



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Tema:**

**Respuesta agronómica de dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L.*) a la fertilización química y orgánica en las localidades de Naguan y Tagma, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar.**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Ingeniería Agronómica.

**Autores:**

**Marcelo Cesar Chimbolema Ochoa**

**Diego Agualongo Amangandi**

**Director:**

**Dr. C. Olmedo Zapata Illánez Ph.D.**

**Guaranda, Ecuador**

**2018**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI  
(*Brassica oleracea L.*) A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA  
EN LAS LOCALIDADES DE NAGUAN Y TAGMA, CANTÓN  
GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

-----  
**Dr. C. OLMEDO ZAPATA ILLÁNEZ Ph.D.**  
**DIRECTOR DE TESIS.**

-----  
**ING. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc.**  
**BIOMETRISTA**

-----  
**Dr. FERNANDO VELOZ M.Sc.**  
**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

**MARCELO CESAR CHIMBOLEMA OCHOA**, con C.C. 0201976826, y **DIEGO AGUALONGO AMANGANDI**, con C.C. 0202104931, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este proyecto de investigación, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa institucional vigente.

-----  
**MARCELO CHIMBOLEMA**

**C.I. 0201976826**

**AUTOR**

-----  
**DIEGO AGUALONGO**

**C.I. 0202104931**

**AUTOR**

-----  
**Dr. C. OLMEDO ZAPATA ILLÁNEZ Ph.D.**

**C.I. 0200574515**

**DIRECTOR DE TESIS**

-----  
**Dr. FERNANDO VELOZ M.Sc.**

**C.I. 0200416865**

**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación dedico a Dios, con cariño y respeto a mis padres Rosario Ochoa y Luis Chimbolema, a mi esposa por su sacrificio y esfuerzo, por apoyarme en la obtención de esta meta para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, a mis hijos, hermanos y demás familiares, quienes han sido pilares importantes en el transcurso de mi vida estudiantil para poder culminar con esta carrera profesional.

Finalmente dedico a mis compañeros y amigos, con quienes hemos compartido nuestras tristezas, alegrías y lo más importante sus conocimientos, durante todo este tiempo estudiantil, que estuvieron a mi lado apoyándome para culminar con esta carrera profesional.

**MARCELO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y por los momentos difíciles que me han enseñado a caminar día tras día; a mis padres Augusto Agualongo y Rosario Amangandi, a mi esposa también a mis hermanos porque me han brindado su apoyo incondicional y confianza en todo momento, por sus consejos, valores y por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su infinito y gran amor, a mis hijas Maya y Saray por ser mi inspiración para llegar a cumplir mi sueño anhelado.

**DIEGO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios, A la Universidad Estatal de Bolívar, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, a todos los Docentes quienes supieron compartir su conocimiento con sapiencia que fue la base fundamental para formarnos como profesionales.

Un agradecimiento muy especial a los Miembros del Tribunal del Proyecto de Investigación que formaron parte de esta investigación, quienes aportaron con sus conocimientos y tiempo necesario, para poder terminar esta investigación.

Al Dr. Olmedo Zapata Illánez Ph.D Director por su constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Al Ing. Carlos Monar Benavides M.Sc quien estuvo apoyando decididamente en todo el proceso de investigación en la Biometría y en el desarrollo de este trabajo y al Dr. Fernando Veloz M.Sc Área de Redacción Técnica.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS	PÁG
<b>Contenido</b>	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA	4
III. MARCOTEORICO	5
3.1 Origen	5
3.2 Clasificación Taxonómica	5
3.3 Morfología De La Planta	6
3.4 Valor Nutricional	7
3.5 Requerimientos Edafoclimáticos	8
3.6 Híbridos En Estudio	10
3.7 Manejo Del Cultivo De Brócoli	12
3.8 Fertilización química	13
3.9 Nitrógeno en la planta	14
3.10 Fósforo en la planta	17
3.11 El potasio en la planta	18
3.12 El Azufre en la planta	19
3.13 El calcio en la planta	20
3.14 El boro en la planta	20
3.15 El molibdeno en la planta	21
3.16 El magnesio en la planta	21
3.17 Fertilización orgánica	21
3.18 Propiedades de los abonos orgánicos	22
3.19 Eco abonaza	23
3.20 Sistema de plantación	25
3.21 Aporcado	25
3.22 Riego	25
3.23 Plagas y Enfermedades	26
3.24 Cosecha	28
3.25 Post cosecha	29
IV. MARCO METODOLÓGICO	30

4.1 Materiales	30
4.2 Métodos	32
4.3 Procedimiento	33
4.4 Tipos De Análisis	34
4.5 Variables evaluadas	35
4.6 Manejo del Experimento en el Campo	38
V. RESULTADOS Y DISCUSION	43
5.1 VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR A (HÍBRIDOS DE BRÓCOLI) POR LOCALIDAD.	43
5.2 VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR B (DOSIS DE FERTILIZANTE QUÍMICO NPK Y ORGÁNICO) POR LOCALIDAD.	51
5.3 INTERACCIÓN DE FACTORES (AXB): HÍBRIDOS DE BRÓCOLI POR FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA COMBINADO POR DOS LOCALIDADES.	67
5.4 EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA PELLA (CP)	70
5.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.	71
5.6 ANALISIS ECONÓMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL (AEPP) Y CÁLCULO DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR).	74
VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	77
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7.1 CONCLUSIONES	78
7.2 RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁG.</b>
Cuadro No. 1. Resultados Promedios y de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de Brócoli) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/Ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Naguan. 2017.	43
Cuadro No. 2. Resultados Promedios y de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de Brócoli) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Tagma. 2017.	46
Cuadro No. 3. Efecto Principal de localidades sobre los componentes del rendimiento. Naguan y Tagma. 2017.	49
Cuadro No. 4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (dosis de fertilizante químico N-P-K y orgánico) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Naguan. 2017.	51
Cuadro No. 5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (dosis de fertilizante químico N-P-K y orgánico) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP),	

Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Tagma. 2017.	60
Cuadro No. 6. Rendimiento promedio de brócoli en kg/ha combinado por dos localidades en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB)...	68
Cuadro No. 7. Resultados cualitativos del color de la pella en dos híbridos de Brócoli. Naguan y Tagma. 2017.	70
Cuadro No. 8. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente - Y). Localidades Naguan y Tagma. 2017.	71
Cuadro No. 9. Análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno en el cultivo de brócoli, Combinado por dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.	74
Cuadro No. 10. Análisis de dominancia (D).	74
Cuadro No. 11. Cálculo de Tasa Marginal de Retorno (TMR %).	75

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
Gráfico No. 1. Promedios de la variable días a la cosecha en dos híbridos de Brócoli. Localidad Naguan 2017.	45
Gráfico No. 2. Rendimiento promedio de dos híbridos de brócoli en kg/ha. Localidad Naguan. 2017.	45
Gráfico No. 3. Promedios de la variable días a la cosecha en dos híbridos de Brócoli. Localidad Tagma. 2017.	48
Gráfico No. 4. Rendimiento promedio de dos híbridos de brócoli en kg/ha. Localidad Tagma. 2017.	48
Gráfico No. 5. Rendimiento promedio de brócoli de localidades en kg/ha. Naguan y Tagma. 2017.	49
Gráfico No. 6. Promedios de la variable Porcentaje de Prendimiento como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	54
Gráfico No. 7. Promedios de la variable Altura de Plantas como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	54
Gráfico No. 8. Promedios de la variable Diámetro del Tallo como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	55
Gráfico No. 9. Promedios de la variable Días a la Formación de la Pella efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	55
Gráfico No. 10. Promedios de la variable Diámetro de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	56
Gráfico No. 11. Promedios de la variable Número de Corimbos por Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	56
Gráfico No. 12. Promedios de la variable Días a la Cosecha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	57
Gráfico No. 13. Promedios de la variable Número de Pellas Cosechadas como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	57
Gráfico No. 14. Promedios de la variable Peso de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	58

Gráfico No. 15. Promedios de la Incidencia de Trozador como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	58
Gráfico No. 16. Promedios de la variable Rendimiento en Kg/ha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.	59
Gráfico No. 17. Promedios de la variable Altura de Planta como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	62
Gráfico No. 18. Promedios de la variable Diámetro del Tallo como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	63
Gráfico No. 19. Promedios de la variable Días a la Formación de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	63
Gráfico No. 20. Promedios de la variable Diámetro de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	64
Gráfico No. 21. Promedios de la variable Número de Corimbos por Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	64
Gráfico No. 22. Promedios de la variable Días a la Cosecha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	65
Gráfico No. 23. Promedios de la variable Peso de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	65
Gráfico No. 24. Promedios de la variable Rendimiento en kg/ha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.	66
Gráfico No. 25. Resultados promedios de la variable Días a la Cosecha en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).	67
Gráfico No. 26. Resultados promedios de la variable Peso de la Pella en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).	68
Gráfico No. 27. Resultados promedios de la variable Rendimiento en Kg/ha de Brócoli en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).	69
Gráfico No. 28. Regresión lineal diámetro del tallo versus el rendimiento de brócoli. Combinado dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.	72
Gráfico No. 29. Regresión lineal peso de la pella versus el rendimiento de brócoli. Combinado dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Mapa de ubicación del ensayo.
2. Código de variables.
3. Base de datos del ensayo de brócoli de las dos localidades. 2017.
4. Resultados del análisis del suelo antes de la siembra en la localidad de Tagma.
5. Resultados del análisis del suelo antes de la siembra en la localidad de Naguan.
6. Resultados del análisis de la materia orgánica (Eco abonaza) después de la cosecha en la localidad de Tagma.
7. Resultados del análisis de la materia orgánica (Eco abonaza) después de la cosecha en la localidad de Naguan.
8. Registro de la precipitación y distribución durante el ciclo del cultivo de brócoli en las dos localidades.
9. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo.
10. Glosario de términos técnicos.

## **RESUMEN Y SUMMARY**

### **RESUMEN**

En Ecuador la provincia de Cotopaxi es la principal productora de brócoli, seguida por Pichincha e Imbabura. La producción de brócoli en la provincia de Bolívar se encuentra en forma transitoria especialmente en huertos familiares. El cultivo tecnificado puede alcanzar más de 30 Tm/ha, considerando temas como sistemas de riego, tipo de suelo, dosis de fertilización, sanidad vegetal, semillas, e híbridos. Esta investigación se realizó en dos localidades del cantón Guaranda: Naguan y Tagma. La fecha de siembra fue el 11 de abril de 2017. Los objetivos que se plantearon fueron i) Validar la respuesta agronómica de dos híbridos de Brócoli en dos localidades. ii) Evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento de brócoli. iii) Realizar el análisis económico de presupuesto parcial y calcular la Tasa Marginal de Retorno. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos y tres repeticiones. El factor A correspondió a dos híbridos (Domador y Avenger) y el factor B a seis dosis de fertilización química y orgánica. Se realizaron análisis de varianza sencillo y combinado, prueba de Tukey al 5%, efecto principal de localidades e híbridos, análisis de correlación y regresión lineal, análisis económico de presupuesto parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno. Las variables independientes más importantes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de brócoli fueron: peso y diámetro de la pella, diámetro del tallo y número de corimbos por pella. Existió un efecto significativo sobre el rendimiento de las localidades, híbridos, fertilización e interacción genotipo ambiente. El rendimiento promedio más alto se determinó en la localidad uno Naguan con el híbrido Avenger y la fertilización química completa. Finalmente este estudio validó alternativas tecnológicas promisorias para mejorar la diversidad de los sistemas de producción locales y contribuir a la seguridad alimentaria.

## SUMMARY

In Ecuador Cotopaxi province is the main producer of broccoli, followed by Pichincha and Imbabura. The production of broccoli in the province of Bolivar is located in transient form especially in family farm. Tech culture can reach more than  $30 \text{ mt}^{-1}$ , considerate components such as irrigation systems, soil type, dose of fertilization, plant health, seeds, and hybrids. This study was conducted at two locations in the Guaranda canton: Naguan and Tagma. The sowing date was April 11, 2017. The objectives that were raised were i) Validate the agronomic response of two hybrids of broccoli in two locations. (ii) Assess the effect of chemical and Organic fertilization on the yield of broccoli. (iii) Economic analysis of partial budget and calculate the Marginal rate of return. The design of complete block random (DBCA) with 12 treatments and three repetitions was used. Factor A corresponded to two hybrids (Domador and Avenger) and the B factor to six doses of chemical and Organic fertilization. Simple analysis of variance was performed and combined, Tukey test at 5%, main effect of localities and hybrids, correlation and linear regression analysis, economic analysis of partial budget and calculation of the Marginal Rate of Return. The most important independent variables contributing to increase the yield of broccoli were: weight and diameter of the pella, stem diameter and number of corymbs by pella. There was a significant effect on the performance of the localities, hybrids, fertilization and genotype environment interaction. The highest average yield was determined in the locality one Naguan with the Avenger hybrid and full chemical fertilization. Finally this study validated promising technological alternatives to improve the diversity of local production systems and contribute to food security.

## I. INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea. L*) es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Existen referencias históricas de que el cultivo data desde antes de la Era Cristiana. Se consume en fresco en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. El consumo al natural implica una cadena de frío simple o un proceso de congelación IQF (congelación rápida de manera individual). Industrialmente el brócoli es utilizado en la elaboración de curtidos.

(<http://verduras.consumer.es/brecol/introduccion>)

El brócoli es muy importante en la nutrición humana, y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales, es una excelente fuente de vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser rico en hidratos de carbono, proteínas y grasa. (Bernal, M. 2004)

Propiedades antioxidantes del brócoli tiene una gran importancia desde el punto de vista nutricional, ya que contiene una elevada cantidad de vitaminas (vitamina A, beta-caroteno, niacina, vitamina B1, B2, B6, E, ácido fólico y vitamina C). De hecho, está considerado como la gran súper verdura por el número de nutrientes que aporta. Su alto poder antioxidante se debe principalmente a los beta-carotenos y la vitamina C. (<https://mejorconsalud.com/el-brocoli-y-sus-beneficios/>)

La demanda de brócoli está aumentando en todo el mundo, especialmente en los países desarrollados, a consecuencia de los cambios en los hábitos de alimentación. Dentro de ese contexto, las posibilidades de exportación aparecen como una alternativa importante para los productores hortícolas. (Aprofel, 2007)

Los principales productores de brócoli a nivel mundial están: China con el 41.20%, seguido por India con el 35.40%, España con el 2.43%, México 2.16%, Italia con el 1.71% y Francia con el 1.52%. El 15.58% restante de la producción

corresponde a 86 países del resto del mundo. La producción nacional del año 2014 aumentó de forma considerable en 59.59% respecto al año 2013, dicho comportamiento es similar a la evolución de la producción internacional. Debido a las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo. Este incremento en la producción nacional influyó en el aumento de las exportaciones de brócoli y al acuerdo comercial con la Unión Europea (UE).

(<http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/cboletin-situacional-brocoli-2014-actualizado.pdf>)

La región andina se convierte en la ideal para este cultivo, se puede observar que Cotopaxi es la principal provincia productora del país con el 68% de la producción total, seguida por Pichincha e Imbabura que producen el 16% y el 10% del total nacional respectivamente. (<http://brocoliecuador.com>)

La producción de brócoli en la provincia de Bolívar se encuentra en forma transitoria especialmente en huertos familiares. Sin embargo, existen factores que se deben considerar dentro del cultivo, para obtener mejores rendimientos en la producción; entre ellos, es importante que el agricultor disponga de variedades o híbridos para cada zona agroecológica. (Suquilanda, M. 2010)

Los fertilizantes son productos que representan entre el 20 y 30% de los costos de producción de un cultivo. Muchos agricultores están aplicando fertilizantes en exceso, encareciendo los costos de producción, desmejorando la calidad y desnaturalizando la fertilidad de los suelos de Ecuador que tiene un clima precioso para la producción agrícola. (Bernal, M. 2004)

La fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de los fertilizantes y del manejo del cultivo. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento, procurando minimizar el costo por unidad de producción, realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos del cultivo. (Domínguez, V.2000)

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Validar el comportamiento agronómico de dos híbridos de Brócoli; Domador y Avenger en dos localidades.
- Evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento de brócoli.
- Realizar el análisis Económico de Presupuesto Parcial y calcular la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

## **II. PROBLEMA**

La producción de brócoli en el Ecuador, ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación. En nuestro país el cultivo de brócoli no ha recibido preferencia en el campo tecnificado, un aspecto crítico en su producción es la falta de información actualizada respecto a las dosis adecuadas de fertilización y la forma de aplicación de los nutrientes, frente a esta necesidad y con el fin de aumentar la información hortícola es necesario validar una dosis adecuada de fertilizante que pueda ser asimilada por la planta.

En el cantón Guaranda, no existe el emprendimiento ni la tecnificación del cultivo de brócoli, ya que los agricultores no quieren cambiar sus cultivos tradicionales de maíz y trigo que cultivan durante años, por el desconocimiento del manejo del cultivo, falta de alternativas tecnológicas apropiadas para cada zona agro ecológica, deficiente sistema de comercialización, deterioro del recurso suelo, y pérdida de biodiversidad.

En zonas de producción agrícola se ha observado últimamente un cambio progresivo de variedades a híbridos, los cuales aportan características muy convenientes como la uniformidad del producto y concentración de la cosecha, buena adaptación a distintos microclimas, resistencia a problemas sanitarios específicos y altos rendimientos.

El brócoli responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, el exceso de nitrógeno causa tallos huecos. Es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de fósforo y potasio, y entre otros nutrientes.

Las fertilizaciones orgánicas aparecen en la actualidad como una de las alternativas sostenibles para el desarrollo del sector agrícola enfocándose en el rendimiento y calidad de las cosechas con fines de exportación.

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 Origen

Se cree que el brócoli es originario del Mediterráneo oriental y concretamente en Medio Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.). Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse. Servicio de evaluación ambiental. (SEA, 2006).

Los romanos cultivaban y consumían esta planta y por ello esta verdura es muy popular en Italia. Fue hace poco más de 20 años cuando su producción y consumo empezó a incrementarse de manera más general.

(<http://verduras.consumer.es/brecol/introduccion>)

#### 3.2 Clasificación Taxonómica

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Sub-clase:</b>	Dilleneidae
<b>Orden:</b>	Capparales
<b>Familia:</b>	Brassicaceae
<b>Género:</b>	Brassica
<b>Especie:</b>	Oleracea
<b>Nombre científico:</b>	Brassica oleracea L.
<b>Nombre común:</b>	Brócoli

(<http://www.infoagro.com/Hortalizas/broculi.htm>)

### **3.3 Morfología De La Planta**

#### **3.3.1. Planta**

El brócoli es muy similar a la coliflor desde el punto de vista botánico, con la diferencia que en su caso, la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco, en su estado primordio. El brócoli es una planta anual, de hábito de crecimiento erecto con una altura entre 60 a 90 cm, y termina en una masa de yemas funcionales. (Jaramillo, J. 2006)

#### **3.3.2. Sistema radicular**

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 0,80 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo. (Toledo, J. 2003)

#### **3.3.3. Tallo principal**

El brócoli desarrolla un tallo principal grueso con un diámetro de 2 a 6 cm, de 20 a 50 cm de largo, sobre el cual disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos donde termina la inflorescencia principal. (Hidalgo, L. 2006)

#### **3.3.4. Hojas**

Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes cada una de ellas aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que la col o coliflor, la superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable. (Toledo, J. 2003)

### **3.3.5. Inflorescencia**

La inflorescencia del tipo de pella, es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituye la parte comestible de la hortaliza, son de color variado según el cultivar de verde claro a verde purpura mantiene muy poco tiempo la compactación por lo que es producto altamente perecible. (Hidalgo, L. 2006)

### **3.3.6. Flores**

Son de color amarillo y tiene cuatro pétalos en forma de cruz de donde proviene el nombre de las crucíferas. (Manual Agropecuario. 2002)

### **3.3.7. Fruto**

El fruto del brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior y de color marrón oscuro a rojizo. (Toledo, J. 2009)

### **3.3.8. Semilla**

La inflorescencia normalmente se presenta al segundo año y se encuentra agrupadas en racimos la fecundación se verifica de forma alógama. Un grano de semilla contiene entre 180 y 250 semillas.

(<http://www.es.wikipedia.org.htm>)

## **3.4 Valor Nutricional**

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es

elevado; además suministra cantidades significativas de minerales.  
(<http://agriculturaurbana.galeon.com/productos>)

### **Valor nutricional del brócoli por 100 g de producto comestible**

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

([http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/FD TAFT.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/FD TAFT.pdf))

## **3.5 Requerimientos Edafoclimáticos**

### **3.5.1. Suelo**

Las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7,0. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero. (Galeón. 2010)

Las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías, es conveniente que el suelo este en un estado de humedad de campo. (<http://agriculturaurbana.galeon.com>)

### **3.5.2. Temperatura**

Para un adecuado desarrollo la planta necesita climas fríos y húmedos; la temperatura óptima promedio está entre 12 y 16 grados centígrados, con mínimas promedio de 5 grados. Temperaturas mayores a 20°C causan desuniformidad en la formación de las inflorescencias, ocasionando una menor compactación de las mismas, factor determinante de la calidad del producto. Por otro lado, temperaturas cercanas a 0°C detienen el crecimiento de la planta. Para el desarrollo vegetativo requiere una humedad relativa del 80% con una mínima del 70%. (<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>)

### **3.5.3. Clima**

El IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (1997), menciona que el brócoli se desarrolla bien en los valles interandinos de la sierra, prospera en climas moderados, frescos y húmedos; con una adaptación climática muy amplia lo que hace posible su cultivo durante todo el año. La temperatura media anual a la que el crecimiento y el empaquetamiento responden bien es de 13 a 15 ° C. (Infoagro, 2007)

### **3.5.4. Humedad relativa y precipitación**

La humedad no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal. La precipitación anual debe fluctuar 800 a 1200 mm. (<http://infoagro.com/hortalizas/brocul.html>)

### **3.5.5. Altitud**

El brócoli se adapta en altitudes que van de 2600 hasta 3000 msnm. (Suquilanda, M. 2010)

## **3.6 Híbridos En Estudio**

### **3.6.1. Domador**

Este híbrido tiene la capacidad de dominar las etapas de transición invierno y verano, es decir que no se ve afectado con cambios del invierno como temperaturas bajas, aunque para que exista un mayor crecimiento se recomienda temperaturas cálidas. Presenta características de alto rendimiento y es el que actualmente domina la producción ecuatoriana. Domador es un híbrido que ha demostrado su habilidad para superar las etapas de transición, cuando acaba el frío y la temperatura se incrementa. También adaptado para la temperatura invernal en donde presenta grano fino. De maduración intermedia. (Arteaga, M. 2011)

#### **Características**

- Altura de la planta: Mediana
- Días a la cosecha: 90
- Color de la cabeza: verdoso o morado
- Características de la pella: Domo bien formado
- Tamaño del grano: Fino
- Buena adaptación en transición de climas

#### **Beneficios**

- Mayor aprovechamiento de nutrientes
- Menor pérdida en la industria del congelado
- Mayor productividad
- Mayor rendimiento en la Industria del congelado
- Mantiene el color deseado en el proceso de Congelado

**Usos y observaciones:** Producción para el mercado y la industria.

Esta hortaliza se consume en fresco en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. En los últimos años se le ha dado una mayor importancia al consumo de esta hortaliza, debido a resultados de investigaciones que afirman su efectividad en la prevención y control del cáncer por el alto contenido de ácido fólico en la inflorescencia y en las hojas. El ácido fólico está catalogado como el anticancerígeno número uno. Además, este componente está siendo utilizado para controlar la diabetes, obesidad, hipertensión y problemas del corazón. (Sakata.com, 2013)

Este brócoli comercial producido por la empresa **Seminis**, sin duda de buena adaptación para la temporada de transición y fría, presenta una maduración intermedia, así como tallos limpios. La planta es de porte abierto con un semi domo y floretes compactos. (<http://www.hortalizas.com>)

### **3.6.2. Avenger**

Este brócoli comercial producido por la empresa **Sakata**, sin duda es el nuevo lanzamiento más prometedor en el mercado de brócoli tanto para mercado fresco como para la industria. El híbrido 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. Alto porcentaje de corte de corona, cabeza con domo denso. Excelente capacidad de sobre madurez. (<http://www.argagro.com.ar/producto>)

Es el híbrido líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos. Avenger es el brócoli que ha marcado el referente tanto para la industria del congelado como para el mercado fresco. Avenger es de planta vigorosa, cabezas bien domadas, con grano fino y gran peso. Su uniformidad de cabezas le da un beneficio para el empaque en caja para fresco y un buen aprovechamiento de floretes para el proceso. (Sakata.com, 2013)

## **Características**

- Altura de la planta: Grande
- Días a la cosecha: 100 a 110
- Cabeza de domo perfecto
- Mínima presencia de brotes laterales
- Grano fino a medio
- Cabeza grande, pesada y compacta
- Florete uniforme de tamaño pequeño
- Coloración verde intenso

## **Beneficios**

- Evita pudriciones por acumulación de agua
- Mayor aprovechamiento de nutrientes
- Menor pérdida en la industria del congelado
- Mayor productividad y versatilidad para industria y mercado fresco
- Mayor rendimiento en la Industria del congelado
- Mantiene el color deseado en el proceso de Congelado

**Usos y observaciones:** Excelente producción se utiliza para mercado fresco.  
(<http://www.hortalizas.com>)

## **3.7 Manejo del Cultivo de Brócoli**

### **3.7.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo puede realizarse mediante maquinaria, tracción animal o mano, siempre que sea una arada profunda y dos pases de rastra. En terrenos con pendientes fuertes se deben realizar trabajos de conservación de suelos para prevenir la erosión.

([http://www.agrosiembra.com/?NAME=r\\_c\\_sembrar&c\\_id=14](http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_sembrar&c_id=14))

Se realizarán caballones separados entre sí de 0.8 a 1 m, según el desarrollo de los híbridos que se va a cultivar. 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. (Guerrero, A. 2009)

### **3.7.2. Transplante**

Señala que la planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 15-20 cm de altura y 5 a 6 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 35 - 50 días a la siembra. Se deberá eliminar las plantas débiles y las que tengan las yemas terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. (Maroto, J. 2000)

Normalmente se emplean unas densidades de 12000-30000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0,80 -1 m entre líneas y 0,40-0,80 entre plantas. (Fairhurst, T. y Christian, W. 2009)

### **3.8 Fertilización química**

Desde el punto de vista estricto, la fertilización es el aporte mineral, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo importantes características de fertilidad, como la textura y estructura. (<http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/brócoli.html>)

El brócoli requiere mucho abono, sobre todo nitrógeno y potasio, es menor exigente en fósforo. En la mayoría de los casos se recomienda la incorporación de estiércol o abonos verdes al suelo, supliendo más tarde con aplicaciones de nitrógeno al lado del surco. (Cásseres, 1980)

Manifiesta que el 75% del nitrógeno y el potasio se absorben a partir de la formación de la cabeza, en cambio las exigencias por fósforo se manifiesta durante todo el ciclo relativamente constante. El brócoli es exigente también en

boro y molibdeno, debido al crecimiento rápido, ciclo corto y producción elevada; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento. (Rodríguez, F. 2009)

El brócoli responde a la aplicación de nitrógeno en dosis de 120 a 240 kg/ha, principalmente cuando se aplica también fósforo de 50 a 210 kg/ha. Sólo durante el primer mes de trasplante se asimila entre el 5 y 10% del total de nutrientes y la asimilación máxima tiene lugar durante la formación de la cabeza. El brócoli es muy sensible a las deficiencias de nutrientes minerales principalmente. La dosis y tipos de fertilización recomendado de 100-120 kg N/ha y de 50-80kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha mientras que no debe aplicarse en caso de necesidad comprobada. Además recomienda dosis referenciales de 80 a 120 kg de N/ha, 60kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /Ha y 60kg K<sub>2</sub>O/ha, para suelos pobres y en el caso de sembrar en suelos de fertilidad media en rotación de otros cultivos intensamente fertilizados basta aplicar 80-120kg de N/ha. (Haro, M. y Maldonado, L. 2009)

La aplicación de fertilizantes químicos y abonos orgánicos depende de las particularidades de cada cultivo. El brócoli responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, el exceso de nitrógeno causa tallos huecos. Es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de fósforo, potasio, boro y molibdeno. Los fertilizantes químicos correctamente utilizados no causan residuales tóxicos en la planta, puesto que están compuestos de nutrientes que pasan a ser elementos integrantes de la estructura química de la planta. Así, el nitrógeno se transforma en clorofila, el fósforo en sabia y el potasio permite la concentración de azúcares y color. (<http://m3js.blogspot.com/2008/05/fertilizacion.html>)

### **3.9 Nitrógeno en la planta**

El brócoli al ser una planta pequeña de hojas largas para que se produzca el proceso de fotosíntesis y la formación de la pella requiere grandes cantidades de nitrógeno. Cuando se encuentra en presencia de cantidades de adecuadas en los

vegetales, es responsable de un marcado incremento en el desarrollo del tallo, hojas y la presencia de una suficiente cantidad de nitrógeno, se observa en la mayoría de los casos, por un excelente color verde exhibido por el cultivo vegetal. El nitrógeno es utilizado para síntesis de sus proteínas, constituye igualmente a la producción de clorofila, la misma que al encontrarse en cantidades adecuadas en las hojas y la interacción de la energía luminosa aportada por el sol facilita la transformación y síntesis de azúcares y almidones. (Alarcón, C. 2011)

### **Exceso de nitrógeno**

El exceso de nutrición de la planta en nitrógeno produce una vegetación excesiva que conlleva algunos inconvenientes como puede ser el retraso en la maduración, la planta continúa desarrollándose pero tarda en madurar, en perjuicio de la producción de semillas. El exceso también produce mayor sensibilidad a enfermedades, los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, siendo más vulnerables. (MIRAT, 2006).

### **Deficiencia de nitrógeno**

La carencia de nitrógeno en la planta, se manifiesta en primer lugar por una vegetación raquítica, la planta se desarrolla poco, posee un sistema vegetativo pequeño el follaje toma un color verde amarillento, y luego evoluciona hacia una pigmentación anaranjado o violácea en los bordes de las hojas, escasa vegetación insuficiente, acompañada de una maduración acelerada de la caída prematura de hojas y una disminución de los rendimientos. (Andrade, J. 2011)

### **Fuente de nitrógeno**

Existe una diversidad de materiales de fertilizantes sólidos y líquidos. Los fertilizantes de nitrógeno más comunes son urea, nitrato de amonio, nitrato de calcio y nitrato de potasio.

(<http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf>)

Las plantas pueden absorber el nitrógeno únicamente en sus formas inorgánicas, Sólo alrededor del 2-3% por año del nitrógeno contenido en materia orgánica se convierte en nitrógeno disponible para las plantas, en un proceso llamado "mineralización". (<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/nitrogen>)

### **Aplicación de nitrógeno**

El nitrógeno requiere un manejo cuidadoso, debido a que es muy susceptible de ser perdido en los suelos. El nitrógeno puede ser perdido en el suelo a través de la volatilización, lixiviación, erosión y escorrentía. La pérdida de nitrógeno puede representar hasta en un 50/60% de la cantidad aplicada. Por lo tanto, se debe minimizar el tiempo de permanencia del nitrógeno en el suelo antes que lo absorba la planta. Aplicaciones fraccionadas de nitrógeno es una manera de realizar eso. La demanda de nitrógeno por los cultivos es pequeña en los primeros estadios de desarrollo y aumenta mucho en la fase de crecimiento rápido. Por esta razón, se suele aportar una pequeña fracción de las necesidades totales en un primer abonado de fondo, previo a la siembra o trasplante, y el resto, en una o dos aplicaciones más (al inicio de la fase de crecimiento y en la mitad aproximadamente de esta fase)

(<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/timing-fertilizer-application>)

### **Eficiencia química de nitrógeno**

La eficiencia en el uso de fertilizantes es muy variable en función del tipo de suelos, método de fertilización, sistema radical del cultivo, uso y manejo del agua y variables de clima. La eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado puede ser del 65%. (Rodríguez, F. 2009)

### **Eficiencia agronómica de nitrógeno**

La eficiencia con la que los cultivos utilizan el fertilizante aplicado es de suma importancia económica, dado que está relacionada directamente con el beneficio

de la fertilización. La eficiencia puede ser expresada como las unidades de producto generada por unidad de nutriente aplicado. En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre 20 y 50 % del N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental.

(<http://www.asopran.org/images/tecnicas/brocoli%20i.pdf>)

### **3.10 Fósforo en la planta**

El brócoli produce cabezas verdes alargadas, en ramificaciones retiene humedad durante el desarrollo por lo que a semejanza con el nitrógeno, el fósforo forma parte de cada una de las células vivas existentes en las plantas. Este elemento interviene en la formación de la nucleoproteínas, ácidos nucleídos, fosfolípidos así como también en la división celular, respiración, fotosíntesis, síntesis de azúcares, grasas proteínas, acumulación de proteínas.

(<http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/brocul.html>)

#### **Exceso de Fósforo**

Un exceso de fósforo provoca una disminución considerable en los rendimientos, así como también una disminución en el contenido de azúcares de las hojas exteriores del repollo. (Hora y Sonoda, 1997)

#### **Deficiencia de Fósforo**

Manifiesta que con frecuencia, tiende a presentarse un estado general de achaparramiento. Las puntas de las hojas se secan y se manifiestan un amarillamiento. La deficiencia de fósforo al igual que la de nitrógeno, suele comenzar en las hojas inferiores que son más viejas. Se presentan hojas con un verde oscuro apagado que adquiere luego un color rojizo o púrpura característicos

y llegan a secarse. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, menor floración y menor cuajado de frutos (Infojardin, 2006)

Se produce un débil desarrollo tanto aéreo como subterráneo. En las hojas se produce un estrechamiento quedando erectas. Su tamaño disminuye y las nerviaciones quedan poco pronunciadas. (Los síntomas se aprecian primero en las hojas adultas). Se produce un descenso de la cantidad y calidad de las semillas.

(<http://plantasyhortalizas.blogspot.com/2009/08/nitrogenon-fosforopotasiok-como.html>)

### **3.11 El potasio en la planta**

Es una planta herbácea muy vigorosa, su producto comestible es la inflorescencia, las pellas deben ser muy compactas y resistir al manejo de post cosecha, por lo requiere del potasio es un elemento esencial para las plantas, mantiene el equilibrio del jugo celular de las plantas, igualmente juega un papel muy importante en la producción y desintegración del almidón y los azúcares. Existe una estrecha asociación entre el potasio y la pérdida de agua, habiéndose observado que las plantas a las cuales se les proporciona cantidades adecuadas de potasio se encuentra en mejores condiciones para resistir la sequía. (Reigosa, M. et. Al. 2010)

#### **Exceso de potasio**

Señalan que la mayoría de las plantas pueden asimilar grandes cantidades de potasio, sin que ello llegue a mermar su calidad.

## **Deficiencia del potasio**

Los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en: reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento. (Rodríguez, F. 2009)

A partir de la importancia fisiológica de potasio, en el metabolismo y catabolismo del vegetal, se deduce los problemas y trastornos ocasionados por su deficiencia. Las cuales pueden manifestarse con la disminución de la fotosíntesis, disminución de traslado de azúcares a la raíz, reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor y crecimiento, los frutos y semillas reducen de tamaño y calidad de por una deficiencia en la síntesis, las hojas tienen “enrullarse” amarillan los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan así centro de las hojas tornándose marrones, los síntomas aparecen en las hojas inferiores y luego superiores. (Bustos, M. 2009)

### **3.12 El Azufre en la planta**

Componente de proteínas y enzimas. Interviene en procesos de formación de la clorofila.

(<http://plantasyhortalizas.blogspot.com/2009/08/nitrogenon-fosforopotasiok-como.html>)

## **Deficiencia de azufre**

Se puede confundir con la deficiencia de nitrógeno, produciéndose un retraso del crecimiento de la planta. En las hojas se produce una falta de coloración verde en toda la hoja con una tendencia gradual a una coloración bronceada con secado de las puntas. (Los síntomas se aprecian primero en las hojas adultas). ([http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=36](http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=36))

### **3.13 El calcio en la planta**

El calcio realiza efectos en el cultivo de brócoli como: mayor firmeza y peso de cabezas se recomienda su uso a partir de los 40 días. Prolonga la vida útil de las pellas en post cosecha. (INPOFOS, 1997)

#### **Deficiencia del calcio**

Un síntoma común de la deficiencia de calcio es un pobre crecimiento de las raíces, las que se tornan negras y se pudren. Las hojas jóvenes y otros tejidos nuevos desarrollan síntomas debido a que el calcio no se transloca dentro de la planta. Los tejidos nuevos necesitan calcio para la formación de sus paredes celulares, por lo tanto la deficiencia de calcio causa que los filos de las hojas y que los puntos de crecimiento sean gelatinosos. En casos severos, los puntos de crecimiento mueren. (INPOFOS, 1997)

### **3.14 El boro en la planta**

El boro es esencial para el crecimiento normal de las plantas, ya que promueve la división apropiada de las células, la elongación de células, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar. El boro es también esencial para el sistema hormonal de las plantas.

(<http://www.encuentros.uma.es/encuentros82/boro.htm>)

#### **Deficiencia de boro**

Los síntomas de la deficiencia de boro empiezan en las hojas nuevas. Se quedan pequeñas, son alargadas y verde claro. Los márgenes se vuelven rojizos o marrones. Las hojas viejas se curvan hacia abajo y pueden mostrar coloraciones rojizas o clorosis. El desarrollo de pellas se retrasa y solo se forman cabezas ligeras. Se quedan más o menos marrones. Algunas hojas y brácteas penetran en la

peña. De sabor amargo. La deficiencia de boro provoca grandes pérdidas de producción. (<http://www.yara.es/crop-nutrition/crops/brassicas/nutricion-vegetal/deficiencias/b/01-6388-deficiencia-de-boro---coliflor/>)

### **3.15 El molibdeno en la planta**

La planta requiere molibdeno (Mo) para sintetizar y activar la enzima nitrato. Esta enzima contribuye a convertir el nitrato en nitrito para que luego éste sea convertido en otros compuestos aminados en el metabolismo normal de la planta. El Mo es vital para el proceso de fijación simbiótica de N.

([http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/886F49B9A3B9D19C06256AC5005BBBC4/\\$file/deficiencia+molibdeno.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/886F49B9A3B9D19C06256AC5005BBBC4/$file/deficiencia+molibdeno.pdf))

### **3.16 El magnesio en la planta**

El magnesio es un nutriente esencial para las plantas. Es clave para una amplia gama de funciones en los vegetales. Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde.

La deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción de cultivos. También conduce a una mayor susceptibilidad de la planta a enfermedades. (<http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/magnesium>)

### **3.17 Fertilización orgánica**

Los abonos de origen orgánico son las que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono

es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. (FONAG. 2010)

El abono orgánico lo puede crear la naturaleza o el ser humano con su trabajo. Esto lo hacen con la ayuda organizada de animalitos como las lombrices, las gallinas ciegas, las hormigas y de millones de millones de microbios que se llaman hongos, bacterias y actinomiceto. Cada animalito al comer los materiales orgánicos, la va desbaratando y suavizando con sus dientes, su saliva y su estómago. El estiércol que sale de algunos animalitos es el mejor alimento para otro que lo hacen los mismos, después unos microbios y otros más. Todos participan hasta que los materiales orgánicos quedan convertidos en tierra rica en nutrientes. (<http://www.infoagro.com/abonos/abonos/-arganicos.html>)

### **3.18 Propiedades de los abonos orgánicos**

Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### **Propiedades físicas**

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. (Cervantes, M. 2014)

### **Propiedades químicas**

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad. (Cervantes, M. 2014)

### **Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo. (FONAG. 2010)

### **3.19 Eco abonaza**

Es un abono ecológico que se deriva de la pollinaza de las granjas de pollos de engorde de PRONACA, la cual es reposada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades. Eco abonaza por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y los provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos. (PRONACA. 2014)

### **Composición**

Materia orgánica 50%, pH 6.5 – 7.0, Nitrógeno 2.8 – 3.0%, Fosforo 2.3 – 2.55%, Potasio 2.6 – 3.0%, Calcio 2.5 – 3.0%, Magnesio 0.6 – 6.8%, Azufre 0.42 – 0.6%, Boro 40 – 56 ppm, Zinc 250- 280 ppm, Manganeso 340 – 470 ppm, Humedad 21%. (<http://www.pronaca.com/siete/india-look.jspcodigo=SBA00002/html>)

## **Características**

El 50% de las partículas tienen tamaños menores a 2.5 mm que permite una mejor distribución en el suelo. La porosidad varía entre 40 y 50 % y su densidad real está entre 0.35 y 0.45g/cm<sup>3</sup>. El pH es prácticamente neutro aumentando el poder amortiguador. Mejora la estructura y regula la temperatura. Minimiza la fijación de fósforo por las arcillas. Descontamina el suelo por la biodegradación de los plaguicidas. Mejora las propiedades químicas evitando la pérdida de nitrógeno favoreciendo la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y elementos menores. Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos y aumenta la capacidad de intercambio catiónico. (Bustos, M. 2007. Citado por Yuquilema, M y Arévalo, M. 2008)

## **Ventajas de la Eco abonaza**

- Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.
- Provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos.
- Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida del nitrógeno.
- Incrementa la porosidad facilitando la interacción del agua y el aire en el suelo.
- Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- Favorece la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y los elementos menores.
- Evita la contaminación ambiental.
- Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos. Los productos son aptos para el consumo humano, ya que no contienen elementos contaminantes. (Diccionario de productos fertilizantes. 2006. Citado por García, C. 2010)

## **Desventajas**

- Se limita la aplicación y efecto en suelos secos.
- Al entrar en contacto directo con la semilla causa quemaduras. (García, M. 2012)

### **3.20 Sistema de plantación**

La distancia entre planta es variable y depende de diversos factores como son la arquitectura de la planta, la variedad o híbridos, la topografía del terreno, las condiciones físicas y de fertilidad del suelo, la humedad relativa y la luminosidad, igualmente varía de acuerdo a las exigencias del mercado en cuanto al tamaño y peso de las pellas. (Jaramillo, J. 2006)

### **3.21 Aporcado**

Consiste proporcionar sostén a la planta, aflojar el suelo, controlar las malezas, en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. (Valadez, L. 2001)

### **3.22 Riego**

Es necesario asegurar un abundante suministro de agua, sobre todo durante la fase de germinación y regular en la fase de crecimiento, desarrollo de la plántula al momento del trasplante y durante la etapa de formación de la pella, en épocas secas se hace necesario un riego por semanas. Pero esto dependerá del tipo de suelo, de su capacidad de retención de humedad y de su tasa de infiltración. (<http://www.traxco.es>)

### **3.23 Plagas y Enfermedades**

#### **3.23.1. Plagas**

Entre las plagas más principales que se han registrado por su ataque en el cultivo de brócoli son.

##### **Minador de hojas (*Liriomyza* sp.)**

Los daños los produce dípteros minadores, de color amarillo y negro. Se trata de una plaga muy polífaga y peligrosa. Labran galerías en las hojas, dentro de las cuales hacen la muda larvaria y la ninfosis. Los frutos y los tallos no se ven afectados. Su Control se realiza cuando se observen los primeros síntomas con Abamectina (Agrimec) en dosis de 100 cm<sup>3</sup>/200 l. Basudin (Diazinón) 250cm<sup>3</sup>/200 l. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>)

##### **Polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.)**

Se trata de un micro lepidóptero, cuyo daño es realizado por sus larvas que dejan las hojas totalmente cribadas. Su Control se efectuará cuando se observen las orugas recién eclosionadas, resulta efectivo el control con Bala (Clorpirifos + Cipermetrina) 250 cm<sup>3</sup>/200 l. (<http://www.infoagro.com>)

##### **Pulgón (*Aphis* sp., *Myzus* sp.)**

Causado por el Aphis, que son insectos chupadores agrupados por colonias en el envés de las hojas. La humedad ambiental resulta efectiva en la disminución de la infestación. Estos pulgones además del daño que causan al extraer la savia de la planta, tiene el inconveniente de ser transmisores de virus. Su control se debe efectuar en los primeros ataques con Acefato 75%, Curacron (Profenofos) 250 cm<sup>3</sup>/200 l. (<http://www.infoagro.com>)

### **Gusano trozador (*Agrotis* sp.)**

Cuyo agente causal es el *Agrotis* que es una pequeña larva que corta las plantas en el tallo. Para el control químico se utiliza Bala (Clorpirifos + Cipermetrina) 250 cm<sup>3</sup>/200 l. (<http://www.infoagro.com>)

### **3.23.2. Enfermedades**

#### **Alternaria: (*Alternaria brassicae*)**

Los primeros síntomas se observan en las hojas nuevas. Se forman unas manchas negras de 1 cm de grosor, en formas de anillos concéntricos. Su control: Cada 7-10 días dar tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Mancozeb. Una vez que aparece la enfermedad se tratará con Bravo (Clorotalonil) en dosis de 300 cc/100 l. (<http://www.infoagro.com>)

#### **Mancha angular (*Mycosphaerella brassicicola* Gaumann.)**

En las hojas viejas se forman unas manchas circulares que pueden alcanzar 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado. Su Control: Emplear semillas exentas de la enfermedad y tratar las semillas.

Tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Benlate 50 P a 0.5 g/l Zineb, Mancozeb. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>)

#### **Mildiu (*Peronospora brassicae*)**

Por el haz se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo. Se propaga favorecido por las lluvias y el rocío nocturno. (Messiaen, C. Blancard, D. Rouxel, F. y Lafon, R. 1995)

Puede atacar desde el principio del nacimiento de la planta, haciéndolo con mayor virulencia en los cotiledones que llegan a desprenderse. Su control: realizar tratamientos preventivos con Ridomil MZ (metalaxil + mancozeb 5%) en dosis 300 – 350 g/l.

(<http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/enfermedadesdecrucifera.pdf>)

### **Podredumbre blanda (*Corynebacterium sp*)**

Se presenta en algunas crucíferas pudiendo alcanzar importancia económica en repollo. Los síntomas que presentan las hojas externas de la cabeza del repollo aparece una pudrición de color café claro cubierta por un micelio blanco y estructuras negras de diferentes formas y tamaño conocidos como los esclerocios del hongo. Los tratamientos químicos son poco eficaces una vez instalada la enfermedad en la planta, por lo que es mejor utilizar métodos culturales (<http://www.infoagro.com>)

### **3.24 Cosecha**

El brócoli 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 la longitud requerida. La cosecha se ejecuta en forma manual, con cuchillos comunes, cuando la inflorescencia está completamente formada, que se depositan en jabas plásticas. (Seymour, J. 2001)

### 3.25 Post cosecha

La post cosecha se debe realizar en las horas más frescas de la mañana, para evitar la deshidratación. Las cabezas se cosechan a mano cortándolas con una longitud de tallo de 8 a 10 cm. Después de la recolección las inflorescencias se deben mantener bajo condiciones de alta humedad y baja temperatura debido a la alta tasa de respiración que reduce notablemente la vida útil del producto; por tanto para mantener su calidad, debe ser pre enfriado lo más pronto posible después de la recolección. Recolectadas las cabezas estas deben ser llevadas a un lugar fresco y con alta humedad relativa donde deben ser sometidas a una serie de procedimientos técnicos para que el producto llegue en las mejores condiciones de calidad e higiene al consumidor. Para mantener la calidad de cosecha se pueden sumergir las cabezas en agua bien fría mezclada con hielo o colocar escarcha de hielo sobre las canastillas. Se debe almacenar a 0°C de temperatura y a una humedad relativa entre 90 y 95°.

(<http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/El%20brocoli%20y%20su%20potencial.pdf>)

El brócoli de buena debe tener las inflorescencias cerradas de color verde oscuro brillantes, compacta (forme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida.

Las producciones varían según se trae de brócolis ahijados o de pella, además el tipo de variedad o híbrido. Pero puede estimarse unos rendimientos normales entre 15000 a 20000 kg/ha. (<http://www.uco.es/d62coorm/html>)

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1. Ubicación del experimento

Esta investigación, se realizó en dos localidades.

##### Localidad 1

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	San Lorenzo
Sitio	Naguan

##### Localidad 2

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	San Simón
Sitio	Tagma

#### 4.1.2. Situación geográfica y climática

	Localidad 1	Localidad 2
Altitud	2622 msnm	2816 msnm
Latitud	01°41'52'' S	01°38'20'' S
Longitud	78°59'54'' W	78°58'41'' W
Temperatura máxima	22°C	20°C
Temperatura mínima	7°C	5°C
Temperatura media anual	14.4°C	14°C
Precipitación media anual	980 mm	880 mm
Heliofania media anual	900/h/1/año	850/h/1/año
Humedad Relativa media anual	70%	75%

(Fuente Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar 2017)

#### 4.1.3. Zona de vida

La localidad uno de acuerdo a la zona de vida se encuentra en el Bosque Seco Montano Bajo (bs- MB). (Holdridge, L. 1999). La localidad dos, corresponde al piso montano o templado frio. (BM. T. F). (Holdridge, L. 1971).

#### **4.1.4. Material experimental**

Como material experimental se utilizaron plántulas de dos híbridos de brócoli: Domador y Avenger.

Fertilizante químico (N-P-K), orgánico (Eco abonaza) y dos localidades.

#### **4.1.5. Materiales de campo**

- Traje de fumigación
- Flexómetro
- Piola
- Azadón
- Rastrillo
- Palas
- Estacas
- Bomba de mochila
- Baldes
- Tarjetas de identificación
- Libreta de campo
- Letreros
- Calibrador Vernier
- Balanza
- 18-46-0
- 10-30-10
- Muriato de K
- Urea
- Materia orgánica (Eco abonaza).

#### **4.1.6. Materiales de oficina**

- Computadora.

- Calculadora.
- Papel A4
- Impresora
- Reglas
- Lápices
- Programa estadístico: Statistix 9.0.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1. Factores en estudio

**Factor A:** Dos híbridos de brócoli.

**A1:** Domador

**A2:** Avenger

**Factor B:** Dosis de fertilizante químico (N-P-K) y orgánico en Kg/ha).

<b>Factor B</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
B1	0	0	0
B2	80	0	0
B3	0	40	0
B4	0	0	120
B5	80	40	120
B6	Eco abonaza 10000		

#### 4.2.2. Tratamientos

Combinación de factores A x B: 2x6; Según el siguiente detalle.

Trat. No.	Código	Detalle
T1	A1B1	Domador + Testigo
T2	A1B2	Domador + Nitrógeno
T3	A1B3	Domador + Fósforo
T4	A1B4	Domador + Potasio
T5	A1B5	Domador + NPK
T6	A1B6	Domador + Eco abonaza
T7	A2B1	Avenger + Testigo
T8	A2B2	Avenger + Nitrógeno
T9	A2B3	Avenger + Fósforo
T10	A2B4	Avenger + Potasio
T11	A2B5	Avenger + NPK
T12	A2B6	Avenger + Eco abonaza

#### 4.3 Procedimiento

##### Tipo de Diseño.

Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x6 con tres repeticiones y en dos localidades.

Localidades	2
Tratamientos/Localidad	12
Repeticiones/Localidad	3
Número de unidades experimentales/Loc	36
Ancho de la parcela	2.80 m
Largo de la parcela	2.80 m
Área total del ensayo/parcela	7.84 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo con los caminos (12.40 m x 46.6 m)	577.84 m <sup>2</sup>
Separación entre bloques	1 m
Separación entre parcelas	1 m
Distancia entre hileras	0.70 m
Distancias entre plantas	0.40 m
Número de plantas/parcela	40 pl.
Número de plantas/Loc	1440 pl.
Número de plantas/ 2 Loc	2880 pl.

#### 4.4 Tipos De Análisis

Análisis de varianza (ADEVA) sencillo/ localidad según el siguiente detalle.

Fuentes de variación	Grados de libertad	C M E *
Bloques (r-1)	2	$\sigma^2_e + 12\sigma^2_{\text{bloques}}$
Factor A (a-1)	1	$\sigma^2_e + 18\sigma^2_A$
Factor B (b-1)	5	$\sigma^2_e + 6\sigma^2_B$
AxB (a-1) (b-1)	5	$\sigma^2_e + 3\sigma^2_{\text{AXB}}$
Error (axb-1) (r-1)	22	$\sigma^2_e$
Total (axbxr)-1	35	

\*Cuadrados Medios Esperados, Modelo Fijo, Tratamientos seleccionados por el investigador.

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B e interacción de los factores A x B cuando el Fisher sea significativo.
- Efecto principal de híbridos (Factor A).
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

Para las variables que presentaron varianzas homogéneas se realizó el análisis de varianza combinado, según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	C M E *
Localidades (L-1)	1	$\sigma^2_e + 36\sigma^2_{\text{Loc}}$
Bloq/Loc: L (r-1)	4	$\sigma^2_e + 12\sigma^2_{\text{bloq/Loc}}$
Factor A (a-1)	1	$\sigma^2_e + 36\sigma^2_A$
Factor B (b-1)	5	$\sigma^2_e + 12\sigma^2_B$
AxL (a-1)(L-1)	1	$\sigma^2_e + 18\sigma^2_{\text{AxL}}$
AxB (a-1) (b-1)	5	$\sigma^2_e + 6\sigma^2_{\text{AxB}}$
LxB (L-1)(b-1)	5	$\sigma^2_e + 6\sigma^2_{\text{LxB}}$
LxAxB (L-1)(a-1)(b-1)	5	$\sigma^2_e + 3\sigma^2_{\text{LxAxB}}$
Error L(t-1) (r-1)	44	$\sigma^2_e$
Total (L x T x r)-1	71	

\*Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

## **4.5 Variables evaluadas**

### **4.5.1. Porcentaje de prendimiento (PP)**

A los 15-20 días de haber realizado el transplante, y por conteo directo en cada parcela se registró el número de plantas prendidas de cada híbrido y se calculó el PP de acuerdo al número total de plantas transplantados.

### **4.5.2. Altura de plantas (AP)**

Se midió la altura de las plantas en cm con la ayuda de un Flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice terminal (pella) de 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta, en el momento de la cosecha.

### **4.5.3. Número de hojas por planta (NHP)**

Por observación directa, se procedió a contar el número de hojas en 20 plantas tomadas al azar a los 45 días después del transplante, es decir previo a la cosecha.

### **4.5.4. Diámetro del tallo (DT)**

Con la ayuda de un calibrador Vernier, se midió el diámetro de tallo en la parte media del mismo en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta en el momento de la cosecha y fue expresado en mm.

### **4.5.5. Días a la formación de la pella (DFP)**

Esta variable se registró en días transcurridos desde la fecha del transplante hasta cuando más del 50% de las plantas formaron su pella.

#### **4.5.6. Diámetro de la pella (DP)**

Con la ayuda de un calibrador de Vernier, se midió el diámetro de las pellas de 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta. El diámetro se midió en la parte central de las pellas, esta variable fue tomada en la cosecha y se expresó en cm.

#### **4.5.7. Color de la pella (CP)**

Se evaluó visualmente en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta bajo la siguiente escala de colores en las dos localidades.

Descripción:

1. Verde oscuro
2. Verde azulado
3. Verde grisáceo
4. Verde puro
5. Verde estándar

#### **4.5.8. Número de corimbos/pella (NCP)**

En cada uno de los tratamientos se tomó una muestra al azar de 20 pellas de cada parcela neta para determinar el número de corimbos/pella y calcular un promedio.

#### **4.5.9. Días a la cosecha (DC)**

Se registraron los días transcurridos desde el transplante hasta la cosecha, en cada unidad experimental.

#### **4.5.10. Número de pellas cosechadas (NPC)**

En el momento de la cosecha, se contaron el número de pellas cosechadas en cada unidad experimental.

#### **4.5.11. Peso de la pella (PPLL)**

Esta variable se evaluó en cada tratamiento al momento de la cosecha en una muestra al azar de 20 pellas de cada parcela neta y se calculó un promedio de peso/pella.

#### **4.5.12. Peso en kg por parcela (P. Kg /P)**

Este componente del rendimiento se determinó en una balanza de reloj en la cosecha para lo cual se pesaron todas las pellas de cada parcela neta en kg/parcela.

#### **4.5.13. Rendimiento kg por Ha (R. Kg/Ha)**

El rendimiento en Kg/ha se calculó mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \text{ Kg} \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{ANC m}^2/1} ;$$

**Dónde:**

R = Rendimiento en Kg/ha.

PCP = Peso de campo por parcela en kg.

ANC = Área neta cosechada en m<sup>2</sup>.

(Monar, C. 2010).

#### **4.5.14. Porcentaje de incidencia de Trozador (PIT)**

Esta variable se evaluó en la etapa vegetativa del brócoli mediante la siguiente fórmula.

$$\text{PIT} = \frac{\text{PA} \times 100}{\text{Pi}}$$

**Dónde:**

PIT= % incidencia  
PA = Plantas afectadas  
Pi = Plantas analizadas

Escala propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT):

10% a 30%: Baja incidencia

40% a 60%: Mediana incidencia

70% a 90%: Alta incidencia (CIMMYT. 2001)

### **4.6 Manejo del Experimento en el Campo**

#### **4.6.1. Toma de muestra del suelo y Eco bonaza**

Un mes antes del trasplante se tomaron diez sub muestras del suelo a una profundidad de 0 - 30 cm utilizando el método en zigzag, en las dos localidades. Posteriormente se homogenizaron las muestras y se pesó un kg. Las muestras del suelo y adicionalmente de la Eco abonaza fueron enviadas al laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP – Santa Catalina.

#### **4.6.2. Preparación del terreno**

Con 15 días de anticipación al transplante en el sitio definitivo, se realizó la preparación del suelo con la ayuda de maquinaria agrícola en las dos localidades con un pase de arado y dos de rastra de discos hasta alcanzar una cama mullida para el transplante.

#### **4.6.3. Delimitación y surcado del ensayo**

La distribución de las repeticiones (bloques) y los tratamientos se realizó según el croquis del DBCA en arreglo factorial establecido para este experimento. Para trazar las parcelas y caminos se utilizaron estacas y piolas, elaborando las mismas dentro del bloque, en las dimensiones para el ensayo. Los surcos se realizaron manualmente, con azadón en las dos localidades.

#### **4.6.4. Desinfección del suelo**

Esta labor se realizó cinco días antes del trasplante para prevenir el ataque de gusanos trozadores, con la aplicación de Lorsvan (Clorpirifos + Cipermetrina) en dosis de 1,5 cc/l en las dos localidades.

#### **4.6.5. Transplante**

Cuando las plántulas de los dos híbridos en estudio presentaron dos hojas verdaderas se procedió a realizar el trasplante en el sitio definitivo. La distancia entre surcos fue de 0.70 y entre plantas 0.40 m.

El trasplante se efectuó abriendo un agujero (Hoyo) en la parte media del surco, colocando las plantas de manera que su base esté lo más cerca posible de la parte inferior del surco. Después del trasplante se aplicó un riego con regadera de flor fina para reducir el estrés de la plántula.

#### **4.6.6. Fertilización química**

La fertilización química se aplicó en forma manual, con las dosis establecidas y como fuentes se utilizaron 18-46-0, Urea y muriato de potasio (0-0-60). La fertilización fue fraccionada dividiendo las aplicaciones en dos etapas.

La primera aplicación del 50% se realizó a los 25 días después del trasplante y el 50 % restante a los 60 días. Los fertilizantes se aplicaron en cobertera y con suelo húmedo y posteriormente se tapó con suelo en capacidad de campo. La cantidad aplicada por tratamiento fue la siguiente:

Nivel	N	P	K	Gramos/planta
<b>B1:</b>	0	0	0	<b>0.0 (Testigo)</b>
<b>B2:</b>	80	0	0	<b>3.4</b>
<b>B3:</b>	0	40	0	<b>1.3</b>
<b>B4:</b>	0	0	120	<b>3.9</b>
<b>B5:</b>	80	40	120	<b>8.6</b>

#### **4.6.7. Fertilización orgánica**

La Eco abonaza se aplicó al voleo en el momento de la preparación del suelo con una dosis de 7.84 kg/parcela.

#### **4.6.8. Riego**

El riego se aplicó con regaderos de flor fina en una frecuencia de dos veces/semana en las dos localidades, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas del sitio en estudio y desarrollo del cultivo.

#### **4.6.9. Controles fitosanitarios**

##### **Trozador (*Agrotis sp*)**

Para el control de este insecto se aplicó Bala (Clorpirifos + Cipermetrina) 250 cm<sup>3</sup>/200 l. en rotación con Deltametrina a 1 cc/l. La frecuencia de aplicación estuvo relacionada con la casa comercial y la presencia de los insectos plaga. En total se aplicaron dos controles a los 10 y 40 días después del transplante.

## **Control de enfermedad**

### **Podredumbre blanda (*Corynebacterium sp*)**

Para el control de esta enfermedad se aplicó sulfato de cobre en dosis 2 kg/ha, a los 10 y 40 días después del trasplante.

### **4.6.10. Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual teniendo siempre el ensayo libre de las malezas en las dos localidades.

### **4.6.11. Aporcado**

El aporque se realizó manualmente para dar aireación y soltura necesaria al suelo para un buen desarrollo de las raíces. El aporque se realizó con azadones a los 60 días después del trasplante y se realizó la segunda fertilización según el croquis del DBCA en arreglo factorial en las dos localidades.

### **4.6.12. Cosecha**

La cosecha se efectuó manualmente con un cuchillo en horas de mañana. Se cosechó cuando la pella presentó las condiciones de madurez comercial (flores cerradas sin considerar su tamaño), de acuerdo a los requerimientos de mercado. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacto (firme a la presión de la mano).

#### **4.6.13. Post cosecha**

La post-cosecha se realizó, tomando en cuenta el tamaño, grosor, color, peso de las pellas cosechadas de cada uno de los tratamientos y también se clasificó según su peso, expresando en porcentaje, en tres categorías, según la siguiente escala:

Pellas de primera categoría: Peso mayor a 1,0 kg

Pellas de segunda categoría: Peso entre 0,5 y 1,0 kg

Pellas de tercera categoría: Peso menor a 0,5 kg

Finalmente se realizó el empaque en cubetas plásticas para luego ser transportadas al mercado, y su debida comercialización.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR A (HÍBRIDOS DE BRÓCOLI) POR LOCALIDAD.

**Cuadro No. 1.** Resultados Promedios y de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de Brócoli) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/Ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Naguan. 2017.

Localidad 1: Naguan							Efecto Principal	
Variable	A1	Rango	A2	Rango	Media General			
PP (NS)	95,3	A	95,6	A	95,4	A2-A1	0,3	%
AP (NS)	29,9	A	30,1	A	30,0	A2-A1	0,2	m
NHP (NS)	18,9	A	19,1	A	19,0	A2-A1	0,2	Hojas
DT (NS)	32,0	A	31,8	A	31,9	A1-A2	0,2	mm
DFP (**)	80	B	86,3	A	83,2	A2-A1	6,3	Días
DP (*)	13,3	B	13,6	A	13,4	A2-A1	0,3	Cm
NCP (**)	14,3	B	15,1	A	14,7	A2-A1	1	Corimbos
DC (**)	91,7	B	98,4	A	95,1	A2-A1	6,7	Días
NPC (NS)	36,4	A	36,6	A	36,5	A2-A1	0,2	Pellas
PPLL (NS)	0,40	A	0,40	A	0,40	A2-A1	0,0	kg
RH (**)	21109	B	23363	A	22236	A2-A1	2254	kg
PIT (NS)	14,2	A	14,3	A	14,2	A2-A1	0,1	%

NS = No significativo

\* = Significativo al 5 %.

\*\* = Altamente significativo al 1 %.

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5 %.

#### Factor A (Híbridos de Brócoli) Localidad 1: Naguan.

La respuesta de los híbridos de brócoli, en relación a las variables DFP, DP, NCP, DC y RH fueron muy diferentes; sin embargo en las variables PP, AP, NHP, DT, NPC, PPLL y PIT estadísticamente fueron similares (Cuadro No. 1).

Para DFP se determinó un promedio general de 83 días, siendo el más precoz A1: Híbrido Domador con 80 días y el más tardío A2: Avenger con 86, es decir seis días más tardío (Cuadro No. 1).

Para el DP, se registró una media general de 13,4 cm. El promedio menor tuvo A1 con 13,3 cm y el superior A2 con 13,6 cm, y como efecto principal A2, presentó 0,3 cm más en comparación con A1 (Cuadro No. 1).

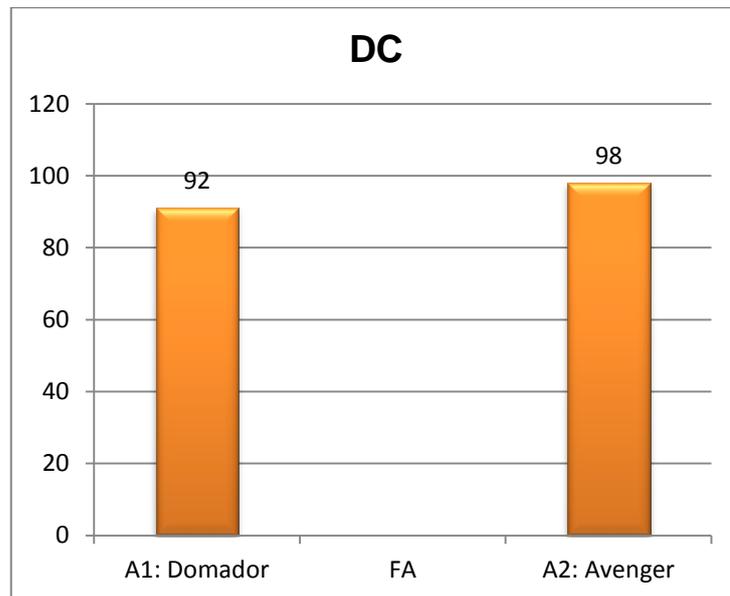
El promedio de NCP más alto se registró en A2 con 15 corimbos por pella y el más bajo en A1 con 14 corimbos y como efecto principal el A2 presentó 1 corimbo más en comparación con el A1 (Cuadro No. 1).

En respuesta consistente para la variable DC, el promedio más alto tuvo A2: Avenger con 98 días y el más precoz A1: Domador con 91 días y como efecto principal el A2 fue más tardío con 7 días más en comparación al A1 (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1). La respuesta diferente para estos componentes del rendimiento, responde a características varietales y su interacción genotipo ambiente.

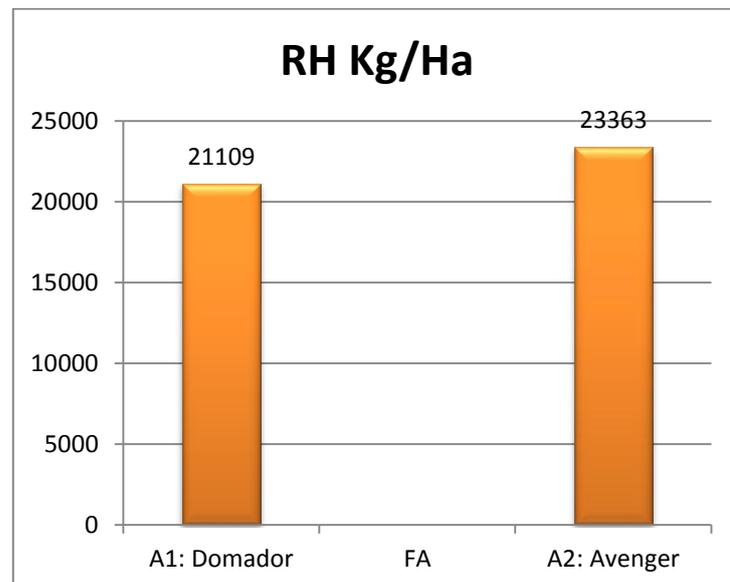
La media general para el rendimiento estuvo en 22236 kg/ha. El promedio más elevado tuvo el híbrido A2: Avenger con 23363 kg/ha y el promedio inferior A1: Domador con 21109 kg/ha (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2). Como efecto principal A2 rindió 2254 kg/ha más en comparación con el A1. Esta respuesta diferente pudo darse porque el Híbrido Avenger, presentó los promedios más altos en los componentes agronómicos: AP, DP, DT, DC, NCP, NHP, NPC, PP y PPLL (Cuadro No. 1).

En general los promedios más altos de los componentes del rendimiento, se presentaron en A2: Avenger debido las características genéticas intrínsecas del híbrido, ya que este híbrido de acuerdo a la literatura, posee un amplio rango de

adaptación y además es una planta vigorosa con pellas bien formadas, compactas y de gran peso.



**Gráfico No. 1.** Promedios de la variable días a la cosecha en dos híbridos de Brócoli. Localidad Naguan 2017.



**Gráfico No. 2.** Rendimiento promedio de dos híbridos de brócoli en kg/ha. Localidad Naguan. 2017.

Los resultados promedios reportados en esta investigación en cuanto al rendimiento de brócoli, tanto el híbrido Avenger como el Domador registraron

promedios similares a los reportados por Perner et al., 2010 y Vitousek *et al.*, 2014.

**Cuadro No. 2.** Resultados Promedios y de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Híbridos de Brócoli) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Tagma. 2017.

Localidad 2: Tagma							Efecto Principal	
Variable	A1	Rango	A2	Rango	Media General			
PP (*)	94,6	B	96,3	A	95,4	A2-A1	1,7	%
AP (NS)	29,3	A	29,4	A	29,4	A2-A1	0,1	m
NHP (NS)	18,8	A	18,8	A	18,8	A2-A1	0,0	Hojas
DT (NS)	30,6	A	30,4	A	30,5	A1-A2	0,2	mm
DFP (**)	87,1	B	90,8	A	88,9	A2-A1	3,8	Días
DP (*)	13,5	B	13,9	A	13,7	A2-A1	0,4	Cm
NCP ( **)	13,8	B	14,7	A	14,2	A2-A1	0,9	Corimbos
DC ( **)	97,9	B	102,8	A	100,3	A2-A1	4,9	Días
NPC ( *)	36,3	B	37,2	A	36,8	A2-A1	0,9	Pellas
PPLL ( *)	0,3	B	0,40	A	0,35	A2-A1	0,10	kg
RH (**)	20139	B	22361	A	21250	A2-A1	2222	kg
PIT (NS)	14,0	A	13,2	A	13,6	A1-A2	0,8	%

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5 %.

NS = No significativo \* = Significativo al 5%. \*\* = Altamente significativo al 1 %.

### Factor A (Híbridos de Brócoli) Localidad 2: Tagma.

La respuesta de los híbridos de brócoli, en relación a las variables PP, DFP, DP, NCP, DC, NPC, PPLL y RH en kg/ha fueron muy diferentes; sin embargo, en las variables AP, NHP, DT y PIT, estadísticamente fueron similares (Cuadro No. 2).

Para PP, el promedio más alto se registró en A2: Avenger con 96,3% y el menor en A1: Domador con 94,6%. (Cuadro No. 2).

Los DFP más precoces se registraron en A1 con 87 días y el más tardío en A2 con 90 días (Cuadro No. 2); es decir con una respuesta consistente en comparación a la localidad uno Naguan (Cuadro No.1).

Para el DP, se calculó un promedio general de 13,7 cm, sin embargo, el promedio más bajo tuvo A1 con 13,5 cm y el más alto en A2 con 13,9 cm, y como efecto principal A2, presentó 0,4 cm más en comparación con el A1 (Cuadro No. 2).

El promedio de NCP más alto presentó A2: Avenger con 15 corimbos por pella y el menor en A1: Domador con 14 corimbos por pella y como efecto principal el A2 tuvo un corimbo más en comparación con el A1 (Cuadro 2), lo que contribuyó significativamente a un mejor rendimiento de brócoli.

En cuanto a la variable DC, el más tardío fue A2:(Avenger con 103 días y el más bajo en A1: Domador con 98 días y como efecto principal A2 fue más tardío con 5 días en comparación con el A1 (Cuadro 2 y Gráfico 3). Estas son características varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente.

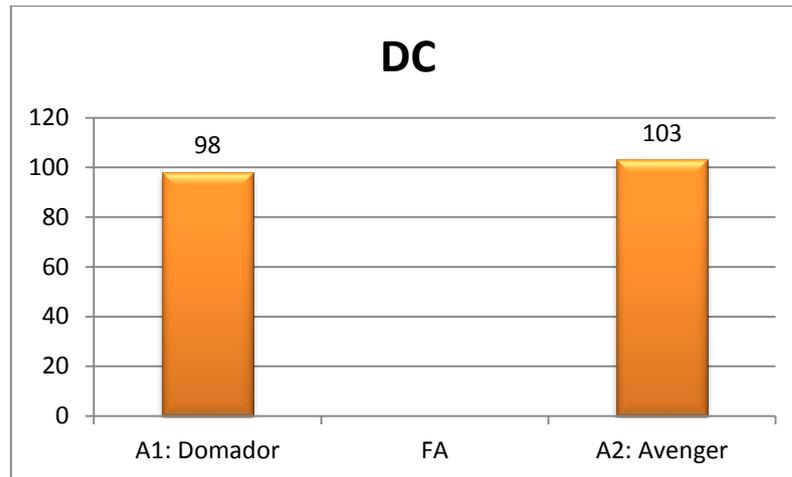
Para NPC, se registró un promedio general de 37 pellas, sin embargo, el promedio más bajo se tuvo A1: Domador con 36 pellas y el más alto en A2: Avenger con 37 pellas (Cuadro No. 2).

Para la variable PPLL, el promedio más alto se cuantificó en A2 con 0,40 kg y el menor A1 con 0,30 kg (Cuadro 2). En promedio general A2 presentó 0.10 kg más en comparación al híbrido Domador (Cuadro No. 2).

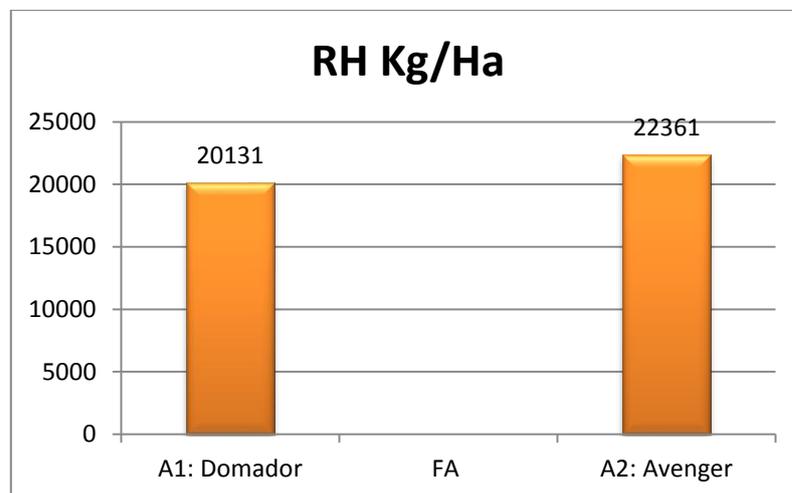
El rendimiento promedio más alto se presentó en A2: Avenger, con 22361 kg/ha al momento de la cosecha (Cuadro 2 y Gráfico 4) y como efecto principal el A2 rindió 2222 kg/ha más en comparación con el A1: Domador. Esta respuesta quizá

fue debido a los promedios más altos de los componentes agronómicos del rendimiento como: AP, DP, DT, NCP, NHP, NPC, PP y PPLL (Cuadro No. 2).

La incidencia del insecto Trozador, en las dos localidades fue muy baja. En general en las dos localidades los insectos plaga no tuvieron una incidencia significativa que reduzca el rendimiento (Cuadros Nos. 1 y 2).



**Gráfico No. 3.** Promedios de la variable días a la cosecha en dos híbridos de Brócoli. Localidad Tagma. 2017.



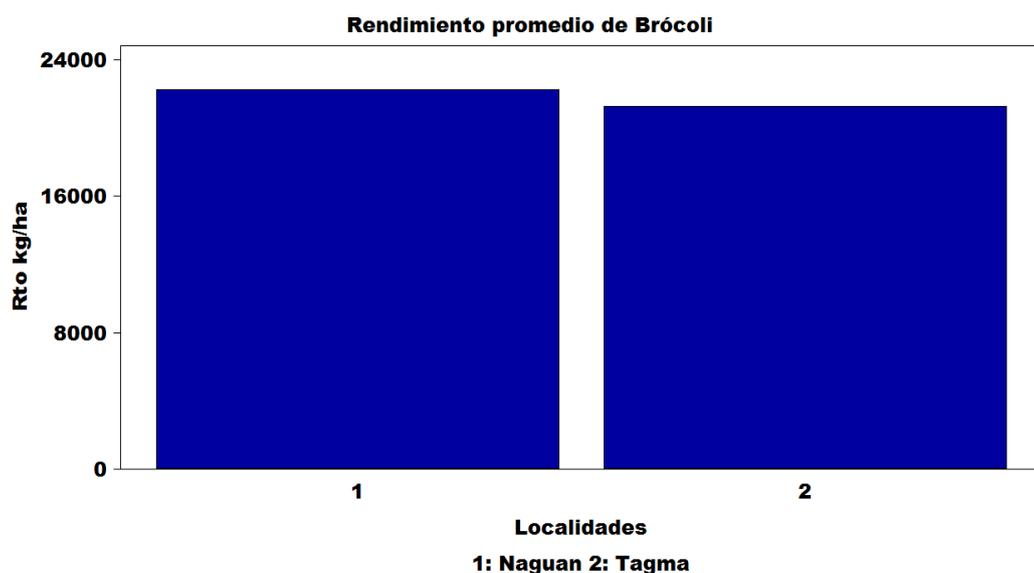
**Gráfico No. 4.** Rendimiento promedio de dos híbridos de brócoli en kg/ha. Localidad Tagma. 2017.

Los resultados promedios reportados en esta investigación en cuanto al rendimiento de brócoli, tanto el híbrido Avenger como el Domador registraron promedios similares a los reportados por Perner et al., 2010 y Vitousek *et al.*, 2014.

**Cuadro No. 3.** Efecto Principal de localidades sobre los componentes del rendimiento. Naguan y Tagma. 2017.

Variables	Localidades		Efecto Principal		
	L1: Naguan	L2: Tagma			
PP (NS)	95.4	95.4	L1-L2	0.0	%
AP (NS)	30.0	29.4	L1-L2	0.6	Cm
NHP(NS)	19.0	18.8	L1-L2	0.2	Hojas
DT(NS)	31.9	30.5	L1-L2	1.4	mm
DFP(NS)	83.2	88.9	L2-L1	5.7	Días
DP(NS)	13.4	13.7	L2-L1	0.3	Cm
NCP(NS)	14.7	14.2	L1-L2	0.5	Corimbo s
DC(NS)	95.1	100.3	L2-L1	5.2	Días
NPC(NS)	36.5	36.8	L2-L1	0.3	Pellas
PPLL(NS)	0.4	0.35	L1-L2	0.05	Kg
RH *	22236	21250	L1-L2	986	Kg/ha
PIT(NS)	14.2	13.6	L1-L2	0.6	%

NS = No significativo. \* = Significativo al 5 %.



**Gráfico No. 5.** Rendimiento promedio de brócoli de localidades en kg/ha. Naguan y Tagma. 2017.

### Localidades

La respuesta de localidades en relación a las variables PP, AP, NHP, DT, DFP, DP, NCP, DC, NPC, PPLL y PIT estadísticamente fueron muy similares, es decir no existieron diferencias significativas (Cuadro No. 3).

En promedio general la localidad de Tagma fue 5.2 (5) días más tardía a la cosecha (DC) en comparación a Naguan (Cuadro No. 3). Esta diferencia quizá se dio porque la localidad de Tagma está a mayor altitud en comparación a Naguan y por lo tanto el ciclo del cultivo se alargó porque se registraron temperaturas más bajas.

Como efecto principal en cuanto al peso de la pella (PPLL) la localidad de Naguan pesó 50 g más que la localidad de Tagma (Cuadro No. 3). Quizá en la localidad de Naguan las condiciones ambientales favorecieron para su normal desarrollo vegetativo, y de esta manera se desarrollaron pellas más grandes y por tanto con un mayor peso.

Sin embargo para el rendimiento la respuesta de las localidades fue diferente. En general la localidad de Naguan registró el promedio más alto con 22236 kg/ha y la Tagma con 21250 kg/ha. Como efecto principal y la mejor adaptación vegetativa y reproductiva presentó Naguan con 986 kg/ha (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 5). Estos resultados nos infieren que en Naguan existieron mejores condiciones bioclimáticas como la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar y por tanto una mejor adaptación agronómica y rendimiento.

## 5.2 VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR B (DOSIS DE FERTILIZANTE QUÍMICO NPK Y ORGÁNICO) POR LOCALIDAD.

**Cuadro No. 4.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (dosis de fertilizante químico N-P-K y orgánico) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbos por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Naguan. 2017.

Factor B: Promedios Localidad 1: Naguan													
Variables	B1	Rango	B2	Rango	B3	Rango	B4	Rango	B5	Rango	B6	Rango	Media general
PP( *)	94,2	AB	93,3	B	93,3	AB	94,6	AB	97,1	A	96,7	AB	95,4 %
AP (**)	29,1	B	30,4	A	30,2	AB	29,6	AB	30,5	A	30,0	AB	30,0 Cm
NHP (*)	18,0	B	19,3	AB	19,2	AB	18,7	AB	19,8	A	19,0	AB	19,0 Hojas
DT( **)	30,6	B	32,8	A	31,6	AB	31,3	AB	32,7	A	32,3	A	31,9 mm
DFP (*)	84,8	A	83,5	A	83,7	A	82,7	A	83,0	A	81,3	A	83,2 Días
DP (**)	11,0	D	14,8	AB	12,7	C	12,9	C	15,2	A	14,1	B	13,4 Cm
NCP (**)	12,7	C	15,2	AB	14,7	AB	14,2	B	15,8	A	15,8	A	14,7 Corimbos
DC (**)	96,0	A	94,8	AB	95,2	A	94,3	A	96,5	A	93,7	A	95,1 Días
NPC (**)	35,7	BC	34,5	C	36,8	AB	36,5	ABC	38,0	A	37,7	AB	36,5 Pellas
PPLL (**)	0,3	E	0,5	B	0,4	D	0,34	DC	0,6	A	0,45	C	0,4 kg
RH (**)	15494	D	20964	C	20762	C	19048	CD	31137	A	26012	B	22236 Kg/ha
PIT (**)	17,9	A	13,3	BC	15,4	AB	14,6	B	11,3	C	12,9	BC	14,2 %

\* = Significativo al 5 %. \*\*= Altamente significativo al 1 %. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

## **Factor B (Dosis de fertilizante químico NPK y orgánico) localidad 1: Naguan.**

La respuesta de la fertilización química y orgánica en relación a las variables: PP, AP, NHP, DT, DFP, DP, NCP, DC, NPC, PPLL, RH y PIT, estadísticamente fueron muy diferentes en esta zona agroecológica (Cuadro No. 4).

Los promedios más altos de las variables evaluadas se registraron en el B5: (NPK). Para la variable PP, el promedio más alto presentó B5: (NPK), con 97,1%, y el menor en B3: (P) con 93,3% (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 6). Aunque el efecto principal para el prendimiento de plantas estuvo relacionado a la calidad de plántula, humedad y temperatura. Las diferencias pudieron ser al azar porque en esta etapa del cultivo aún no hay un efecto significativo de los fertilizantes.

Para AP, se registró un promedio general de 30 cm, sin embargo, el promedio más alto tuvo el B5 (NPK): con 30,5 cm y el inferior B1: (Testigo), con 29,1 cm (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 7).

En la variable NHP el promedio más alto se registró en el B5 (NPK): con 20 hojas por planta y el menor B1 (Testigo) con 18 hojas por planta (Cuadro No. 4).

Para el DT los promedios más altos se registraron en el B2: (N) con 32,8 mm seguido por el B5: con 32,7 mm y B6: (Eco abonaza) con 32,3 mm y el promedio más bajo en B1: (Testigo) con 30.6 mm (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 8).

En la variable DFP el promedio más tardío se registró en el B1: (testigo) con 85 días y el promedio más precoz en B6: (Eco abonaza) con 81 días, seguido por el B5 y B4 con 83 días (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 9).

Para DP el promedio superior tuvo B5: con 15,2 cm y el inferior en B1: (Testigo) con 11 cm (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 10).

Para el NCP los promedios más altos se presentaron en B5: (NPK) y B6: (Eco abonaza) con 16 corimbos por pella, y el promedio menor en B1: (Testigo) con 13 corimbos por pella (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 11).

Para DC el más precoz fue B4: (K) y B6: (Eco abonaza) con 94 días y el más tardío fue el B5 (NPK): con 97 días (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 12).

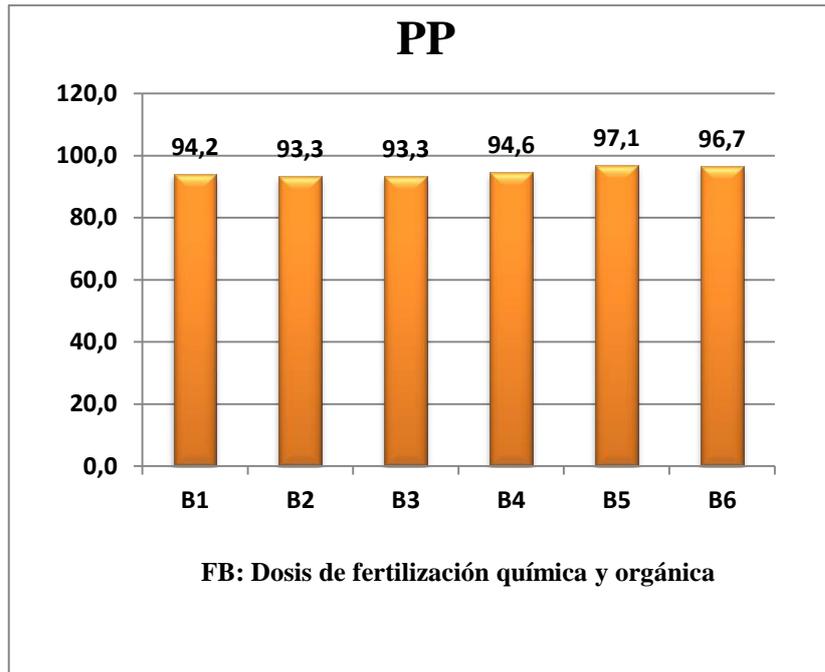
Para la variable NPC el promedio más alto se registró en B5: (NPK) y B6: (Eco abonaza) con 38 pellas y el promedio inferior en B2: (N) con 35 pellas (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 13).

Para el PPLL el promedio más elevado tuvo B5: (NPK) con 0,6 kg y pellas más pequeñas presentó el B1: (Testigo) con 0,3 g (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 14).

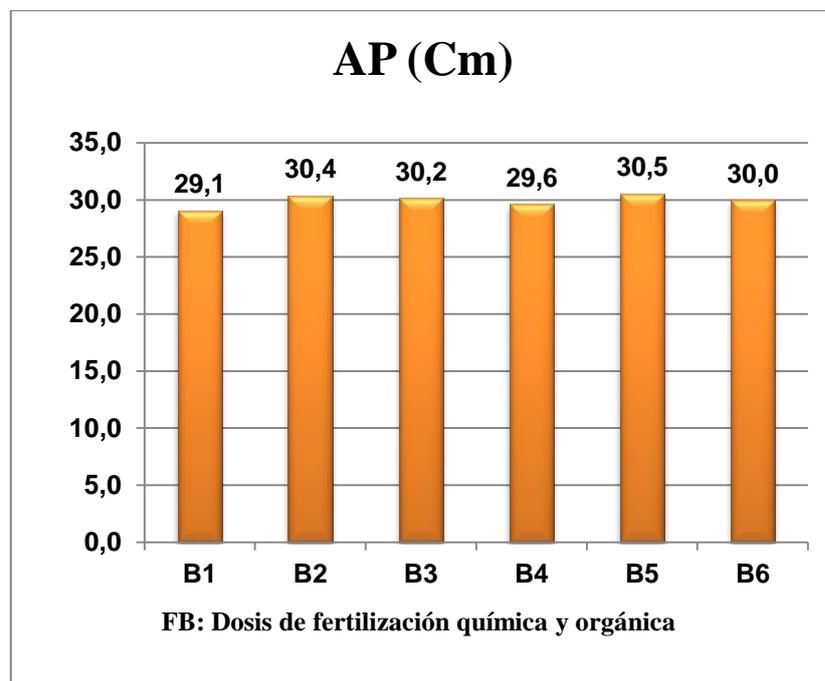
En la variable PIT el promedio más alto se evaluó en B1: (testigo) con 17,9 % de incidencia del trozador y el inferior en B5: (NPK) con 11,3 % (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 15). Esta diferencia pudo darse quizá por el azar en consideración que todo el experimento tuvo el mismo manejo para el control del trozador.

En cuanto al RH el promedio más alto se registró en el B5: (NPK) con 31137 kg/ha y el menor en B1: (Testigo) con 15494 kg/ha (Cuadro No. 4 y Gráfico No.16). Esta diferencia se debe a que el cultivo de brócoli es muy exigente en cuanto a la nutrición principalmente de los macro nutrientes (NPK), ya que la carencia de estos elementos limita su máximo potencial de producción reflejando de esta manera en el rendimiento más bajo en el testigo (B1).

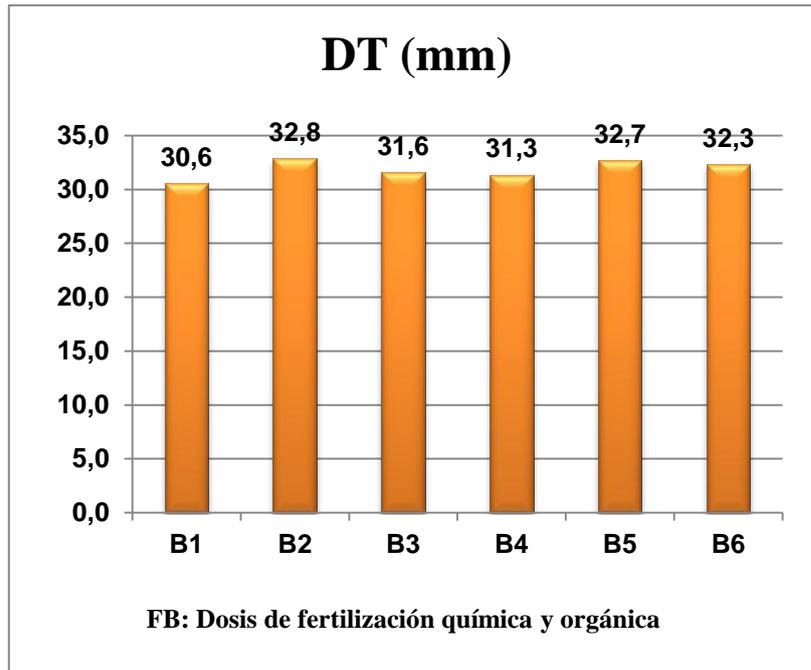
Como es evidente el brócoli demanda de una nutrición equilibrada y es quizá por esta razón que los promedios más elevados de los componentes del rendimiento se presentaron en la fertilización completa (NPK), lo que confirma con los resultados obtenidos con otros autores (Gupta *et al.*, 1988; Wong *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2000 y Naeem *et al.*, 2006).



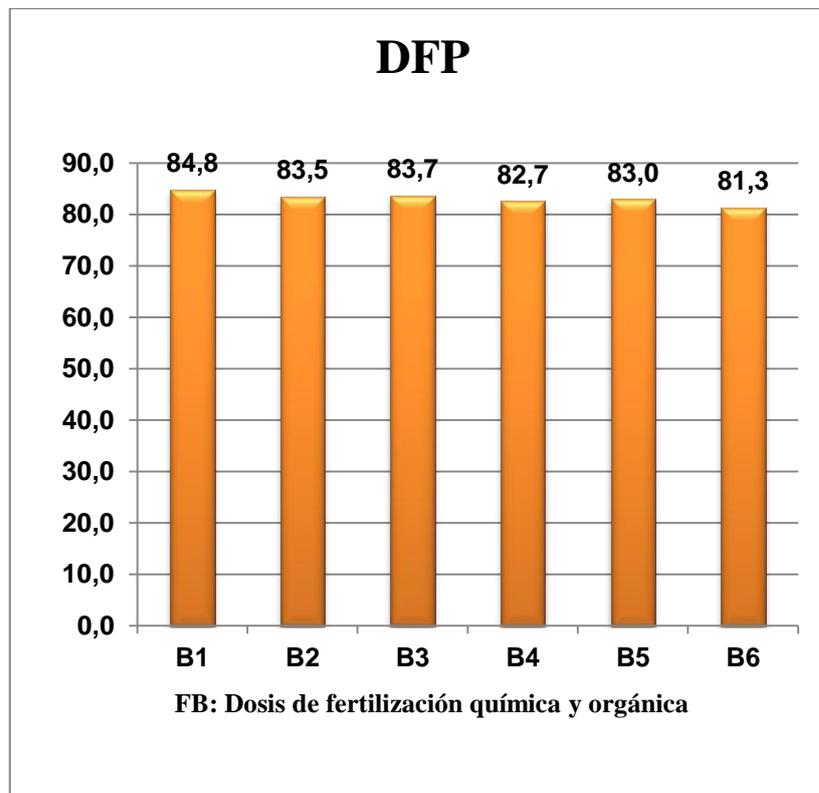
**Gráfico No. 6.** Promedios de la variable Porcentaje de Prendimiento como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



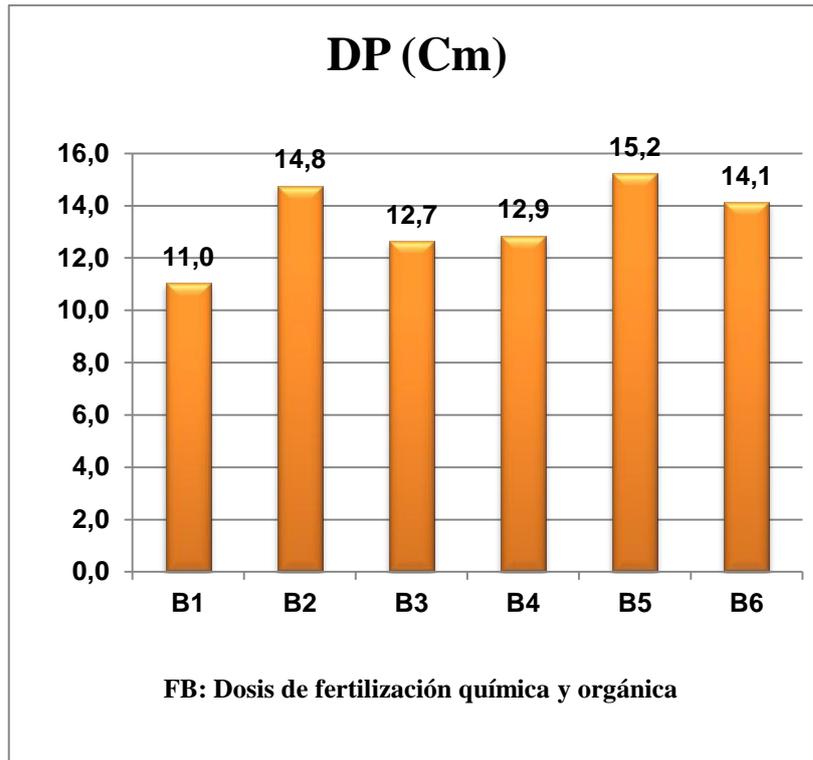
**Gráfico No. 7.** Promedios de la variable Altura de Plantas como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



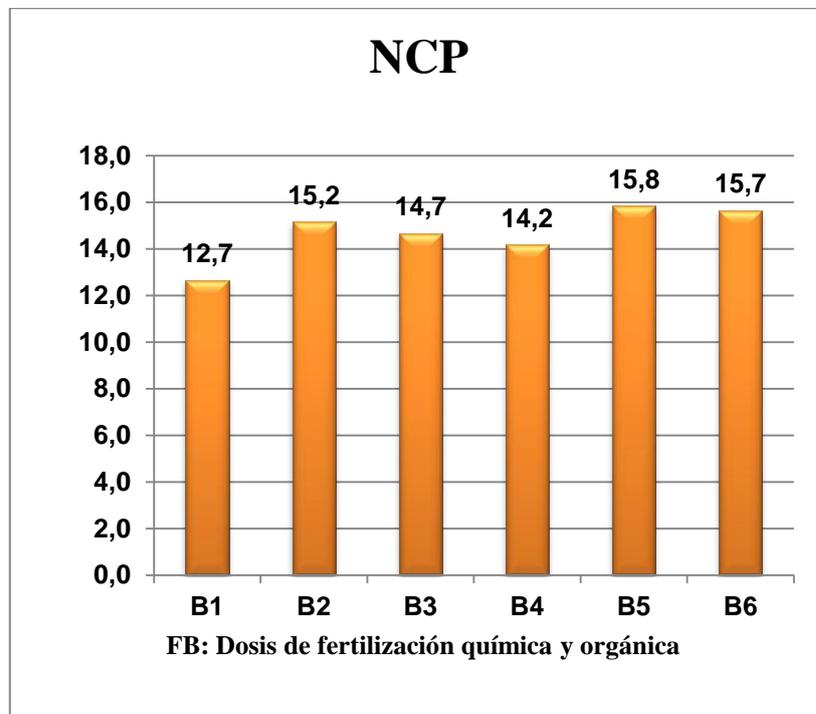
**Gráfico No. 8.** Promedios de la variable Diámetro del Tallo como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



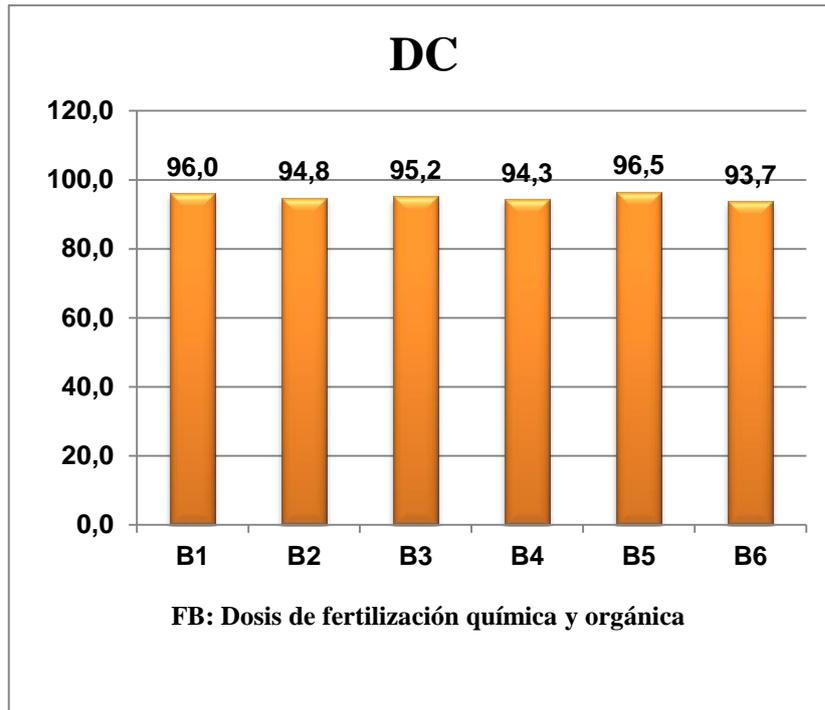
**Gráfico No. 9.** Promedios de la variable Días a la Formación de la Pella efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



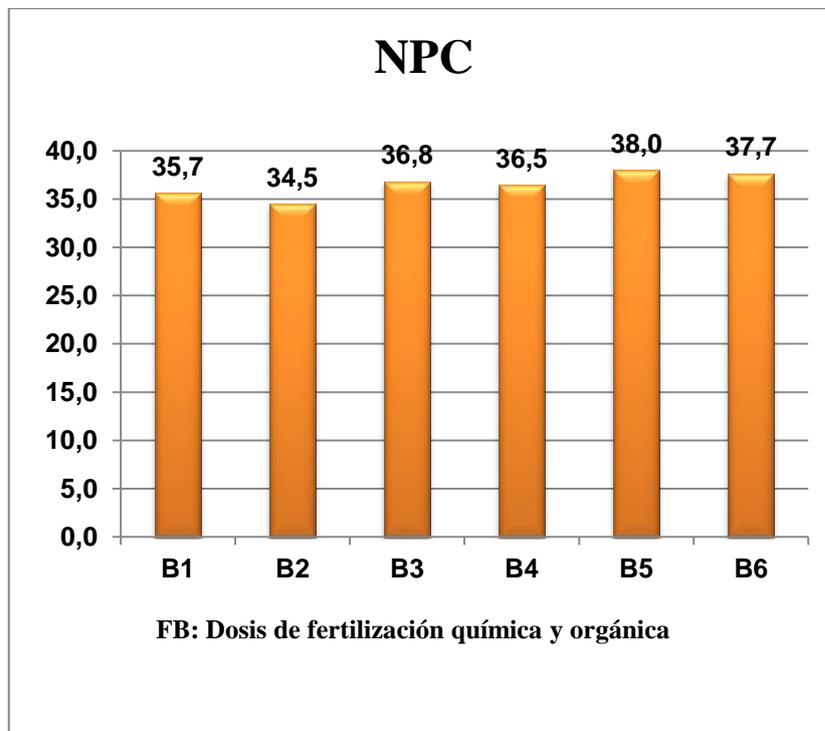
**Gráfico No. 10.** Promedios de la variable Diámetro de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



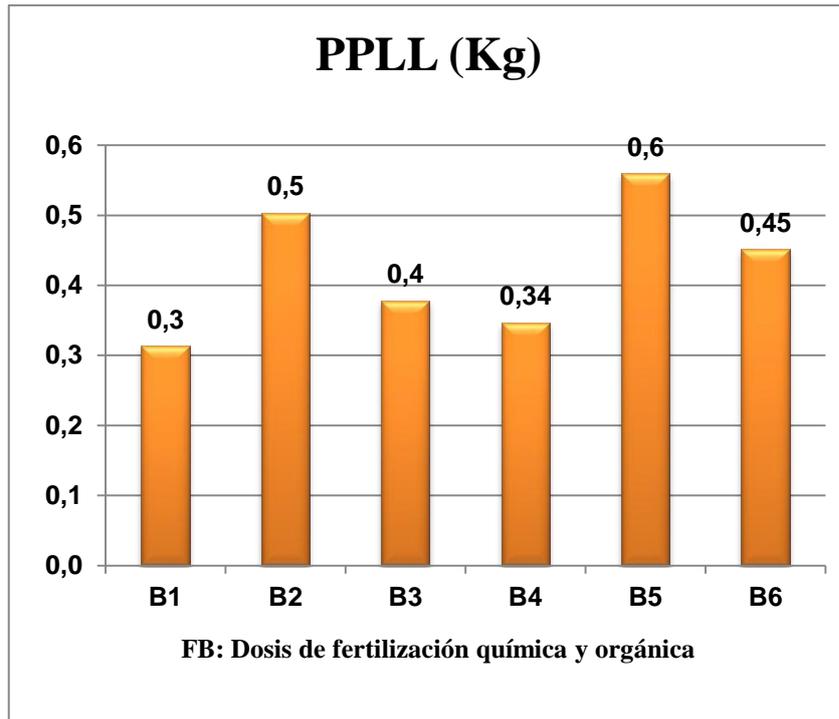
**Gráfico No. 11.** Promedios de la variable Número de Corimbo por Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



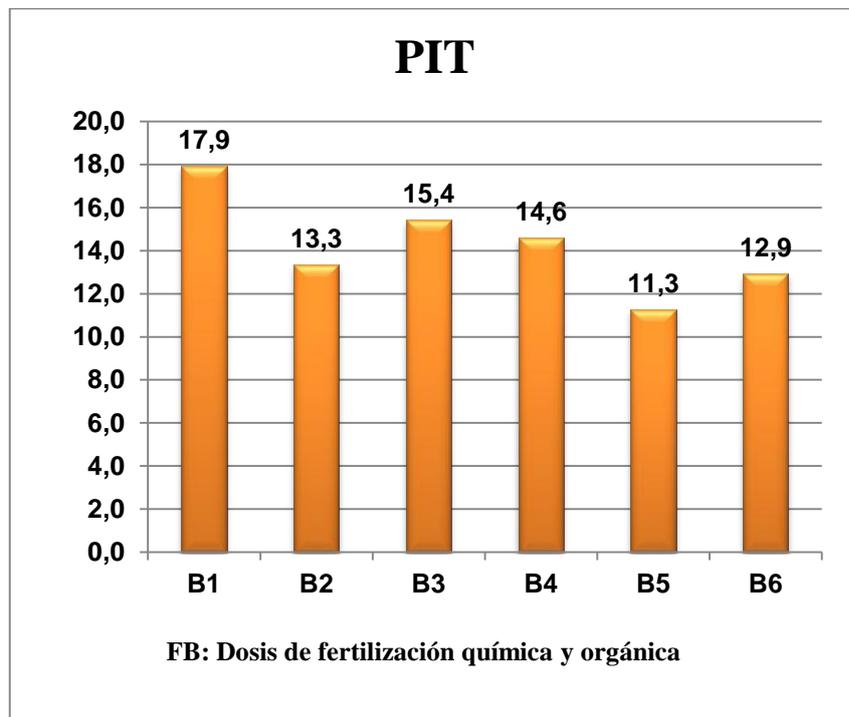
**Gráfico No. 12.** Promedios de la variable Días a la Cosecha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



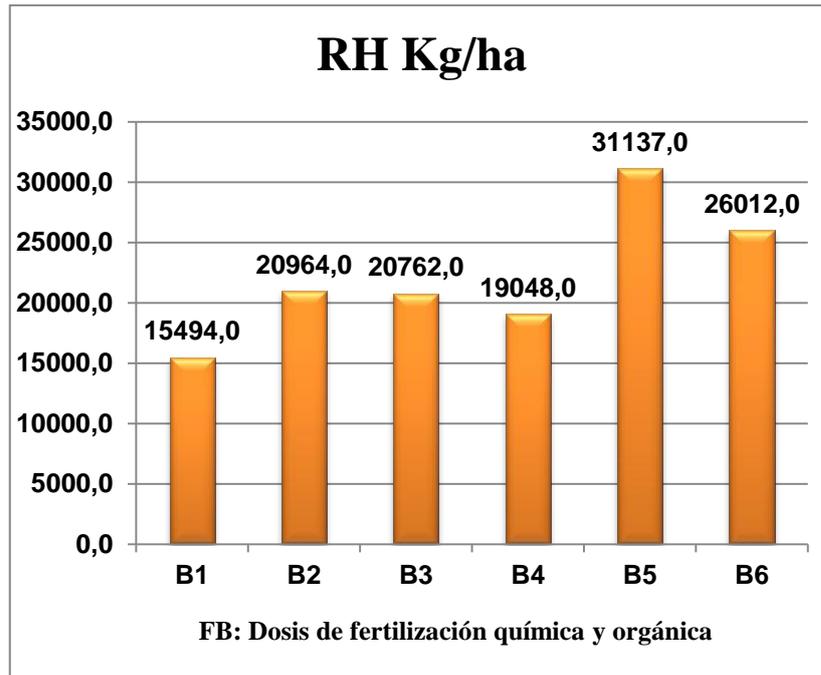
**Gráfico No. 13.** Promedios de la variable Número de Pellas Cosechadas como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



**Gráfico No. 14.** Promedios de la variable Peso de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



**Gráfico No. 15.** Promedios de la Incidencia de Trozador como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.



**Gráfico No. 16.** Promedios de la variable Rendimiento en Kg/ha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Naguan. 2017.

**Cuadro No. 5.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (dosis de fertilizante químico N-P-K y orgánico) en las variables: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta (AP), Número de Hojas por Planta (NHP), Diámetro de Tallo (DT), Días a la Formación de la Pella (DFP), Diámetro de la Pella (DP), Número de Corimbo por Pella (NCP), Días a la Cosecha (DC), Número de Pellas Cosechadas (NPC), Peso de la Pella (PPLL), Rendimiento en Kg/ha (RH) y Porcentaje de Incidencia de Trozador (PIT). Tagma. 2017.

<b>Factor B: Promedios Localidad 2: Tagma</b>													
<b>VARIABLES</b>	<b>B1</b>	<b>Rango</b>	<b>B2</b>	<b>Rango</b>	<b>B3</b>	<b>Rango</b>	<b>B4</b>	<b>Rango</b>	<b>B5</b>	<b>Rango</b>	<b>B6</b>	<b>Rango</b>	<b>Media general</b>
<b>PP (NS)</b>	95,0	A	95,8	A	93,8	A	95,4	A	95,8	A	96,6	A	95,40 %
<b>AP (**)</b>	28,0	B	30,4	A	28,9	B	29,0	B	30,9	A	29,1	B	29,4 Cm
<b>NHP (NS)</b>	16,2	A	19,3	A	18,7	A	18,7	A	18,8	A	19,0	A	18,8 Hojas
<b>DT (**)</b>	27,3	A	31,4	AB	29,9	C	30,2	BC	32,5	A	31,5	A	30,50 mm
<b>DFP (**)</b>	90,7	A	89,0	AB	88,8	AB	89,0	AB	88,8	AB	87,3	B	88,9 Días
<b>DP (**)</b>	11,5	D	14,8	A	13,3	C	13,4	BC	15,1	A	14,3	AB	13,7 Cm
<b>NCP (**)</b>	12,2	D	15,3	A	13,5	C	14,2	BC	15,3	A	14,8	AB	14,2 Corimbo
<b>DC (*)</b>	101,5	A	100,3	AB	99,7	AB	99,0	B	100,5	AB	101,0	AB	100,3 Días
<b>NPC (NS)</b>	35,7	A	37,0	A	36,8	A	36,8	A	37,0	A	37,3	A	36,7 Pellas
<b>PPLL (**)</b>	0,30	D	0,50	A	0,40	C	0,30	C	0,50	A	0,40	B	0,40 Kg
<b>RH (**)</b>	14345	D	26131	AB	18333	C	17798	C	27381	A	23512	B	21250 Kg/ha
<b>PIT (NS)</b>	14,2	A	12,9	A	15,0	A	12,9	A	13,8	A	12,9	A	13,6 %

NS = No Significativo. \* = Significativo al 5 %. \*\*= Altamente significativo al 1 %.

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

## **Factor B (Dosis de fertilizante químico NPK y orgánico) localidad 2: Tagma.**

La respuesta de la fertilización química y orgánica en relación a las variables: AP, DT, DFP, DP, NCP, DC, PPLL y RH estadísticamente fueron muy diferentes y en las variables PP, NHP, NPC y PIT estadísticamente fueron iguales en esta zona agroecológica (Cuadro No. 5).

El promedio más alto en la variable AP se registró en el B5: (NPK), con 30,9 cm y el promedio menor en B1: (Testigo) con 28 cm (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 17).

En DT el promedio más alto se determinó en B5: (NPK) con 32,5 mm y el inferior en B1: (Testigo) con 27,3 mm (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 18).

En la variable DFP el tratamiento más tardío fue B1: (Testigo) con 91 días y el más precoz B6: (Eco abonaza) con 87 días, y con una media general de 89 días (Cuadro No. 5 y Gráfico No.19).

Para la variable DP el promedio más alto y en respuesta consistente presentó B5 (NPK) con 15,1 cm y el menor en B1: (Testigo) con 11,5 cm (Cuadro No.5 y Gráfico No. 20).

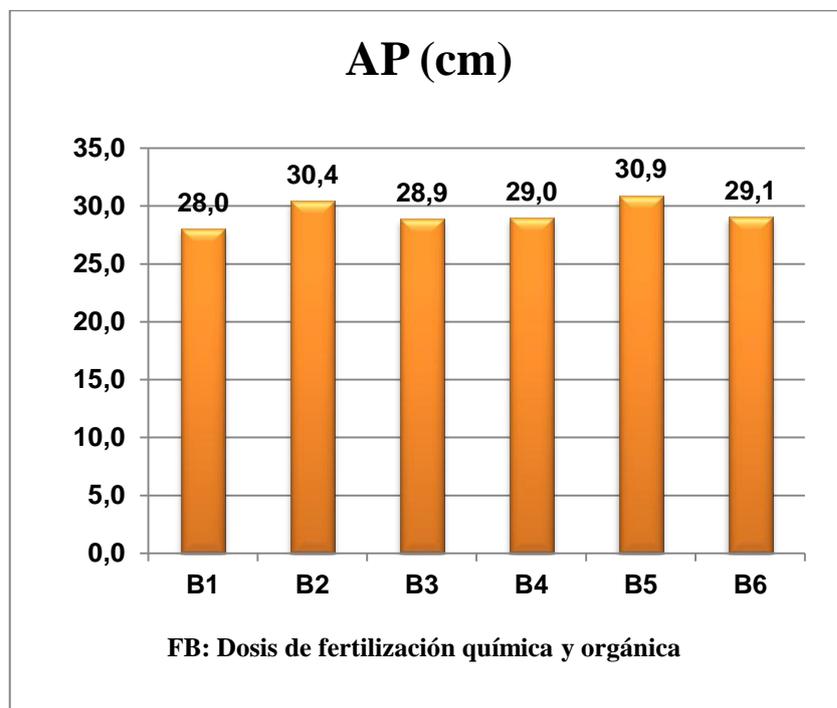
Para el NCP los promedios más altos se registraron en el B2: (N), B5: (NPK) y B6: (Eco abonaza) con 15 corimbos por pella y el menor en el testigo (B1) con 12 corimbos (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 21).

Para DC el más precoz fue B4: (K) y con respuesta consistente el más tardío fue el testigo (B1) con 102 días, y con un promedio general de 100 días (Cuadro No.5 y Gráfico No. 22).

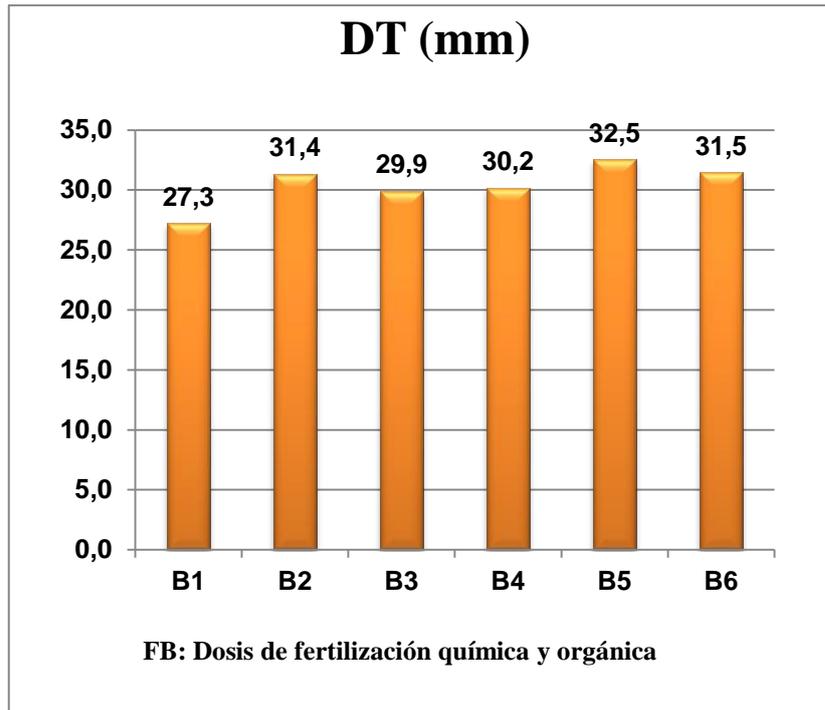
Para la variable PPLL los promedios más altos se registraron en el B2: (N) y B5: (NPK) con 0,5 kg y pellas con menor peso en el testigo (B1) con 0.3 kg (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 23).

En cuanto al RH, el promedio más alto se calculó en respuesta consistente en la fertilización completa: B5 (NPK) con 27381 kg/ha y el promedio más bajo en el testigo (B1) con 14345 kg/ha y con una media general de 21250 kg/ha (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 24). Esta respuesta nos demuestra que el cultivo de brócoli demanda de una nutrición equilibrada en cuanto a macro y micronutrientes. Estos resultados son similares a los reportados por García. R. 2014, particularmente con el uso de eco abonaza.

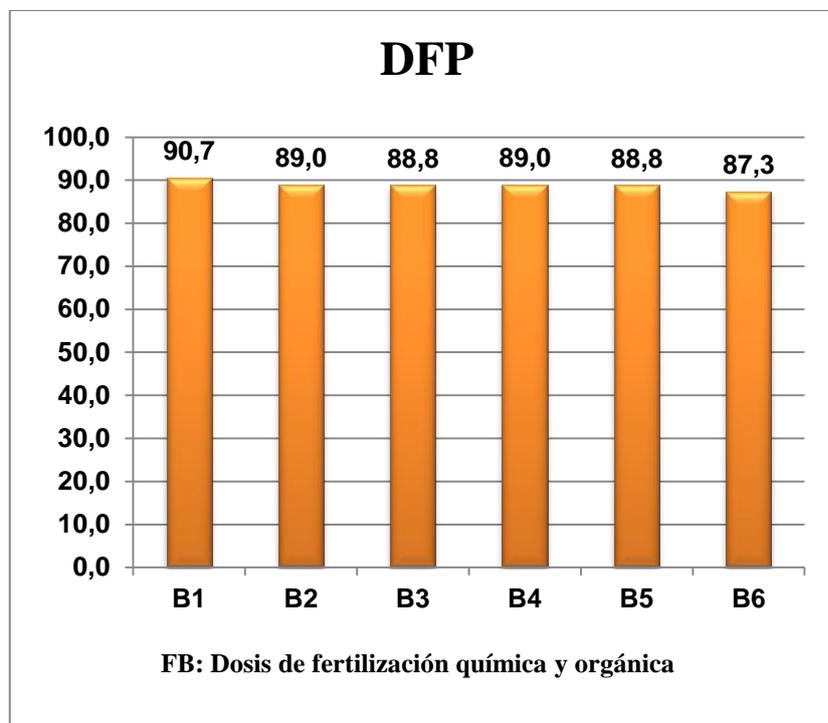
Para el resto de las variables, PP, NHP, NPC y PIT no existieron diferencias estadísticas significativas para esta zona agroecológica.



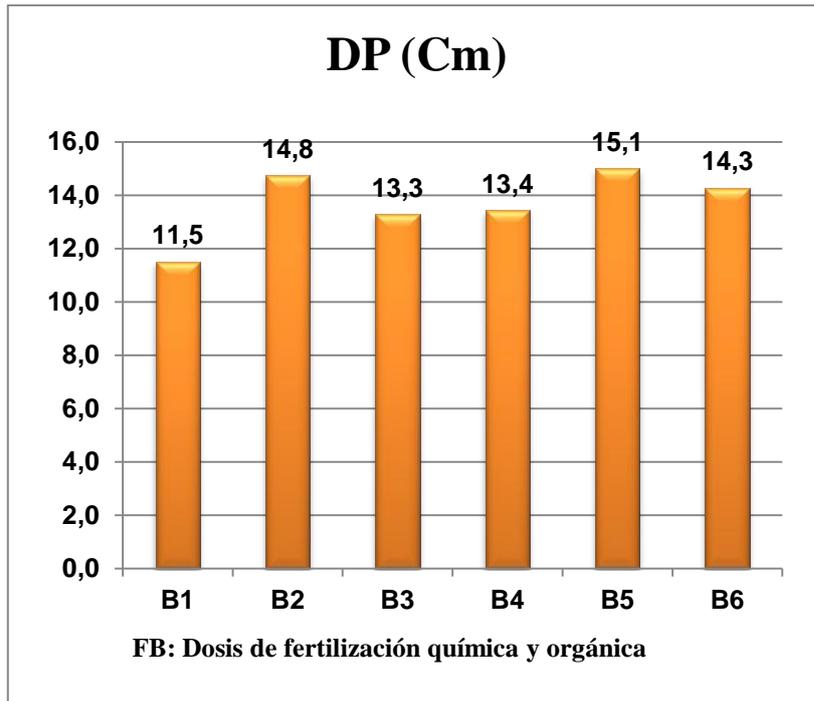
**Gráfico No. 17.** Promedios de la variable Altura de Planta como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



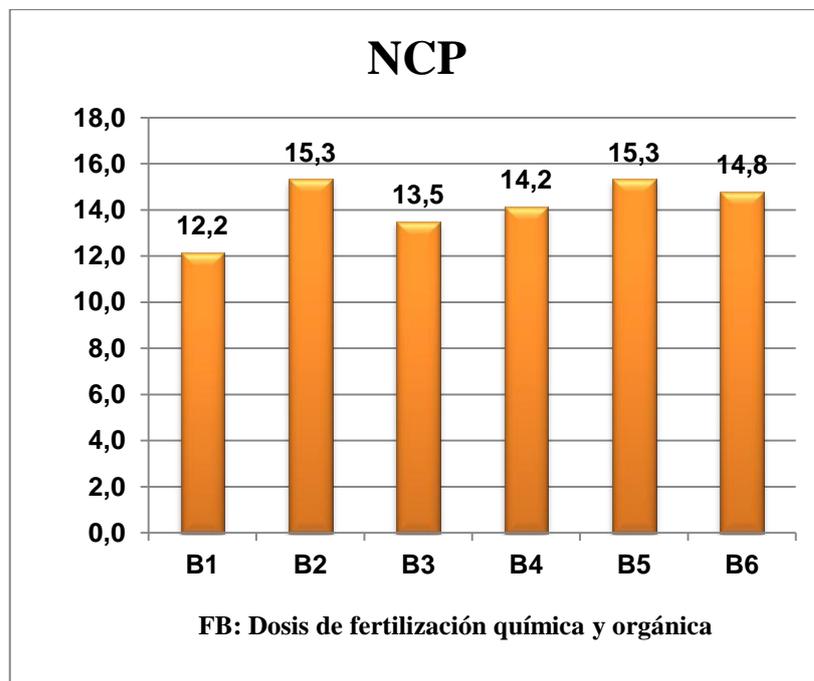
**Gráfico No. 18.** Promedios de la variable Diámetro del Tallo como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



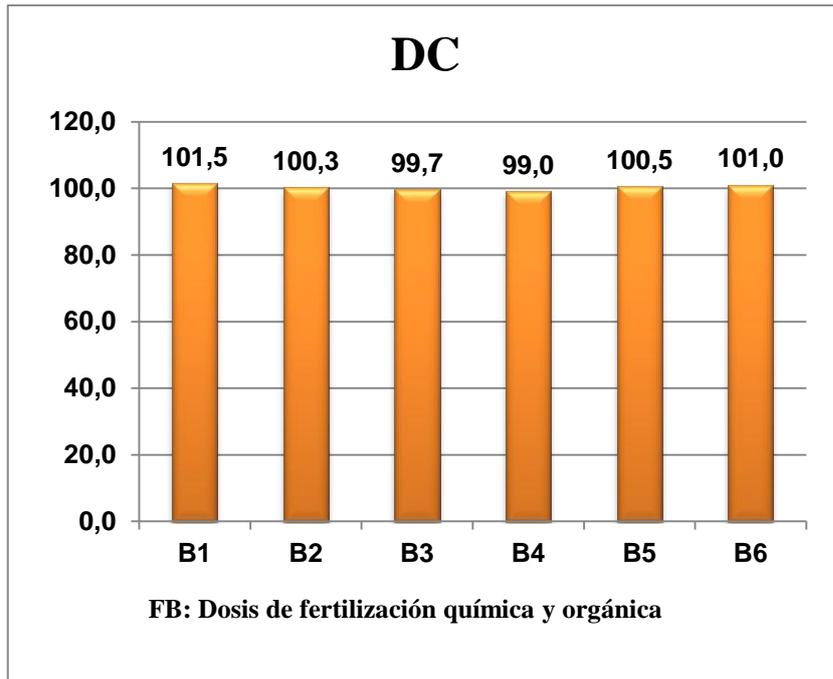
**Gráfico No. 19.** Promedios de la variable Días a la Formación de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



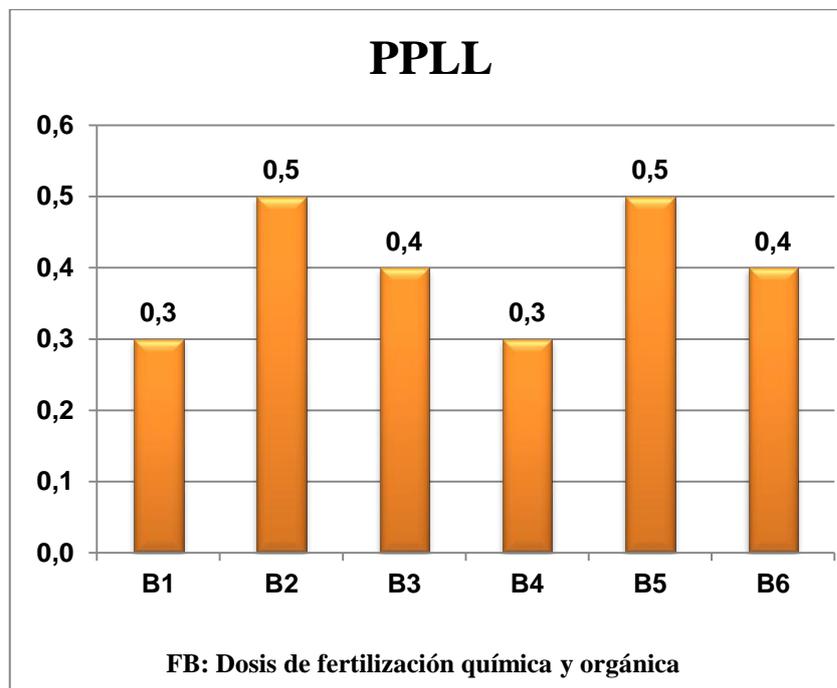
**Gráfico No. 20.** Promedios de la variable Diámetro de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



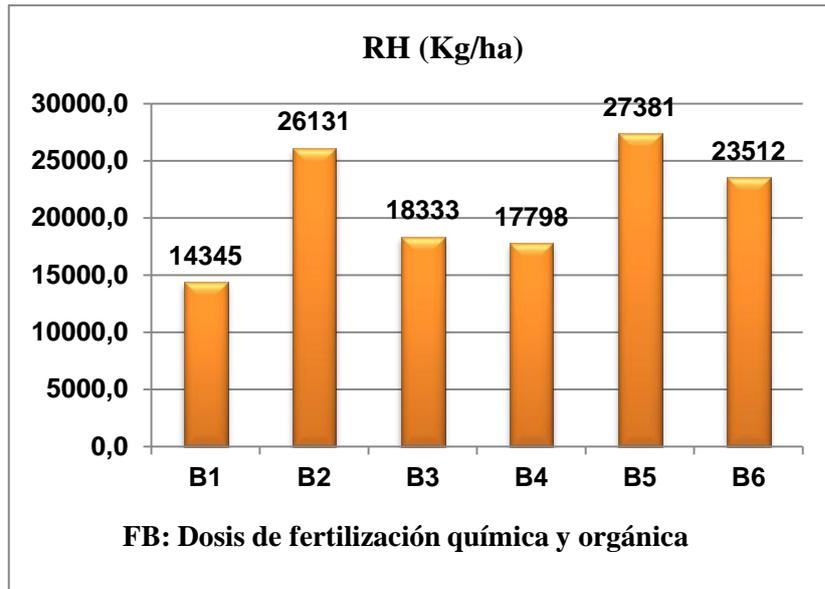
**Gráfico No. 21.** Promedios de la variable Número de Corimbos por Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



**Gráfico No. 22.** Promedios de la variable Días a la Cosecha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



**Gráfico No. 23.** Promedios de la variable Peso de la Pella como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.



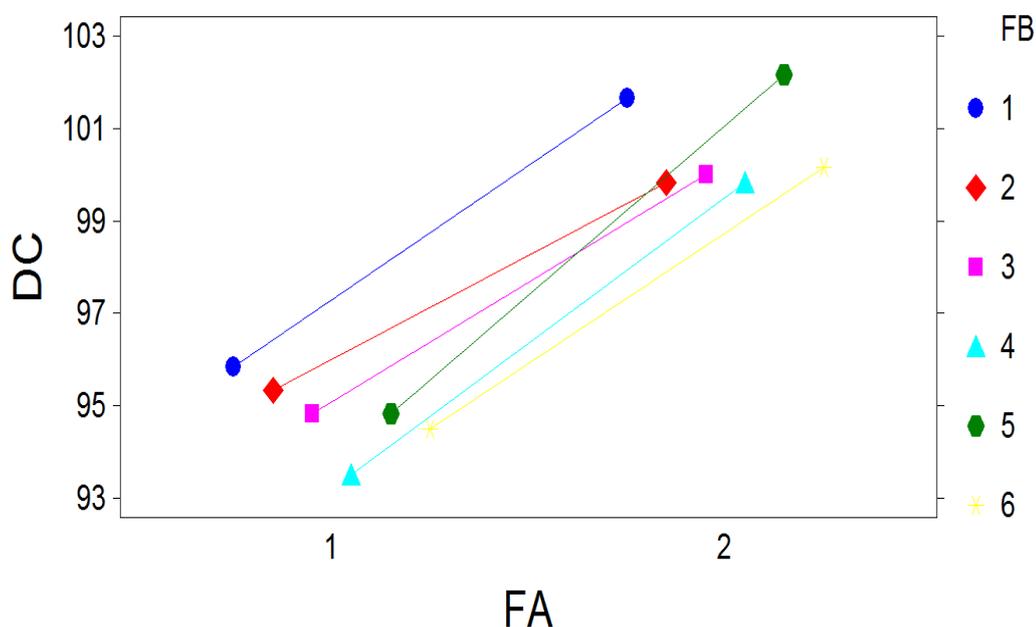
**Gráfico No. 24.** Promedios de la variable Rendimiento en kg/ha como efecto de la fertilización química y orgánica. Localidad Tagma. 2017.

Al igual que en la localidad uno: Naguan la respuesta de la fertilización química y orgánica en la localidad dos: Tagma, en cuanto a los componentes agronómicos y el rendimiento fue muy diferente. Lo que evidencia que el brócoli demanda de una nutrición adecuada del cultivo en cuanto a los macro y micronutrientes. Los resultados obtenidos en esta investigación y específicamente a la nutrición del cultivo son similares a los reportados por varios autores (Bin, 1983; Suresh *et al.*, 2004; Lombardi-Boccia *et al.*, 2004 y Dauda *et al.*, 2008).

Quizá en la fertilización completa (NPK), hubieron mejores condiciones químicas del suelo relacionadas a la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Conductibilidad Eléctrica (CE), pH y la relación equilibrada de Bases como K, Ca, Mg, etc. (Monar, C. 2016).

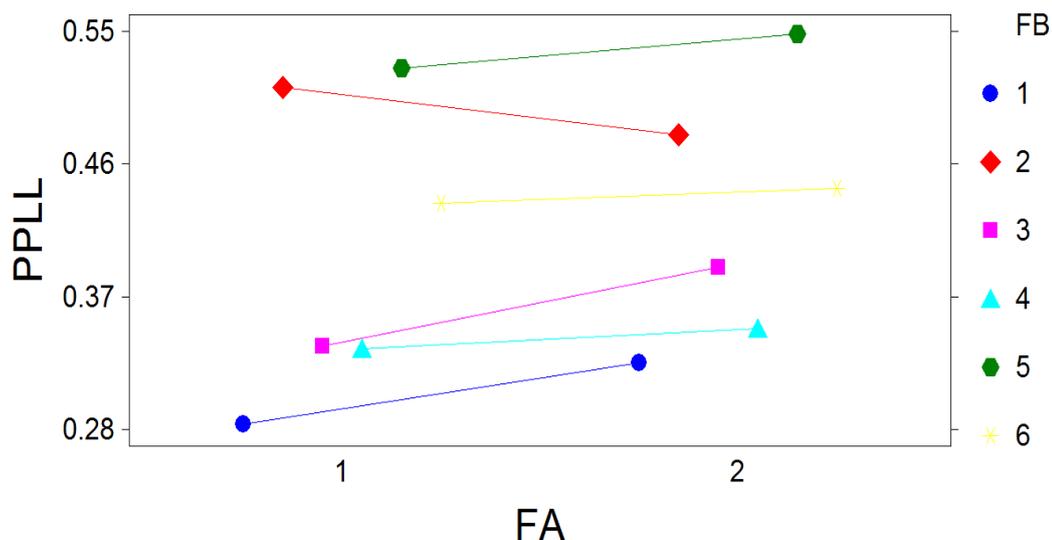
### 5.3 INTERACCIÓN DE FACTORES (AXB): HÍBRIDOS DE BRÓCOLI POR FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA COMBINADO POR DOS LOCALIDADES.

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto a las variables DC; PPLL y RH, dependieron de la fertilización química y orgánica; es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 6 y Gráficos Nos. 25; 26 y 27).



**Gráfico No. 25.** Resultados promedios de la variable Días a la Cosecha en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).

Para DC el tratamiento más tardío fue: A2B5 (Híbrido Avenger con fertilización completa: 80-40-120 kg/ha de NPK) y el más precoz: A1B4 (Híbrido Domador con 120 kg/ha de K) (Gráfico No. 25).



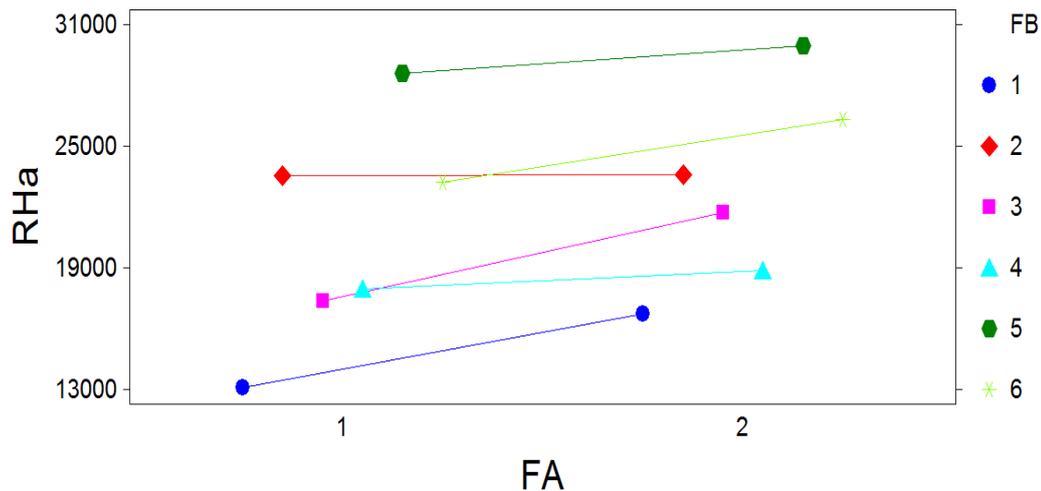
**Gráfico No. 26.** Resultados promedios de la variable Peso de la Pella en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).

El rendimiento promedio más alto del peso por pella se determinó en respuesta consistente en el tratamiento A2B5 (Híbrido Avenger con fertilización completa: 80-40-120 kg/ha de NPK) y las pellas con menor peso en el tratamiento A1B1 (Híbrido Domador sin fertilización) (Gráfico No. 26).

**Cuadro No. 6.** Rendimiento promedio de brócoli en kg/ha combinado por dos localidades en la interacción de factores híbridos por fertilización (AXB).

Tratamiento No.	Promedio Kg/Ha	Rango
T11: A2B5	29947	A
T5: A1B5	28571	A
T12: A2B6	26309	B
T8: A2B2	23572	B
T2: A1B2	23524	B
T6: A1B6	23214	B
T9: A2B3	21750	B
T10: A2B4	18869	C
T4: A1B4	17977	C
T3: A1B3	17346	C
T7: A2B1	16726	C
T1: A1B1	13113	D
<b>Media General Kg/ha</b>	<b>21743</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>8.58</b>	

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.



**Gráfico No. 27.** Resultados promedios de la variable Rendimiento en Kg/ha de Brócoli en la interacción de factores Híbridos por fertilización (AxB).

La respuesta de los híbridos de brócoli en cuanto al rendimiento, dependieron significativamente de la fertilización química y orgánica (Cuadro No.6).

Con la prueba de Tukey al 5%, los promedios más elevados en la interacción de factores, se presentaron en los tratamientos: T11: A2B5 (Híbrido Avenger con fertilización completa: 80-40-120 kg/ha de NPK) con 29947, seguido del tratamiento T5: A1B5 (Híbrido Domador con fertilización completa: 80-40-120 kg/ha de NPK) con 28575 kg/ha y el promedio más bajo se evaluó en el tratamiento T1: A1B1 (Híbrido Domador sin fertilización) con apenas 13113 kg/ha (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 27).

Estos resultados son similares a los reportados por varios autores en trabajos de investigación similares como Zheljzakov y Warman, 2004 y Cruz, *et al.*, 2018.

El rendimiento está en relación directa con los componentes agronómicos como la adaptación, ciclo de cultivo, peso individual de las pellas, altura de plantas, diámetro de las pellas, sanidad, nutrición del cultivo sobre todo en relación a macro y micronutrientes. En esta investigación es evidente que el Híbrido Avenger en las dos localidades presentó una mejor adaptación sumado a la

fertilización completa con N K P y más los micronutrientes que estuvieron presentes en el suelo (Anexos del análisis del suelo Nos. 4; 5; 6 y 7).

Según los resultados del análisis químico del suelo la localidad de Tagma, presentó un contenido medio para N, alto para P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn; pH de 6.3 y alto para Materia Orgánica (MO) con 8,9 % (Anexos 4 y 6). A diferencia la localidad de Naguan registró un contenido bajo para N, S, Zn, Mn y B; alto para P, K, Ca, Mg, Cu y Fe y un contenido medio de MO con 3,6 % (Anexos Nos. 5 y 7). No existió un efecto determinante de la fertilización orgánica con la aplicación de 10 Tm/ha de Eco abonaza, quizá porque no estuvo completamente mineralizada y el efecto de los fertilizantes orgánicos es a mediano plazo. En este caso el brócoli se cosechó en menos de cuatro meses (ciclo intermedio). En función de los resultados del análisis químico del suelo de las dos localidades fueron aptos para el cultivo de brócoli, siendo determinantes en la respuesta agronómica y particularmente en Tagma la altitud, temperaturas muy bajas y estrés de sequía y fuertes vientos en la etapa de formación y desarrollo de las pellas.

Sin embargo los rendimientos promedios obtenidos con el Híbrido Avenger más la aplicación de 80-40-120 kg/ha de N P K), son muy promisorios y los productores/as tienen una alternativa tecnológica para diversificar los sistemas de producción locales y contribuir a la seguridad alimentaria.

#### **5.4 EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA PELLA (CP)**

**Cuadro No. 7.** Resultados cualitativos del color de la pella en dos híbridos de Brócoli. Naguan y Tagma. 2017.

<b>Híbrido</b>	<b>Color de la pella</b>
Domador (A1)	Verde estándar
Avenger (A2)	Verde Puro

El color de la pella en cosecha, es un descriptor morfológico muy importante de aceptabilidad por los diferentes segmentos del mercado y el tiempo en anaquel. El híbrido Domador presentó un color Verde estándar y Avenger un color verde puro (Cuadro No. 7).

El color de la pella, se determinó en la cosecha mediante la siguiente escala:

- 1: Verde oscuro
- 2: Verde azulado
- 3: Verde grisáceo
- 4: Verde puro
- 5: Verde estándar

[www7.uc.cl/hort0498/HTML](http://www7.uc.cl/hort0498/HTML)

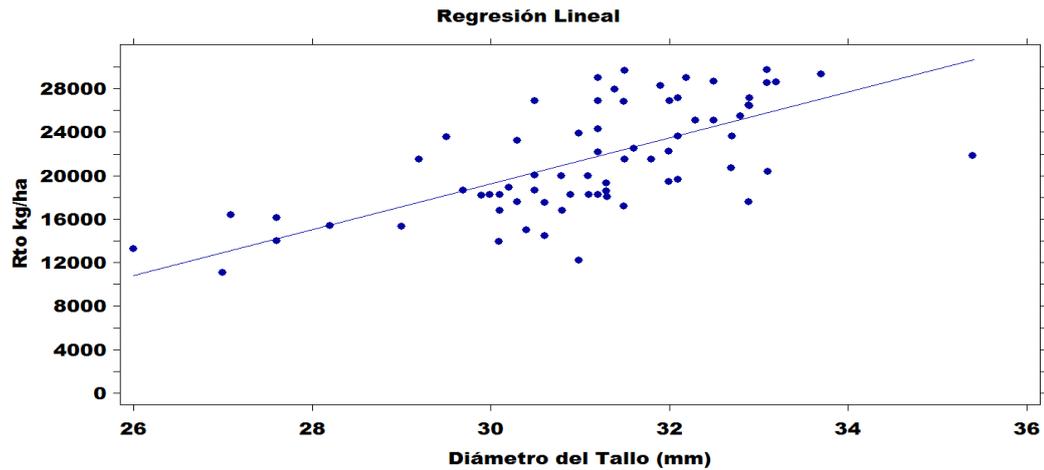
El color de la pella, es una característica varietal y depende de la interacción genotipo ambiente y del grado de madurez de la pella.

## 5.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.

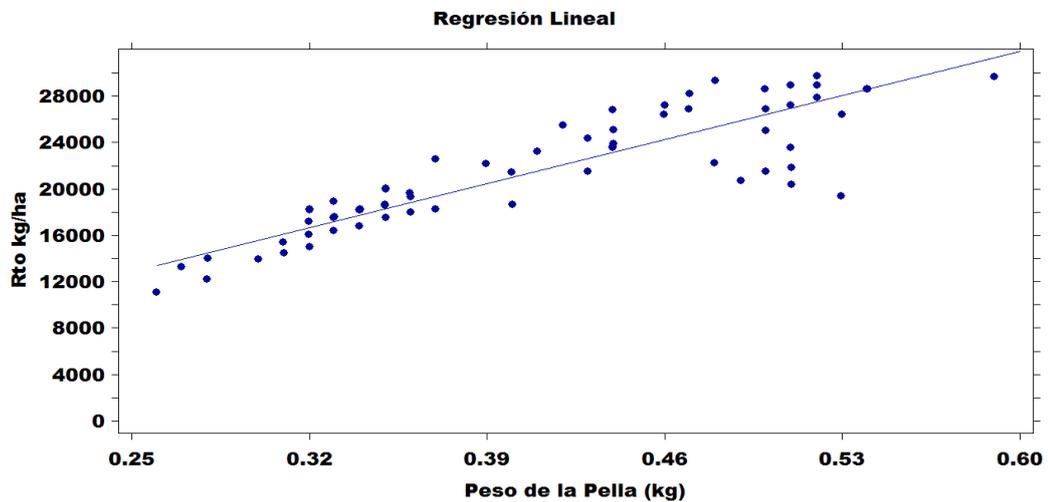
**Cuadro No. 8.** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística positiva con el rendimiento (variable dependiente - Y). Localidades Naguan y Tagma. 2017.

<b>Variables independientes (Xs) (Componentes del rendimiento)</b>	<b>Coefficiente de correlación "r"</b>	<b>Coefficiente de regresión "b"</b>	<b>Coefficiente de determinación "R<sup>2</sup>" %</b>
Altura de Planta (AP)	0,6954 **	3089,13 **	49
Diámetro de Pella (DP)	0,7480 **	2748,74 **	55
Diámetro del Tallo (DT)	0,8064 **	2318,89 **	65
Número de Corimbos por Pella (NCP)	0,7628 **	2822,70 **	58
Número de Hojas por Planta (NHP)	0,4306 **	3540,71 **	27
Peso de Pella (PLL)	0,9507 **	58386,3 **	90

\*\*= Altamente significativo al 1%.



**Gráfico No. 28.** Regresión lineal diámetro del tallo versus el rendimiento de brócoli. Combinado dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.



**Gráfico No. 29.** Regresión lineal peso de la pella versus el rendimiento de brócoli. Combinado dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.

### **Coefficiente de correlación “r”**

Correlación en su concepto más simple es la relación o estrechez positiva o negativa entre dos variables, no tiene unidades y su valor máximo es +/- 1.

En esta investigación en las localidades de Naguan y Tagma las variables independientes que presentaron una correlación altamente significativa y positiva con el rendimiento fueron: altura de planta (AP), Diámetro de la Pella (DP),

Diámetro del Tallo (DT), Número de Corimbos por Pella (NCP), Número de Hojas por Planta (NHP), y el Peso de la Pella (PPLL) (Cuadro No. 8).

### **Coefficiente de regresión “b”**

Regresión es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y) por cada cambio único de la variable independiente (X).

En esta investigación los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento promedio de brócoli en kg/ha en las dos localidades fueron: altura de planta (AP), Diámetro de la Pella (DP), Diámetro del Tallo (DT), Número de Corimbos por Pella (NCP), Número de Hojas por Planta (NHP), y el Peso de la Pella (PPLL). (Cuadro No. 8 y Gráficos Nos. 28 y 29); es decir valores promedios más altos de estos componentes, un mayor rendimiento de brócoli.

### **Coefficiente de determinación ( $R^2\%$ )**

El  $R^2$ , nos indica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el rendimiento en la variable dependiente por efecto de los componentes del rendimiento y se expresa en porcentaje (%). Valores cercanos al 100% del  $R^2$ , significa que hay un mejor ajuste de la regresión lineal:  $Y = a + bX$  (Monar, C. 2010).

En esta investigación hay una contribución significativa de los componentes agronómicos sobre el rendimiento pero fueron muy importantes el Diámetro del tallo (DT) y el mayor Peso de las Pellas, lo que significó un incremento del rendimiento de brócoli en un 65 y 90% (Cuadro No. 8 y Gráficos Nos. 28 y 29).

## 5.6 ANALISIS ECONÓMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL (AEPP) Y CÁLCULO DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR).

**Cuadro No. 9.** Análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno en el cultivo de brócoli, Combinado por dos localidades: Naguan y Tagma. 2017.

Tratamiento No.	Rendimiento Kg/ha.	Rendimiento Kg/ha Ajustado al 15%	Ingreso Bruto USD/ha	Total de costos que varían/Trat USD/ha	Total de Beneficios netos USD/ha
T1:A1B1	13113	11146	3901	852	3049
T2:A1B2	23524	19995	6998	1376	5622
T3:A1B3	17346	14744	5160	1190	3970
T4:A1B4	17977	15281	5348	1299	4049
T5:A1B5	28571	24285	8499	2130	6370
T6:A1B6	23214	19732	6906	2096	4810
T7:A2B1	16726	14217	4975	1103	3873
T8:A2B2	23572	20036	7012	1434	5579
T9:A2B3	21750	18488	6470	1547	4924
T10:A2B4	18869	16039	5613	1328	4286
T11:A2B5	29947	25455	8909	2183	<b>6726</b>
T12:A2B6	26309	22363	7827	2192	5635

**Cuadro No. 10.** Análisis de dominancia (D).

Tratamiento No.	Total de costos que varían USD/ha	Total de Beneficios netos USD/ha	Dominancia (D)
T1: A1B1	852	3049	√
T7: A2B1	1103	3873	√
T3: A1B3	1190	3970	√
T4: A1B4	1299	4049	√
T10: A2B4	1328	4286	√
T2: A1B2	1376	5622	√
T8: A2B2	1434	5579	D
T9: A2B3	1547	4924	D
T6: A1B6	2096	4810	D
T5: A1B5	2130	6370	√
T11: A2B5	2183	6726	√
T12: A2B6	2192	5635	D

**D: Tratamientos Dominados.**

**Cuadro No. 11.** Cálculo de Tasa Marginal de Retorno (TMR %).

Tratamiento No.	Total de Costos que Varían USD/ha	Total de Beneficio Neto USD/ha	TMR (%)
T1: A1B1	852	3049	
			328
T7: A2B1	1103	3873	
			111
T3: A1B3	1190	3970	
			72
T4: A1B4	1299	4049	
			614
T10: A2B4	1328	4286	
			278
T2: A1B2	1376	5622	
			99
T5: A1B5	2130	6370	
			<b>672</b>
T11: A2B5	2183	6726	

El análisis económico de presupuesto parcial de acuerdo con la metodología de *Perrin et.al 2002*, se tomó en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento, como fueron en este estudio la fertilización química, orgánica, mano de obra y envases

El precio promedio de venta de brócoli a nivel de finca fue de 0.35 ctvs./kg. La urea y el muriato de potasio a 0,70 ctvs./kg, fertilizante compuesto 12-60-00 a 0,80 ctvs./kg y la Eco bonaza a 0,05 ctvs./kg. El valor de un jornal por día fue de 12 dólares más la alimentación y el costo de envases a 0,25 ctvs./unidad.

En función únicamente de los costos que variaron por tratamiento, el Beneficio Neto más alto se calculó en el tratamiento T11: A2B5 (Híbrido Avenger más la fertilización química completa 80-40-120 kg/ha de N P K) con \$ 6726/ha (Cuadro No. 9).

Con el análisis de Dominancia los tratamientos: T8; T9; T6 y el T12, fueron dominados porque se incrementaron los costos y se redujo el beneficio neto

(Cuadro No. 10). Particularmente los tratamientos que incluyeron la Eco bonaza, fueron dominados por el costo que demanda por hectárea, pues con estos resultados se confirma lo expresado por varios autores, el uso de abonos orgánicos su efecto se ve a mediano plazo una vez que se han mejorado las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

La Tasa Marginal de Retorno (TRM), se calculó con la fórmula:

$$\text{TMR} = \frac{\Delta\text{BN}}{\Delta\text{CV}} \times 100 \text{ Donde:}$$

$\Delta\text{BN}$ =Incremento en el beneficio neto (\$/ha.).

$\Delta\text{CV}$  =Incremento en los costos que varían (\$/ha.).

100 = Porcentaje (*Perrin, et al. 2002*)

Con el cálculo de la TMR, el tratamiento con el valor más alto fue el T11: A2B5 (Híbrido Avenger más la fertilización química completa 80-40-120 kg/ha de N P K) con 672%, esto quiere decir que únicamente en función de los costos que varían en cada tratamiento el productor por cada unidad invertida, tendría una ganancia de 6.72 USD (Cuadro No. 11). Estos resultados preliminares, nos permiten inferir que el cultivo de brócoli en las localidades evaluadas, es una alternativa económica viable y de fácil manejo para diversificar los sistemas de producción locales y contribuir a la seguridad alimentaria.

## **VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

De acuerdo a los resultados morfológicos, agronómicos, estadísticos y económicos obtenidos en esta investigación para localidades, descriptores morfológicos, agronómicos y el rendimiento de brócoli evaluado en kg/ha, con el 99% de probabilidad estadística, rechazamos la Hipòtesis Nula y aceptamos la Hipòtesis Alterna, lo que significa que existió un efecto diferente de las localidades, híbridos, fertilización química y orgánica, la interacción genotipo ambiente y por ende el análisis económico. Esto quiere decir que el rendimiento de brócoli estuvo influenciado por la genética de los dos híbridos, la fertilización química, orgánica, las localidades, épocas de siembra y la interacción genotipo ambiente.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos por localidad y combinado por dos localidades, se sistematizan las siguientes conclusiones:

- La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a las variables evaluadas fue diferente dentro y entre localidades, presentando mejores condiciones para el cultivo de brócoli la localidad de Naguan.
- El rendimiento promedio más alto de brócoli, se evaluó en la localidad uno: Naguan con 22 236 kg/ha, lo que significó un incremento de 4.43% más que Tagma.
- Existió una respuesta diferente de los dos híbridos dentro y entre localidades. El rendimiento promedio combinado de las dos localidades más alto presentó el híbrido A2: Avenger con 22862 kg/ha.
- La respuesta de la fertilización química y orgánica fue diferente dentro y entre las dos localidades. El promedio superior presentó B5: Fertilización química 80-40-120 kg/ha de N P K con 29259 kg/ha.
- Para la interacción de factores, el rendimiento promedio más elevado combinado de las dos localidades registró el tratamiento T11: A2B5 (Híbrido Avenger más Fertilización química 80-40-120 kg/ha de N P K) con 29947 kg/ha.

- Los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento promedio de brócoli fueron: Altura de Planta; Diámetro del Tallo; Diámetro de la Pella; Número de Corimbos por Pella; Número de Hojas por Planta y el Peso de la pella. Esto quiere decir que valores promedios más altos de estos componentes, mayor rendimiento. Sin embargo los componentes más importantes fueron Diámetro del Tallo y Peso de la Pella con una contribución del 65 y 90% respectivamente.
- Económicamente y únicamente en función de los costos que variaron en cada tratamiento, la alternativa tecnológica con el beneficio neto más alto fue el tratamiento T11: A2B5 (Híbrido Avenger más Fertilización química 80-40-120 kg/ha de N P K) con una valor de la TMR de 672%.
- Finalmente este estudio validó alternativas tecnológicas promisorias para mejorar la diversidad de los sistemas de producción locales y contribuir a la seguridad alimentaria.

## 7.2 RECOMENDACIONES

Sintetizado las conclusiones de este estudio, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Validar los híbridos Domador y Avenger en modelos de agricultura orgánica, agroecológica y convencional en varias zonas agroecológicas y épocas de siembra de la provincia Bolívar.
- En las zonas agroecológicas de las localidades de Naguan y Tagma, se recomienda utilizar el híbrido Avenger en épocas de siembra de temporal en modelos orgánicos y agroecológicos.
- La aplicación de la Eco abonaza (Gallinaza) u otro abono orgánico sólido, se recomienda realizar bien descompuestos (Mineralizados) y al momento de la preparación del suelo en dosis de al menos 5 Tm/ha para un modelo orgánico.
- Para un modelo de agricultura convencional, se recomienda el Híbrido Avenger y la fertilización química completa con 80-40-120 Kg/ha de NPK.
- Realizar la transferencia de tecnología a los productores/as a través de las prácticas pre-profesionales y vinculación de los estudiantes de la carrera de Agronomía en coordinación con otros actores como el MAG, Ministerio de Salud para desarrollar talleres de nutrición con el brócoli, quinua, chocho, etc., y de esta manera contribuir a reducir la Desnutrición Crónica Infantil de la provincia Bolívar, misma que es la más alta del país.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- ALARCÓN, C. 2011. Estudio bioagronómico de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) con aportaciones nitrogenadas de tres fuentes orgánicas Riobamba-Ecuador. Tesis de Grado ESPOCH. Pp. 115.
- ANDRADE, J. 2011. Estudio bioagronómico de nueve cultivares de brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) en dos localidades. Riobamba-Ecuador. Tesis de grado ESPOCH. Pp. 111.
- APROFEL, 2000. Brócoli en Ecuador. Artículo en línea. Disponible en: [http://brocoliecuador.com/brocoli\\_ecuatoriano.htm](http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm).
- ARTEAGA, M. 2011. Aclimatación de 12 Híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*) en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Tesis de grado ESPOCH. Pp. 17.
- BERNAL, M. 2004. Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. Artículo en línea. Disponible en: [www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf).
- BUSTOS, M. 2009. Tecnología apropiada de producción de producción. Quito-Ecuador. Pp. 183.
- CERVANTES, M. 2014. Propiedades de los Abonos Orgánicos (En línea). Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- CIMMYT, 2001. (Centro Internacional de Mejoramiento de brócoli).
- DOMINGUEZ, V. 2000 Abonos, guía práctica de la fertilización. Octava Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 234.
- FAIRHURST, THOMAS, CHRISTIAN, WIT. 2009. Guía práctico para el manejo de nutrientes. España. Pp. 140.

FONAG (Fondo para la Protección del Agua). 2010. Que son los Abonos orgánicos (En línea). Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)

INFOAGRO. (<http://agricultura urbana.galeon.com>)

GARCÍA, M. 2012. Respuesta agronómica de dos cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) a la fertilización orgánica. Tesis de grado en Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda- Ecuador: Pp. 27 a 28.

GALEON. 2010. Cultivo de brócoli. En línea. Consultado el 20 de mayo del 2010. Disponible en: (<http://agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>).

GUERRERO, A. 2009. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Colección Mundi Prensa. Pp. 487.

HARO, M. Y MALDONADO, L. 2009. Guía técnica para el cultivo de brócoli en la serranía ecuatoriana. Editorial Freire. Riobamba-Ecuador. Pp. 115.

HIDALGO, L. 2006. El cultivo de brócoli. Pp. 267.

JARAMILLO, J. 2006. El cultivo de las crucíferas, brócoli, coliflor, repollo. Pp. 118.

JUVENILES CAMPESINOS. Bogotá-Colombia. Pp. 16-168-685-686.

MAROTO, J. 2000. Horticultura Herbácea Especial. Madrid, Mundi-Prensa. Pp. 339-343.

MIRAT, 2006. Fertilización: Nutrición vegetal. Disponible en: (<http://www.mirat./fertilizantes/nutrición/macronutrientes/micronutrientes/h tm>).

MONAR, C. 2010. Entrevista diario el comercio.

- MESSIAEN, C. BLANCARD, D. ROUXEL, F. Y LAFON, R. 1995  
Enfermedades de las hortalizas. Pp. 435.
- MANUAL AGROPECUARIO DEL CAMPO. 2002. Fundación Hogares.
- PRONACA. 2014. Que es la Eco abonaza (En línea). Disponible en:  
[http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/gvillagomez\\_ft.pdf](http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/gvillagomez_ft.pdf)
- RODRÍGUEZ, F. 2009. Fertilización y Nutrición Vegetal. México D.F, México.  
Ed. A.G.T. Pp. 54 – 80.
- SARLI, A. 1980. Tratado de horticultura. 2da. Edición. Buenos Aires (Argentina)  
Hemisferio Sur. Pp. 146-149.
- SAKATA. 2013. Híbrido Avenger. En línea. Consultado 19 de Diciembre del  
2016. Disponible en: <http://www.sakata.com.mx/es/avenger.html>.
- SEYMOUR, J. 2001. La vida en el campo y el horticultor autosuficiente. Pp. 128.
- TOLEDO, J. 2003. Cultivo de brócoli. Instituto Nacional de Investigación  
Agraria, INIA. Lima-Perú. Pp. 9-24.
- TOLEDO, J. 2009. Cultivo de brócoli. Instituto Nacional de Investigación  
Agraria, INIA. Lima. Perú. Pp. 24.
- VALADEZ, L. 2001. Producción de hortalizas, Ed. Limusa, México. D.F.
- YUQUILEMA, M Y ARÉVALO, M. 2008. Respuesta de cuatro líneas  
promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quínoa* Will) a la aplicación de  
abono orgánico y químico. Tesis de grado en Ingeniera Agrónoma.  
Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica.  
Guaranda- Ecuador: Pp. 38-39.

## **Web grafía.**

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>

<http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/cboletin-situacional-brocoli-2014-actualizado.pdf>

<http://brocoliecuador.com>.

<http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidruss/hortalizas/4fertilizacion.pdf>

<http://ilovemyplanet123.blogspot.com/2012/11/que-es-un-fertilizante-las-plantas-para.html>

<http://agriculturaurbana.galeon.com/productos>

[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/FDT\\_AFT.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/FDT_AFT.pdf)

<http://verduras.consumer.es/brecol/introduccion>

<http://www.asopran.org/images/tecnicas/brocoli%20i.pdf>

<http://www.hortalizas.com>

<http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/El%20brocoli%20y%20su%20potencial.pdf>

[http://www.agrosiembra.com/?NAME=r\\_c\\_sembrar&c\\_id=14](http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_sembrar&c_id=14)

<http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-broculi-broculis.htm>

<http://www.sakata.com.mx/paginas/hortalizas/brocul.html>

<https://mejorconsalud.com/el-brocoli-y-sus-beneficios/>

<http://horticultivos.com/manejo-del-agua-y-nutricion-del-cultivo-de-brocoli-2/>

<http://www.infoagro.com/abonos/abonos/-organicos.html>

<http://www.pronaca.com/siete/india-look.jspcodigo=SBA00002/html>

<http://www.encuentros.uma.es/encuentros82/boro.htm>

[http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/886F49B9A3B9D19C06256A  
C5005BBBC4/\\$file/deficiencia+molibdeno.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/886F49B9A3B9D19C06256A<br/>C5005BBBC4/$file/deficiencia+molibdeno.pdf)

[www7.uc.cl>hort0498>HTML](http://www7.uc.cl>hort0498>HTML)

# **ANEXOS**

**Anexo No. 1. Mapa de Ubicación del ensayo**

**Localidad 1: Granja Naguan de la Universidad Estatal de Bolívar.**



**Localidad 2: Tagma**



## **Anexo N. 2. Código de variables.**

<b>Loc.</b>	Localidades (L1: Naguan; L2: Tagma).
<b>Rep.</b>	Repeticiones
<b>FA.</b>	Factor A (Dos híbridos de brócoli. A1: Domador y A2: Avenger)
<b>FB.</b>	Factor B (Dosis de fertilizante químico NPK y orgánico)
<b>PP.</b>	Porcentaje de prendimiento
<b>AP.</b>	Altura de planta
<b>NHP.</b>	Número de hojas por planta
<b>DT.</b>	Diámetro de tallo
<b>DFP.</b>	Días a la formación de la pella
<b>DP.</b>	Diámetro de la pella
<b>CP.</b>	Color de la pella
<b>NCP.</b>	Número de corimbos por pella
<b>DC.</b>	Días a la cosecha
<b>NPC.</b>	Número de pellas cosechadas
<b>PPLL.</b>	Peso de la pella
<b>PKP.</b>	Peso kg/parcela
<b>RH.</b>	Rendimiento kg/ha
<b>PIT.</b>	Porcentaje de incidencia de trozador

**Anexo No. 3. Base de datos del ensayo de brócoli de las dos localidades: Naguan y Tagma. 2017**

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
LOC	REP	FA	FB	PP	AP	NHP	DT	DFP	DP	NCP	DC	NPC	PPLL	RH	PIT	CP
1	1	1	1	92.5	29	18	30.6	82	9.7	12	91	35	0.31	14393	17.5	5
1	1	1	2	92.5	30.75	20	33.1	80	14	16	91	34	0.51	20357	15	5
1	1	1	3	97.5	32.14	20	32.9	78	12.6	14	92	36	0.35	17500	15	5
1	1	1	4	92.5	29.6	18	31.3	79	12.2	13	91	37	0.36	19286	17.5	5
1	1	1	5	97.5	29.88	20	32.8	79	14.4	15	93	39	0.57	34643	10	5
1	1	1	6	97.5	30.4	19	32.9	76	13.6	16	90	38	0.46	26429	15	5
1	1	2	1	95	30.5	18	30.1	87	11.8	14	99	36	0.34	16786	20	4
1	1	2	2	95	30.25	19	32.7	85	13.9	15	97	34	0.49	20714	15	4
1	1	2	3	97.5	29.76	21	32.8	86	12.8	15	97	39	0.42	25500	17.5	4
1	1	2	4	92.5	30.2	19	32.1	87	12.6	15	98	34	0.36	19643	15	4
1	1	2	5	97.5	30.6	19	33.9	86	14.7	16	101	39	0.6	36429	15	4
1	1	2	6	95	29.7	20	32.9	84	13.7	15	95	37	0.46	27143	15	4
1	2	1	1	95	28.3	17	30.1	81	10.6	12	90	35	0.3	13929	15	5
1	2	1	2	92.5	30.1	19	32	83	14.4	15	92	36	0.53	19357	12.5	5
1	2	1	3	95	30.2	19	31.3	80	11.7	13	93	36	0.36	18000	15	5
1	2	1	4	95	29.1	19	31.1	82	12.7	14	92	38	0.35	20000	15	5
1	2	1	5	100	30	20	32.2	80	15.6	16	92	39	0.52	28929	12.5	5
1	2	1	6	97.5	30.6	19	32.3	77	14.2	15	91	38	0.44	25000	12.5	5
1	2	2	1	92.5	29.2	19	30.6	89	11.3	13	101	37	0.33	17500	20	4
1	2	2	2	92.5	30.1	19	31.8	87	14.7	15	99	34	0.5	21429	15	4
1	2	2	3	95	30.2	18	31.2	87	12.6	16	99	38	0.39	22143	12.5	4
1	2	2	4	95	30.55	19	30.8	85	13.1	14	96	36	0.35	20000	12.5	4
1	2	2	5	97.5	31.07	20	31.5	84	15.1	16	99	37	0.59	29643	10	4
1	2	2	6	100	30.05	19	33.7	87	14.1	15	98	39	0.48	29286	12.5	4

1	3	1	1	92.5	28.75	17	31	83	10.8	11	92	34	0.28	12143	17.5	5
1	3	1	2	92.5	30.3	20	35.4	80	15.9	15	92	34	0.51	21786	10	5
1	3	1	3	97.5	29.8	18	31.1	82	12.7	15	93	34	0.34	18214	17.5	5
1	3	1	4	95	29.3	19	31.5	77	13.5	14	91	37	0.32	17143	15	5
1	3	1	5	97.5	30.2	19	33.1	82	15.9	16	93	38	0.54	28571	10	5
1	3	1	6	95	29.01	19	31.2	79	14.5	16	92	38	0.43	24286	12.5	5
1	3	2	1	97.5	28.6	19	30.9	87	12	14	103	37	0.32	18214	17.5	4
1	3	2	2	95	30.7	19	32	86	15.6	15	98	35	0.48	22143	12.5	4
1	3	2	3	97.5	29.01	19	30.3	89	13.5	15	97	38	0.41	23214	15	4
1	3	2	4	97.5	28.9	18	31.2	86	13	15	98	37	0.34	18214	12.5	4
1	3	2	5	92.5	31.5	21	32.5	87	15.7	16	101	36	0.54	28607	10	4
1	3	2	6	95	30.2	18	31	85	14.7	17	96	36	0.44	23929	10	4
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	<b>28.75</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>87</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>99</b>	<b>34</b>	<b>0.26</b>	<b>11071</b>	<b>20</b>	<b>5</b>
2	1	1	2	92.5	29.9	19	32.5	86	14.5	16	97	36	0.5	25000	15	5
2	1	1	3	95	29.5	19	29.9	86	13.1	13	97	38	0.32	18214	17.5	5
2	1	1	4	92.5	29.4	20	30.3	87	13.6	15	96	37	0.33	17500	15	5
2	1	1	5	97.5	30.5	19	32.7	87	15.2	16	97	35	0.51	23571	15	5
2	1	1	6	95	28.9	19	31.5	86	14.4	15	99	36	0.43	21429	12.5	5
2	1	2	1	95	28.1	18	28.2	92	12.6	13	102	36	0.31	15357	12.5	4
2	1	2	2	95	29.9	19	31.2	92	14.4	15	101	37	0.5	26786	15	4
2	1	2	3	92.5	28.8	19	30.1	90	13.4	14	103	36	0.37	18214	17.5	4
2	1	2	4	97.5	29.1	18	29.7	90	13.1	15	102	37	0.35	18571	15	4
2	1	2	5	92.5	30	19	32.9	92	15.6	16	104	36	0.53	26429	12.5	4
2	1	2	6	100	29.9	19	30.5	88	14.1	15	103	39	0.44	26786	15	4
2	2	1	1	95	28.15	19	27.6	89	11.1	10	101	36	0.28	13929	17.5	5
2	2	1	2	97.5	30.1	20	31.4	87	14	15	99	37	0.52	27857	12.5	5
2	2	1	3	90	28.4	18	30.8	88	13.3	13	96	36	0.34	16786	12.5	5
2	2	1	4	95	29.5	19	30.4	85	14	13	95	35	0.32	15000	10	5
2	2	1	5	97.5	30.8	18	32.1	88	15.8	15	96	37	0.51	27143	12.5	5

2	2	1	6	92.5	29.5	19	31.3	84	15.3	15	97	35	0.4	18571	10	5
2	2	2	1	97.5	28.4	18	27.1	94	13.3	14	104	36	0.33	16429	10	4
2	2	2	2	97.5	30.7	19	31.5	91	15	16	103	38	0.47	26786	12.5	4
2	2	2	3	97.5	29.7	19	30.5	89	14	14	100	38	0.35	20000	15	4
2	2	2	4	92.5	28.3	18	30	92	13.1	14	101	37	0.34	18214	10	4
2	2	2	5	97.5	30.7	19	33.1	89	15	16	105	38	0.52	29643	12.5	4
2	2	2	6	97.5	29	20	31.9	90	14.3	15	105	39	0.47	28214	12.5	4
2	3	1	1	92.5	27.4	18	26	90	10.1	11	102	36	0.27	13214	15	5
2	3	1	2	95	30.65	19	32	88	15.2	15	101	37	0.5	26786	10	5
2	3	1	3	90	28.7	19	29	89	12.9	13	98	36	0.31	15357	15	5
2	3	1	4	97.5	28.8	18	30.2	87	13.5	14	96	38	0.33	18929	12.5	5
2	3	1	5	95	31.65	19	33.2	86	14	14	98	38	0.5	28571	15	5
2	3	1	6	97.5	26.8	18	32.1	87	13.7	14	98	37	0.44	23571	15	5
2	3	2	1	95	27.4	18	27.6	92	12.9	14	101	36	0.32	16071	10	4
2	3	2	2	97.5	31.1	20	29.5	90	15.5	15	101	37	0.44	23571	12.5	4
2	3	2	3	97.5	28.2	18	29.2	91	13	14	104	37	0.4	21429	12.5	4
2	3	2	4	97.5	28.6	19	30.5	93	13.3	14	104	37	0.35	18571	15	4
2	3	2	5	95	31.7	19	31.2	91	14.4	15	103	38	0.51	28929	15	4
2	3	2	6	97.5	30.3	19	31.6	89	13.9	15	104	38	0.37	22500	12.5	4

**Anexo No. 4. Resultados del análisis del suelo antes de la siembra en la localidad de Tagma.**

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

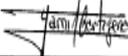
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Marcelo Chimbolema Dirección : Guaranda Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : L. Tagma Provincia : Bolivar Cantón : Guaranda Parroquia : San Simón Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 15/03/2017 Fecha de Ingreso : 20/11/2017 Fecha de Salida : 04/12/2017
--	---	--

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
108272	Muestra 1	6,32LAc	34,00 M	134,00 A	73,00 A	1,80 A	11,50 A	3,50 A	18,3 A	14,5 A	150,0 A	23,8 A	1,20 M
108273	Muestra 2												

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA		
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado	
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado	
	B = Curcumina	

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**Fuente: INIAP. 2017.**

**Anexo No. 5. Resultados del análisis del suelo antes de la siembra en la localidad de Naguan.**

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

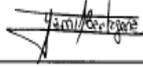
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Granja U.E. Bolívar Dirección : Guaranda Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : Localidad Naguan Provincia : Bolívar Cantón : Guaranda Parroquia : San Lorenzo Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 15/03/2017 Fecha de Ingreso : 20/11/2017 Fecha de Salida : 04/12/2017
---	---	--

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
108274	Muestra 1	6,25LAe	28,00 B	21,00 A	7,80 B	0,50 A	11,70 A	3,30 A	0,9 B	13,7 A	127,0 A	4,3 B	0,80 B
108275	Muestra 2												

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac	= Acido	N = Neutro
LAe	= Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino
PN	= Prac. Neutro	AI = Alcalino
	RC	= Requieren Cal
		B = Bajo
		M = Medio
		A = Alto
		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA		
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B	= Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
		B = Curcumina

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**Fuente: INIAP. 2017.**

**Anexo No. 6. Resultados del análisis de la materia orgánica (Eco abonaza) después de la cosecha en la localidad de Tagma.**

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPASTORILES</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	--	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

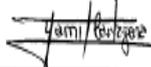
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Marcelo Chimbolema Dirección : Guaranda Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : L. Tagma Provincia : Bolívar Cantón : Guaranda Parroquia : San Simón Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 15/03/2017 Fecha de Ingreso : 20/11/2017 Fecha de Salida : 04/12/2017
--	---	--

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
108272					10,80 A	3,29	1,94	8,33	16,80						
108273					8,90 A										

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino			
T = Tóxico					

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**Fuente: INIAP. 2017.**

**Anexo No. 7. Resultados del análisis de la materia orgánica (Eco abonaza) después de la cosecha en la localidad de Naguan.**

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

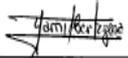
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Granja U.E. Bolívar Dirección : Guaranda Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : Localidad Naguan Provincia : Bolívar Cantón : Guaranda Parroquia : San Lorenzo Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 15/03/2017 Fecha de Ingreso : 20/11/2017 Fecha de Salida : 04/12/2017
---	---	--

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
108274					3,60 M	3,55	6,60	30,00	15,50						
108275					9,00 A										

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino			
T = Tóxico					

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

  
 \_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE LABORATORIO

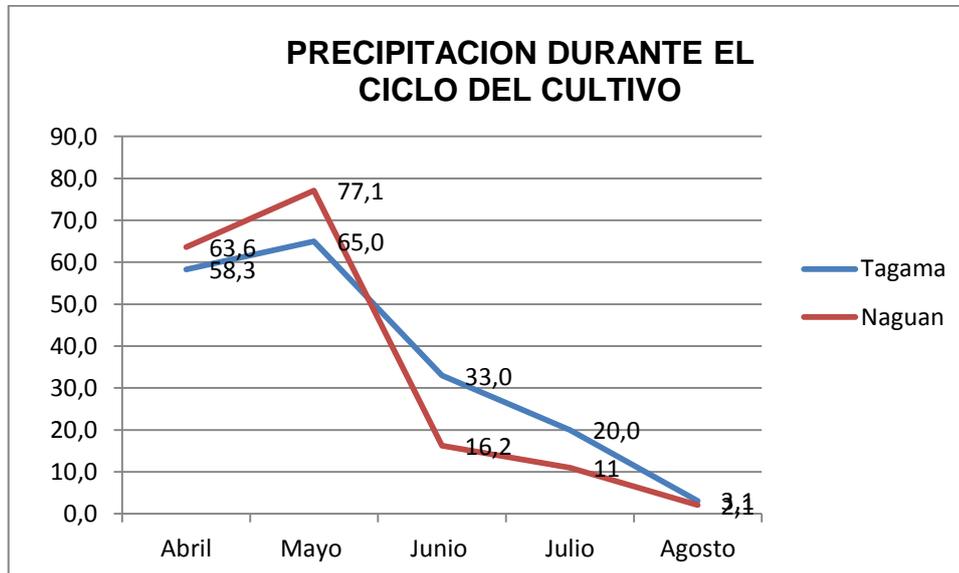
  
 \_\_\_\_\_  
 LABORATORISTA

**Fuente: INIAP. 2017.**

**Anexo No. 8. Registro de la precipitación y distribución durante el ciclo del cultivo de Brócoli en las dos localidades.**

Mes	Precipitación (mm) Localidades	
	Tagma	Naguan
<b>Abril</b>	58,3	63,6
<b>Mayo</b>	65,0	77,1
<b>Junio</b>	33,0	16,2
<b>Julio</b>	20,0	11
<b>Agosto</b>	3,1	2,1
$\Sigma =$	179,4	170

Volumen de agua registrada mensualmente en (mm) durante el ciclo del cultivo de Brócoli. Localidades Naguan y Tagma. 2017.



Ciclo del cultivo de brócoli del 11 de abril al 18 de Agosto.

## Anexo No. 9. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo

**Toma de muestra del suelo**



**Trazado de las parcelas**



**Transplante**



**Control Fitosanitario para Trozador.**



**Primera etapa de fertilización a los 25 Días con el 50% y control manual de malezas**



**Toma de variable: Porcentaje de Prendimiento (PP)**



**Segunda etapa de fertilización a los 60 Días después de Trasplante y Aporque**



**Altura de Planta (AP)**



**Número de Hojas por Planta (NHP)**



**Diámetro de Tallo (DT)**



**Días a la Formación de la Pella (DFP)**



**Diámetro de la Pella (DP)**



**Color de la pella (CP)**



**Número de Corimbos por Pella (NCP)**



**Días a la Cosecha (DC)**



**Número Pellas Cosechadas (NPC)**



**Peso de la Pella (PPLL)**



**Peso de las Pellas en Kg/ Parcela**



**Evaluación de Incidencia de Trozador (PIT)**



**Visita del Tribunal en las Dos Localidades Naguan y Tagma**



## **Anexo No. 10. Glosario de términos técnicos**

**Aporque.-** Arrimar tierra al pie de las plantas formando un montículo.

**Amonio.-** Es un catión poli atómico cargado positivamente de formula química  $\text{NH}_4^+$ .

**Abono Orgánico.-** Sustancia o mezcla de productos en descomposición, de origen animal (estiércol) o sin descomponerse (paja o las leguminosas cultivadas que se incorpora al suelo para aumentar la fertilidad de éste y contribuir al restablecimiento de su estructura.

**Capacidad de campo.-** Cantidad de agua mantenida en el suelo después de riego abundante o lluvia fuerte.

**Coefficiente de Variación (CV).-** Es un indicador estadístico, que nos muestra la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje.

**Corimbo.-** Es el tallo principal que termina en la inflorescencia primaria, conformada por flores dispuestas en un *corimbo* principal o primario, denominado pan o pella, que corresponde a la parte aprovechada para el consumo.

**Capacidad de infiltración.-** Velocidad a la cual el agua se mueve a través del suelo.

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).-** Es la capacidad que tiene el suelo de retener e intercambiar cationes.

**Clorosis.-** Es uno de los síntomas más comunes de carencia mineral. Se presenta como un color verde o un amarillamiento de las partes verdes de la planta, particularmente las hojas.

**Coefficiente de determinación ( $R^2$ ).**- Nos indica en qué porcentaje se incrementa o se disminuye el rendimiento por efecto de los componentes del rendimiento.

**Dosis.**- Cantidad empleada de un producto.

**Eficiencia química.**- Es la cantidad de producto que suele obtener de una reacción química.

**Eficiencia Agronómica.**- La eficiencia puede ser expresado como las unidades de producto generado por unidad de nutriente aplicado. En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % fertilizante aplicado es aprovechado por el cultivo.

**Familia.**- Agrupación de los vegetales por razón de su analogía o comunidad de caracteres.

**Fertilización orgánica.**- Un abono orgánico es un producto de origen natural, animal o vegetal (por oposición a los abonos sintéticos o minerales), que contiene principalmente nitrógeno, fósforo o potasio en cantidades variables.

**Fertilización química.**- También conocido como abono químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida.

**Híbrido.**- Se dice del vegetal procreado por individuos de diferente especie.

**Hortaliza.**- Verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en la huerta.

**IQF.**- Congelación rápida de manera individual.

**Inflorescencia.**- Forma en que aparecen colocadas las flores al brotar en las plantas.

**Leñoso.-** Es la parte más consistente de los vegetales.

**Materia orgánica.-** Es materia elaborada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos tales como plantas animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.

**Nitratos.-** Son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno.

**Mineralización.-** es el proceso en que cualquier materia orgánica desprenda sus átomos hacia el suelo.

**Post cosecha.-** es el período comprendido entre la cosecha de la fruta y hortaliza y el momento en que ésta es consumida.

**Riego.-** Aplicación artificial de humedad al suelo con el propósito de suplir humedad adecuada, esencial para el crecimiento de las plantas.

**Radícula.-** Parte del embrión destinada a ser la raíz de la planta.

**Raquitismo.-** Desigualdad y escaso crecimiento de un vegetal.

**Semillero.-** Sitio donde se siembran los vegetales que luego han de trasplantarse.

**SEA.-** Servicio de Evaluación Ambiental.