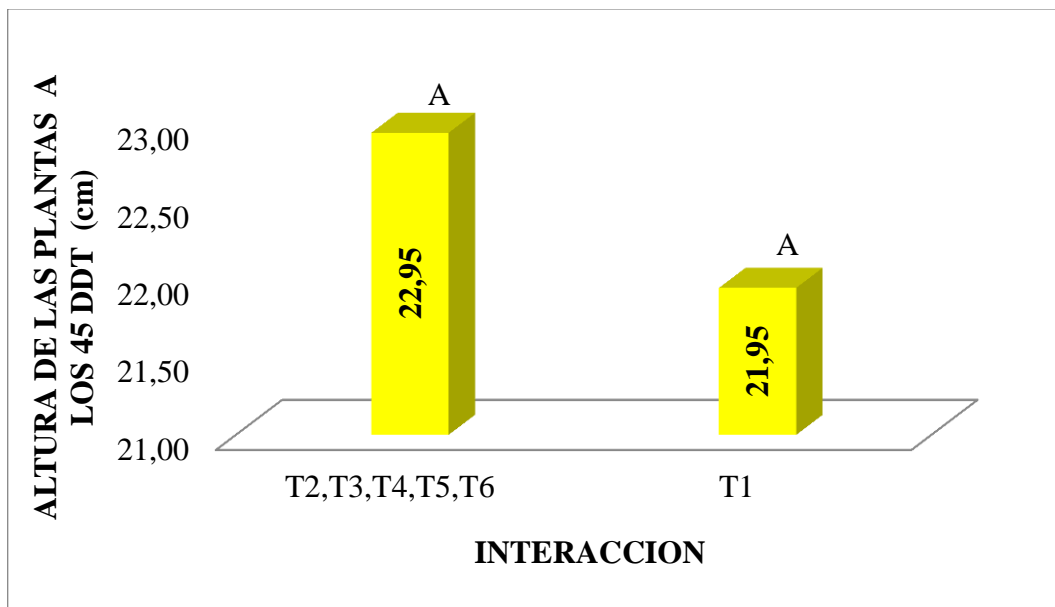
**GRÁFICO 5.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DE LA PLANTACIÓN POR FRECUENCIA

En relación a la altura alcanzada de las plantas a los 45 días, se determino que al realizar aplicaciones con una frecuencia de 14 días se obtuvo los mejores resultados que al realizar aplicaciones cada 7 días, esto pudo deberse al aporte dosificado y continuo de nitrógeno total que tiene el Cistefol en su composición lo que hace que exista un mejor desarrollo vegetal que se puede observar en este caso en la altura de las plantas a los 45 días.

**CUADRO 14** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DE LA PLANTACIÓN POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T2, T3, T4, T5, T6	22.95	A
T1	21.95	A

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 45 días por interacción ortogonal, Cuadro (14), se observa que la interacción T1 y la interacción T2, T3, T4, T5, T6 se ubican en el rango “A” con valores promedio de 22.95 y 21.95 cm respectivamente.



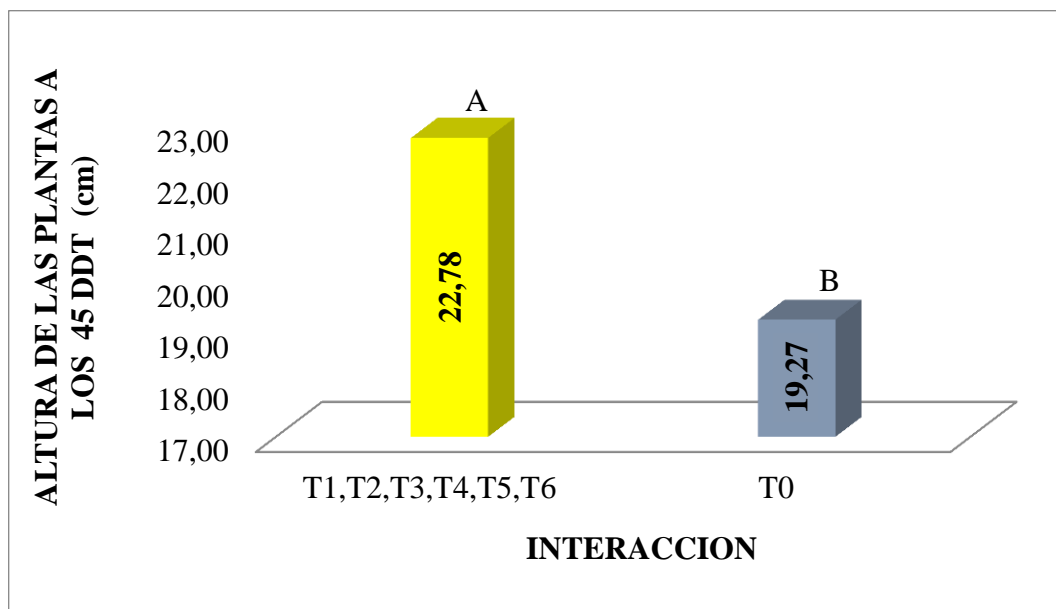
**GRÁFICO 6.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUES DE LA PLANTACIÓN POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. TRATAMIENTOS)

Para la comparación ortogonal Gráfico( 6), evidencia un rango de significación para altura de las plantas a los 45 días en el cual se observa que T1 vs. T2, T3, T4, T5, T6, no existen diferencias significativas, si embargo se tuvo diferencias matemáticas con un incremento de altura promedio de 1 cm.

**CUADRO 15.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUES DE LA PLANTACIÓN POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6	22.78	A
TESTIGO	19.27	B

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 45 días por interacción ortogonal testigo vs tratamientos, (Cuadro 15), se observa que T1, T2, T3, T4, T5, T6 se ubica en el rango “A” con un valor promedio de 22.78 cm, mientras que el testigo con un valor de 19,27cm está en el rango “B”.



**GRÁFICO 7.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 45 DÍAS DESPUES DE LA PLANTACIÓN POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS TRATAMIENTOS)

Para la comparación ortogonal (Gráfico 7) para altura de las plantas a los 45 días con respecto a la comparación ortogonal el TESTIGO vs. T1, T2, T3, T4, T5, T6 indica que, los tratamientos con aplicación de Cistefol muestra su efectividad esto puede deberse a la presencia de dentro de sus componentes de nitrógeno componente esencial para la nutrición de la planta, mientras que el testigo no tuvo aportes de macronutrientes más que los presentes en el suelo, además estos no siempre se encuentra en formas asimilables.

### 3. Altura de planta a los 60 días después de trasplante

En el cuadro 16 donde se analiza el análisis de varianza para la altura total de planta a los 60 días después de la plantación.

**CUADRO 16.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA TOTAL DE PLANTA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

F de V	Gl	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	344.43	12.76		<b>0,05%</b>	<b>0,01%</b>	
REPETICIONES	3	97.65	32.55	4.25	3.16	5.09	*
TRATAMIENTOS	6	108.87	18.14	2.37	2.66	4.01	NS
DOSIS	2	5.54	2.77	0.36	3.55	6.01	NS
FRECUENCIA	1	9.13	9.13	1.19	4.41	8.29	NS
DxF	2	22.44	11.22	1.46	2.66	4.01	NS
T1 x T2, T3, T4, T5, T6	1	76.680	76.68	10.01	4.41	8.29	**
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	71.76	71.76	9.37	4.41	8.29	**
Error	18	137.91	7.66				
<b>Promedio</b>	<b>31.92</b>						
<b>CV %</b>	<b>8.67%</b>						

**ELABORACIÓN:** AYME, J., 2015 **NS:** no significativo \* : significativo \*\* : altamente significativo

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 60 días (Cuadro 16), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para la comparación ortogonal T1 x T2, T3, T4, T5, T6 y la comparación ortogonal (Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6)

El coeficiente de variación fue 8,67 %.

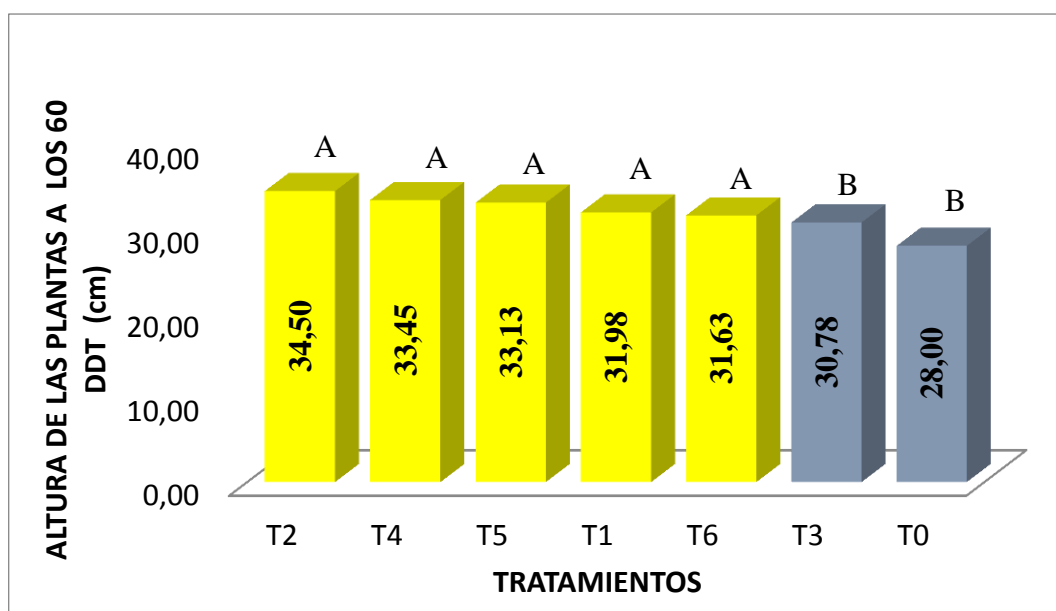
El promedio de la altura de la planta fue 31,98 cm



**CUADRO 17.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

TRAT	MEDIA (cm)	RANGO
T2	34.50	A
T4	33.45	A
T5	33.13	A
T1	31.98	A
T6	31.63	A
T3	30.78	B
TESTIGO	28.00	B

En la prueba de Tukey al 5% para la altura en cm a los 60 días después del transplante, (Cuadro 17), se observa que los tratamientos T2, T4, T5, T1 y T6 con valores de 34.50, 33.45, 33.13, 31.98 y 31.63 cm respectivamente se ubicaron en el rango “A” mientras que tanto T3 y Testigo con valores de 30, 78 y 28,00 cm según corresponde, poniéndolos dentro del rango “B”.



**GRÁFICO 8.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

En el promedio del crecimiento de las plantas a los 60 días no se evidencia diferencias significativas con respecto a los tratamientos a excepción testigo absoluto (TESTIGO) a pesar de tener la misma cantidad de fertilizantes edáficos el crecimiento no es igual en el testigo absoluto (TESTIGO), pero la aplicación foliar no se realizó en el TESTIGO, la diferencia de crecimiento entre el tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2) y TESTIGO es de 6,5 cm, esta diferencia de crecimiento se debe por la aplicación del fertilizante foliar Cistefol en el T2.

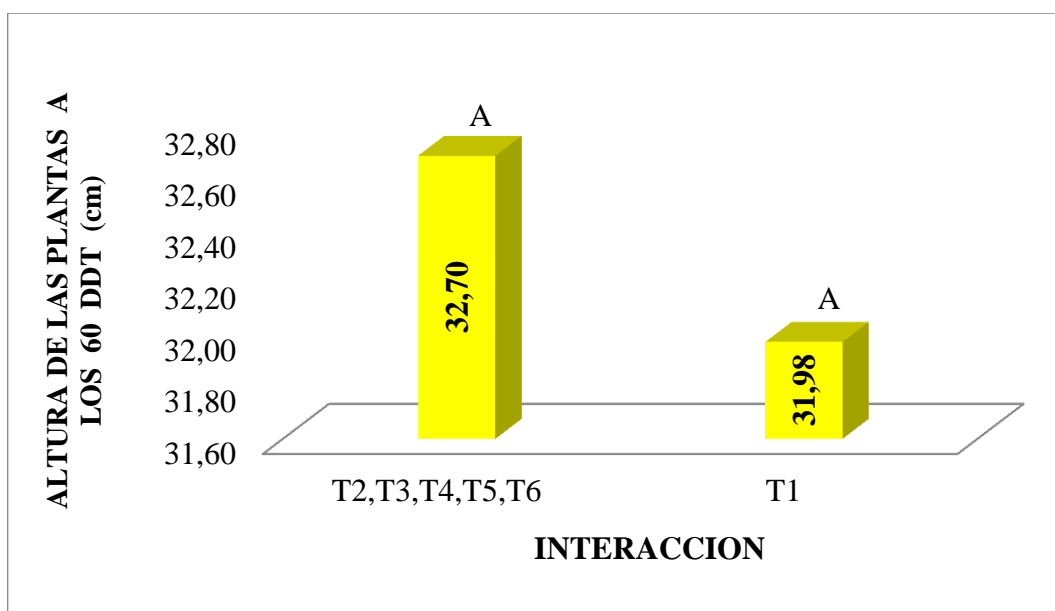
Según Llerena (2012), al realizar una evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos en mezcla con cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación, en relación a la altura de la planta a los 56 días a la aparición de la pella presenta una altura de 15.02 cm, que en relación a los resultados obtenidos en el presente ensayo (31.98 cm) se demuestra que la dosificación del mismo es más eficiente por la amplia diferencia entre ambos.

Pero al comparar con los resultados obtenidos por Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que a los 56 días la altura obtenida fue de 35.51 cm, a pesar de ser tomada la medida cuatro días que la presente investigación.

**CUADRO 18.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS POR INTERACCION (ORTOGONAL T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T2, T3, T4, T5, T6	32.70	A
T1	31.98	A

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 60 días en análisis ortogonal entre tratamientos, (Cuadro 18), se observa que tanto T2, T3, T4, T5, T6, como T1 están dentro de rango "A" con un valores de 32.70 y 31.98 cm respectivamente.



**GRÁFICO 9.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS DDT POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

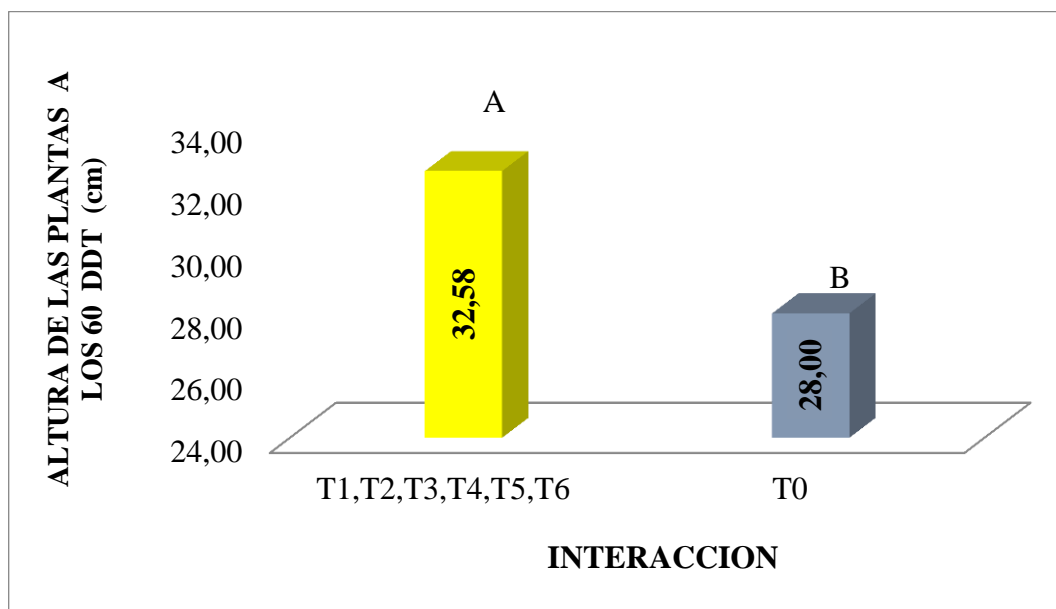
Al hacer el análisis de la comparación ortogonal entre el tratamientos T1 vs T2, T3, T4, T5, T6, se puede observar que la diferencia entre ellos es de 0,72 cm y estadísticamente nos indica que todos los tratamientos son recomendables, este resultado puede deberse a que la combinación de aplicaciones y dosis actúan numéricamente mejor en conjunto que al analizar una sola (gráfico 8).

**CUADRO 19.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6	32.58	A
TESTIGO	28.00	B

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 60 días en comparación ortogonal de testigos por tratamientos, (Cuadro 19), se observa que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 se ubicaron en el rango “A” con un valor de 32.58 cm, mientras que el testigo se ubicó en el rango “B” con un promedio de 28.00 cm.

La altura de las plantas a las 60 días (Gráfico 9) de la interacción de tratamientos con del testigo absoluto, se determino que los tratamientos con aplicación de Cistefol se muestran recomendables demostrándose la efectividad de este compuesto; la diferencia entre estos (tratamientos) y el Testigo absoluto es de 4,58cm.



**GRÁFICO 10.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 60 DÍAS DDT POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

#### 4. Altura de planta a los 75 días después de trasplante

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 75 días (Cuadro 20), presentó diferencias estadísticas significativas para Tratamientos; Dosis x Frecuencia; además altamente significativa, para la comparación ortogonal (Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6).

El coeficiente de variación fue 9,01 %.

El promedio de la altura de la planta fue 37,40 cm

**CUADRO 20.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA TOTAL DE PLANTA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN

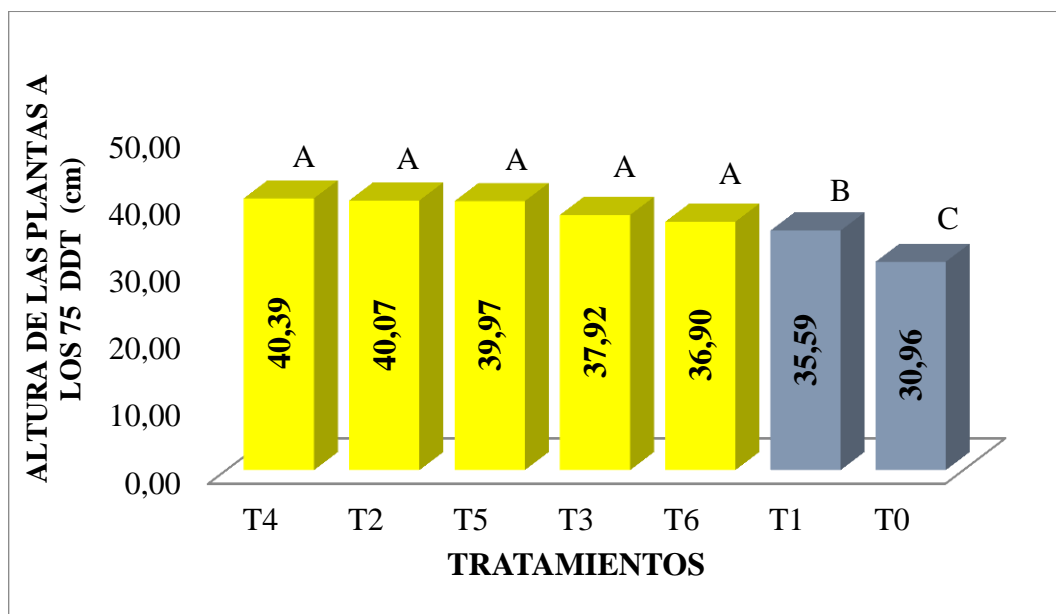
F de V	Gl	S.C.	C.M.	fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	737.47	27.31		<b>0,05%</b>	<b>0,01%</b>	
REPETICIONES	3	261.56	87.19	7.68	3.16	5.09	**
TRATAMIENTOS	6	271.69	45.28	3.99	2.66	4.01	*
DOSIS	2	7.05	3.53	0.31	3.55	6.01	NS
FRECUENCIA	1	10.08	10.08	0.89	4.41	8.29	NS
DXF	2	61.08	30.54	2.69	2.66	4.01	*
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	31.825	31.82	2.81	4.41	8.29	NS
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	193.48	193.48	17.05	4.41	8.29	**
Error	18	204.22	11.35				
<b>Promedio</b>	<b>37.40</b>						
<b>CV %</b>	<b>9.01%</b>						

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015      NS: no significativo    \*: significativo    \*\*: altamente significativo

**CUADRO 21.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DDT

TRAT	MEDIA (cm)	RANGO
T4	40.39	A
T2	40.07	A
T5	39.97	A
T3	37.92	A
T6	36.90	A
T1	35.59	B
TESTIGO	30.96	C

En la prueba de Tukey al 5% para la altura en cm a los 75 días después de la plantación, (Cuadro 21), se observa que los tratamientos T4, T2, T5, T3, y T6 con valores de 40.39, 40.07, 39.97, 37.92 y 36.90 cm respectivamente se ubicaron en el rango “A” mientras que tanto T1 en el rango “B” con 35.59 cm y el Testigo con valores de 30, 96 cm en el rango “C”.



**GRÁFICO 11.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTÍMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN.

Al realizar el análisis de la altura de las plantas a los 75 días en relación a los tratamientos, se determinó que el mejor tratamiento es el tratamiento en el que se aplicó 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T4) comparando con el Testigo absoluto, este resultado se debe a que los tratamientos a excepción del tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T1) tuvieron mejor asimilación de macronutrientes que aportaron desde el fertilizante orgánico Cistefol, especialmente al nitrógeno total presente en su composición puesto que este elemento se encuentra de forma asimilable para la planta.

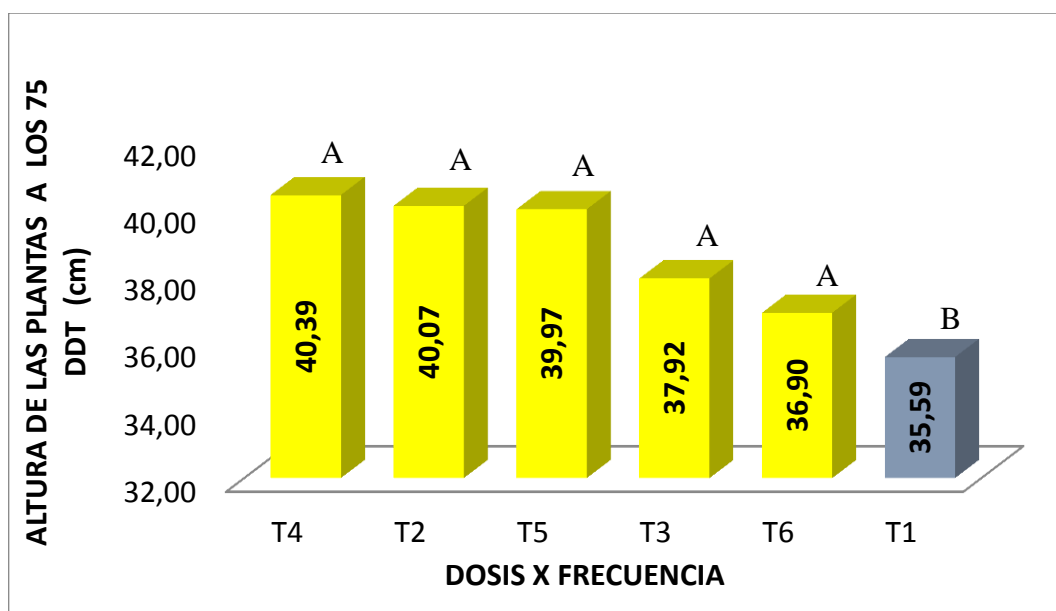
Por otro lado Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que a los 70 días la altura obtenida fue de 38.77 cm, lo que indica que existió

un mejor crecimiento a pesar de haberse tomada la lectura cinco días antes que el presente ensayo.

**CUADRO 22.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN (DOSIS POR FRECUENCIA)

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>RANGO</b>
T4	40.39	A
T2	40.07	A
T5	39.97	A
T3	37.92	A
T6	36.90	A
T1	35.59	B

En la prueba de Tukey al 5% para la altura en cm a los 75 días en análisis días después de la plantación en relación con la frecuencia, (Cuadro 22), se observa que tanto T4, T2, T5, T3 y T6, se ubican dentro del rango “A” con valores 40.39, 40.07, 39.97, 37.92 y 36.90 cm respectivamente, mientras que el tratamiento en el que se aplico 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 dias (T1) están dentro de rango “B” con un valor de 35.59 cm.



**GRÁFICO 12.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN (DOSIS POR FRECUENCIA)

En el análisis de la altura de plantas a los 75 días de los tratamientos en relación a dosis por frecuencia, se determinó que el tratamiento en el que se aplicó 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T4) muestra el mejor resultado en relación al tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T1) con una diferencia de 4,8 cm, lo que indica que existe una mejor acción del compuesto expuesto a evaluación Cistefol con una dosis de 1 cc/L con una frecuencia de cada 14 días.

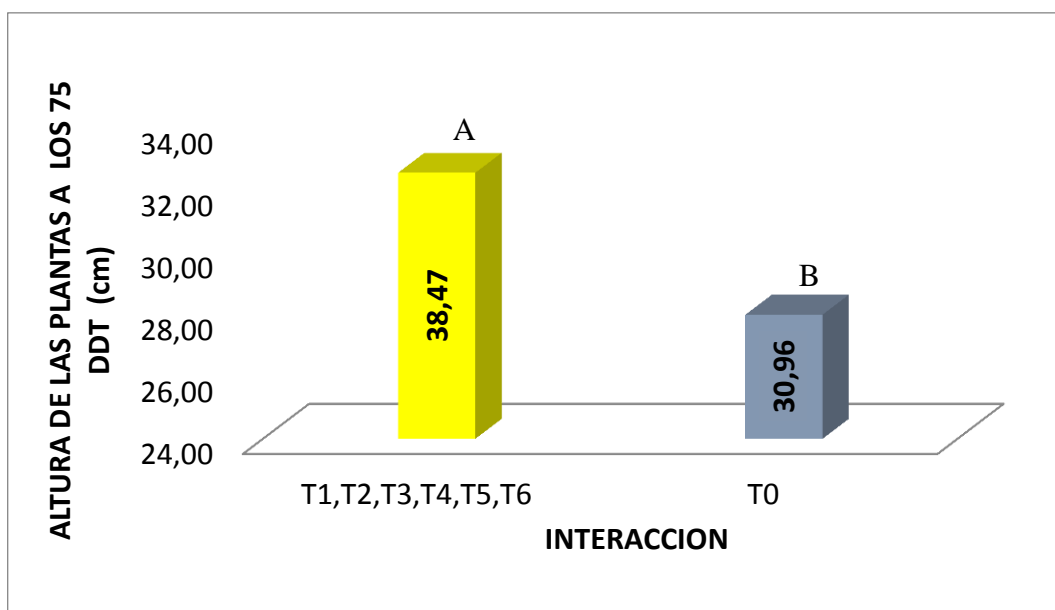
**CUADRO 23.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6	38.47	A
TESTIGO	30.96	B

En la prueba de DMS al 5% para la altura en cm a los 75 días en análisis ortogonal entre tratamientos y testigo, (Cuadro 23), se observa que T1, T2, T3, T4, T5, T6 con un valor



de 38.47 cm en promedio se ubica dentro el rango “A”, mientras que el testigo se ubica en el rango “B” con un valor 30.96 cm.



**GRÁFICO 13.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA LA ALTURA EN CENTIMETROS (cm) A LOS 75 DÍAS DDT POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

Al realizar el análisis de la altura de las plantas a los 75 días con respecto a la comparación ortogonal del conjunto (Gráfico 12) T1, T2, T3, T4, T5, T6 vs Testigo Absoluto, indica que los tratamientos muestran un mayor desarrollo, esto muestra la efectividad de compuesto Cistefol que está siendo objeto de estudio; la diferencia es de 4,58 cm entre los tratamientos y el testigo.

##### 5. Diámetro de la pella

El análisis de varianza en diámetro de pella (Cuadro 24), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos; comparación ortogonal (T1 x T2, T3, T4, T5, T6) y comparación ortogonal (Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6). El coeficiente de variación fue 5,77 %.

El promedio para el diámetro de la pella fue 49,10 cm

**CUADRO 24.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE LA PELLA EN CENTIMETROS (cm) DESPUES DE LA COSECHA

F de V	Gl	S.C.	C.M.	fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	1841.22	68.19		<b>0,05%</b>	<b>0,01%</b>	
REPETICIONES	3	19.41	6.47	0.81	3.16	5.09	NS
TRATAMIENTOS	6	1677.16	279.53	34.79	2.66	4.01	**
DOSIS	2	35.25	17.63	2.19	3.55	6.01	NS
FRECUENCIA	1	0.02	0.02	0.002	4.41	8.29	NS
DxF	2	14.74	7.37	0.92	2.66	4.01	NS
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	113.13	113.13	14.08	4.41	8.29	**
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	1627.15	1627.15	202.49	4.41	8.29	**
Error	18	144.64	8.04				
<b>Promedio</b>	<b>49.10</b>						
<b>CV %</b>	<b>5.77%</b>						

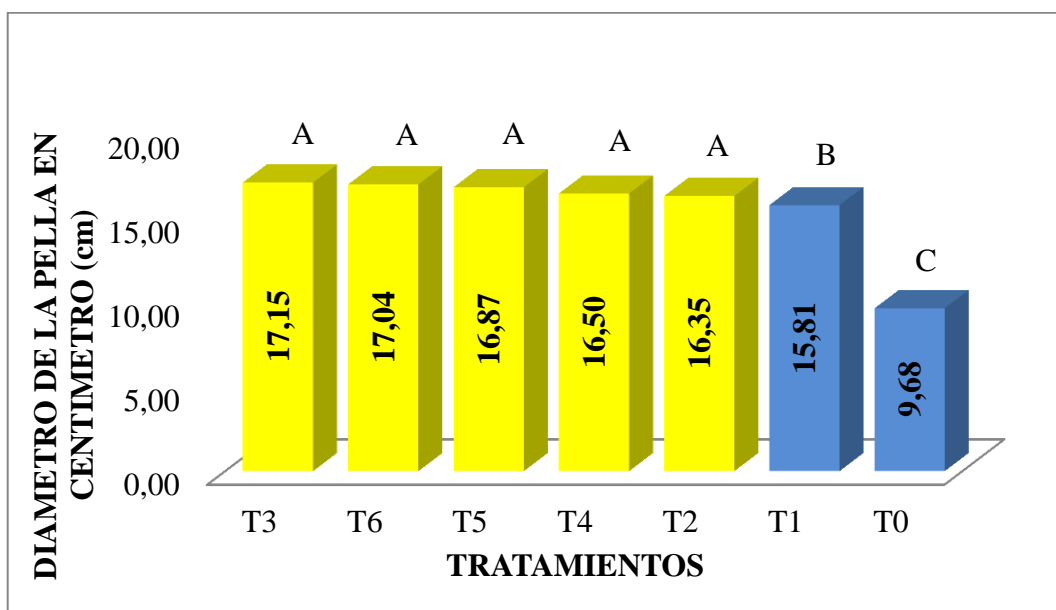
ELABORACIÓN: AYME, J., 2015      NS: no significativo    \*: significativo    \*\*: altamente significativo

**CUADRO 25.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIAMETRO DE LA PELLA

CÓDIGO	TRATAMIENTOS		MEDIA (cm)	RANGO
A2B1	1cc/l cada 7 días	T3	17,15	A
A3B2	1,5cc/l cada 14 días	T6	17,04	A
A3B1	1,5cc/l cada 7 días	T5	16,87	A
A2B2	1cc/l cada 14 días	T4	16,50	A
A1B2	0,5cc/l cada 14 días	T2	16,35	A
A1B1	0,5cc/l cada 7 días	T1	15,81	B
TESTIGO		T0	9,68	C

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la pella, (Cuadro 25), se observa que los tratamientos T3, T6, T5, T4 y T2 se ubican dentro del rango "A", con valores de 53.89, 53.54, 52.99, 51.82 y 51.35 cm respectivamente, mientras que el tratamiento en

el que se aplico 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 dias (T1) con un valor 49.68 cm está dentro del rango “B” y el Testigo en el rango “C” con un valor de 30.43cm



**GRÁFICO 14.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIAMETRO DE LA PELLA EN CENTIMETRO (cm).

Con respecto al promedio del diámetro, el tratamiento en el que se aplico 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 dias (T1) muestra un valor de 49.68 cm, sin embargo la diferencia con el resto de los tratamientos no es trascendental, por los que son recomendables a excepción del tratamiento en el que se aplicò 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 dias (T3). Eso nos indica que a una aplicación de 1.0cc/L con una frecuencia de aplicación de 7 días, es el mejor tratamiento.

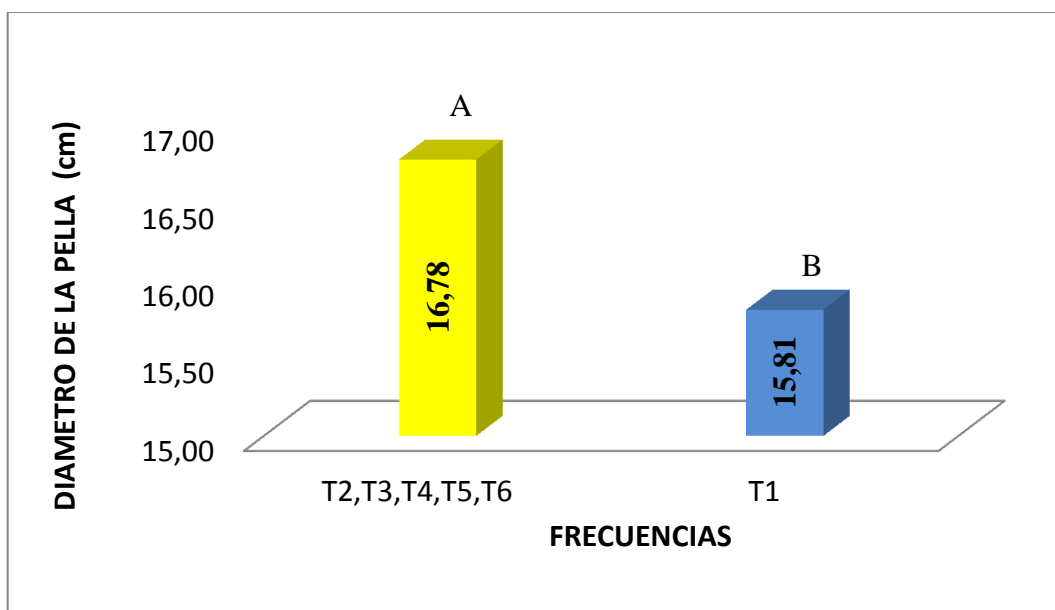
De acuerdo con Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que final del ensayo el diámetro de la pella alcanzó un valor de 32.51 cm, lo que significa que para esta variable, la presente investigación muestra mejores resultados.

Con estos valores se determina que las pellas se clasifican como “GRANDES” por presentar un diámetro mayor a 20 cm (SENASA, 2004).

**CUADRO 26.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA DIAMETRO DE LA PELLA POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T2, T3, T4, T5, T6	16,78	A
T1	15,81	B

En la prueba de DMS al 5% para el diámetro de la pella en interacción entre tratamientos, (Cuadro 26), se puede observar que los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 se ubican dentro del rango “A”, con un valor de 52.72 cm en promedio, mientras que el tratamiento en el que se aplicò 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 dias (T1) con un valor de 49.68 cm se ubica en el rango “B”.



**GRÁFICO 15.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA DIAMETRO DE LA PELLA POR INTERACCION ORTOGONAL (T1 VS. RESTO DE TRATAMIENTOS)

En el gráfico 14 el análisis de la comparación ortogonal de los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 vs. T1, los tratamientos en conjunto muestran un mayor diámetro de la pella, existiendo una diferencia de 3,04 cm entre ellos, lo que muestra que la aplicación de

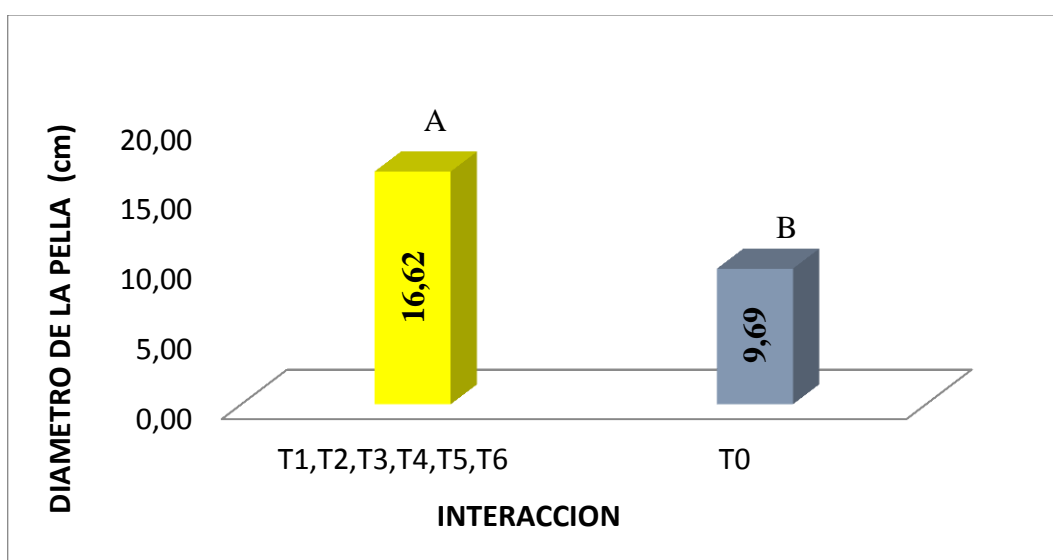
Cistefol funciona de mejor manera cuando no se aplica a una dosis de 0,5cc Cistefol por litro de agua con una frecuencia de 7 días.

**CUADRO 27.** PRUEBA DE DMS AL 5% DIAMETRO DE LA PELLA POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (cm)	RANGO
T1, T2, T3, T4, T5, T6	16,62	A
TESTIGO	9,69	B

En la prueba de DMS al 5% para el diámetro de la pella en interacción entre tratamientos vs. Testigo, (Cuadro 27), se puede observar que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 se ubican dentro del rango “A”, con un valor de 52.21cm en promedio, mientras que el Testigo con un valor de 30.43 cm se ubica en el rango “B”.

Al realizar el análisis de la comparación ortogonal de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 vs Testigo absoluto (Gráfico 15), los tratamientos en conjunto muestran un mayor diámetro de la pella, existiendo una diferencia sustancial de 21,78 cm entre ellos, lo que indica la efectividad del compuesto en estudio Cistefol el mismo que aporta principalmente en el desarrollo vegetativo de la planta.



**GRÁFICO 16.** PRUEBA DE DMS AL 5% DIAMETRO DE LA PELLA POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

## 6. Peso de pella (g/unidad experimental)

En el análisis de varianza para el peso de pella (Cuadro 28), presentó diferencias estadísticas significativas para tratamientos; y altamente significativa la comparación ortogonal (Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6).

El coeficiente de variación fue 11,79 %.

El promedio para el peso de la pella fue 23.82 kg/ha

**CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO DE LA PELLA EN (kg)**

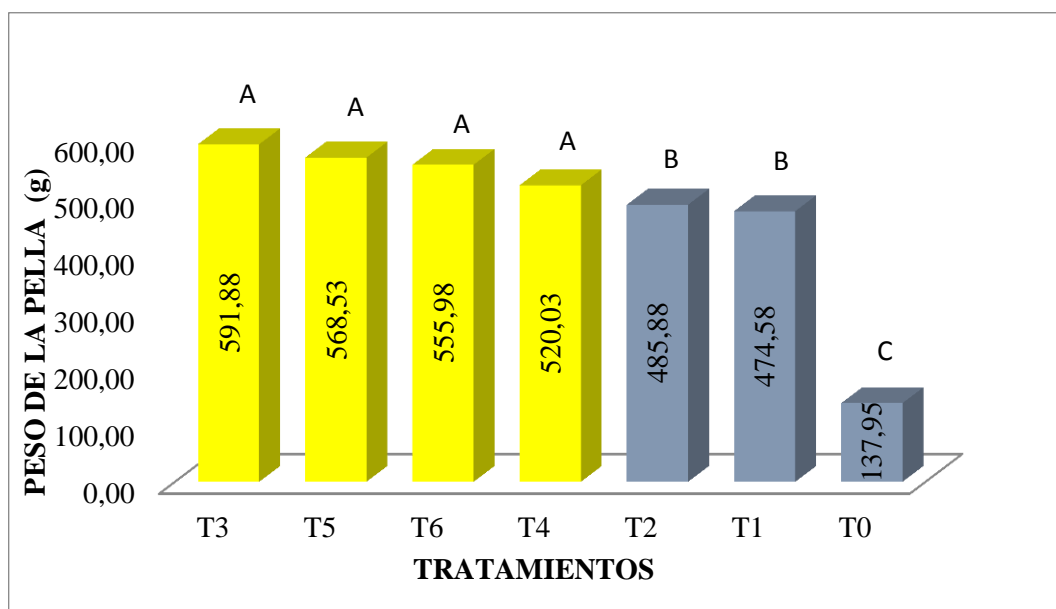
F de V	GI	S.C.	C.M.	fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	1622,50	60,09				
REPETICIONES	3	33,66	11,22	1,42	3,16	5,09	NS
TRATAMIENTOS	6	1446,98	241,16	30,60	2,66	4,01	**
DOSIS	2	83,35	41,67	5,29	3,55	6,01	*
FRECUENCIA	1	8,91	8,91	1,13	4,41	8,29	NS
DxF	2	18,33	9,17	1,16	2,66	4,01	NS
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	3,73	3,73	0,47	4,41	8,29	NS
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	1336,40	1336,40	169,58	4,41	8,29	**
Error	18	141,85	7,88				
<b>Promedio</b>	<b>23,82</b>						
<b>CV %</b>	<b>11,79%</b>						

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015 NS: no significativo \*: significativo \*\*: altamente significativo

**CUADRO 29:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA (g)

CÓDIGO	TRATAMIENTO	MEDIA (g)	SIGNIFICADO
A2B1	T3	591,88	A
A3B1	T5	568,53	A
A3B2	T6	555,98	A
A2B2	T4	520,03	B
A1B2	T2	485,88	B
A1B1	T1	474,58	B
TESTIGO	T0	137,95	C

En la prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (g), (Cuadro 29), se observa que los tratamientos T3, T5 y T6 se ubican en el rango “A” con valores de 591.88, 568.53 y 555.980 kg/unidad experimental; T4, T2 y T1 con valores de 520.03, 485.88 y 474.58 g/unidad experimental se ubican en el rango “B” y el Testigo en el rango “C” con un valor de 137.95 g/unidad experimental.

**GRÁFICO 17.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN GRAMOS (g)

En el (Gráfico 16), después del análisis del peso de la pella en relación a los tratamientos aplicados, se ha determinado que el tratamiento en el que se aplicó 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T3) presentó un mayor de peso de pella con 591,88 g por lo que este tratamiento es el recomendado en primer lugar. Con este valor se clasifica a la pella como “GRANDE” por presentar un peso mayor a 500g (ABCAGRO, 2004).

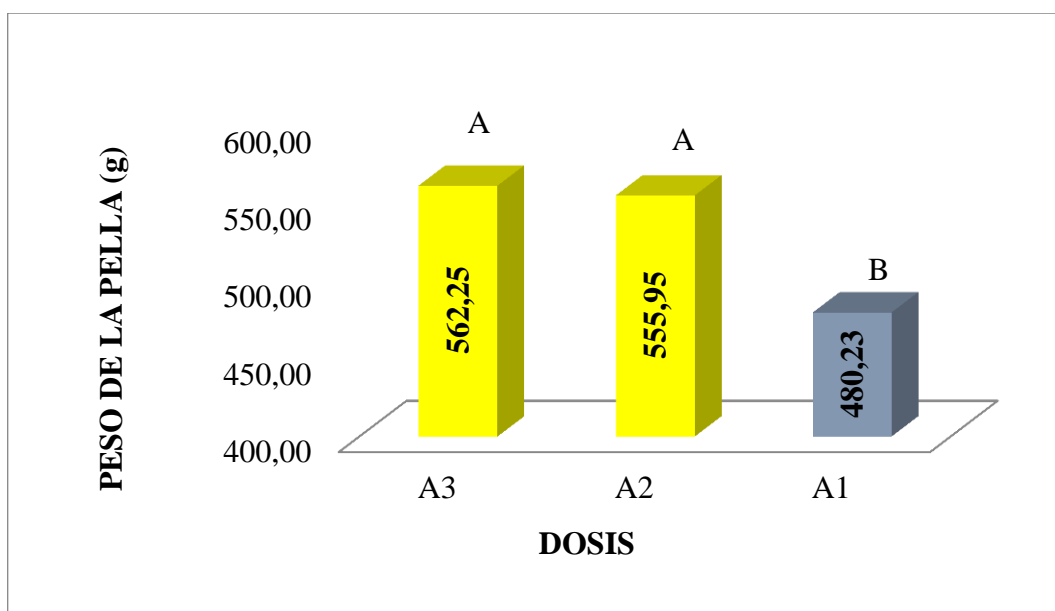
De acuerdo con Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli en el cual se muestra que final del ensayo el peso de la pella alcanzó un valor de 557.63 g, lo que significa que estos resultados son mayores a los alcanzados en la presente investigación, ya que a realizar la correspondiente relación, esta presenta en promedio un valor de 591,88 g/unidad experimental.

**CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN GRAMOS(g) POR DOSIS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DOSIS</b>	<b>MEDIA (g)</b>	<b>RANGO</b>
d3	A3	562,25	A
d2	A2	555,95	A
d1	A1	480,23	B

En la prueba de Tukey al 5% para peso de la pella por dosis (Cuadro 30), se muestra que la dosis de 1,5cc/L (A3) con un valor de 562,25g se clasifica como “A” y la dosis de 1 cc/L (A2) como “B” con un valor de 555,95 g y finalmente la dosis 0,5 cc/L (A1) con 480,23g como “C”.





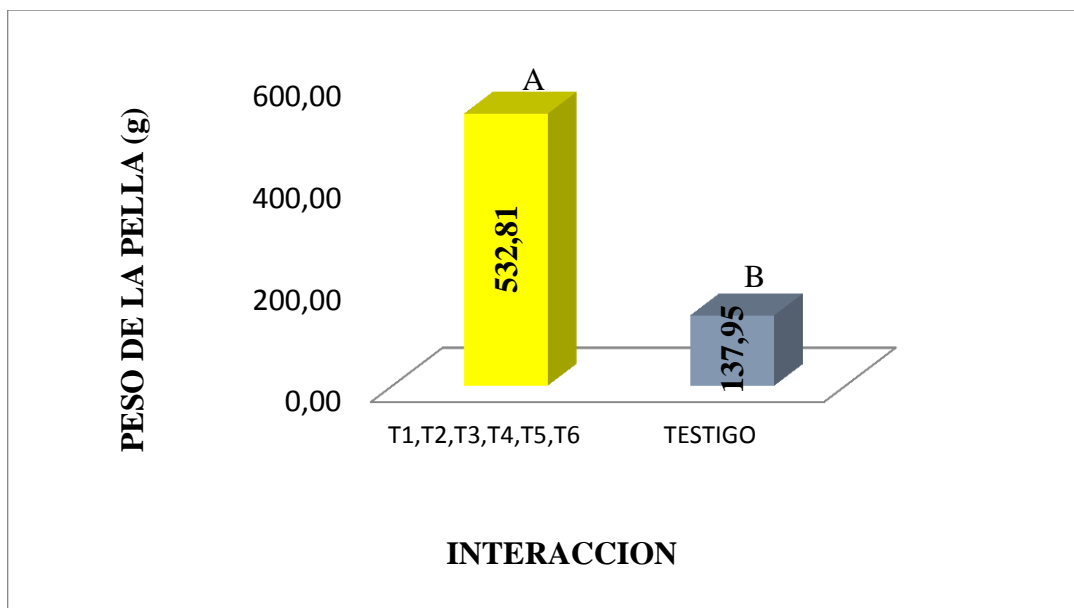
**GRÁFICO 18.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN GRAMOS (g) POR DOSIS

En el análisis de le peso de la pella (Gráfico 18), se determina que con una dosis de 1,5 cc por cada litro de Cistefol se alcanza mejores resultados, es decir un mayor peso, obteniéndose pellas “GRANDE”, según lo indicado por (ABCAGRO, 2004).

**CUADRO 31.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN GRAMOS (g) POR INTERACCION ORTOGONAL (TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

CÓDIGO	INTERACCION	MEDIA (g)	RANGO
T1,T2,T3,T4,T5,T6	T1,T2,T3,T4,T5,T6	532,81	A
T7	TESTIGO	137,95	B

En la prueba de DMS al 5% para peso de la pella en interacción entre tratamientos y testigo (Cuadro 31), muestra que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 con un valor promedio de 532,81 g se ubica en el rango “A”, mientras que el Testigo con 137,95 g en el rango “B”.



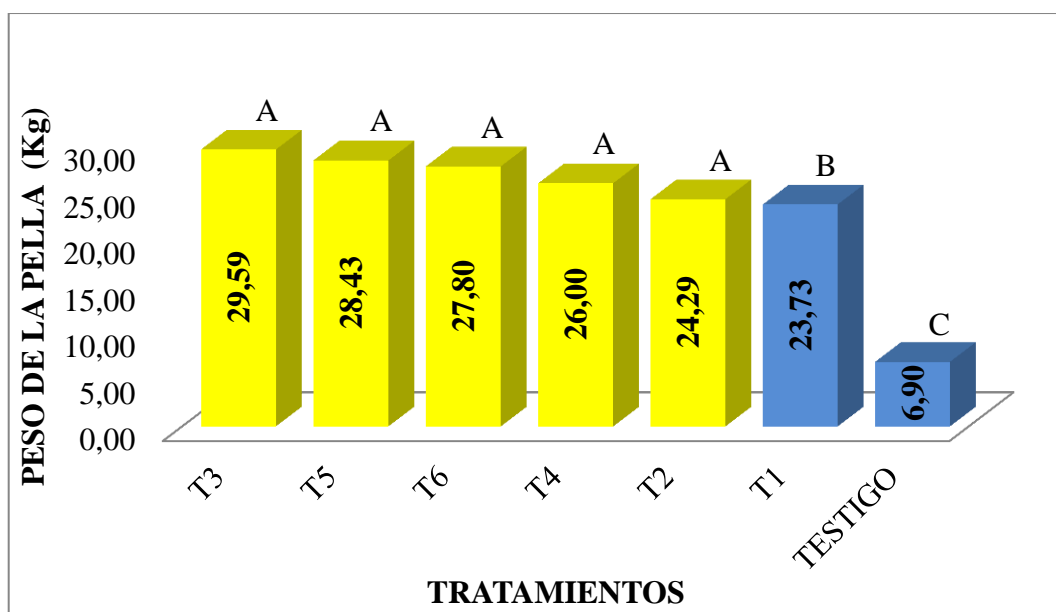
**GRAFICO 19.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN GRAMOS (g) POR INTERACCION (ORTOGONAL TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)

Posterior al análisis de peso de la pella en relación a la comparación ortogonal del Testigo Absoluto vs. T1, T2, T3, T4, T5, T6, se observa que los tratamientos en conjunto, tienen una media de 532,81g (Gráfico 19), lo que muestra que el compuesto Cistefol actúa sobre el desarrollo de la planta contribuyendo a un óptimo potencial fotosintético (AGROBEST S.A, 2015), lo que provoca alcanzar mejores estándares de la planta. La diferencia entre los tratamientos con Cistefol y el testigo es de 137,95 g.

**CUADRO 32.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA (kg)

CÓDIGO	TRATAMIENTO		MEDIA (kg)	RANGO
A2B1	1cc/l cada 7 días	T3	29,59	A
A3B1	1,5cc/l cada 7 días	T5	28,43	A
A3B2	1,5cc/l cada 14 días	T6	27,80	A
A2B2	1cc/l cada 14 días	T4	26,00	B
A1B2	0,5cc/l cada 14 días	T2	24,29	B
A1B1	0,5cc/l cada 7 días	T1	23,73	B
TESTIGO		TESTIGO	6,90	C

En la prueba de Tukey al 5% para peso de la pella (kg), (Cuadro 32), se observa que los tratamientos T3, T5 y T6 se ubican en el rango "A" con valores de 29,59, 28,43 y 27,80 kg/unidad experimental; T4, T2 y T1 con valores de 26,00; 24,29 y 23,73 kg/unidad experimental se ubican en el rango "B" y el Testigo en el rango "C" con un valor de 6,90 kg/unidad experimental.



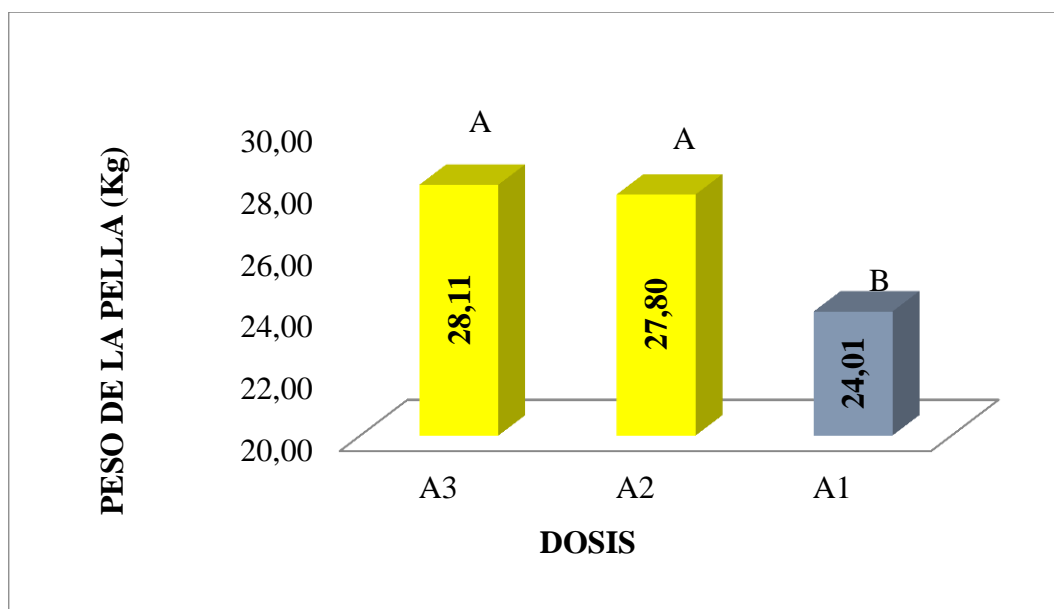
**GRÁFICO 20.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN (kg)

En el (Gráfico 20), después del análisis del peso de la pella en relación a los tratamientos aplicados, se ha determinado que el tratamiento en el que se aplicò 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T3) presentó un mayor de peso de pella con 29,59 kg por lo que este tratamiento es el recomendad en primer lugar.

**CUADRO 33.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN KILOGRAMOS (kg) POR DOSIS

CÓDIGO	DOSIS	MEDIA (kg)	RANGO
d3	A3	28,11	A
d2	A2	27,80	A
d1	A1	24,01	B

En la prueba de Tukey al 5% para peso de la pella por dosis (Cuadro 33), se muestra que la dosis de 1,5cc/L (A3) con un valor de 28,11 kg se clasifica como “A” y la dosis de 1 cc/L (A2) como “B” con un valor de 27,8 kg y finalmente la dosis 0,5 cc/L (A1) con 24,01g como “C”.



**GRÁFICO 21.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE LA PELLA EN (kg) POR DOSIS

En el análisis de le peso de la pella (Gráfico 21), se determina que con una dosis de 1,5 cc por cada litro de Cistefol se alcanza mejores resultados, es decir un mayor peso, obteniéndose pellas “GRANDE”, según lo indicado por (ABCAGRO, 2004).

## 7. Rendimiento del cultivo (tn/ha)

En el análisis de varianza para rendimiento del cultivo (Cuadro 34), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y para la comparación ortogonal Testigo absoluto x T1, T2, T3, T4, T5, T6); significativa la comparación para la comparación Dosis x Frecuencia

El coeficiente de variación fue 11,79 %.

El promedio del rendimiento del bròcoli fue 26.47 tn/ha

**CUADRO 34.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE CULTIVO  
(tn/ha)

F de V	Gl	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab		Nivel de Significancia
TOTAL	27	2003,08	74,19				
REPETICIONES	3	41,56	13,85	1,42	3,16	5,09	NS
TRATAMIENTOS	6	1786,40	297,73	30,60	2,66	4,01	**
DOSIS	2	102,90	51,45	5,29	3,55	6,01	*
FRECUENCIA	1	11,00	11,00	1,13	4,41	8,29	NS
DxF	2	22,63	11,32	1,16	2,66	4,01	NS
T1 vs T2, T3, T4, T5, T6	1	4,61	4,61	0,47	4,41	8,29	NS
Testigo absoluto vs T1, T2, T3, T4, T5, T6	1	1649,87	1649,87	169,58	4,41	8,29	**
Error	18	175,13	9,73				
<b>Promedio</b>	<b>26,47</b>						
<b>CV %</b>	<b>11,79%</b>						

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

NS: no significativo \* : significativo \*\* : altamente significativo

**CUADRO 35.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA PELLA (tn/ha) POR TRATAMIENTOS

TRAT	MEDIA (tn)	RANGO
T3	32,88	A
T5	31,58	A
T6	30,89	A
T4	28,89	B
T2	26,99	B
T1	26,37	B
TESTIGO	7,66	C

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la pella en tn/ha por tratamientos (Cuadro 35), muestra que los tratamientos T3, T5 y T6, se ubican dentro del rango “A” con valores de 32,88, 31,58 y 30,89 tn/ha respectivamente; T4, T2 y T1 con valores de 28,89, 26,99 y 26,37 tn/ha ubicándose en el rango de “B” y por último el Testigo en el “C” con un valor de 7.66 tn/ha.



**GRÁFICO 22.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA PELLA (tn/ha) POR TRATAMIENTOS

En el análisis de rendimiento de la pella en relación a tratamientos, se determina que T3, T5 y T6, muestran mejores resultados en comparación al resto de tratamientos, indicando con esto que se obtienen mejores resultados con una dosis de 1 y 1.5 cc de Cistefol por litro.

Al contrastar los resultados con Llerena (2012), al realizar una evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos en mezcla con cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación, en relación al rendimiento alcanzado, esta muestra un valor alcanzado de 19.22 tn/ha, valor que es menor al alcanzado en la presente investigación

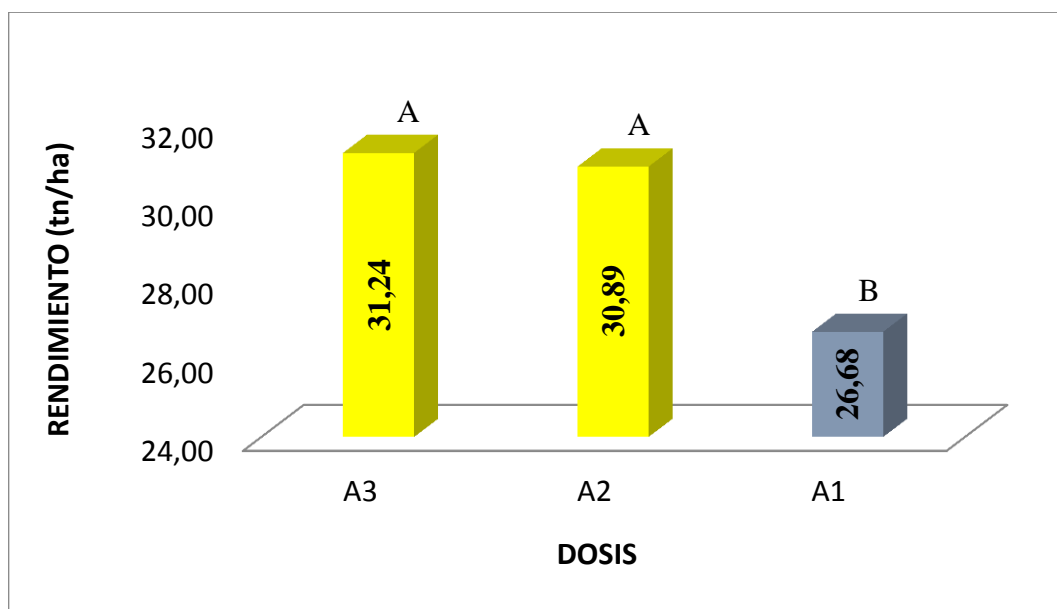
Pero al comparar con los resultados obtenidos por Villalba (2010), en la evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas

del cultivo de brócoli en el cual se muestra que el rendimiento alcanzado es 30.67 tn/ha, que es un valor mayor al que se obtiene en la presente investigación.

**CUADRO 36.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA PELLA (tn/ha) POR DOSIS

DOSIS	MEDIA (tn)	RANGO
A3	31,24	A
A2	30,89	A
A1	26,68	B

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de la pella en tn/ha por dosis, (Cuadro 36), se observa que los valores se han dividido en dos rangos con "A" la dosis A3 y A2 con valores de 31.24 y 30.89 tn/ha, mientras que en el rango "B" con 26.68 tn/ha se ubica la dosis A1.



**GRÁFICO 23.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA PELLA (tn/ha) POR DOSIS

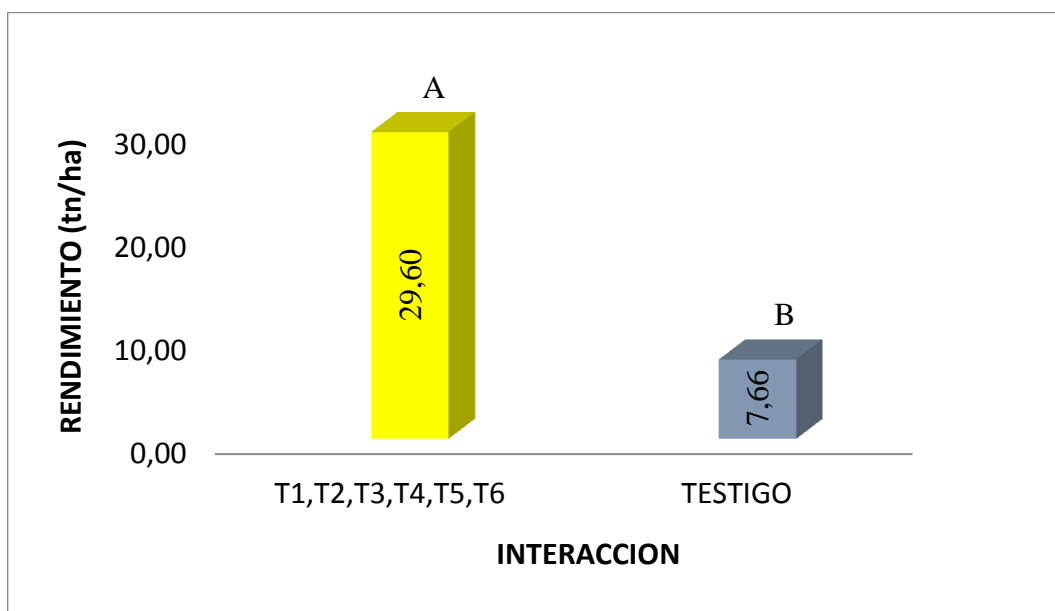
En el análisis del rendimiento de la pella en relación a la dosis aplicada (Gráfico 23), se observa que a una dosis de 1,5 cc de Cistefol por litro (A3) se obtienen mejores

rendimientos, sin embargo con una aplicación de 1 cc de Cistefol (A2) también se pueden obtener excelentes resultados, esto se debe a que a mayor aplicación del producto mayor aporte de nitrógeno en las plantas lo que da como resultado un mayor crecimiento vegetativo.

**CUADRO 37.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA RENDIMIENTO (tn/ha) POR INTERACCION (ORTOGONAL TESTIGO VS TRATAMIENTOS)

INTERACCION	MEDIA (tn)	RANGO
T1,T2,T3,T4,T5,T6	29,60	A
TESTIGO	7,66	B

En la prueba de DMS al 5% para el rendimiento de la pella en tn/Ha en interacción de testigo por tratamientos, (Cuadro 37), se observa que T1, T2, T3, T4, T5, T6 se ubican en promedio en el rango “A” con un valor de 29.60 tn/ha, mientras que el Testigo con un valor de 7.66 tn/ha se ubica en el rango “B”.



**GRÁFICO 24.** PRUEBA DE DMS AL 5% PARA RENDIMIENTO (tn/ha) POR INTERACCION (ORTOGONAL TESTIGO VS. TRATAMIENTOS)



Al hacer el análisis del rendimiento en relación a la comparación ortogonal del Testigo absoluto vs. T1, T2, T3, T4, T5, T6, se determinó que los tratamientos en conjunto tienen un mejor rendimiento que testigo, lo que indica que el compuesto en análisis Cistefol actúa como se lo espera (aporte en desarrollo de la planta).

## **8. Análisis Económico**

Según el (Cuadro 38), el tratamiento que presentó el mayor costo variable por hectárea fue el tratamiento en el que se aplicó 1,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T5) con 6077,50 USD; mientras que el tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2) fue el tratamiento que presentó los menores costos variables con un valor de 920,83 USD/ha.

De acuerdo al beneficio neto de los tratamientos analizados en el (Cuadro 39), el tratamiento que mostró un mayor beneficio con un valor de 5142,60 USD/Ha correspondiente al tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2); el tratamiento con menores beneficios netos fue el Testigo con un valor de 1714,38 USD/ha.

En el análisis de dominancia mostrado en el (Cuadro 40), el tratamiento en el que se aplicó 1,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T6) y el tratamiento en el que se aportó 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T4) presentaron un comportamiento No Dominado, con los cuales se procederá al análisis de la Tasa de Retorno Marginal.

El cuadro 41 muestra que el tratamiento con mayor análisis de Tasa de Retorno Marginal es el tratamiento en el que se aplicó 0,5 cc de cistefol en un litro de agua cada 14 días (T2) con un 320.30%, lo que indica que por cada dólar invertido en Cistefol se recupera 3,2 dólares más.

**CUADRO 38. CÁLCULO DE LOS COSTOS VARIABLES DE LOS TRATAMIENTOS**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Cistefol cc/trat</b>	<b>Costo Variable (Cistefol USD/ 1000cc)</b>	<b>Costo Variable Cistefol USD/trat</b>	<b>Costo Variables Total Cistefol USD/ha</b>
<b>T1</b>	220	33,15	7,293	2025,83
<b>T2</b>	100	33,15	3,315	920,83
<b>T3</b>	440	33,15	14,586	4051,67
<b>T4</b>	200	33,15	6,63	1841,67
<b>T5</b>	660	33,15	21,879	6077,50
<b>T6</b>	240	33,15	7,956	2210,00

ELABORACIÓN: AYME, J. 2015

**CUADRO 39.** PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICION NETOS DE LOS TRATAMIENTOS, PERRIN ET AL.

Tratamiento/ Unidad	Rendimiento	Rendimiento Ajustado	Rendimiento bruto de campo	Costo fertilizante (Cistefol)	Costo de movilización	Costos Totales Variables	Beneficio Neto
	tn/ha	tn/ha	USD/ha	USD/ha	USD/ha	USD/ha	USD/ha
<b>T1</b>	26,37	23,73	5932,19	2025,83	10,00	2035,83	3896,35
<b>T2</b>	26,99	24,29	6073,44	920,83	10,00	930,83	5142,60
<b>T3</b>	32,88	29,59	7398,44	4051,67	10,00	4061,67	3336,77
<b>T4</b>	28,89	26,00	6500,31	1841,67	10,00	1851,67	4648,65
<b>T5</b>	31,58	28,43	7106,56	6077,50	10,00	6087,50	1019,06
<b>T6</b>	30,89	27,80	6949,69	2210,00	10,00	2220,00	4729,69
<b>TESTIGO</b>	7,66	6,90	1724,38	0,00	10,00	10,00	1714,38

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**CUADRO 40.** ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Costos Totales Variables</b>	<b>Análisis Dominancia</b>
<b>T5</b>	1019,06	6087,50	D
<b>T3</b>	3336,77	4061,67	D
<b>T6</b>	4729,69	2220,00	ND
<b>T1</b>	3896,35	2035,83	D
<b>T4</b>	4648,65	1851,67	D
<b>T2</b>	5142,60	930,83	ND
<b>TESTIGO</b>	1714,38	10,00	D

**CUADRO 41.** TASA DE RETORNO MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Neto Marginal</b>	<b>Costos Totales Variables</b>	<b>Incremento marginal de costos variables</b>	<b>Tasa de Retorno Marginal</b>
<b>T2</b>	5142,60		930,83		
		412,92		1289,17	320.30
<b>T6</b>	4729,69		2220,00		

## **VI. CONCLUSIONES**

- A. Bajo las condiciones agroclimáticas de la comunidad Gatazo Zambrano, Canton Colta, Parroquia Cajabamba y Provincia de Chimborazo, el cultivo de *Brassica oleraceae* L. var. *Avenger*, presentó diferencia entre las dosis y frecuencias de aplicación en altura, diámetro, peso y rendimiento.
- B. Con la aplicación de la dosis de 1cc de cistefol en un litro de agua (T3) realizada cada siete días es considerada la mejor dosis y frecuencia de aplicación por influir en la obtención de las mejores características agronómicas como la pronta aparición de los botones florales, mayor altura, diámetro, peso y rendimiento.
- C. La frecuencia apropiada de aplicación del fertilizante orgánico foliar cistefol es de cada 7 días (B1) que supera en 19% a la frecuencia de cada 14 días (B2). Esto es evidenciado en el rendimiento.
- D. En el análisis económico, el tratamiento en el que se aplicó 1 cc de cistefol en un litro de agua cada 7 días (T3) presentó mayor beneficio neto por hectárea con 5142,60 USD, mientras que el testigo absoluto (TA) mostró el menor beneficio neto con 1714,38 USD/ha.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- A. Realizar la aplicación de cistefol en dosis de 1,00cc de cistefol por el litro de agua cada 7 días en lugares que tengan condiciones climáticas similares de Gatazo Zambrano.
- B. Realizar nuevas investigaciones con diferentes dosis y frecuencias de aplicación y de esta manera encontrar tratamientos que brinden mejores resultados en relación al nivel de productividad en la provincia.
- C. Realizar investigaciones en las que se pruebe aplicaciones conjuntas con otros fertilizantes orgánicos (biofungi y agroplus) para alcanzar mejores estándares de producción.
- D. Continuar con alternativas de fertilizantes orgánicos foliar líquida, fertilización orgánica edáfica líquida y sólida que económicamente resulten factibles en la producción brocolera de nuestro país.
- E. El cultivo del Brocoli debe ser realizado en condiciones climáticas y dosificaciones similares descritas en este trabajo de investigación.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar la eficacia del fertilizante orgánico Cistefol en tres dosis y dos frecuencias de aplicación en el rendimiento del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. avenger (brócoli) en la comunidad de Gatazo Zambrano, parroquia Cajabamba, con un diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo bifactorial con siete tratamiento y cuatro repeticiones incluido el testigo absoluto para realizar las comparaciones, la aplicación del fertilizante orgánico Cistefol se empezó a los siete días después del trasplante y terminó diez días antes de la cosecha; donde, las características agronómicas desarrolladas, la altura alcanzada por el cultivo se ha determinado que a los 30 días después del trasplante el mejor tratamiento fue (T2) (aplicación de 0,5 cc de Cistefol/litro cada 14 días) con 16,27 cm de altura; a los 45 y 60 días se ha determinado que (T2) es el mejor tratamiento con valores de 24,24 y 34,50 cm de alto respectivamente. Las alturas alcanzadas a los 75 días después del trasplante se determinó que el mejor tratamiento es (T4) con una altura de 40,39 cm. El diámetro y peso de la pella los mejores tratamientos corresponde a T3 con valores de 53,89 cm y 29,59 kg, sobre el resto de los tratamientos, además en los rendimientos los mejores resultados se obtuvieron en T3 con 32,88 tn/ha; se obtuvo además un promedio de 29,60 tn/Ha de los tratamientos como rendimientos. En el análisis económico, el tratamiento (T2) presentó mayor beneficio neto por hectárea con 5142,60 USD, mientras que el tratamiento (Testigo) mostró el menor beneficio neto con 1714,38 USD/ha.

**Palabras claves:** fertilizante orgánico, rendimiento del cultivo, evaluación agronómica.



## **IX. SUMMARY**

This research aims to assess the effectiveness of organic fertilizer Cistefol in three doses and two frequencies of application in crop yield of Brassica oleracea 1. var. avenger ( broccoli ) in the community of Gatazo Zambrano in Cajabamba, with a design of randomized complete blocks in bifactorial under seven treatments and four replications including absolute control for comparisons, the application of organic fertilizer Cistefol began to seven days after transplantation and ended ten days before harvest, where the agronomic characteristics developed, the height reached by the crop has determined that at 30 days after transplantation the best treatment was (T2) (application of 0.5 cc of Cistefol / liter every 14 days) to 16.27 cm; at 45 and 60 days it has been determined that (T2) is the best treatment with values of 24.24 and 34.50 cm high respectively is (T4) with a height of 40.39 cm. The diameter and weight of the pellet treatments best corresponds with values 53.89cm T3 and 29.59 kg, on the other treatments, also yields the best results were obtained in T3 with 32.88 tons / ha ; an average of 29.60 tons / ha treatments as yields were also obtained. In the economic analysis, treatment (T2) showed higher net profit per hectare with \$ 5,142.60, while treatment ( Witness ) showed the lowest net profit to \$ 1,714.38 / ha.

**Keywords:** organic fertilizer, crop yield, agronomic evaluation.





## X. BIBLIOGRAFÍA

1. **Arcos, F. (2013).** Fertilización y nutrición vegetal. Texto básico. Riobamba - Ecuador: ESPOCH.
2. **Anton, P. (2004).** El cultivo de brócoli: su cultivo y perspectivas. Revista Horticultura N° 97. pp 21-25.
3. **ABCAGRO. (2004).** Nuevo brócoli para el cultivo. Mayo 2015.  
[www.abcagro.cr/nuevo/brócoli%20para%2004.pdf](http://www.abcagro.cr/nuevo/brócoli%20para%2004.pdf).
4. **Baca, G. (1995).** Evaluacion de proyectos. (3ra Ed.) Mèxico: Mc Graw Hill. p. 46.
5. **Black, C. A. (1975).** Relaciones suelo-planta. (Trad. por Rabuffeti, A.; Darre, S.) Uruguay: UR. Hemisferio Sur. p. 444.
6. **Bolaños, C., Orellana, H., & Bernal, G. 2008.** Influencia del riego en la dinámica poblacional de grupos funcionales de microorganismos asociados a la rizosfera de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) segundo año de evaluación. La Concordia, Esmeraldas. Rumipamba 22(1), pp. 116-117.
7. **Bertsch, F. 2003.** Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Costa Rica. p. 150.
8. **Castellanos, J. (1999)** Aspectos fundamentales sobre fertirrigación en cultivos hortícolas: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. INIFAP- Celaya, México. p. 24.
9. **Calvache, M. 1993.** Requerimientos hídricos de cultivos agrícolas en la zona de Tumbaco. Quito, ECBUSTOS, M. 1996. Tecnología apropiada. Manual agropecuario. Ed.Ulloa.Quito-Ecuador. 392p. . Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 37-51

10. **Cordoba, A. (2000).** Manejo integrado de Brassicaceae. Control Biológico de Plagas, uso de entomopatógenos, variedades. Quito, Ecuador. Primer Seminario Internacional de Brassicaceae Fundación Ecuatoriana De Tecnología Apropiaada (FEDETA). p. 70.
11. **CORPEI. (2009).** Perfil de brócoli. 08/12/2014. Disponible en:  
[www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%para%hortalizas/brocoli/corpei.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%para%hortalizas/brocoli/corpei.pdf).
12. **WORDREFERENCE. (2015).** Que es la evaluacion. 2015. Disponible en:  
<http://definicion.de/eficacia/>
13. **Eibner, R. (1986).** Fertilización foliar, importancia y prospectivas en la producción. (1ra Ed.) Berlin: Alexander. pp. 3 – 13.
14. **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.
15. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004).** Brocoli organico. 2015. Disponible en:  
[www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/htm).
16. **García., & Peña V. 1995.** La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. (1ra Ed.) México, D.F. p. 24.
17. **Gull, D. (2003).** El cultivo de brócoli. Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Florida. Florida. pp. 56-68.
18. **Gómez, M. (2003).** Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos. Documento interno. Dirección de Investigación. Microfertisa. Bogotá. p. 31.
19. **Haro, M., & Maldonado, L. (2009)** Guía técnica para el cultivo del brócoli en la serranía ecuatoriana. Riobamba: Freire. p. 62, 63.
20. **Hidalgo, L. 2007.** El cultivo de brócoli. Riobamba - Ecuador.

21. **Holdrige, L. (1992)**, Ecología basada en zonas de vida. (Traducido por Humberto Jiménez). San José - Costa Rica: IICA. p. 216.
22. **INFOAGRO. (2015)**. Información técnica agrícola. 12/12/2014.  
[www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm)
23. **JUNAGRA. (2004)**. Cultivo de brocoli. 2015. Disponible en:  
[www. Junagra. mgap.gub.uy/ /ElSector/agroind.htm](http://www.Junagra.mgap.gub.uy/ElSector/agroind.htm).
24. **Krarup, CH. (1992)**. Seminario sobre la producción de brócoli. Quito – Ecuador: PROEXANT. p. 25.
25. **Kovacs, G. (1986)**. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. pp. 26-43.  
In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization: Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
26. **LIGNOQUIM, (2015)**. Fertilización foliar y moléculas orgánicas y ecológicas.  
Guayaquil - Ecuador: Lignoquim. pp. 1-28.
27. **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), 11-13.
28. **Mayberry, K. (1995)**. Producción de brócoli en California Departamento de Alimentación y Agricultura de California Sacramento-USA.
29. **Marschner, H., & Dell, B. (1994)**. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159, 89-102.
30. **Melgar, R. (2005)**. Aplicación foliar de micronutrientes. 2014. Recuperado de <http://www.fertilizando.com>.

31. **Melendez, G., & Molina, E. (2002).** MEMORIA. Fertilización foliar principios y aplicaciones. 2015. Recuperado de:  
[www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf](http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf)
32. **Maroto, J. (1995).** Horticultura herbácea especial. Madrid – España: Mundi Prensa. p. 568.
33. **Murillo, R. et. al., (2013).** Absorción de nutrientes a través de la hoja. 2015. Recuperado de:  
<http://file:///C:/Users/user/Desktop/DESCARGAS/DialnetAbsorcionDeNutrientesATravesDeLaHoja-4945327.pdf>
34. **Niedmann, G. (1993).** Cultivo orgánico de brócoli y coliflor. Chile: Lolos. pp. 2-3.
35. **Padilla, W. (2000).** Fisiología, estudios de extracción de nutrientes y fertirrigación en el cultivo de Brassicaceae (brócoli y romanesco). Quito - Ecuador. Primer Seminario Internacional de Brassicaceae. Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropiaada (FEDETA). p. 70.
36. **Padilla, W. (1993).** El uso eficiente del agua y de los nutrientes en la palma africana. Revista El Palmicultor N° 7. pp. 18-21.
37. **Pascual, A. (1994).** Brócoli. Su cultivo y perspectivas. Revista Horticultura N° 97. p. 25.
38. **PROMONEGOCIOS. (2015).** Que es la evaluación. 2015. Disponible en:  
<http://www.promonegocios.net/mercado/tecnia/empresa-definicion/>
39. **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.
40. **Rottenberg, O., & Gallardo, A. (2015).** El Arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción. 2015. Recuperado de:  
[www.haifagroup.com/spanish/files/Articles/Articles\\_spanish/Nutricion\\_Foliar\\_oded.pdf](http://www.haifagroup.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/Nutricion_Foliar_oded.pdf)

41. **Salas, F. (Feb-2002).** Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Memoria de conferencias. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. pp. 7-18.
42. **SAKATA Seed, (2004).** Paquete tecnologico de brocoli. Mexico. 20015.  
Recuperado de:  
[www. Sakata.com.mx/paginas/hortalizas.htm](http://www.Sakata.com.mx/paginas/hortalizas.htm).
43. **SENASA, (2004). Brocoli. 2015.** Disponible en:  
[www.senasa.com/docs/pliegos/PC\\_034\\_2005\\_Brócoli.pdf](http://www.senasa.com/docs/pliegos/PC_034_2005_Brócoli.pdf).
44. **SINAGAP, (2016).** Sistema Nacional de Agricultura, Ganadería y Pesca.  
Recuperado de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/estadisticas>
45. **Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999).** Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. TERRA, Volumen 17, N° 3. p. 247.  
22/01/2015. Recuperado de:  
<http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>
46. **Ubidia, M. (2014).** EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA (CRF) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. Itálica. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo) Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato. p. 82.
47. **Universidad de castilla (UCLM). (2015).** Evaluación. Mayo 2015. Disponible en: [www.uclm.es/definición](http://www.uclm.es/definición)
48. **Valadez, A. (1994).** Producción de Hortalizas. (4ta. Ed.) México D.F. - México: Limusa. p. 45.
49. **Venegas, C. sf.** Fertilización complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. Agrys S. de R.L. de C.V. Mayo 2015. Recuperado de: [www.conpapa.org.mx/portal/pdf/EVENTO/Modulo%203%20Nutricion/Fertilizacion.pdf](http://www.conpapa.org.mx/portal/pdf/EVENTO/Modulo%203%20Nutricion/Fertilizacion.pdf)

50. **Vigliola, M. (1991).** Manual de Horticultura. (2da Ed.). Buenos Aires-Argentina: Hemisferio Sur. p. 432.
51. **Wayne, L (s/f)** El uso de almácigos en la producción de hortalizas. Publicación 8013. Universidad de California Condado de San Diego-USA.
52. **WORDREFERENCE (2015).** Que es la evaluaciòn. Junio 2015. Disponible en:  
[www.wordreference.com/definicion/](http://www.wordreference.com/definicion/)

## **XI. ANEXOS**

### **A. DATOS TOMADOS EN CAMPO**

#### **ANEXO 1. DATOS TOMADOS EN CAMPO A LOS 30 DIAS (cm)**

<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (cm)</b>
<b>T1</b>	15,56	11,98	16,05	17,09	60,68	15,17
<b>T2</b>	14,97	16,37	16,65	17,10	65,09	16,27
<b>T3</b>	16,10	12,32	16,82	16,51	61,75	15,44
<b>T4</b>	16,49	14,59	15,13	16,53	62,74	15,69
<b>T5</b>	14,03	17,15	15,33	16,69	63,20	15,80
<b>T6</b>	15,56	14,41	18,12	15,28	63,37	15,84
<b>TESTIGO</b>	11,64	11,67	13,05	13,07	49,43	12,36

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

#### **ANEXO 2. DATOS TOMADOS EN CAMPO A LOS 45 DÍAS (cm)**

<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (cm)</b>
<b>T1</b>	19,94	18,72	23,46	25,67	87,79	<b>21,95</b>
<b>T2</b>	23,14	23,52	25,39	24,90	96,95	<b>24,24</b>
<b>T3</b>	16,31	18,85	24,09	24,84	84,09	<b>21,02</b>
<b>T4</b>	23,91	22,77	22,25	24,28	93,21	<b>23,30</b>
<b>T5</b>	20,07	25,01	22,50	24,40	91,98	<b>23,00</b>
<b>T6</b>	20,75	22,58	25,81	23,57	92,71	<b>23,18</b>
<b>TESTIGO</b>	17,83	17,98	21,39	19,86	77,06	<b>19,27</b>

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**ANEXO 3. DATOS TOMADOS EN CAMPO A LOS 60 DÍAS (cm)**

<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (cm)</b>
<b>T1</b>	28,30	28,80	34,60	36,20	127,90	31,98
<b>T2</b>	33,10	37,40	34,30	33,20	138,00	34,50
<b>T3</b>	25,40	30,70	32,30	34,70	123,10	30,78
<b>T4</b>	33,60	34,80	32,70	32,70	133,80	33,45
<b>T5</b>	29,00	37,20	32,00	34,30	132,50	33,13
<b>T6</b>	25,10	37,70	31,70	32,00	126,50	31,63
<b>TESTIGO</b>	26,70	28,10	30,50	26,70	112,00	28,00

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**ANEXO 4. DATOS TOMADOS EN CAMPO A LOS 75 DÍAS (cm)**

<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (cm)</b>
<b>T1</b>	31,21	32,33	34,25	44,56	142,35	35,59
<b>T2</b>	38,01	44,67	37,60	39,99	160,27	40,07
<b>T3</b>	30,50	35,18	39,19	46,80	151,67	37,92
<b>T4</b>	38,95	40,56	39,55	42,50	161,56	40,39
<b>T5</b>	35,28	43,52	37,66	43,41	159,87	39,97
<b>T6</b>	29,58	42,92	34,95	40,16	147,61	36,90
<b>TESTIGO</b>	28,81	29,45	31,72	33,86	123,84	30,96

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015



**ANEXO 5. DATOS TOMADOS EN CAMPO DE DIAMETRO DE LA PELLA (cm)**

<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (cm)</b>
<b>T1</b>	49,95	48,20	50,30	50,25	198,70	49,68
<b>T2</b>	51,15	54,05	46,20	54,00	205,40	51,35
<b>T3</b>	55,55	51,40	53,35	55,25	215,55	53,89
<b>T4</b>	53,95	51,55	47,18	54,60	207,28	51,82
<b>T5</b>	51,25	56,85	52,66	51,20	211,96	52,99
<b>T6</b>	50,20	54,30	53,45	56,20	214,15	53,54
<b>TESTIGO</b>	28,50	26,90	34,60	31,70	121,70	30,43

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**ANEXO 6. DATOS TOMADOS EN CAMPO PESO DE PELLA (kg)**

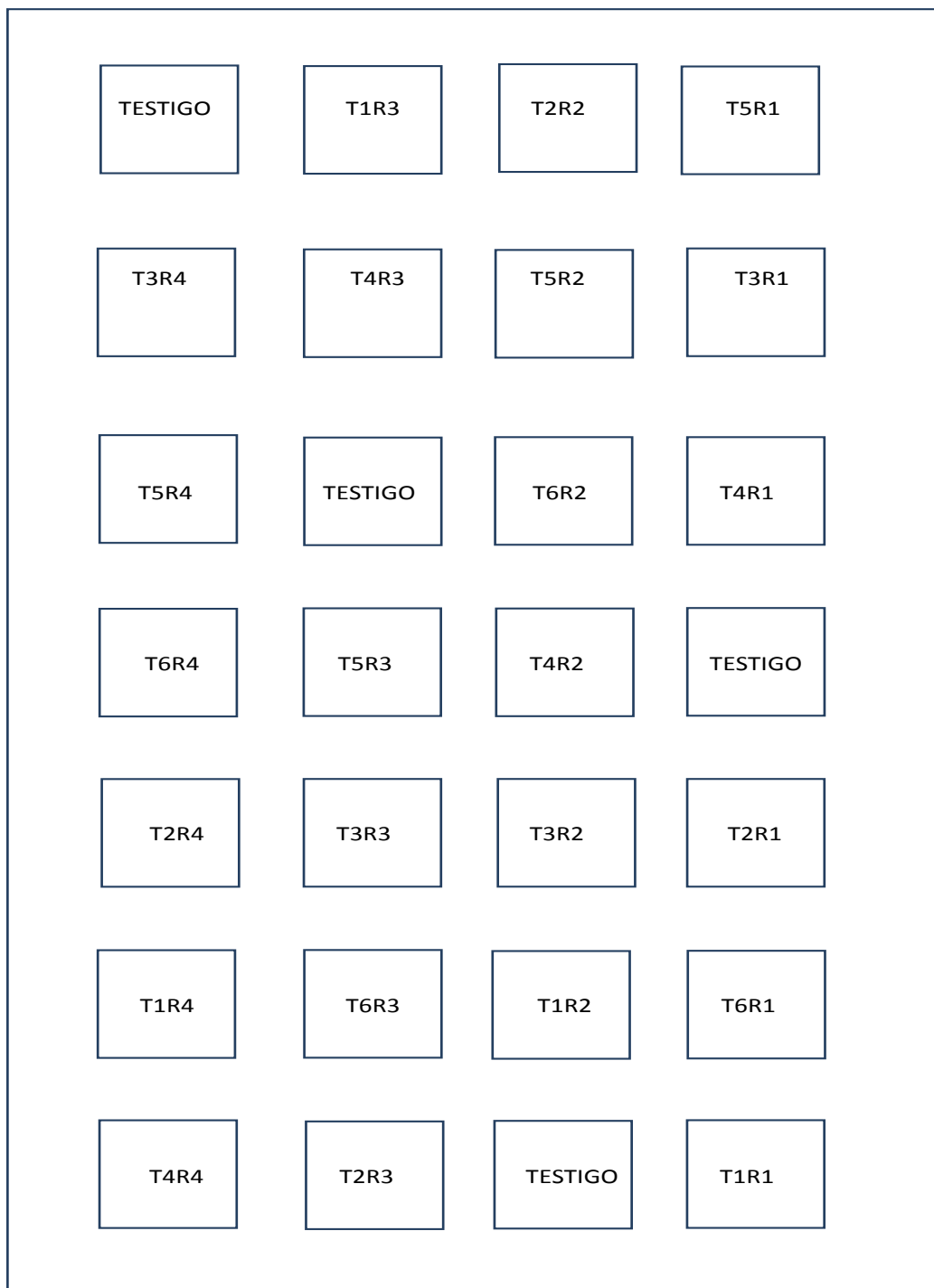
<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (kg)</b>
<b>T1</b>	22,93	22,43	24,48	25,09	94,92	23,73
<b>T2</b>	24,16	27,81	19,39	25,82	97,18	24,29
<b>T3</b>	29,57	27,74	28,94	32,13	118,38	29,59
<b>T4</b>	29,41	24,39	20,09	30,12	104,01	26,00
<b>T5</b>	26,22	30,84	29,40	27,25	113,71	28,43
<b>T6</b>	23,58	29,66	27,62	30,35	111,20	27,80
<b>TESTIGO</b>	4,62	5,58	9,54	7,85	27,59	6,90

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**ANEXO 7. DATOS TOMADOS EN CAMPO RENDIMIENTO DEL CULTIVO**  
(tn/ha)

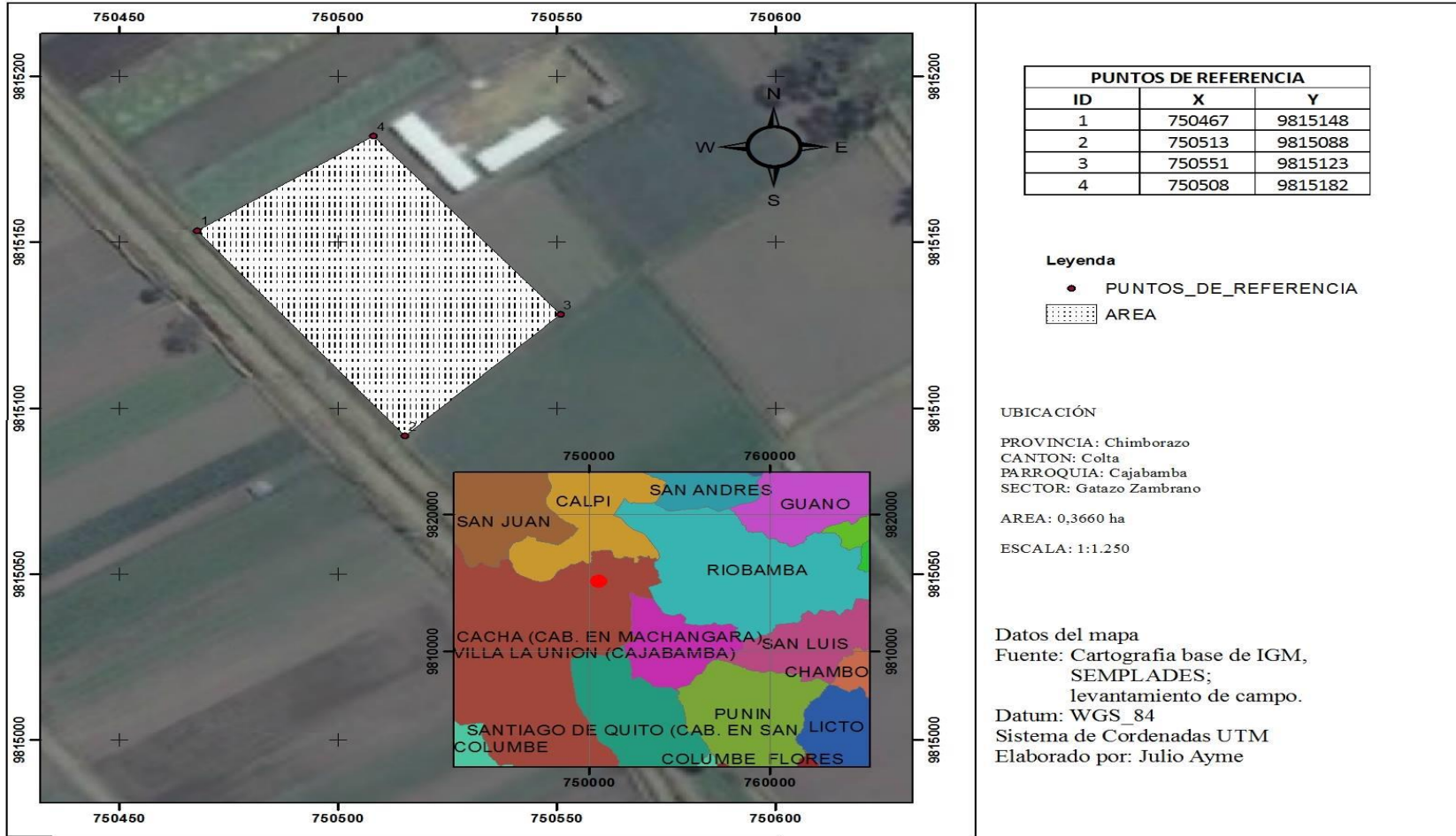
<b>CODIGO</b>	<b>RI</b>	<b>RII</b>	<b>RIII</b>	<b>RIV</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO (tn/ha)</b>
<b>T1</b>	25,48	24,92	27,19	27,87	105,46	26,37
<b>T2</b>	26,84	30,90	21,54	28,68	107,97	26,99
<b>T3</b>	32,85	30,82	32,16	35,70	131,53	32,88
<b>T4</b>	32,67	27,10	22,32	33,47	115,56	28,89
<b>T5</b>	29,13	34,27	32,67	30,27	126,34	31,58
<b>T6</b>	26,19	32,95	30,69	33,72	123,55	30,89
<b>TESTIGO</b>	5,13	6,20	10,60	8,72	30,66	7,66

ELABORACIÓN: AYME, J., 2015

**B. CROQUIS DEL ENSAYO****ANEXO 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO**

C. MAPA GEOREFERENCIADO DEL SITIO DEL EXPERIMENTO

ANEXO 9. MAPA GEOREFERENCIADO DEL SITIO DEL EXPERIMENTO



**D. FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO**

**Foto 1.** Instalación del Ensayo



**Foto 2.** Crecimiento de las plantas



**Foto 3.** Aplicación del producto (Cistefol)



**Foto 4.** Manejo del ensayo



**Foto 5.** Toma de Datos en campo



**Foto 6.** Resultado de la aplicación del producto (CIstefol)



**Foto 7. Inicio de la cosecha**



**Foto 8. Cosecha del cultivo**







**Foto 12.** Identificación de tratamientos



**Foto 13.** Pellas identificadas