



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA  
SEDE EL ÁNGEL- CARCHI

## TRABAJO DE TITULACIÓN

Presentado a la Unidad de Titulación como requisito previo a la obtención del  
título de:

### INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*  
L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi”

Autor:

Francisco Xavier Moreno Huacas

Tutor:

Ing. Agr. Guillermo Eduardo Cevallos Arauz

Espejo - El Ángel - Carchi

- 2018 -



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Trabajo Experimental Presentado al H. Consejo Directivo como  
requisito previo a la obtención de título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

"Evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*  
L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi"

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc.  
**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Raúl Arévalo Vallejo  
**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. Raúl Castro Proaño, MSc.  
**VOCAL PRINCIPAL**

## **DEDICATORIA**

De manera especial dedico a Dios y a mis padres en señal de amor; por ser los guías en el sendero de cada acto que realizo, su apoyo, consejos quienes por ellos soy lo que soy. A mis hermanos por estar siempre presentes, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo, por su ayuda moral.

Francisco Xavier Moreno Huacas

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Babahoyo - Facultad de Ciencias Agropecuarias y la Escuela de ingeniería agronómica por darme la oportunidad de formar la carrera profesional.

Al Ing. Agr. Guillermo Cevallos Arauz, Director de Tesis de grado, a mis padres por ayudarme en todo momento, por los valores que me han inculcado. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir, a mis hermanos por ser parte importante de mi vida por apoyarme en cada decisión que tomo, y por estar a mi lado en cada momento en las buenas y malas.

Francisco Xavier Moreno Huacas.

## CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Francisco Xavier Moreno Huacas C/C 040192392-5 certifico ante las autoridades de la Universidad Técnica de Babahoyo que el contenido de mi trabajo de titulación cuyo tema es “Evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi”, presentado como requisito de graduación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FACIAG, ha sido elaborado en base a la metodología de la investigación vigente, consultas bibliográficas y lincograficas.

En consecuencia, a sumo la responsabilidad sobre el cuidado de las fuentes bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

Francisco Xavier Moreno Huacas.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	2
	.1.1. Objetivos .....	3
	1.1.1. Objetivo General.....	3
	1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
	2.1. Origen y generalidades del cultivo de brócoli.....	4
	2.2. Descripción botánica.....	5
	2.3. Propiedades nutritivas.....	5
	2.4. Requerimientos del cultivo .....	7
	2.4.1 Clima .....	7
	2.4.1. Suelo .....	7
	2.4.2. Agua.....	7
	2.5. Requerimientos nutricionales.....	8
	2.6. Estudios sobre la fertilización del brócoli.....	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
	3.1. Ubicación del ensayo.....	11
	3.2. Material experimental.....	11
	3.3. Materiales de campo y equipos .....	11
	3.4. Factores Estudiados.....	11
	3.5. Métodos .....	12
	3.6. Tratamientos estudiados.....	12
	3.7. Diseño experimental.....	12
	3.7.1. Análisis Funcional.....	13
	3.7.2. Descripción del lote experimental.....	13
	3.8. Manejo del ensayo.....	13
	3.8.1. Análisis de suelo.....	13
	3.8.2. Preparación del suelo .....	14
	3.8.3. Delimitación del área experimental.....	14
	3.8.4. Trasplante.....	14
	3.8.5. Aplicación de fertilizante NPK.....	14

A: alto, M: medio, B: bajo, T: testigo .....	14
3.8.6. Aporque .....	15
3.8.7. Cosecha .....	15
3.9. Datos evaluados. ....	15
3.9.1. Porcentaje De Prendimiento .....	15
3.9.2. Altura de planta.....	15
3.9.3. Diámetro del tallo.....	15
3.9.4. Diámetro de planta .....	16
3.9.5. Peso de pellas/unidad experimental .....	16
3.9.6. Diámetro mayor de pella.....	16
3.9.7. Rendimiento por hectárea .....	16
3.9.8. Análisis económico .....	16
IV. RESULTADOS .....	17
4.1. Porcentaje de prendimiento .....	17
4.2. Altura de planta.....	18
4.3. Diámetro de tallo.....	19
4.4. Diámetro de planta.....	20
4.5. Peso de pella/unidad experimental .....	21
4.6. Diámetro mayor de pella .....	22
4.7. Rendimiento por hectárea.....	23
4.8. Análisis económico .....	24
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
5.1 Conclusiones.....	25
5.2 Recomendación .....	25
VI. RESUMEN.....	26
VII. SUMMARY .....	27
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	28
APÉNDICE .....	30

## I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador la superficie cosechada de brócoli en el año 2012 alcanzó las 3,639 hectáreas, distribuidas en ocho provincias, con una producción total de 70.000 toneladas y un rendimiento de 19.24 tm/ha. Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82.00% de la superficie total nacional<sup>1</sup>, seguida por Imbabura y Chimborazo.

El consumo de este producto se ha incrementado en los últimos años, principalmente por su gran cantidad de atributos nutritivos y anticancerígenos. Se lo consume en fresco en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. El brócoli es la segunda alternativa de exportación agrícola en la Sierra ecuatoriana, los principales destinos de exportación son Estados Unidos, Japón y Alemania. Su producción ha mostrado un alto dinamismo en los últimos años, pues esta actividad genera mucha mano de obra y aporta a la generación de divisa<sup>2</sup>.

Dada la importancia comercial del cultivo de esta hortaliza para el país, es preciso proveer los nutrimentos necesarios para un crecimiento adecuado del cultivo, y así obtener mejores rendimientos y una buena calidad de producto para que cumpla con los requisitos del mercado. Si faltan nutrimentos el rendimiento y calidad del producto será pobre, en cambio con excesos el costo de producción se incrementa, pudiendo ocasionar toxicidad en los cultivos<sup>3</sup>.

El aporte adecuado de macro elementos (N-P-K) al suelo para la nutrición del cultivo de brócoli es uno de los aspectos fundamentales para obtener una mayor producción y calidad de hortaliza, de ahí que los agricultores deben tomar las precauciones debidas para utilizar los fertilizantes en forma óptima, para cubrir las necesidades del cultivo de brócoli, razón por la cual, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la fertilización con diferentes niveles de N-P-K

---

<sup>1</sup> Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2013. Boletín situacional. Coordinación General del Sistema de Información Nacional.

<sup>2</sup> Revista El Agro. (18 de enero de 2013). Exportación del brócoli estable. Recuperado de <http://www.revistaelagro.com/exportacion-de-brocoli-estable/>

<sup>3</sup> Martínez, J. (s.f). Fertilización en hortalizas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía.

en el rendimiento del cultivo de brócoli en el Cantón Huaca, Provincia del Carchi, así como contribuir con información precisa sobre la aportación de fertilizantes para los productores dedicados al cultivo de brócoli.

Un aspecto crítico en la producción de hortalizas como es el brócoli es el desconocimiento del agricultor respecto a las dosis precisas de fertilización que debe utilizarse, ocasionando efectos negativos en el rendimiento y la calidad del brócoli, debido a las condiciones de baja o alta fertilidad del suelo.

La mayoría de los agricultores realizan una incorrecta manipulación de las dosis de fertilizantes, la aportación de nutrientes al cultivo se basa netamente en su conocimiento propio, debido a la escasa información manejada, lo que no les permite desarrollar un adecuado programa de fertilización, aspecto que limita al agricultor para obtener una mayor producción del brócoli y mejores ingresos económicos, ya que el aporte de nutrientes al cultivo resulta inadecuado.

La producción de brócoli en el país ha aumentado considerablemente en los últimos años, debido al incremento en la demanda tanto en el mercado nacional como en el internacional, ya que cada día las personas dan mayor importancia a su consumo, por las propiedades nutricionales y medicinales de esta hortaliza.

El Cantón Huaca presenta condiciones favorables para la producción de esta hortaliza durante todo el año, es así, que el área cultivada de brócoli tiende ampliarse ya que constituye una alternativa productiva diferente al cultivo de papa que tradicionalmente realizan los agricultores de la zona, de ahí la necesidad de conocer la fertilización adecuada para mejorar la producción. Razón por la cual, para aumentar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo de esta hortaliza es importante conocer el aporte adecuado de fertilización, siendo este el objetivo de la presente investigación.

## **.1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General.**

Evaluar de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia de Carchi.

### **1.1.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar el efecto de los tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli y encontrar cuál es el que mejor desarrollo agronómico induce al cultivo.
- Identificar la dosis adecuada de NPK para mejorar la producción de brócoli, en las condiciones del sitio donde se desarrolla el experimento.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Origen y generalidades del cultivo de brócoli

“El brócoli (*Brassica oleracea* L.) Es una planta de la familia de las Brasicáceas, originaria del Mediterráneo y Asia Menor” (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, (2013).

“A la cual pertenecen el repollo, la col, la coliflor y la col de bruselas. Su nombre proviene del término Italiano «broco» que quiere decir brote, en alusión a la parte comestible y preciada de la planta” (Jaramillo & Díaz, 2006).

Existen referencias históricas de que el cultivo data desde antes de la Era Cristiana. Ha sido popular en Italia desde el Imperio Romano y en Francia se cultiva desde el siglo XV (Revelo, Ruiz, & Oña, 2009). Según Jaramillo & Díaz (2006) su diseminación por el mundo se le atribuye a los comerciantes y navegantes del mediterráneo, como también a los intercambios culturales que se dieron durante la expansión y consolidación de las culturas del Mediterráneo (griega, romana, musulmana entre otras).

“En el Ecuador se empezó a cultivar en la década de 980 en pequeñas parcelas campesinas. En la década siguiente, ya era un producto de exportación. En la actualidad, el brócoli es la hortaliza que más se cultiva en el Ecuador, fundamentalmente para su exportación” (Salazar, 2006).

Álvarez, Bravo, & Armendaris (2014) mencionan que el brócoli constituye el segundo producto de agro-exportación procedente de la región andina. El Ecuador es el sexto exportador del producto a nivel mundial, el mismo que se vende en 47 países, siendo su principal comprador Estados Unidos, seguido por Japón y Alemania. Varios países de la Unión Europea son también importantes importadores de brócoli ecuatoriano.

Entre los años 2000 al 2012, la producción nacional de brócoli en el Ecuador aumentó en un 43.79%, esto se debe principalmente a la creciente demanda de este producto y al incremento en los precios a nivel internacional. En el año 2000 se

produjeron 48,682 toneladas y para el 2012 se incrementó a 70,000 toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 3.85%. MAGAP, (2013)

## **2.2. Descripción botánica**

El brócoli es anual, es una planta recta de 60 a 90 cm de altura (Martínez J. C., 2012), el sistema radicular es pivotante, con raíces secundarias y superficiales (Orellana, y otros, 2008); las hojas son grandes con bordes ondulados, de color verde intenso a verde grisáceo, y cuyo tallo principal termina en una inflorescencia primaria con flores dispuestas en una estructura denominada “pella” o “pan”. Esta inflorescencia, tipo corimbo compuesto, está formada por numerosos primordios foliares sostenidos en pedicelos dispuestos sobre pedúnculos suculentos. Las pellas aparecen en forma de cúpula, cuya aparición se definen en determinadas épocas fenológicas del cultivo, poseen superficies granuladas, en forma de conglomerados parciales cónicos de formación apical. A partir de las yemas axilares de las hojas se desarrollan inflorescencias laterales de menor tamaño, que son utilizadas por la industria, especialmente del congelado y encurtido. (Kehr & Díaz, 2012)

## **2.3. Propiedades nutritivas**

“El brócoli tiene un alto valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas. Estos ayudan a prevenir algunos tipos de cáncer, retardan el proceso de envejecimiento, mejoran el funcionamiento de los pulmones, disminuyen la aparición de cataratas y procesos de degeneración muscular” (Linares, s.f).

Jaramillo & Díaz (2006) indican que por sus propiedades antivirales y por su contenido de cromo, ayuda a regular la insulina y el azúcar en la sangre, reduciendo el riesgo de diabetes. También, reduce el riesgo de artritis y enfermedades del corazón; tiene propiedades diuréticas, antianémicas, laxantes y depuradoras de la sangre, previene el infarto y controla la obesidad.

“El brócoli es la hortaliza de mayor valor nutritivo, con un aporte elevado de vitamina C y B2 (riboflavina), provitamina A, calcio, potasio, fósforo, previene el cáncer y otras enfermedades. Se puede consumir crudo o cocido, y como productos procesados”

(Kehr & Díaz, 2012). En el Cuadro 1 se muestra la composición nutricional del brócoli.

**Cuadro 1.** Composición nutricional de 100 g de una porción fresca comestible de brócoli

Nutriente	Valor
Agua (%)	91
Energía (kcal)	28
Proteína	3.0
Grasa (g)	0.4
Carbohidrato (g)	5.2
Fibra (g)	1.1
Ca (mg)	48
P (mg)	66
Fe (mg)	0.9
Na (mg)	27
K (mg)	325
Vitamina A (UI)	1542
Tiamina (mg)	0.07
Riboflavina (mg)	0.12
Niacina (mg)	0.64
Ácido ascórbico	93.2
Vitamina B6 (mg)	0.16

Fuente: Haytowitz y Mattheews (1984) citado por Lorenz & Maynard (1988)

## **2.4. Requerimientos del cultivo**

### **2.4.1 Clima**

“El brócoli es una hortaliza que se desarrolla favorablemente en climas fríos y frescos, tolerando temperaturas de hasta -2 °C, siempre y cuando no esté presente la inflorescencia en la planta, de lo contrario será fácilmente dañada por la baja de temperatura. La temperatura óptima de desarrollo es de 17 °C” (Santoyo & Martínez, s.f).

Según Theodoracopoulos & Lardizábal (2008) es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas arriba de los 1,500 msnm. Para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24 °C y para poder iniciar la fase de inducción floral se necesita una temperatura de entre 10 y 15 °C durante varias horas del día.

#### **2.4.1. Suelo**

De acuerdo con Santoyo & Martínez, (s.f) “el brócoli se adapta casi a cualquier tipo de suelos, pero, como todos los vegetales, prefiere suelos no muy ligeros, uniformes, profundos con buen drenaje y con un pH óptimo de 6 a 7.5 (aunque soporta de 5 a 5.5 de pH)”.

De igual manera Theodoracopoulos & Lardizábal (2008) “refieren que el brócoli requiere suelos francos con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua. Sin embargo, prefiere los suelos franco arenoso con mucha materia orgánica” (Martínez J. C., 2012).

#### **2.4.2. Agua**

El cultivo requiere de un buen manejo de agua disponible a nivel celular, prácticamente en las primeras épocas fenológicas el requerimiento de agua es la más importante dentro del ciclo del cultivo. De tal forma que es susceptible a deshidrataciones sorpresivas, de las cuales difícilmente puede recuperarse,

especialmente en el periodo cuando alcanza la tasa más alta de crecimiento. (Orellana, y otros, 2008)

## **2.5. Requerimientos nutricionales**

“Las hortalizas como el brócoli son exigentes en nitrógeno, potasio, azufre, boro y molibdeno” (Jaramillo & Díaz, 2006).

Martínez (s.f) menciona que las hortalizas son consideradas como grandes consumidores de fertilizantes, que las plantas necesitan 6 elementos en diferentes cantidades para obtener una producción adecuada. Estos nutrimentos están clasificados de acuerdo a las cantidades necesarias. Tan sólo tres de estos 6 (carbono, oxígeno e hidrógeno) acumulan el 95% del total requerido y afortunadamente son suministrados a través del aire y el agua. El restante deberán ser suplementados a través del suelo y la fertilización sintética. Sin embargo, solamente el nitrógeno, fósforo y potasio se requieren en altas cantidades, el resto normalmente el suelo posee suficientes cantidades o son suministradas en bajas cantidades a través de aplicaciones foliares (zinc, boro, calcio, magnesio, manganeso, fierro y azufre) o vienen mezclados con los fertilizantes que contienen macro nutrimentos (calcio y azufre).

“El cultivo de brócoli es altamente demandante de nitrógeno, sobre todo en las etapas de crecimiento. Los fertilizantes que se recomiendan usar son urea, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y fosfato monoamónico” (Santoyo & Martínez, s.f).

“Las carencias de nitrógeno después del inicio de la formación de la yema (inicio de la formación de la cabeza o pella) son especialmente críticas. Cuando las aplicaciones de nitrógeno son realizadas después de ése estado pudiera no ser completamente corregido el problema” (Zamora, 2016).

Theodoracopoulos & Lardizábal (2008) mencionan que el brócoli es particularmente sensible a la deficiencia de boro, por lo que su aplicación es obligatoria. De acuerdo con Zamora (2016) la deficiencia de boro en brócoli resulta en deformación del follaje, yemas de color café y cavidades internas de color parduzco en tallos. Sin embargo, la formación de tallo hueco en brócoli pudiera estar

relacionada con la presencia de altas temperaturas en combinación con altos niveles de nitrógeno, tallos con diámetros grandes y amplio marco de plantación.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1991) “señala que se han observado buenos resultados con la aplicación de 12 g de fertilizante fórmula 10-30-10 en el trasplante y 10 gramos de nitrato de amonio a cada planta, treinta días después del trasplante. Además, recomienda la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre”.

## **2.6. Estudios sobre la fertilización del brócoli**

Aspectos nutricionales del brócoli en Nariño demuestran que la fertilización influye directamente sobre la producción de brócoli. Puenayan, Córdoba, & Unigarro (2010) mencionan que la aplicación de elementos mayores de fósforo y potasio, en ausencia de nitrógeno, disminuyen variables como el diámetro de la pella, peso de la pella y rendimiento. Sin embargo, existe un efecto significativo y complementario en la respuesta del brócoli a la fertilización de N con P y K, que se manifiesta en el aumento de variables como diámetro y peso de la pella influyendo en el rendimiento total. Con la aplicación de 150 kg/ha N + 200 kg/ha P<sub>205</sub> + 80 kg/ha K<sub>20</sub>, obtuvieron un peso promedio de pellas de 401,24 g, y un rendimiento de 42.16 t/ha.

Investigaciones realizadas por Chirinos & Lazcano (s.f) en Querétaro, México. encontraron respuesta favorable del brócoli a la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y micronutrientes combinados con nitrógeno en forma de Urea en la dosis más baja utilizada, aplicando 360 kg de nitrógeno (U); 234 kg de P<sub>2O5</sub>; 143 kg de K<sub>2O</sub> y 42 kg de MgO, obtuvieron rendimientos de 13,489 Kg/Ha.

En un estudio sobre la demanda nutricional de nitrógeno en brócoli realizado en México por Cartagena, Galvis, Hernández, & Arévalo (2010) “determinaron que los rendimientos máximos de brócoli se obtuvieron con la dosis de 300 kg/ha de nitrógeno, con producciones de la inflorescencia de 17.7 ton/ha en el híbrido Avenger y 14.6 ton/ha en el híbrido Heritage”.

Para la fertilización con fósforo, la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, (2004) reporta los mayores rendimientos con la aplicación de 240

kg/ha P, disminuyendo drásticamente los rendimientos con aplicaciones inferiores a los 160 kg/ha del elemento. La respuesta a la fertilización con K se presenta hasta con 200 kg/ha, cantidades superiores a los 300 kg/ha tienden a disminuir la producción.

Según Granobles (1995) “el requerimiento por hectárea es de 100 kg de N, 100 kg de P, 80 kg de K. La FHIA (2004) menciona que para producir 23 t de brócoli el cultivo extrae 68 kg/ha N, 23 kg/ha P y 56 kg/ha K”.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en el Sector San Pedro de la Cruz, Cantón Huaca, Provincia del Carchi, ubicada a una altitud de 2.927 m.s.n.m; con una temperatura media de 3°C; una precipitación anual 9 mm y una humedad relativa superior al 80 %.

Los suelos pertenecen al orden de los Andisoles, derivados de cenizas volcánicas, con texturas arcillosas, francos limosos y arenosos, de buen drenaje, en su mayoría moderadamente profundos. Estos suelos se caracterizan por retener fósforo, por lo que este elemento es deficiente en estos suelos para los cultivos (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Pedro de Huaca, 2014).

Según el sistema de clasificación de Holdridge la zona pertenece a la formación ecológica de Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB).

#### 3.2. Material experimental

Se utilizó plantas híbridas de brócoli Avenger, que posee un amplio rango de adaptación para su producción y consistentes rendimientos, color verde atractivo y uniforme y de cabezas bien domadas y gran peso, con grano fino.

#### 3.3. Materiales de campo y equipos

Azadones, rastrillo, flexómetro, estacas, piolas, martillo, rótulos de identificación, baldes, mangueras, balanza, computador, cámara fotográfica, Impresora.

#### 3.4. Factores Estudiados.

- **Variable Dependiente:** Brócoli híbrido Avenger
- **Variable Independiente:** Niveles de NPK
  - B1: Alto
  - B2: Medio
  - B3: Bajo

### 3.5. Métodos

Se emplearon los métodos teóricos: Inductivo-deductivo, análisis-síntesis y el empírico llamado experimental.

### 3.6. Tratamientos estudiados

En el Cuadro 2 se detallan los tratamientos estudiados en la presente investigación:

**Cuadro 2.** Tratamientos estudiados en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

No.	Niveles	Dosis de fertilizante Kg/ha				Dosis por tratamiento gr			
		10-30-10	Sulfato de amonio	Urea	0-0-60	10-30-10	Sulfato de amonio	Urea	0-0-60
T1	Alto	134	415	189	300	10	32	14	23
T2	Medio	267	623	284	416	20	47	21	32
T3	Bajo	400	830	378	532	30	64	28	41
T4	Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.7. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con un total 16 unidades experimentales.

En la presente investigación se aplicó el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 3:

**Cuadro 3.** Esquema del ADEVA Evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

F. de V.	GL.
Total	15
Bloques	3
Tratamientos	3
Error	6

### 3.7.1. Análisis Funcional

Para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos en estudio, se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística.

### 3.7.2. Descripción del lote experimental

El área total del experimento fue de 143 m<sup>2</sup>, cada parcela de 3 m<sup>2</sup> y la separación entre unidades experimentales y repeticiones de 1 m.

**Cuadro 4.** Descripción del lote experimental utilizado en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Área total del ensayo:	183 m <sup>2</sup>
Área de la parcela neta:	4.50m <sup>2</sup>
Distancia entre unidad experimental:	1 m.
Distancia entre repeticiones:	1 m.
Distancia entre surcos:	50 cm.
Distancia entre plantas:	30 cm.
Número de surcos:	5
Número de plantas por surco:	6
Número de plantas por unidad experimental	30
Total de plantas	480

## 3.8. Manejo del ensayo

### 3.8.1. Análisis de suelo

Las muestras se tomarán de forma aleatoria dentro del área asignada para el desarrollo de la investigación, las cuales fueron homogenizadas y enviadas al laboratorio de análisis de Suelos y Aguas de (LABONORT) de la ciudad de Ibarra para el respectivo análisis químico del suelo, con el fin de determinar la recomendación de nutrición apropiada para establecer los niveles que se estudiaron en el ensayo.

### 3.8.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó de forma mecanizada, con un pase de arado de disco a una profundidad de 30 centímetros aproximadamente, y después dos rastras en diferente sentido, con la finalidad de aflojar y desmenuzar el suelo posteriormente se trazaron surcos para realizar el trasplante de las plántulas de brócoli.

### 3.8.3. Delimitación del área experimental

Utilizando flexómetro, piola, y estacas de madera, se delimitó las 16 unidades experimentales y los cuatro bloques (repeticiones), cada uno de los cuales contiene cuatro parcelas con los respectivos tratamientos, según la distribución realizada previamente.

### 3.8.4. Trasplante

Una vez realizado los surcos y el trazado de parcelas se procedió al trasplante de las plántulas a una distancia de 0.50 m entre surcos y 0.30 entre plantas, dando un total de 480 plántulas en todo el ensayo experimental.

### 3.8.5. Aplicación de fertilizante NPK

La fertilización se realizó al momento de la siembra, posteriormente a los 15, 30 y 45 días después del trasplante, previo a la aplicación se procedió a pesar la dosis establecida para cada tratamiento con la finalidad de facilitar la distribución del mismo. Una vez aplicado se procedió a tapar. Los fertilizantes y dosis de aplicación se detallan en el siguiente cuadro:

Días a la aplicación de fertilizante	10-30-0 (g)				Sulfato de amonio(g)				Urea(g)				0-0-60 (g)			
	A	M	B	T	A	M	B	T	A	M	B	T	A	M	B	T
0	30	20	10	0	32	24	16	0	--	--	--	--	21	16	12	0
15	--	--	--	--	32	24	16	0	--	--	--	--	--	--	--	--
30	--	--	--	--	--	--	--	--	9	7	5	0	21	16	12	0
45	--	--	--	--	--	--	--	--	19	14	10	0	--	--	--	--

**A: alto, M: medio, B: bajo, T: testigo**

### **3.8.6. Aporque**

El primer aporque se realizó a los 15 días después del trasplante, seguidamente a los 30 y 45 días después del trasplante, para mantener la humedad de la planta y del suelo.

### **3.8.7. Cosecha**

La cosecha se efectuó manualmente a los 90 días después del trasplante, cuando las pellas alcanzaron la madurez comercial; es decir cuando, las inflorescencias estuvieron bien desarrolladas, compactas, las yemas sin abrir y presentaron un color azul verdoso, cortándolas con una longitud de tallo de 10 centímetros. La recolección se realizó en las horas de la mañana, para evitar la deshidratación de la pella.

## **3.9. Datos evaluados.**

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables:

### **3.9.1. Porcentaje De Prendimiento**

Para la determinación de esta variable se contó el número de plantas vivas a los 21 días después del trasplante, para posteriormente transformar a porcentaje considerando el total de plantas iniciales.

### **3.9.2. Altura de planta**

A los 45 y 90 días después del trasplante se registró la altura de 10 plantas marcadas, utilizando una regla graduada en centímetros, para lo cual, se midió desde el cuello de la planta hasta la parte apical de follaje.

### **3.9.3. Diámetro del tallo**

Se evaluó el diámetro de 10 plantas marcadas a los 45 y 90 días después del trasplante, con la ayuda de un calibrador o pie de rey, la medida se registró en cm.

#### **3.9.4. Diámetro de planta**

A los 45 y 90 días después del trasplante se tomó el diámetro de cada planta marcada de la parcela neta se midió con la ayuda de una cinta métrica en cm.

#### **3.9.5. Peso de pellas/unidad experimental**

Todas las pellas recolectadas de 10 plantas marcadas se pesaron en una balanza digital y se obtuvo el peso total por cada unidad experimental en kg.

#### **3.9.6. Diámetro mayor de pella**

Con la ayuda de una cinta métrica se midió el diámetro mayor de cada una de las pellas cosechadas en cada unidad experimental, el dato se tomó en cm. con un flexo metro.

#### **3.9.7. Rendimiento por hectárea**

Se sumó el peso total de las pellas cosechadas de las 10 plantas marcadas en cada unidad experimental, y se obtuvo el peso promedio de cada pella y de este dato se proyectó para obtener el rendimiento por hectárea, expresado en kg/ha.

#### **3.9.8. Análisis económico**

El análisis económico de cada uno de los tratamientos se efectuó en función del rendimiento, precio de venta y costos de producción de los tratamientos en estudio y se determinó la relación Beneficio/costo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de prendimiento

Del análisis de varianza para variable porcentaje de prendimiento a los 21 días después del trasplante del brócoli, se desprende que las fuentes de variación bloques y tratamientos presentan valores inferiores a sus correspondientes tabulares, es decir, no existen diferencias estadísticas entre dichas fuentes. El tratamiento T4 alcanzó el mayor número de plantas prendidas con 100%, en tanto que el tratamiento T1 obtuvo el menor prendimiento con 90.50 %. El promedio general fue de 95% de prendimiento y el coeficiente de variación fue del 7.26%.

**Cuadro 5.** Promedios de porcentaje de prendimiento a los 21 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Tratamiento	21 días
T1	90,50
T2	92,25
T3	97,25
T4	100,00
Promedio:	95,00
F calculado:	ns
Coeficiente de variación (%):	7,26

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente  
ns: No significativo

Del análisis de los promedios (Cuadro 5) se determinó que el tratamiento T4 (testigo) alcanzó el mayor número de plantas prendidas con 100%, en tanto que el tratamiento T1 obtuvo el menor prendimiento con 90.50 %. El alto porcentaje de prendimiento posiblemente se debe a la incorporación de fertilizantes químicos al momento de la siembra, que aportó los nutrientes necesarios para el crecimiento del cultivo y a la calidad de las plantas utilizadas en el ensayo experimental.

## 4.2. Altura de planta

El análisis de varianza para la variable altura reportó para tratamientos diferencias significativas y altamente significativas a los 45 y 90 días respectivamente, al 95% de probabilidad estadística; en cambio para bloques no hubo significancia. La altura promedio de planta a los 45 días fue de 27.46 cm y de 63,38 cm a los 90 días. Los coeficientes de variación fueron 5.97 % a los 45 días y 8,93%, a los 90 días.

**Cuadro 3.** Promedios de altura de planta en cm, a los 45 y 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Altura de planta (cm)			
Tratamientos	45 días	90 días	
T1	28,38	T2	73,30 a
T2	28,28	T1	73,12 a
T3	28,12	T3	70,22 a
T4	25,05	T4	37,20 b
Promedio:	27,46	63,38	
F calculado:	*	**	
Coefficiente de variación (%):	5,97	8,93	

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

En el Cuadro 3 se observa que no existen diferencias estadísticas en altura de planta a los 45 y 90 días entre los tratamientos T1 (28,28 cm), T2 (28,38 cm) y T3 (28,12 cm). La prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística registra dos rangos de significancia estadística, donde se muestra que la mayor altura de planta a los 90 días se encontró en el tratamiento T2 cuando se aplicó de (10-30-10) 20g, (sulfato de amonio) 47g, (UREA) 21g, (0-0-60) 32g, con 73,30 cm, respectivamente; mientras que la menor altura total se encontró en el testigo con 37,20 cm. Los resultados pueden estar relacionados con la fertilización de fondo y la distribución del fertilizante NPK durante el resto del ciclo del cultivo, debido a las exigencias

nutricionales de este, que permitieron mejorar la fertilidad de suelo y el crecimiento de las plantas.

### 4.3. Diámetro de tallo

Del análisis de varianza para la variable diámetro de tallo se determina diferencias significativas a los 45 días y altamente significativas a los 90 días para tratamientos; con un coeficiente de variación es de 8,10 % y 4,89 % respectivamente y con un promedio general de 1,23 cm y 2,89 cm, en su orden. Existen diferencias significativas a los 45 días que a los 90 días por la reacción de los productos aplicados en el ciclo de cultivo obteniendo un resultado altamente significativo.

**Cuadro 7.** Promedios de diámetro de tallo en cm, a los 45 y 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Diámetro de tallo (cm)			
Tratamientos	45 días	90 días	
T3	1,30 a	T3	3,14 a
T1	1,29 a	T1	2,95 a
T2	1,26 a	T2	3,16 a
T4	1,08 b	T4	2,32 b
Promedio:	1,23	2,89	
F calculado:	*	**	
Coeficiente de variación (%):	8,10	4,89	

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

La prueba Tukey al 5% significancia (Cuadro ) para la variable diámetro del tallo registra dos niveles de significancia estadística, y muestra el tratamiento T1 (10-30-10) 10g. (Sulfato de amonio) 32g, (UREA) 14g, (0-0-60) 23g, el mayor diámetro de tallo con 3.14 cm y el menor diámetro obtuvo el tratamiento T4 (testigo absoluto) con 2,32 cm; resultados que pueden estar relacionados con las condiciones climáticas donde se desarrolló el cultivo y las características de las plantas utilizadas en la investigación.

#### 4.4. Diámetro de planta

El análisis de varianza para diámetro de planta a los 45 y 90 días presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos y no significativas entre bloques; presentando un coeficiente de variación de 5,89 y 9,80% respectivamente y un promedio de diámetro de planta de 47,11 y 76,38 cm, en su orden.

**Cuadro 84.** Promedios de diámetro de planta en cm, a los 45 y 90 días después del trasplante en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Diámetro de planta (cm)			
Tratamientos	45 días	90 días	
T3	50,44 a	T2	83,16 a
T1	50,49 a	T3	82,9 a
T2	50,16 a	T1	81,96 a
T4	37,37 b	T4	57,49 b
Promedio:	47,11	76,38	
F calculado:	**	**	
Coeficiente de variación (%):	5,89	9,80	

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente

\*\* : Altamente significativo

La prueba de comparación de medias mostró que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos T1, T2 y T3 ( Cuadro 84); sin embargo, el mayor diámetro de planta se obtuvo con el tratamiento T2 (20g 10-30-10, 47g sulfato de amonio, 21g urea, 32g 0-0-60) con 83,16 cm, con respecto al tratamiento T4 (testigo absoluto) que presentó un menor diámetro de planta con 57,49 cm. Los resultados obtenidos pueden estar relacionados con el aporte del fertilizante químico realizado al suelo, que favorecieron la disponibilidad de nutriente para el cultivo.

#### 4.5. Peso de pella/unidad experimental

El análisis de varianza para la variable peso de pella, presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos y diferencias no significativas entre bloques; con un coeficiente de variación de 7,16 % y una media de peso de pella de 1,14 kg.

**Cuadro 9.** Promedios de peso de pella en Kg, en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Peso de pella (kg)	
Tratamientos	Medias
T3	1,93 a
T1	1,64 b
T2	1,48 b
T4	0,54 c
Promedio:	1,14
F calculado:	**
Coeficiente de variación (%):	7,16

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente  
\*\*: Altamente significativo

De la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística se determina existen diferencias estadísticas entre los tratamientos; el tratamiento T3 (10-30-10) 30g, (sulfato de amonio) 64g, (urea) 28g, (0-0-60) 41g mostró el mayor peso de pella con un peso promedio de 1,93 kg. Con respecto al testigo que presentó un peso promedio de 0,54 kg. (Cuadro). Los resultados alcanzados revelan la importancia de la nutrición del suelo para el crecimiento de las plantas y obtener mayores rendimientos a la cosecha, sin una adecuada nutrición se genera un desbalance nutrimental, que se refleja en bajos promedios de peso de pella como los obtenidos en el testigo absoluto.

#### 4.6. Diámetro mayor de pella

Del análisis de varianza para diámetro mayor de pella que precede se determina que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y diferencias no significativas entre bloques; con un coeficiente de variación de 3,17% y un promedio de diámetro de pella de 19,19 cm.

**Cuadro 5.** Promedios de diámetro mayor de pella en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Tratamientos	Media
T3	24,38 a
T2	21,85 b
T1	21,51 b
T4	9,38 c
Promedio:	19,19
F calculado:	**
Coeficiente de variación (%):	3,17

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente  
\*\*: Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística se muestra que el diámetro mayor de pella se obtuvo con la aplicación del tratamiento T3 (10-30-10) 30g, (sulfato de amonio) 64g, (urea) 28g, (0-0-60) 41, con un diámetro promedio de 24,38 cm, con relación al tratamiento T4 (testigo absoluto) que alcanzó un diámetro de 9,38 cm (Cuadro 5). Los resultados pueden estar relacionados con la densidad de siembra, las condiciones climáticas, a los nutrientes disponibles en el suelo y a la dosis de fertilizante aplicado al cultivo, los diámetros obtenidos difieren con los encontrados por Puenayan, Córdoba, & Unigarro (2010) en un estudio sobre fertilización de brócoli con N-P-K realizado en el Municipio de Pasto, Nariño, quienes obtuvieron el mayor diámetro de la inflorescencia de 15,82 cm a la aplicación de N-P-K y 11,05 cm en el diámetro del testigo.

#### 4.7. Rendimiento por hectárea

Del análisis de varianza para rendimiento por hectárea se determina que existen diferencias altamente significativas para tratamientos y no significativas entre bloques al 1% de probabilidad estadística; presentando un coeficiente de variación de 4,62 y un rendimiento de 93,170 kg/ha.

**Cuadro 11.** Rendimiento Kg/ hectárea en la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la zona de Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2018.

Tratamientos	Medias
T3	128,667 a
T1	109,334 b
T2	98,667 c
T4	36,000 d
Promedio:	4,62
F calculado:	**
Coeficiente de variación (%):	93,170

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente

\*\* : Altamente significativo

La prueba comparación de medias Tukey al 5% de probabilidad estadística, mostró que el mayor rendimiento por hectárea se obtuvo con la aplicación de tratamiento T3 30g (10-30-10), 64g (sulfato de amonio), 28g (urea), 41g (0-0-60) con 128.667 kg/ha, en comparación con el tratamiento T4 (testigo absoluto) que alcanzó 36.000 kg/ha, los resultados obtenidos pueden estar relacionados con las características fenológicas del híbrido Avenger utilizado en la investigación; al distanciamiento de siembra, que favoreció el desarrollo y crecimiento de la planta y a la fertilidad del suelo.

#### 4.8. Análisis económico

Del análisis económico se determina que el tratamiento T3 (que fue el nivel alto con 801 kg 10-30-10, 1.868 kg sulfato de amonio, 851 kg urea y 1.248 kg 0-0-60 /ha) que representa costos de producción superiores con 6.705,95 dólares/ha con un rendimiento de 128.667 kg/ha, con relación a los testigos que presentan un costo de 5.399,35 dólares/ha con un rendimiento de 36.000 kg/ha De la relación beneficio costo se establece que con el tratamiento 3 los ingresos son mayores que los beneficios, por lo tanto, en todos los tratamientos se recupera la inversión realizada, sin embargo, es necesario fertilizar para que la producción aumente.

Tratamientos	Producción kg/ha	Precio kg/ha	Ingreso USD/ha	Costo fijo USD/ha	Costo variable USD/ha	Total costo por producción	Beneficio USD/ha
T1	109.334	0.30	32.800,2	5.399,35	729,38	6.065,73	26.734,47
T2	98.667	0.30	29.600,1	5.399,35	918,46	6.317,81	23.282,29
T3	128.667	0.30	38.600,1	5.399,35	1.306,6	6.705,95	31,894.15
T4	36.000	0,30	10.800	5.399,35	0	5.399,35	5.400,65

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Del análisis e interpretación estadística de los resultados de la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

- El tratamiento 3 produce efectos significativos en el diámetro de planta, en el diámetro del tallo, en el peso de pella, en el diámetro mayor de pella y en el rendimiento total del brócoli, en tanto que la ausencia de fertilización ocasiona disminución en la producción.
- Para la zona de estudio la fertilización del tratamiento 3 que fue el nivel alto con 801 kg 10-30-10, 1.868 kg sulfato de amonio, 851 kg urea y 1.248 kg 0-0-60 demostró el mayor rendimiento en la producción de brócoli.
- La dosis del tratamiento 3 que fue el nivel alto con 801 kg 10-30-10, 1.868 kg sulfato de amonio, 851 kg urea y 1.248 kg 0-0-60 resultó ser la más costosa y con una rentabilidad de \$ 31,894.15.

### **5.2 Recomendación**

- Se recomienda utilizar el tratamiento 3 que fue el nivel alto con 801 kg 10-30-10, 1.868 kg sulfato de amonio, 851 kg urea y 1.248 kg 0-0-60 /ha para mejorar la producción de brócoli en la zona de Huaca cantón Huaca provincia del Carchi

## VI. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el cantón Huaca, provincia del Carchi, con el fin de estudiar la evaluación de tres niveles de NPK en la producción de brócoli (*Brassica oleracea L*), los tratamientos establecidos son nivel bajo, nivel medio y nivel alto para mejorar la producción en la zona. En la presente investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones y siendo el tratamiento T4 el testigo. Las parcelas experimentales corresponden a un área de 3 m<sup>2</sup> de la parcela neta y área total del experimento de 43 m<sup>2</sup>, se evaluaron las variables: % de prendimiento a los 2 (ddt), altura de planta a los 45 -90 (ddt), diámetro de tallo a los 45-90 (ddt), diámetro de planta a los 45-90 (ddt), peso de pella, diámetro mayor de pella al momento de la cosecha y rendimiento en kg/ha. Todas las variables son sometidas a análisis de varianza, utilizando la prueba de Tukey al 5%.

Los resultados obtenidos determinaron que los tratamientos con (niveles de NPK) en base a las diferentes dosis aplicadas son apropiados para la investigación.

Las conclusiones fueron: las tres diferentes dosis ensayadas, demostraron buen comportamiento agronómico a las condiciones climáticas de la zona de estudio; los tres tratamientos obtuvieron valores semejantes en algunas de la variables en rendimiento, peso de pella, diámetro mayor de pella fue el tratamiento tres que es el nivel alto, se recomienda: Utilizar para la siembra de brócoli el tratamiento tres, por su buen comportamiento agronómico.

Se puede utilizar los tres tratamientos como son nivel bajo, nivel medio y nivel alto para la producción de brócoli pero el más eficiente es el nivel alto que es el tratamiento tres por los mayores rendimientos presentados en la investigación.

Palabras claves: cultivo de brócoli, tratamientos, fertilización, dosis, rendimiento

## VII. SUMMARY

The present investigation was carried out in the canton Huaca, province of Carchi, in order to study the evaluation of three levels of NPK in the production of broccoli (*Brassica oleracea* L), the established treatments are low level, medium level and high level for improve production in the area. In the present investigation, the design of randomized complete blocks was used with four treatments and four repetitions and the T4 treatment being the control. The experimental plots correspond to an area of 3 m<sup>2</sup> of the net plot and total area of the experiment of 43 m<sup>2</sup>, the variables were evaluated: % of the yield at 2 (ddt), height of the plant at 45 -90 (ddt), stem diameter at 45-90 (ddt), plant diameter at 45-90 (ddt), pellet weight, greater pellet diameter at harvest time and yield in kg / ha. All variables are subjected to analysis of variance, using the Tukey test at 5%.

The results obtained determined that the treatments with (NPK levels) based on the different doses applied are appropriate for the investigation.

The conclusions were: the three different doses tested, showed good agronomic behavior to the climatic conditions of the study area; the three treatments obtained similar values in some of the variables in yield, weight of pella, greater diameter of pella was the treatment three that is the high level, it is recommended: To use for the sowing of broccoli the treatment three, for its good agronomic behavior.

The three treatments can be used, such as low level, medium level and high level for the production of broccoli, but the most efficient is the high level, which is treatment three because of the higher yields presented in the research.

Keywords: broccoli cultivation, treatments, fertilization, dosage, yield.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, T., Bravo, E., & Armendaris, E. (2014). Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 20, núm. 2., 45-57.
- Cartagena, Y., Galvis, A., Hernández, T., & Arévalo, G. (2010). *Determinación de la demanda nutrimental de nitrógeno en brócoli (Brassica oleracea italica)*. Santo Domingo.
- Chirinos, H., & Lazcano, I. (s.f). *Brócoli. Mejores rendimientos balanceando su fertilización N, P, K y Mg*.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2004). Respuesta del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. Hoja Divulgativa No. 37. 2.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Pedro de Huaca. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT)*. Huaca, San Pedro de Huaca.
- Granobles, J. (1995). Cultivo del brócoli. Petoseed. Cali, Colombia.
- Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006). *El Cultivo de las Crucíferas (brócoli, coliflor, repollo, col china)*. Manual técnico 2. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Centro de Investigación La Selva. Antioquia, Colombia.
- Kehr, E., & Díaz, P. (2012). *Producción de brocolí para la agroindustria*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. No. 61. Temuco, Chile .
- Linares, H. (s.f). *Brócoli. Promoción de inversiones e intercambios comerciales. Programa de desarrollo económico sostenible en Centroamérica. Ficha 32. Unión Europea*. Obtenido de <http://web.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-brocoli.pdf>
- Lorenz, O., & Maynard, D. (1988). *Knott's handbook for vegetable grower*. New York NY: Tercera Edición. John Wiley & Sons Inc.
- Martínez, J. C. (26 de Noviembre de 2012). *Propagación y técnicas de cultivo del Brócoli (Brassica oleracea var italica)*. Obtenido de Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, Campus

Guanajuato.: <http://vinculando.org/mercado/agroindustria/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-del-brocoli-brassica-oleracea-var-italica.html>

Martínez, J. (s.f). *Fertilización en hortalizas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía.* México.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola.* San José, Costa Rica.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) . (2013). *Boletín situacional. Coordinación General del Sistema de Información Nacional.* Quito, Ecuador.

Orellana, H., Solórzano, H., Bonilla, A., Salazar, G., Falconí, C., & Velasteguí, R. (2008). *Manejo orgánico ecológico del cultivo de brócoli. Vademécum Agrícola.* Edifarm.

Puenayan, A., Córdoba, F., & Unigarro, A. (2010). Respuesta del brócoli Brassica oleracea var. Italica L. Híbrido Legacy a la fertilización con N-P-K en el Municipio de Pasto, Nariño. *Revista de Agronomía. Vol. XXVII No. 1, 49-57.*

Revelo, R., Ruiz, M., & Oña, X. (2009). *Perfil de brócoli. Centro de Información e Inteligencia Comercial (CICO) de CORPEI.* Obtenido de <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/brocoli.pdf>

Salazar, G. (2006). *Análisis de la producción de brócoli en Pichincha y Cotopaxi para incrementar las exportaciones dirigidas al mercado japonés (tesis de grado).* Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.

Santoyo, J., & Martínez, C. (s.f). *Tecnología de producción de brócoli. Fundación Produce Sinaloa A.C.* Sinaloa, México.

Theodoracopoulos, M., & Lardizábal, R. (2008). *Manual de producción de brócoli. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)- Programa de Diversificación Económica Rural (RED).* Honduras.

Zamora, E. (2016). *El cultivo de brócoli. Serie guías - producción de hortalizas DAG/HORT-010. Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora-Hermosillo.* Hermosillo, Sonora México.

## APÉNDICE

### Apéndice 1. Datos de campo

**Cuadro 1. Promedios de % de prendimiento** a los 21 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
<b>T1</b>	96	100	93	73	362	90,5
<b>T2</b>	96	100	90	83	369	92,25
<b>T3</b>	96	93	100	100	389	97,25
<b>T4</b>	100	100	100	100	400	100

**Cuadro 2. Análisis de varianza porcentaje de prendimiento** a los 21 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
<b>Total</b>	864	15				
<b>Bloque</b>	204,5	3	68,17	1,43 ns	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	231,5	3	77,17	1,62 ns	3,86	6,99
<b>Error.</b>	428	9	47,56			

**Cuadro 3. Promedios de altura de planta** de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	29,4	28,1	28	28	113,5	28,38
T2	29	29,2	27,9	27	113,	28,28
T3	27,6	30	26,5	28,4	112,5	28,12
T4	29,4	23	24,1	23,7	100,2	25,05

**Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de plantas** a los 45 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	67,92	15				
Bloque	12,45	3	4,15	1,53 ns	3,86	6,99
Trat.	31,01	3	10,34	3,8 ns	3,86	6,99
Error.	24,46	9	2,72			

**Cuadro 5.** Promedios de altura de plantas a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
<b>T1</b>	73,1	73,1	74,2	72,1	292,5	73,12
<b>T2</b>	77	73,4	73,5	69,3	293,2	73,3
<b>T3</b>	77,1	71,4	65,3	67,1	280,9	70,22
<b>T4</b>	37,1	28,1	32,4	51,2	148,8	37,2

**Cuadro 6.** Análisis de varianza de altura de plantas a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
<b>Total</b>	4118,84	15				
<b>Bloque</b>	69,12	3	23,04	0,6 ns	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	3702,37	3	1234,12	31,98 **	3,86	6,99
<b>Error.</b>	347,35	9	38,59			

**Cuadro 7. Promedios de diámetro del tallo** a los 45 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	1,3	1,46	1,21	1,2	5,17	1,29
T2	1,26	1,3	1,2	1,29	5,05	1,26
T3	1,16	1,26	1,47	1,32	5,21	1,3
T4	1,02	1,16	1,05	1,09	4,32	1,08

**Cuadro 8. Análisis de varianza de diámetro del tallo** a los 45 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,24	15				
Bloque	0,02	3	0,01	1 ns	3,86	6,99
Trat.	0,13	3	0,04	4 *	3,86	6,99
Error.	0,09	9	0,01			

**Cuadro 9.** Promedios de diámetro del tallo a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Media</b>
<b>T1</b>	3,16	2,79	3,25	3,37	12,57	3,14
<b>T2</b>	2,81	2,7	3,19	3,1	11,8	2,95
<b>T3</b>	3,27	2,86	3,22	3,31	12,66	3,16
<b>T4</b>	2,08	1,94	2,55	2,69	9,26	2,32

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>	<b>F. Tab 5%</b>	<b>F. Tab 1%</b>
<b>Total</b>	2,77	15				
<b>Bloque</b>	0,73	3	0,24	12 **	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	1,9	3	0,63	31,5 **	3,86	6,99
<b>Error.</b>	0,14	9	0,02			

**Cuadro 11. Promedios de diámetro de planta** a los 45 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
<b>T1</b>	53,7	43,7	52,75	51,8	201,95	50,49
<b>T2</b>	49,95	52,2	50,09	48,4	200,64	50,16
<b>T3</b>	53,1	47,7	49,75	51,2	201,75	50,44
<b>T4</b>	41,65	36	37,64	34,2	149,49	37,37

**Cuadro 12. Análisis de varianza de diámetro de planta** a los 45 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
<b>Total</b>	622,9	15				
<b>Bloque</b>	47,15	3	15,72	2,04 ns	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	506,4	3	168,8	21,89 **	3,86	6,99
<b>Error.</b>	69,35	9	7,71			

**Cuadro 13.** Promedios de diámetro de planta a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	79,3	77,8	81,8	88,95	327,85	81,96
T2	92,95	69,8	78,85	91,05	332,65	83,16
T3	84,4	80,65	84,05	82,5	331,6	82,9
T4	52,15	49,15	49,65	79	229,95	57,49

**Cuadro 14.** Análisis de varianza de diámetro de planta a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.208. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2965,85	15				
Bloque	555,2	3	185,07	3,3 ns	3,86	6,99
Trat.	1906,41	3	635,47	11,34 **	3,86	6,99
Error.	504,24	9	56,03			

**Cuadro 15. Promedios de peso de pella** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	1,61	1,64	1,67	1,63	6,55	1,64
T2	1,48	1,5	1,48	1,47	5,93	1,48
T3	1,9	1,92	1,9	1,99	7,71	1,93
T4	0,45	0,49	0,72	0,5	2,16	0,54

**Cuadro 16. Análisis de varianza de peso de pella** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	4,38	15				
Bloque	0,01	3		0 ns	3,86	6,99
Trat.	4,32	3	1,44	144 **	3,86	6,99
Error.	0,05	9	0,01			

**Cuadro 17. Promedios de diámetro mayor de pella** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
<b>T1</b>	22,7	21,1	20	20,8	84,6	21,5
<b>T2</b>	21,8	21,8	21,8	22	87,4	21,85
<b>T3</b>	24	24,4	24,3	24,8	97,5	24,38
<b>T4</b>	9,6	9,1	9,1	9,7	37,5	9,38

**Cuadro 18. Análisis de varianza de diámetro mayor de pella** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
<b>Total</b>	541,06	15				
<b>Bloque</b>	1,16	3	0,39	1,05 ns	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	536,55	3	178,85	483,38 **	3,86	6,99
<b>Error.</b>	3,35	9	0,37			

**Cuadro 19. Promedios del rendimiento de peso de pella en kg/ ha** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia de Carchi. UTB, FACIAG.2018.

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Media</b>
<b>T1</b>	107,334	109,333	111,333	108,667	436,66	109,16
<b>T2</b>	98,667	100	98,667	98	395,34	98,84
<b>T3</b>	126,667	128	126,667	132,667	514,01	128,5
<b>T4</b>	30	32,666	48	34	144,67	36,17

**Cuadro 20. Análisis de varianza del rendimiento de peso de pella en kg/ha** a los 90 días después del trasplante, en la evaluación de tres niveles de NPK en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Huaca, provincia del Carchi. UTB, FACIAG.2018.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>	<b>F. Tab 5%</b>	<b>F. Tab 1%</b>
<b>Total</b>	19372,16	15				
<b>Bloque</b>	62,89	3	20,96	1,13 ns	3,86	6,99
<b>Trat.</b>	19142,41	3	6380,8	344,16 **	3,86	6,99
<b>Error.</b>	166,86	9	18,54			

## Apéndice 2. Análisis de suelo



**L A B O N O R T**

LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristóbal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador tel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>	
Nombre: FRANCISCO MORENO		Provincia: Carchi	
Ciudad: Huaca		Cantón: Huaca	
Teléfono: 098659001		Parroquia:	
Fax:		Sitio: Sn Pedro de la Cruz	
<b>DATOS DEL LOTE</b>		<b>DATOS DE LABORATORIO</b>	
Sitio: Sn Pedro de la Cruz		Nro Reporte.: 7966	
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental	
Número de Campo: Suelo M1		Muestra: Suelo M1	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2017-09-06	
A Cultivar: BROCOLI		Fecha de Reporte: 2017-09-13	
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>
<b>N</b>	28.58	ppm	
<b>P</b>	34.16	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	0.65	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	14.26	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	0.56	meq/100 ml	
			BAJO                      MEDIO                      ALTO
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
			BAJO                      MEDIO                      ALTO
<b>B</b>		ppm	
			BAJO                      MEDIO                      ALTO                      TOXICO
			0 Requiere Cal 5.5                      6.5                      7.0                      7.5                      8.0
<b>pH</b>	5.48		
			Acido                      Lig. Acido                      Proc. Neutro                      Lig. Alcalino                      Alcalino
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
			BAJO                      MEDIO                      ALTO
<b>Ce</b>	0.164	mS/cm	
			No Salino                      Lig. Salino                      Salino                      Muy Salino
<b>MO</b>		%	
			BAJO                      MEDIO                      ALTO
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>(meq/100ml)</b>
25.46	0.86	22.80	15.47
		<b>Sum Bases</b>	<b>%</b>
		NTot	CI
			<b>(%)</b>
		<b>Cl</b>	<b>Clase Textural</b>
		Arena	Limo
			Arcilla

Dr. Quim, Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio





### Apéndice 3. Galería fotográfica



Análisis de suelo



Aplicación de herbicida

Preparación de suelo



Trazado de parcelas



Trazado de surcos

Fertilización a los 0 días



Trasplante de plántulas de brócoli



Fertilización a los 15 días después del trasplante



% de prendimiento a los 21 (ddt)

Fertilización 30 (ddt)



Toma de datos altura de planta a los 45 (ddt)

Diámetro de tallo a los 45 (ddt)



Diámetro de planta a los 45 (ddt)



Deshierbe



Visita del tutor



Cosecha



Peso de pella



Diámetro de pella



Trasporte