



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO  
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE CANOLA (*Brassica napus L.*)  
A LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN  
QUÍMICA EN DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, EN SAN  
PEDRO DE HUACA PROVINCIA DEL CARCHI”

**AUTOR:**

Hugo Edison Jiménez Benavides

**TUTOR:**

Ing. Agr. Eliceo Franklin Cárdenas Sandoval.

**Espejo – Carchi – Ecuador**

**2017**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO  
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE CANOLA (*Brassica napus L.*)  
A LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN  
QUÍMICA EN DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, EN SAN  
PEDRO DE HUACA PROVINCIA DEL CARCHI”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

Ing. Agr. M.B.A. Joffre Enrique León Paredes.

**PRESIDENTE**

---

Ing. Agr. Luis Arturo Ponce Vaca.

**VOCAL**

---

Ing. Agr. Enrique Ramiro Navas Navas

**VOCAL**

El contenido del presente trabajo de investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad del autor.

**Hugo Edison Jiménez Benavides**

# DEDICATORIA

Este trabajo de investigación que lo realice´ con mucho esfuerzo, aprendizaje y perseverancia se lo dedico a:

Mis Padres

Ignacio Jiménez y Gloria Benavides por su apoyo incondicional y el sacrificio que han hecho para forjarme como un hombre de bien, inculcándome valores de honestidad y esfuerzo para alcanzar las metas anheladas.

Esposa e hijos

Elsa Fraga, Alex y Anahí Jiménez Fraga que con su ayuda, amor y alegría me impulsaron a culminar mis estudios.

Hermanos

Omar, Santiago y Carolina que con su cariño y ayuda hicieron posible que logre mi objetivo de superación.

# **AGRADECIMIENTO**

A dios y a mis padres porque siempre han sido un ejemplo de superación, amor y unión.

A todos los catedráticos de la Universidad Técnica de Babahoyo por la enseñanza impartida durante los cinco años que tuve el privilegio de ser su alumno.

Al Ing. Franklin Cárdenas por todos los conocimientos impartidos y la amistad sincera que siempre me brindo, incentivándome a ser un estudiante responsable, para en un futuro ser un excelente profesional.

## Contenido

I	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Objetivo general .....	2
1.3	Objetivos específicos.....	2
1.4	Hipótesis .....	2
1.4.1	Hipótesis nula ( $H_0$ ).....	3
1.4.2	Hipótesis alternativa ( $H_1$ ).....	3
II	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	El cultivo de canola. ....	4
2.1.1	Características generales.....	4
2.1.2	Clasificación taxonómica.....	5
2.1.3	Características morfológicas y botánicas.....	5
2.1.4	Fases de desarrollo.....	6
2.1.5	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	6
2.1.6	Manejo del cultivo. ....	7
2.1.7	Fertilización. ....	8
2.1.8	Plagas y enfermedades.....	8
2.2	Los fertilizantes. ....	9
2.3	Características de los materiales a estudiarse.....	10
2.3.1	18-46-00.....	10

2.3.2	46-00-00.....	10
2.3.3	00-00-50-18.....	11
III MATERIALES Y MÉTODOS .....		13
3.1	Ubicación y Descripción del Área Experimental. ....	13
3.2	Material Genético. ....	13
3.3	Factores Estudiados. ....	13
3.4	Métodos. ....	13
3.5	Tratamientos .....	14
3.6	Diseño Experimental .....	14
3.7	Análisis de la Varianza. ....	14
3.9	Análisis funcional. ....	15
3.10	Características del sitio experimental. ....	15
3.11	Manejo del Ensayo.....	15
3.11.1	<b>Análisis de suelo.</b> .....	15
3.11.2	<b>Preparación de suelo.</b> .....	15
3.11.3	<b>Delimitación de parcelas.</b> .....	15
3.11.4	<b>Siembra.</b> .....	15
3.11.5	<b>Fertilización.</b> .....	16
3.11.6	<b>Control de plagas.</b> .....	16
3.11.7	<b>Control de malezas.</b> .....	17
3.11.8	<b>Cosecha.</b> .....	17

<b>3.11.9 Trilla</b> .....	17
3.1.1. Datos Evaluados.....	17
<b>3.1.2. Altura de la planta</b> .....	17
<b>3.1.3. Grosor del tallo</b> .....	17
<b>3.1.4. Días a la floración</b> .....	17
<b>3.1.5. Días a la cosecha</b> .....	17
<b>3.1.6. Peso por volumen</b> .....	18
<b>3.1.7. Rendimiento por unidad experimental</b> .....	18
<b>3.1.8. Eficiencia de los fertilizantes</b> .....	18
<b>3.1.9. Eficacia de los tratamientos</b> .....	18
<b>3.1.10. Análisis económico</b> .....	18
IV RESULTADOS .....	19
4.1. Altura de Planta.....	19
4.2. Grosor de Tallo.....	21
4.3. Días a la Floración.....	23
4.4. Eficiencia de los fertilizantes.....	25
4.5. Eficacia de los tratamientos.....	25
4.6. Peso por Volumen.....	26
4.7. Rendimiento por Unidad Experimental.....	28
4.8. Análisis Económico.....	30
V DISCUSIÓN .....	32



VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33
VII	RESUMEN .....	34
VIII	SUMMARY .....	35
IX	LITERATURA CITADA .....	36
X	ANEXOS .....	38

# I INTRODUCCIÓN

El cultivo de la canola (*Brassica napus* L.), es originaria de Asia Menor y posteriormente establecido a lo largo del Mediterráneo, de tal forma que los griegos y romanos cultivaban esta planta con fines alimenticios y medicinales.<sup>1</sup>

De gran importancia por su alto contenido de aceite comestible, similar al de girasol, siendo éste muy estable y de bajo contenido de ácidos grasos saturados (de los aceites vegetales el más bajo: 6 %), también la harina que surge como subproducto para alimentos animales es de muy buena calidad y alto contenido proteico.

Es un cultivo de amplia difusión mundial, ocupa el cuarto en importancia a nivel económica y mundial, siendo Canadá el principal productor y exportador.

Presenta una buena adaptación a climas templados y templados - fríos, por lo que resulta una opción de los esquemas de rotación agrícola de nuestro país.<sup>2</sup>

El cultivo de canola es poco conocido, ya que existe poca investigación en el cultivo, posee una gran demanda en los mercados internacionales, establecer este cultivo permitirá al país el desarrollo económico y social.

En la provincia del Carchi se impulsa la producción de canola como una nueva alternativa de cultivo, proyecto que cuenta con el apoyo del Gobierno Provincial y varios organismos nacionales e internacionales como, el Ministerio de Agricultura y de la Empresa Canola Andina, que se encargan de la compra del producto a un precio estable.

Una de las causas principales que afecta al cultivo de canola, dentro de un manejo integrado, es la mala fertilización ya que no realizan un debido análisis de suelo y la poca disponibilidad de nutrientes para el sembrío, ejemplo: el nitrógeno siendo una fuente muy importante llegándose a considerar la base en el rendimiento del mismo. En cuanto al

---

<sup>1</sup> Infoagro. (s.f). El cultivo de la colza. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_colza.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_colza.asp)

<sup>2</sup> (Alves, s.f)

Alves, D. (s.f). Colza- Canola una nueva alternativa de invierno. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90\\_51.htm](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_51.htm)

consumo de fosforo y el potasio hay que tener en cuenta que se incrementa durante la floración y desde la nacencia hasta la floración respectivamente, al igual que el azufre ya que se requiere de una asimilación sostenida a lo largo del ciclo y esta se ve incrementada en el proceso de formación de grano. Dentro de este manejo integrado los distanciamientos de siembra adecuados juegan un papel importante en el desarrollo del cultivo, ya que al tener una correcta distribución de plantas se evita la proliferación de plagas y enfermedades, de igual manera se obtendrá más luz solar, importante en el proceso de la fotosíntesis para las plantas y por concerniente mejor transformación de la energía solar en energía química, incrementando el rendimiento en los cultivos.

Por lo antes mencionado la presente investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento agronómico del cultivo de canola (*Brassica napus L.*), sometido a dos distanciamientos de siembra y tres niveles de fertilización.

## **1.1 Objetivos**

### **1.2 Objetivo general**

Determinar el rendimiento agronómico del cultivo de canola (*Brassica napus L.*), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra, en San pedro de Huaca provincia del Carchi.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Determinar el mejor distanciamiento de siembra que presente un mayor rendimiento.
- Identificar el nivel de fertilización más eficaz en el cultivo.
- Evaluar el rendimiento agronómico en el cultivo de canola sometido a los diferentes tratamientos
- Realizar el análisis económico de tratamientos.

### **1.4 Hipótesis**

El estudio del cultivo de canola sometido a dos distanciamientos de siembra y tres niveles de fertilización mejorará la producción del cultivo.

#### 1.4.1 Hipótesis nula ( $H_0$ ).

Ninguno de los tratamientos en niveles de fertilización o densidades de siembra aumentará la producción del cultivo de canola.

#### 1.4.2 Hipótesis alternativa ( $H_1$ )

Uno de los tratamientos sean densidades o niveles de fertilización aumentará la producción del cultivo de canola.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El cultivo de canola.

#### 2.1.1 Características generales.

Martínez, (2011) Menciona que la colza o canola (*Brassica napus L.*) es una planta originaria de Europa y Asia. Ya en la antigüedad, en determinados países de Asia se utilizaba como combustible para lámparas de iluminación, siendo muy posterior su utilización como elemento alimenticio. En Europa, el cultivo se inicia en el siglo XIII en Holanda, pasando a Bélgica y Francia, y ya en el siglo XVI a Alemania. El gran desarrollo máquinas de vapor, ya que su grasa presenta mejor adherencia a las superficies metálicas. Su utilización como alimento, surge como consecuencia de la escasez de otro tipo de grasas, debido a los conflictos bélicos habidos. El auge del cultivo, utilizando el subproducto "torta" para consumo humano, se produce en Europa después de la II Guerra Mundial. El cultivo de la colza en España se inicia a finales de los años 60 en Andalucía, países productores los mayores cultivadores de la colza resultan actualmente ser la India, China, Paquistán y Canadá; hasta Europa, los países interesados son norte-orientales como Alemania, Francia, Polonia, Gran Bretaña, Dinamarca y Suecia.

Tiene gran importancia económica debido a sus composición Botanicat SL, (1999) contiene ácidos grasos, con un contenido alto de ácido linoleico y bajo de ácido oleico. Su composición es mayoritariamente mono-insaturado por sus altos niveles de entre el 50 y 60 % de ácido oleico y también en omega 6 y omega 3, utilizado en la industria para la elaboración de aceite.

Andrade, (2011) Comenta que es un cultivo alternativo en Ecuador que está dando buenos resultados en el Carchi es la producción de canola, producto que cuenta con el apoyo de varias organizaciones nacionales e internacionales que mediante un proceso certificado lo mezclan con la palma africana para transformarlo en aceite vegetal.

Con miras a generar nuevas alternativas de producción en la Provincia, la Prefectura del Carchi, conjuntamente con el aporte de Canola Andina, vienen incentivando la producción de canola, a fin de evitar el monocultivo y abrir nuevas fuentes de ingresos en Carchi. INDIA, (2012).

### 2.1.2 Clasificación taxonómica.

Según Comité Nacional Sistema Producto, (2014), argumenta que Aug, (2005) señala en su estudio que la canola presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: *Brassica*

Especie: *Brassica napus*

### 2.1.3 Características morfológicas y botánicas.

Comité Nacional Sistema Producto, (2014), menciona que la Canola (*Brassica napus* L.), pertenece a la familia de las crucíferas que más se cultiva en el mundo, se deriva de la hibridación natural de la col (*Brassica oleracea* L.) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L.). Originalmente era una planta de uso exclusivamente forrajero, en los años 50 en China la colza forrajera fue transformada en colza oleaginosa, y a partir de los años 70 y 80 con los cambios en sus características tecnológicas logradas en Canadá, se le dio el nombre de Canola (Canadian Oil Low Acid), gracias a los cuales en poco tiempo se ubica en el segundo lugar como planta oleaginosa cultivada en el mundo.

Según Antolínez, (2006) expone que la colza (*Brassica napus*), es una planta herbácea anual de la familia de las crucíferas que se utiliza como oleaginosa, con la finalidad de extraer aceite de sus semillas, las características botánica y morfológica del cultivo se presentan de la siguiente manera:

- Tallo de porte erecto, de altura variable, entre los 0,9 m de las variedades enanas, a los 2 m de las variedades de porte alto.
- Raíz es pivotante, profundizando a niveles considerables y sus raíces secundarias ramifican fácilmente. El sistema radicular extrae nutrientes de niveles a los que no llegan los cereales y mejora la estructura del suelo al realizar en el terreno una labor de subsolado.

- Flores son de color amarillo y se agrupan en racimos terminales.
- Frutos son silicuas de 5-8 cm de longitud. La silicua tiene dos suturas y una fina lámina intermedia de separación donde se localizan alrededor de 20-25 semillas esféricas. Las silicuas maduras son dehiscentes, abriéndose las suturas con golpes o al secarse con el sol, cayendo los granos al suelo.

#### 2.1.4 Fases de desarrollo.

Antolínez, (2006) Explica que el desarrollo vegetativo pasa por las siguientes fases:

- Nacencia: fase que se inicia con la germinación de las semillas y termina con la planta en cotiledones.
- Formación de la roseta: comienza con la aparición de la primera hoja verdadera hasta que alcanza 6-8 hojas verdaderas. En este estado la planta aún no tiene tallo, partiendo todas las hojas del cuello. En invierno el crecimiento aéreo de la planta se detiene pero no el desarrollo de la raíz.
- Entallado: el alcanzando en esta fase el máximo desarrollo vegetativo. El tallo puede tener hasta 9 entrenudos perceptibles y será más ramificado cuanto menor sea la densidad de plantas. Los botones florales se sitúan al final de los tallos.
- Floración: se inicia aproximadamente a los 20 días de la formación del tallo y concluye cuando los pétalos caen. Se realiza de forma continuada de abajo hacia arriba.
- Formación y maduración del fruto: cuando las silicuas alcanzan su tamaño final comienza la maduración de los frutos y semillas. Inicialmente, las semillas son verdes y progresivamente se va rellenando la cavidad de las silicuas hasta que, en la maduración completa de las silicuas, las semillas sean negras y duras.

#### 2.1.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.

Según Infoagro, (s.f) aduce que el cultivo de canola presenta los siguientes requerimientos:

Temperatura: no soporta temperaturas inferiores a los 2°C desde la germinación hasta el estado de roseta. En este estado puede aguantar hasta los 15°C. El frío puede llegar incluso a favorecer el desarrollo de la raíz.

Se debe conocer que las bajas temperaturas junto con días cortos retrasan su maduración y que en floración no convienen temperaturas altas ya que éstas acortarían el ciclo y la granazón no sería la de mayor calidad.

Necesidades hídricas: la canola se puede desarrollar a partir de precipitaciones de 400mm si están bien distribuidas. Es un cultivo que resiste la sequía invernal y que sufre con los encharcamientos.

Riego: se recomiendan de 2 a 3 riegos con un total de agua aplicada entre 120-200mm para un máximo rendimiento del grano. Aproximadamente el 30% del agua debe ser aplicada desde la nacencia hasta el inicio de la floración y, el 70% restante, desde el inicio de la floración hasta la maduración.

Suelo: prefiere suelos profundos con texturas arcillo-limosas con buena aireación y drenaje. El intervalo de pH deseable es de 5,5-7 aunque puede cultivarse en cualquier tipo de suelo, soportando incluso una cierta acidez.

#### 2.1.6 Manejo del cultivo.

Preparación el terreno: por ser una planta de raíz pivotante se debe dar una labor profunda. Como la semilla es pequeña debe quedar la superficie del terreno, antes de la siembra, llana y sin terrones, para lo cual, después de pases de gradas de discos para desmenuzar el terreno deben darse uno o dos pases rastra. Se aplica también el laboreo de conservación, que consiste en la siembra directa sobre los residuos del cultivo anterior, sin ningún tipo de labores primarias ni de preparación del lecho de siembra. Guerrero, (1999).

Siembra: se coloca las semillas como máximo a un centímetro de profundidad, dado el diminuto tamaño del grano. Si se rebasa esta profundidad, se corre el riesgo de que no nazca. Guerrero, (1999).

Densidad de siembra: puede ser (al voleo). Procurar que las semillas no queden a una profundidad superior a 1 cm, puesto que si ésta es superada, se corre el riesgo de que haya dificultades en la nacencia. 15Kg de s/ha.b). Mecánica, se utiliza una sembradora de cereales regulando la profundidad a 1 cm, empleando 12 kg de s/ham, en líneas, con una distancia entre surcos de 30- 40 cm. Martinez, (2011).



Riego: la colza es actualmente un cultivo propio de secanos y cuyas producciones como mucho rondan los 1.500 Kg/Ha, es un cultivo que responde favorablemente a los aportes de agua durante la floración y en el cuajado de los frutos. Martínez, (2011).

Control de malezas: se debe prestar fundamental atención al momento, densidad, profundidad y uniformidad de siembra, de manera de lograr, a través de un manejo cultural, una población de plantas óptima y con un crecimiento inicial lo más acelerado posible logrando, de esta forma, una eficiente competencia con las malezas. Otro factor que es fundamental tener en cuenta para lograr un buen control de malezas es el sistema de siembra; utilizando la siembra directa no se produce remoción total del suelo y por lo tanto no se da el efecto de escarificación de la semilla de crucífera que se encuentra latente en el suelo evitando de esta forma que esta emerja. Dr. Oscar Pozzolo, (s.f).

#### 2.1.7 Fertilización.

(Pascale, 2011), explica que la colza es una planta bastante exigencia en nutrientes, aunque una buena parte de ellos son aprovechables por el cultivo siguiente. Este cultivo necesita absorber o que se le suministre tres tipos de nutrientes: macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio); y oligoelementos o microelementos (hierro, manganeso, zinc, boro, molibdeno, etc.). Cada uno de estos elementos se acumula, en los órganos de forma diferente, ya que su papel también lo es. Las necesidades de elementos:

El nitrógeno es un elemento fundamental del crecimiento y es el factor esencial del rendimiento de la colza, por su efecto sobre el desarrollo de la planta en general y especialmente sobre las hojas, número de ramificaciones y de silicuas, así como, del número de granos, que es el componente más importante del rendimiento del cultivo. El fosforo se debe aplicar en fondo y es responsable en los cultivos de los intercambios de energía y la colza se considera una planta eficiente en la extracción de este elemento en el suelo y el potasio no es necesario su aporte, pero hay que tener en cuenta que, es indispensable para el buen funcionamiento de todos los mecanismos relacionados con la absorción del agua.

#### 2.1.8 Plagas y enfermedades.

Pulga Saltona (*Phyllotreta sp.*): se presenta con frecuencia en la etapa de plántula, atacando las dos primeras hojas cotiledonares. Fundacion Hidalgo Produce A.C, (2008)

Gusano de la Col (*Ascia monuste*, *Linnaeus*), aunque puede encontrarse a lo largo del ciclo de la planta, la mayor incidencia se presenta cuando la planta comienza la floración y hasta la madurez. El daño puede ser una defoliación parcial o en casos extremos total de la planta, con lo que se reduce el rendimiento drásticamente en algunos casos. Los adultos ovopositan en la parte inferior de la hoja. Fundacion Hidalgo Produce A.C, (2008).

Cosecha: representa algunos problemas debido a la dehiscencia de sus frutos. La maduración de sus frutos no es uniforme, pero no se puede esperar a que todos estén maduros porque los primeros tienden a caerse y con ello disminuye el rendimiento. Es conveniente realizarlo cuando las vainas o silicuas se tornan amarillentas o cafés, aunque es recomendable realizar muestreos para conocer el grado de madurez.

Las semillas maduras son amarillas y si se aplica presión con los dedos sobre ellas, no se aplastan. La recomendación es realizarla por la mañana, cuando las vainas se encuentran húmedas, esto evitará la pérdida de semilla por el impacto de la trilla. Fundacion Hidalgo Produce A.C, (2008).

## **2.2 Los fertilizantes.**

Núñez, (1997) Indica que la fertilización con sustancias minerales, preparadas mediante procesos químicos en las plantas industriales, ha permitido al agricultor corregir rápidamente deficiencias de nutrientes en sus suelos, y aplicar las cantidades adecuadas para suplir las demandas de los cultivos, en macro y micronutrientes. Una gran ventaja de usar estos fertilizantes reside en que algunas de sus formulaciones son muy solubles y pasan rápidamente a formar parte de la disolución de los suelos, incrementando su concentración y su disponibilidad para las raíces de las plantas.

También menciona que otras formulaciones de fertilizantes minerales son de lenta solubilidad y liberan los nutrientes progresivamente. Para estos últimos su ventaja radica en que se mantiene una disponibilidad regulada del nutrimento, en el ambiente suelo raíz, en un periodo de tiempo adecuado para las plantas. Estos periodos pueden incluir las críticas etapas de enraizamiento y de crecimiento o desarrollo integral de la planta. Para abastecer a las plantas de los elementos que necesitan, existen dos estrategias en el campo de la fertilización que son:

El mismo autor menciona que el uso de fertilizantes simples: se usan para suplir la demanda por elementos nutricionales provenientes de fertilizantes de origen industrial, existe dos sistemas: formulación granular y formulación líquida.

## **2.3 Características de los materiales a estudiarse.**

### 2.3.1 18-46-00.

Nitromex, (s.f), argumenta que el fertilizante tradicional empleado en programas de fertilización de todos los cultivos. Se recomienda aplicarlo solo o mezclado con otros productos en mezclas físicas. Las dosis recomendadas son entre 250-600 Kg / ha dependiendo del cultivo, fertilidad del suelo, clima y régimen de humedad.

HEMPLAST Steel Industries. Llc, (s.f) Señala que el fertilizante FOSFATO DIAMÓNICO - 18-46-00 presenta las siguientes características:

Propiedades:	nitrógeno total	fósforo expresado como óxido (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
	60.0%	1.0%

Características: fertilizante granular producido por la reacción del Amoníaco con el Ácido Fosfórico.

El contacto prolongado puede producir sequedad y resquebrajamiento de la piel. El personal que trabaja en el ensacado de este producto, debe usar mascarillas anti polvo para evitar irritaciones de las vías respiratorias.

Aplicaciones: directas en la formulación de complejos, aportando altas cantidades de Fósforo a la mezcla. Se utiliza en cantidades de 100 a 300 Kg/ha como fuente de Nitrógeno y Fósforo.

Presentación: en sacos de Polipropileno debidamente identificados, provistos de un lining interno de Polietileno

### 2.3.2 46-00-00.

Nitromex, (s.f) Menciona que es un fertilizante que se utiliza en programas de fertilización para todos los cultivos. Se puede aplicar en forma sólida o en soluciones. Es fácilmente combinable para la elaboración de mezclas físicas.

Fertilizantes James S.A., (2007) Explica que la urea es un fertilizante que presenta las siguientes características:

Generalidades: la urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente de nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de nitrógeno.

Comportamiento en el suelo: la urea, en su forma original, no contiene Amonio, sin embargo esta se hidroliza con rapidez con por efecto de la enzima “ureasa” y por la temperatura del suelo. En suelos desnudos y con aplicaciones superficiales de Urea, algún porcentaje de Amonio se pierde por volatilización. La urea, al hidrolizarse produce Amonio, esta absorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo y el Amonio es eventualmente nitrificador o absorbido directamente por las plantas.

Papel nutricional: nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las plantas, el Nitrógeno es necesario para la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrada en el proceso de la fotosíntesis. Componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas, igualmente es parte esencial de los aminoácidos y por tanto es determinante para el incremento en el contenido de proteínas en las plantas.

Usos: es la fuente más económica de nitrógeno de alta concentración. Fertilizante que tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Compuesto indispensable para producir formulas balanceadas de fertilización. Se puede aplicar al suelo directamente como monoproducto, se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas, por su alta solubilidad en el agua puede funcionar como aporte de nitrógeno en formulas NPKs foliares, para uso en fertirriego altamente solubles y en fertilizantes líquidos.

### 2.3.3 00-00-50-18.

Multi SOP es sulfato de potasio para fertilización química que puede ser usado en todo tipo de cultivos. Multi SOP combina potasio y azufre, dos nutrientes esenciales para las plantas. Su elevada concentración de nutrientes y su rápida disposición para ser absorbidos contribuyen para obtener un mayor valor nutritivo de los cultivos y mejorar el sabor y apariencia de las cosechas. Multi SOP es un producto cristalino, se disuelve rápidamente, es

altamente soluble y libre de cloruros. Multi SOP se recomienda aplicar en sistemas de fertilización en campo abierto y en invernaderos en todo tipo de cultivos, así como en la producción de fertilizantes. Multi SOP es una fuente recomendable de potasio donde se requiere reducir el pH del suelo o cuando la dosis de aplicación de nitrógeno debe limitarse. Nitromex, (s.f).

Según Jusdtiniano, (s.f) expone que en la definición de los nutrientes según su cantidad necesaria para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, se estableció la clasificación de los mismos y presenta sus funciones y clasificación:

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Nutrientes secundarios: calcio, magnesio y azufre
- Micronutrientes: cobre, cinc, molibdeno, hierro, manganeso, boro y cloro.

El azufre es absorbido por las plantas en su forma sulfatado,  $\text{SO}_4$ , es decir en forma aniónica perteneciente a las distintas sales: sulfatos de calcio, sodio, potasio, etc. ( $\text{SO}_4 \text{Ca}$ ,  $\text{SO}_4 \text{Na}_2$ ).

El azufre no solo ingresa a la planta a través del sistema radicular sino también por las hojas en forma de gas de  $\text{SO}_2$ , que se encuentra en la atmósfera, a donde se concentra debido a los procesos naturales de descomposición de la materia orgánica, combustión de carburantes y fundición de metales.

El azufre en el interior de las células tiene características de poca movilidad. Cumple fisiológicamente algunas funciones importantes, además de constituir distintas sustancias vitales, están son:

Forma parte constituyente de las proteínas (cistina, cisteína, metionina). Forma parte de las vitaminas (biotina). Es constituyente de las distintas enzimas con el sulfidrilo ( $\text{SH}^-$ ) como grupo activo, que actúan en el ciclo de los hidratos de carbono y en los lípidos (en la oxidación de los ácidos grasos, como la coenzima A, CoA). Interviene en los mecanismos de óxido-reducción de las células (con el glutatión).

Interviene en la estructura terciaria de las proteínas; las proteínas se ordenan en grandes cadenas moleculares, el azufre ayuda a la constitución de estas macromoléculas además de formar parte de los aminoácidos (compuestos moleculares imprescindibles para la formación de los péptidos, que se unen a su vez para la formación de las proteínas).

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación y Descripción del Área Experimental.**

La presente investigación se realizó en la zona Huaca Provincia del Carchi, ubicada en coordenadas; 00°24' 35" de latitud norte y 77°43'35" de longitud oeste y a una altitud 2.950 msnm.

Las características bioclimáticas presentan promedios anuales de 13.5 °C de temperatura, 80% humedad relativa y 800,74 mm precipitación, según la clasificación de Holding pertenece a bosque seco Montano Bajo (bh-Mb), localizada a una altitud entre 2.800 y 3.000 msnm, donde se registran precipitaciones entre 500 y 1000 mm y una temperatura mínima de 12 °C y una máxima entre 18 y 22 °C. El tipo de suelo se caracteriza como arcillo limoso, profundos, buen drenaje, altamente productivos, libre de pedregosidad. No inundables con pH de 5.5 a 7.5, sin peligro de salinidad.

Fuente: Gobierno Provincial del Carchi.

#### **3.2 Material Genético.**

Se utilizó la variedad, procedente de la misma zona de estudio.

#### **3.3 Factores Estudiados.**

- Factor A: Distanciamientos de siembra; Chorro continuo, 20 cm x golpe.
  - Factor B: Niveles de fertilización: Nivel Bajo (81,52- 142,02- 190); Nivel Medio (163,04- 284,04- 380); Nivel Alto ( 244,57- 426,06- 570)
- b4: sin aplicación.

#### **3.4 Métodos.**

Se emplearon los métodos teóricos: inductivo (descubrimiento de una Teoría por medio de las experiencias), deductivo (esencia consiste en sacar consecuencias (deducir) de un principio o suposición), análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

### 3.5 Tratamientos

Los tratamientos efectuados en el proyecto de investigación fueron ocho, que resultaron de la combinación del Factor A: distanciamientos de siembra (chorro continuo y 20 cm por golpe) y Factor B: niveles de fertilización más un tratamiento sin aplicación, con tres repeticiones cada tratamiento se representara en el (Cuadro 1).

Cuadro 1 Tratamientos efectuados en el cultivo de canola. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Distanciamientos de siembra	Niveles de fertilización
T 1	Chorro continuo	Nivel Alto: 244,57- 426,06- 570
T 2	Chorro continuo	Nivel Medio: 163,04- 284,04- 380
T 3	Chorro continuo	Nivel: Bajo: 81,52- 142,02- 190
T4	Chorro continuo	Sin aplicación
T5	Distanciamiento 20 cm x golpe	Nivel Alto: 244,57- 426,06- 570
T6	Distanciamiento 20 cm x golpe	Nivel Medio: 163,04- 284,04- 380
T7	Distanciamiento 20 cm x golpe	Nivel: Bajo: 81,52- 142,02- 190
T8	Distanciamiento 20 cm x golpe	Sin aplicación

### 3.6 Diseño Experimental

Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial (A X B) combinado, se incluyeron los tratamientos específicos dando un total de 8 tratamientos y tres repeticiones, total 24 unidades experimentales.

### 3.7 Análisis de la Varianza.

Cuadro 2. ADEVA. FACIAG. UTB. 2017.

F.C.	S.C.
Total:	23
Bloques:	2
Tratamientos:	7
Distanciamientos de siembra (A):	1
Niveles de Fertilización (B):	3
A x B:	3
Error:	14

### **3.9 Análisis funcional.**

Los promedios obtenidos en las variables se sometieron a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, para las diferencias estadísticas entre las medias de los factores.

### **3.10 Características del sitio experimental.**

Área total:	656 m <sup>2</sup>
Área unidad experimental:	16 m <sup>2</sup>
Área neta:	9 m <sup>2</sup>
Distancia entre bloques:	1 m
Distancia entre caminos:	1 m
Distancia entre plantas:	0,20 cm por golpe y chorro continuo
Distancia entre hileras:	0,50 cm

### **3.11 Manejo del Ensayo.**

#### **3.11.1 Análisis de suelo.**

El análisis de suelo se hizo para conocer los valores químicos y físicos, para lo cual se envió una muestra de suelo del área experimental al laboratorio.

#### **3.11.2 Preparación de suelo.**

Con la ayuda de la maquinaria (Tractor) se preparó el suelo con un pase de arado y dos de rastra o de acuerdo a las condiciones que se encuentre el terreno.

#### **3.11.3 Delimitación de parcelas.**

Se realizó con una cinta métrica, piola estacas y se delimitó la parcela experimental, de la siguiente manera 3 bloques, con parcelas de 4 x 4 m con caminos de 1 m, entre bloques y de 1 m entre caminos, se utilizó rótulos que destaquen cada unidad experimental.

#### **3.11.4 Siembra.**

Para esta labor se realizó en forma manual, tomando en cuenta el distanciamiento de siembra de cada unidad experimental, (chorro continuo y 0,20 metros por golpe), después de la siembra se tapó la semilla con una escoba.



### 3.11.5 Fertilización.

Las aplicaciones se hicieron en base a los tres niveles de fertilización representados en el siguiente esquema de comparación, cuadro (3).

Cuadro 3. Dosis N, P, K (K/ha). FACIAG. UTB. 2017.

Fertilizantes	Bajo	Medio	Alto	Manejo
18-46-00	80,52kg/ha	163,04kg/ha	244,57kg/ha	En el momento de la siembra.
46-00-00	142,02 kg/ha	284,04 kg/ha	426,06 kg/ha	A los 50 días de haber realizado la siembra
00-00-50-18	190 kg/ha	380kg/ha	570kg/ha	
<b>TOTAL/HAS</b>	<b>413,54kg/ha</b>	<b>827,08kg/ha</b>	<b>1240,63kg/ha</b>	

### 3.11.6 Control de plagas.

Previo a monitoreos se realizaron los controles de plagas mediante la aplicación de un manejo integrado en el cultivo representado en el siguiente cuadro 4:

Cuadro 4. Controles preventivos para plagas y enfermedades en el cultivo de canola. FACIAG. UTB. 2017.

Plagas	Nombre científico	Control	Dosis	Observaciones
Pulgulla de la colza	( <i>Psyllodes chrysocephala</i> )	Cipermetrina	0,5 cc/L cada 21 días, hasta 10 días antes de la floración	Su incidencia no significativa en el cultivo.
Sclerotinia	( <i>Sclerotinia Sclerotiorum</i> )	Methyl Thiophanato	0,5 gr/L Dos aplicaciones con intervalo de 15 días	Su incidencia no significativa
Mancha Negra	( <i>Alternaria brassicae</i> )	Difenoconazol	0,5 cc/L Dos aplicaciones con intervalo de 15 días	Su incidencia no significativa

### **3.11.7 Control de malezas.**

Se controló en forma manual en el momento que se realizó el aporque con herramienta manual (azadón) a los 60 días a partir de la germinación.

### **3.11.8 Cosecha.**

Se cortó con hoz en forma manual, cuando el cultivo presentó la madures fisiológica y se transportó a un lugar donde se secó por unos días para luego realizar la trilla separado la producción de cada tratamiento.

### **3.11.9 Trilla.**

En un lugar apropiado se realizó en forma manual, la producción de cada tratamiento se colocó en fundas donde se edificaron cada una.

#### **3.1.1. Datos Evaluados.**

#### **3.1.2. Altura de la planta.**

Con ayuda de un flexómetro se registró en 10 plantas tomadas al azar dentro del área neta de cada tratamiento, a los 30, 60 y 90 días después de la germinación, midiendo desde la base del tallo hasta la parte apical, registrando su valor en cm.

#### **3.1.3. Grosor del tallo.**

Se registró a los 30; 60 y 90 días a partir de la germinación, en las plantas tomadas al azar dentro del área neta, se midiendo con un calibrador pie de rey los resultados se expresaron en cm.

#### **3.1.4. Días a la floración.**

Contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta que se observó el 50 % de la floración en cada uno de los tratamientos.

#### **3.1.5. Días a la cosecha.**

Igualmente se determinó contando los días des de la fecha de la siembra hasta que el 50 % de los tratamientos presentaron la madures fisiológica en las silicuas.

### **3.1.6. Peso por volumen.**

Se evaluó tomando como referencia un recipiente de 1000 cc y se pesó la producción de cada tratamiento, los resultados se registraron en gr.

### **3.1.7. Rendimiento por unidad experimental.**

Se lo determinó a partir de la cantidad de semilla en kg/ha que generaron las unidades experimentales al momento de la trilla.

### **3.1.8. Eficiencia de los fertilizantes.**

Mediante el rendimiento por hectárea de los tratamientos con fertilización y el rendimiento de los tratamientos sin fertilización se realizó mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{RF}) - (\text{RS})}{\text{RS}}$$

RF: rendimiento tratamientos con fertilización.

RS: rendimiento tratamientos sin fertilización.

### **3.1.9. Eficacia de los tratamientos.**

Se tomó en cuenta el rendimiento por hectárea de cada uno los tratamientos y la dosis de fertilizante aplicado, representado en la siguiente formula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento tratamiento}}{\text{Kg de fertilizante aplicado}}$$

### **3.1.10. Análisis económico.**

Se realizó registrando el rendimiento por hectárea, la venta, los costos fijos y variables, relacionando costo beneficio.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Altura de Planta.

Los valores promedios de altura de planta registrados a los 30; 60 y 90 días después de la germinación (ddg), se aprecian en el Cuadro 1. El análisis de varianza, determinó los 30 ddg alta significancia estadística del 1 %, para distanciamientos de siembra, en niveles de fertilización e interacciones no determinó diferencias significativas. El promedio fue de 28,06 cm y el coeficiente de 10,17 %. Así mismo a los 60 ddg, determinó alta significancia en distanciamientos de siembra y no determinó diferencias significativas en niveles de fertilización e interacciones, el promedio fue de 57,83 cm, y el coeficiente de 11,31 %. A los 90 ddg, en distanciamiento de siembra presentó diferencias significativas del 5 %, en niveles de fertilización y tratamientos no presentó significancia estadística, con promedio de 1,30 m y coeficiente de 7,42 %.

A los treinta, sesenta y noventa días la siembra a chorro continuo difirió significativamente a la siembra por golpe (20 cm), con promedios de 29,97 y 26,15; 62,00 y 53,66 cm; de 1,34 y 1,25 metros, en su orden. En niveles de fertilización no se presentó diferencias significativas con valores que asilaron desde 27,03 a 29,49 cm a los treinta días de 55,39 a 62,75 cm a los sesenta y de 1,28 a 1,32 m a los noventa. Igualmente los tratamientos no presentaron diferencias, mostrando promedios que variaron a los treinta días de 24,42 a 30,42 cm, a los sesenta de 49,06 a 63,94 cm y a los noventa de 1,24 a 1,38 m altura.

Cuadro 1. Valores de altura de planta en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos		Altura de Planta		
		30 ddg (cm)	60 ddg (cm)	90 ddg (m)
<b>Distanciamientos de siembra</b>				
Chorro continuo		29,97 a	62,00 a	1,34 a
Distanciamiento 20 cm x golpe		26,15 b	53,66 b	1,25 b
Significancia estadística		**	**	*
<b>Niveles de fertilización</b>				
Alta		27,44	55,84	1,29
Media		28,29	55,39	1,29
Baja		27,03	57,35	1,32
Sin aplicación		29,49	62,75	1,28
Significancia estadística		ns	ns	ns
<b>Interacciones</b>				
Chorro continuo	Alta	30,42	62,61	1,38
Chorro continuo	Media	29,74	60,93	1,35
Chorro continuo	Baja	29,64	60,53	1,34
Chorro continuo	Sin aplicación	30,10	63,94	1,29
Distanciamiento 20 cm x golpe	Alta	24,47	49,06	1,19
Distanciamiento 20 cm x golpe	Media	26,84	49,85	1,24
Distanciamiento 20 cm x golpe	Baja	24,42	54,17	1,31
Distanciamiento 20 cm x golpe	Sin aplicación	28,88	61,55	1,27
Significancia estadística		ns	ns	ns
Promedios		28,06	57,83	1,30
Coeficiente de variación (%)		10,17	11,31	7,42

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\* Altamente significativa.

\* Significativo.

ns

No

significativo

#### **4.2. Grosor de Tallo.**

En el Cuadro 2, se pueden observar los valores promedios de grosor de tallo evaluados a los 30, 60 y 90 ddg. Realizado el análisis de varianza, a los treinta días no se detectó significancia estadística en distanciamientos de siembra, mientras que en niveles de fertilización presentó alta significancia estadística al 1 % y para interacciones significancia del 5 %. El promedio general fue de 0,66 cm y el coeficiente de 7,85 %. A los sesenta no presentó diferencia estadística para distanciamientos de siembra y los tratamientos, presentando alta significancia en niveles de fertilización. El promedio fue de 1,30 cm y coeficiente de 10,34 %. En los noventa días no se determinó significancia estadística en distanciamientos de siembra e interacciones, pero en los niveles de fertilización presentó significancia del 5 %. El promedio general fue de 1,47 cm, el coeficiente fue de 12,07 %.

A los treinta días los distanciamientos de siembra a chorro continuo y por golpe con promedio de 0,66 cm, en los dos casos no difirieron significativamente entre sí. En niveles de fertilización la dosis Alta (1240,63kg/ha) con 0,73 cm, fue el mayor promedio, siendo similar estadísticamente a la dosis Media (827,08kg/ha) y diferente a los demás, el menor promedio lo obtuvo el tratamiento sin aplicación con 0,55 cm. Los tratamientos de las dos densidades de siembra y todos los niveles de fertilización fueron iguales estadísticamente, presentado el mayor promedio el tratamiento con distanciamiento por golpe y dosis Alta (1240,63kg/ha) de 0,74 cm, con excepción de los tratamientos sin aplicación que presentaron el menor promedio de 0,55 cm.

A los sesenta días los distanciamientos de siembra a chorro continuo y por golpe con promedios de 1,31 y 1,30 cm, en su orden, no difirieron entre sí. Referente al factor niveles de fertilización el nivel de aplicación Alto con 1,41 cm, superior, pero estadísticamente igual al resto de niveles de fertilización, excepcionando al tratamiento sin aplicación que obtuvo el menor promedio de 1,09 cm. En cuanto a las interacciones no se determinó significancia reportando valores que oscilaron de 1,06 a 1,42 cm de grosor de tallo.

Cuadro 2. Valores de grosor de tallo en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Grosor de Tallo (cm)					
	30 ddg		60 ddg		90 ddg	
<b>Distanciamientos de siembra</b>						
Chorro continuo	0,66		1,31		1,43	
Distanciamiento 20 cm x golpe	0,66		1,30		1,52	
Significancia estadística	ns		ns		ns	
<b>Niveles de fertilización</b>						
Alta	0,73	a	1,41	a	1,57	a
Media	0,71	ab	1,39	a	1,57	a
Baja	0,66	b	1,33	a	1,48	ab
Sin aplicación	0,55	c	1,09	b	1,28	b
Significancia estadística	**		**		*	
<b>Interacciones</b>						
Chorro continuo-Alta	0,72	a	1,42		1,48	
Chorro continuo-Media	0,72	a	1,41		1,53	
Chorro continuo-Baja	0,68	a	1,35		1,42	
Chorro continuo-Sin aplicación	0,55	b	1,06		1,27	
Distanciamiento 20 cm x golpe-Alta	0,74	a	1,39		1,65	
Distanciamiento 20 cm x golpe-Media	0,69	a	1,36		1,60	
Distanciamiento 20 cm x golpe-Baja	0,65	a	1,32		1,54	
Distanciamiento 20 cm x golpe-Sin aplicación	0,55	b	1,11		1,28	
Significancia estadística	*		ns		ns	
Promedios	0,66		1,30		1,47	
Coefficiente de variación (%)	7,85		10,34		12,07	

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\* Altamente significativa.

\* Significativo.

ns No significativo

### **4.3. Días a la Floración.**

Los valores de los días promedios a la floración en el cultivo de canola se aprecian en el Cuadro 3. Realizado el análisis de varianza, no determinó significancia estadística para los factores y tratamientos, con promedio de 72,08 días y coeficiente de 3,97 %.

Los distanciamientos, chorro continuo y por golpe (20 cm), no difirieron significativamente entre sí con promedio de 72,08 días. En niveles de fertilización, no se reportó diferencias significativas, presentando valores que variaron de 70,83 a 73,33 días. Igualmente en los tratamientos no se registró diferencias y los promedios variaron entre 70,00 a 73,33 días.

En el mismo cuadro se presenta los valores del promedio de días a la cosecha. El análisis de varianza no reportó significancia estadística para ninguno de los factores y tratamientos, el promedio fue de 173 días y el coeficiente de 1,85 %.

En el factor de distanciamientos de siembra, chorro continuo con 173,50 días, no difirió significativamente a la siembra por golpe que obtuvo 172,50 días. Con respecto a los niveles de fertilización se registró valores entre 172,00 y 174,00 días, no se determinó diferencias significativas. Así mismo en las interacciones no se obtuvo diferencias significativas y sus promedios oscilaron entre 170,00 a 174,00 días



Cuadro 3. Valores de días a la floración y cosecha en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Días a la Floración	Días a la Cosecha
<b>Distanciamientos de siembra</b>		
Chorro continuo	72,08	173,50
Distanciamiento 20 cm x golpe	72,08	172,50
Significancia estadística	ns	ns
<b>Niveles de fertilización</b>		
Alta	73,33	173,00
Media	72,50	172,00
Baja	71,67	174,00
Sin aplicación	70,83	173,00
Significancia estadística	ns	ns
<b>Interacciones</b>		
Chorro continuo-Alta	73,33	174,00
Chorro continuo-Media	73,33	170,00
Chorro continuo-Baja	71,67	176,00
Chorro continuo-Sin aplicación	70,00	174,00
Distanciamiento 20 cm x golpe-Alta	73,33	172,00
Distanciamiento 20 cm x golpe-Media	71,67	174,00
Distanciamiento 20 cm x golpe-Baja	71,67	172,00
Distanciamiento 20 cm x golpe-Sin aplicación	71,67	172,00
Significancia estadística	ns	ns
Promedios	72,08	173,00
Coeficiente de variación (%)	3,97	1,85

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.  
ns No significativo

#### 4.4. Eficiencia de los fertilizantes.

En el Cuadro 4, se muestra los promedios de la eficiencia de los fertilizantes, con respecto a la producción de cada tratamiento con aplicación de fertilizante y la producción del testigo (sin aplicación). Se registró que el tratamiento con distanciamiento de 20 cm por golpe y nivel Bajo de aplicación de fertilizante obtuvo la mayor eficiencia con 270,33 kg, seguida del tratamiento chorro continuo y nivel Medio de aplicación de fertilizante con promedio de 204,75 kg. Mientras que el tratamiento con nivel Medio de fertilizante y distanciamiento de 20 cm por golpe obtuvo la menor eficiencia de 68,73 kg.

#### 4.5. Eficacia de los tratamientos.

En el mismo Cuadro, se muestra los valores de la eficacia de los tratamientos con respecto a la producción de cada de estos y de los niveles de fertilización en dos distanciamientos de siembra del cultivo de canola, se registró que los tratamientos con nivel Bajo de fertilizante de los dos distanciamientos de siembra (chorro continuo y 20 cm por golpe), presentaron la mayor eficacia con valores similares de 10,33 y 10,84 kg de producción de semilla de canola por cada kg de fertilizante aplicado, respectivamente y la menor eficacia la mostraron los tratamiento con nivel Alto de fertilizante con promedios de 3,33 kg chorro continua y 3,22 kg 20 cm por golpe.

Cuadro 4. Valores de peso por volumen en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017

Tratamientos		Eficiencia	Eficacia
Distanciamientos de siembra	Niveles de fertilización NPK	(kg)	(kg)
Chorro continuo	Alto: 244,57- 426,06- 570	169,64	3,33
Chorro continuo	Medio: 163,04- 284,04- 380	204,75	5,26
Chorro continuo	Bajo: 81,52- 142,02- 190	192,33	10,33
Chorro continuo	Sin aplicación	0,00	0,00
Distanciamiento 20 cm x golpe	Alto: 244,57- 426,06- 570	187,29	3,22
Distanciamiento 20 cm x golpe	Medio: 163,04- 284,04- 380	68,73	4,00
Distanciamiento 20 cm x golpe	Bajo: 81,52- 142,02- 190	270,33	10,84
Distanciamiento 20 cm x golpe	Sin aplicación	0,00	0,00

#### **4.6. Peso por Volumen.**

En el Cuadro 5, se observa los valores de peso por volumen de semillas de canola, una vez realizado el análisis de varianza se reportó alta significancia estadística para el factor densidades de siembra, significancia del 5 % para niveles de fertilización y los tratamientos, con promedio de 427,71 gr y el coeficiente de variación de 13,21 %.

En el factor de distanciamientos chorro continuo difirió significativamente a la siembra por golpe con promedios de 466,77 y 388,64 gr, respectivamente. En referencia a los niveles de fertilización la aplicación Media presentó un promedio de 485,90 gr, superior, pero estadísticamente igual al nivel Bajo y diferente a los demás, mientras el menor valor lo registro el tratamiento sin aplicación con 376,19 gr.

El tratamiento con siembra a chorro continuo y la aplicación Media de fertilizante alcanzo el mayor promedio de 605,14 gr, estadísticamente diferente a los demás tratamientos, registrando el menor valor el tratamiento de siembra por golpe y dosis Media de fertilizante con 366,67 gr de peso por volumen de 1000 cc.

Cuadro 5. Valores de peso por volumen en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Peso por Volumen	
<b>Distanciamientos de siembra</b>		
Chorro continuo	466,77	a
Distanciamiento 20 cm x golpe	388,64	b
Significancia estadística	**	
<b>Niveles de fertilización</b>		
Alta	400,00	b
Media	485,90	a
Baja	448,74	a
Sin aplicación	376,19	b
Significancia estadística	*	
<b>Interacciones</b>		
Chorro continuo-Alta	428,57	b
Chorro continuo-Media	605,14	a
Chorro continuo-Baja	452,43	b
Chorro continuo-Sin aplicación	380,95	b
Distanciamiento 20 cm x golpe-Alta	371,43	b
Distanciamiento 20 cm x golpe-Media	366,67	b
Distanciamiento 20 cm x golpe-Baja	445,05	b
Distanciamiento 20 cm x golpe-Sin aplicación	371,43	b
Significancia estadística	*	
Promedios	427,71	
Coefficiente de variación (%)	13,21	

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\* Altamente significativa.

\* Significativo.

#### **4.7. Rendimiento por Unidad Experimental.**

Realizado el análisis de varianza para rendimiento por área neta de 16 m<sup>2</sup>. Cuadro 6, no se registraron diferencias para distanciamiento de siembra y los tratamientos, pero se determinó diferencias significativas del 1 % para niveles de fertilización. El coeficiente de variación fue de 10,72 % y el promedio general de 7,63 kg.

En cuanto a distanciamientos de siembra los promedios no presentaron diferencias estadísticas con valores que variaron de 7,35 a 7,92 kg unidad experimental. La comparación de los niveles de fertilización mostró al nivel Bajo como el mayor promedio con 8,75 kg, siendo estadísticamente igual a los demás niveles de aplicación, con excepción del tratamiento sin aplicación que registro un promedio de 5,99 kg unidad experimental.

En los tratamientos no se registró diferencias significativas mostrando valores que oscilaron entre 5,82 y 8,97 kg unidad experimental

Cuadro 6. Valores de rendimiento por área neta en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus* L.), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Rendimiento por Unidad Experimental (L)
<b>Distanciamientos de siembra</b>	
Chorro continuo	7,92
Distanciamiento 20 cm x golpe	7,35
Significancia estadística	ns
<b>Niveles de fertilización</b>	
Alta	8,13 a
Media	7,66 a
Baja	8,75 a
Sin aplicación	5,99 b
Significancia estadística	*
<b>Interacciones</b>	
Chorro continuo-Alta	8,26
Chorro continuo-Media	8,69
Chorro continuo-Baja	8,54
Chorro continuo-Sin aplicación	6,17
Distanciamiento 20 cm x golpe-Alta	8,00
Distanciamiento 20 cm x golpe-Media	6,62
Distanciamiento 20 cm x golpe-Baja	8,97
Distanciamiento 20 cm x golpe-Sin aplicación	5,82
Significancia estadística	ns
Promedios	7,63
Coeficiente de variación (%)	10,72

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\* Altamente significativa.

\* Significativo.

ns No significativo

#### **4.8. Análisis Económico.**

El Cuadro 7, presenta el análisis económico del rendimiento de semillas de canola el kg, en función a los costos fijos y variables. Se registró que el tratamiento con distanciamiento de siembra por golpe (20 cm) y nivel Bajo de fertilización obtuvo la mayor rentabilidad económica con 15.513,87 USD/ha. Sin embargo el tratamiento con distanciamiento de siembra por golpe (20 cm) sin aplicación presentó la menor utilidad de 8.795,00 USD/ha.

Cuadro 7. Análisis económico, en la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus L.*), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra. FACIAG. UTB. 2017.

N <sup>0</sup>	Distanciamientos de siembra	Niveles de fertilización	Rendimiento (Kg/ha)	*Valor de la producción	Costos		Utilidad	Costo beneficio
					fijos	variables		
T 1	Chorro continuo	Nivel Alto: 244,57- 426,06- 570	4130,00	18585,00	4300	1085,67	13199,33	2,45
T 2	Chorro continuo	Nivel Medio: 163,04- 284,04- 380	4346,67	19560,00	4300	723,77	14536,23	2,89
T 3	Chorro continuo	Nivel: Bajo: 81,52- 142,02- 190	4270,00	19215,00	4300	361,13	14553,87	3,12
T4	Chorro continuo	Sin aplicación	3083,33	13875,00	4300	0	9575,00	2,23
T5	20 cm x golpe	Nivel Alto: 244,57- 426,06- 570	4000,00	18000,00	4300	1085,66	12614,33	2,34
T6	20 cm x golpe	Nivel Medio: 163,04- 284,04- 380	3310,00	14895,00	4300	723,78	9871,23	1,96
T7	20 cm x golpe	Nivel: Bajo: 81,52- 142,02- 190	4483,33	20175,00	4300	361,12	15513,87	3,33
T8	20 cm x golpe	Sin aplicación	2910,00	13095,00	4300	0	8795,00	2,05

\* Precio del kg de canola 4,50 USD

* Precio de los Fertilizantes	USD/kg
18-46-00	0,56
46-00-00	0,76
00-00-50-18	1,26



## V DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de la presente investigación sobre la respuesta del cultivo de canola (*Brassica napus L.*), a la aplicación de tres niveles de fertilización química en dos distanciamientos de siembra, en San Pedro de Huaca provincia del Carchi se determinó lo siguiente:

En distanciamientos de siembra, no se registraron diferencias significativas en la mayoría de las variables a excepción de; altura de planta y peso por volumen de la semilla, en donde la siembra a chorro continuo reportó valores significativos a diferencia del distanciamiento por golpe (20 cm), lo que podría atribuirse que el cultivo de canola es una especie muy plástica. INTA, (s.f), indica que ensayos realizados en Canadá con cultivares muestran que no existen variaciones significativas de rendimiento en un rango de densidad, en el caso de densidades muy bajas la producción se ve afectada por la mala utilización de la radiación, agua y nutrientes. Cuando las densidades son excesivas, las reducciones de rendimiento se deben a la competencia entre plantas, cada planta producirá menos ramificaciones, tallos más delgados, menos silicuas y por ende menos granos por m<sup>2</sup>.

En los niveles de fertilización, los mayores promedios registrados fueron para el Nivel Bajo en las variables de grosor de tallo a los 60 y 90 ddg, peso por volumen de la semilla y rendimiento por unidad experimental, atribuidos a que el cultivo no requiere una cantidad excesiva de nutrientes para lograr altos rendimientos y también al contenido nutricional del suelo de la zona que se realizó el estudio.

En referencia a los tratamientos se registró diferencias significativas en el tratamiento nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm en las variables evaluadas de; grosor de tallo, peso del volumen de semilla y registro la mayor producción por área neta, obteniendo promedios significativos en cuanto a eficiencia y eficacia de los fertilizantes probando así que los requerimientos de este cultivo son mínimos para la opción de un alto rendimiento en la zona de estudio.

En el análisis económico, todos los tratamientos presentaron beneficios, sin embargo el tratamiento conformado por el nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm, alcanzó mayor utilidad económica, lo cual se puede deducir que la combinación de estos dos factores resultan favorables para óptimo desarrollo del cultivo en cuanto a producción y rentabilidad económica.

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los objetivos planteados se concluye:

- El distanciamiento de siembra por golpe presentó valores significativos en cuanto a grosor de tallo y peso por volumen de la semilla.
- El nivel de fertilización más eficaz en el cultivo fue el Bajo permitiendo un mejor comportamiento agronómico en los factores estudiados de; grosor del tallo, presentando mayor peso de semilla, mayor rendimiento, eficiencia y eficacia.
- El tratamiento que influyó en el mayor peso de la semilla, rendimiento, fue el conformado por el nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm.
- El mayor rendimiento por unidad experimental se registró en el tratamiento conformado por el nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm con 4483,33 Kg/ha
- La mayor utilidad se registró en el tratamiento conformado por el nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm con \$15.513,87 USD/ha.

Por lo concluido se recomienda:

- Realizar la siembra del cultivo de canola a un distanciamiento de 20 cm por golpe por su mayor producción y peso de semilla.
- Aplicar un nivel Bajo de fertilización (413,54kg/ha) por la obtención del mayor rendimiento y utilidad económica alcanzada.
- Realizar estudios sobre el cultivo de canola con otro tipo de fertilizantes y en otras zonas.

## VII RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la zona Huaca provincia del Carchi, ubicada en coordenadas; 00°24' 35" de latitud norte y 77°43'35" de longitud oeste y a una altitud 2.950 msnm. Las características bioclimáticas se presentan e promedios anuales 13.5 °C de temperatura, 80 % humedad relativa y 800,74 mm precipitación.

Se utilizó como material genérico semilla de la zona de estudio. Los tratamientos fueron ocho, resultando de la combinación de los factores distanciamientos de siembra; Chorro continuo y 20 cm por golpe, Niveles de fertilización Bajo (81,52- 142,02- 190); Medio (163,04- 284,04- 380); Alto ( 244,57- 426,06- 570) y el testigo sin aplicación. Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial (A X B) combinado, se incluyeron los tratamientos específicos dando un total de 8 tratamientos y tres repeticiones, total 24 unidades experimentales. Los promedios obtenidos en las variables se sometieron a la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

Las labores que se realizaron en el cultivo de canola fueron; análisis de suelo, preparación de suelo, delimitación de parcelas, siembra, control de plagas, control de malezas, corte y trilla, para determinar la eficiencia de los tratamientos, se evaluó las siguientes variables; altura de planta, grosor de tallo, días a la floración y cosecha, peso por volumen, rendimiento por unidad experimental, eficiencia y eficacia de los fertilizantes y se analizó económicamente los tratamientos.

Se determinó que la siembra a chorro continuo reportó valores significativos en altura de planta y peso por volumen de la semilla. En los niveles de fertilización, los mayores promedios registrados fueron para el nivel Bajo en las variables de grosor de tallo a los 60 y 90 ddg, peso por volumen de la semilla, rendimiento por unidad experimental, eficiencia y eficacia del fertilizante. En referencia a los tratamientos se registró diferencias significativas en el tratamiento nivel Bajo de fertilizante y siembra por golpe 20 cm en; grosor de tallo, peso del volumen de semilla, mayor producción 4.483,33 kg/ha y utilidad económica \$ 15.513,87 USD/ha.

## VIII SUMMARY

This research was conducted in the area Huaca Carchi province, located at coordinates; 00 ° 24 '35 "north latitude and 77 ° 43' 35" west longitude at an altitude 2,950 meters. Bioclimatic characteristics are presented and annual averages 13.5 ° C temperature, 80% relative humidity and 800.74 mm rainfall.

It was used as seed genetic material of the study area. Treatments were eight, resulting from the combination of factors planting distances; Continuous jet and 20 cm for blow, Low fertilization levels (81,52- 142,02- 190); Medium (163,04- 284,04- 380); Alto (244,57- 426,06- 570) and the control without application. Design Randomized Complete Block (DBCA) was applied, combined factorial arrangement (A X B) with specific treatments were included for a total of 8 treatments and three replications, a total of 24 experimental units. The averages obtained in the variables underwent Duncan test at 5% probability.

The tasks were performed in the cultivation of canola were; soil analysis, soil preparation, demarcation of plots, planting, pest control, weed control, cut and thresh, to determine the efficiency of the treatments, the following variables were evaluated; plant height, stem thickness, days to flowering and harvest weight by volume, yield per experimental unit, efficiency and effectiveness of fertilizers and treatments were economically analyzed.

It was determined that planting a continuous stream reported significant values in plant height and weight per volume of the seed. In fertilization levels, the highest averages were recorded for Lower level variables stem thickness at 60 and 90 ddg, weight per volume of seed yield per experimental unit, efficiency and effectiveness of the fertilizer. Referring to treatments significant difference was recorded in Lower fertilizer and seed treatment level per hit (20 cm); thick stem, seed volume weight, increased production 4483.33 kg / ha and economic utility \$ 15,513.87 USD / ha.

## IX LITERATURA CITADA

Alves, D. (s.f). *Colza- Canola una nueva alternartiva de invierno*. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90\\_51.htm](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_51.htm)

Alves, D. (s.f). *Colza- Canola una nueva alternartiva de invierno*. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90\\_51.htm](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_51.htm)

Andrade, A. (26 de 5 de 2011). roduccion de canola, un cultivo alternativo. *El Comercio*, pág. 3.

Antolínez, R. P. (9 de 4 de 2006). *Elcultivo de colza en. Castilla de Leon. .* (I. T. Leon, Ed.) Recuperado el 15 de 6 de 2015, de [http://www.itacyl.es/opencms\\_wf/opencms/system/modules/es.jcyl.ita.extranet/elements/galleries/galeria\\_downloads/investigaciones/Colza\\_05-06\\_WEB.pdf](http://www.itacyl.es/opencms_wf/opencms/system/modules/es.jcyl.ita.extranet/elements/galleries/galeria_downloads/investigaciones/Colza_05-06_WEB.pdf)

Botanicat SL. (1999). *Propiedades del aceite de canola*. Recuperado el 21 de 6 de 2015, de [http://www.botanical-online.com/aceite\\_de\\_canola.htm](http://www.botanical-online.com/aceite_de_canola.htm)

Comite Nacional Sistema Producto. (2014). *La Canola*. Recuperado el 18 de 6 de 2015, de [http://www.oleaginosas.org/cat\\_61.shtml](http://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml)

Dr. Oscar Pozzolo, I. A. (s.f). *Colza - Canola*. Recuperado el 20 de 6 de 2015, de <http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=1535>

Fertilizantes James S.A. (2007). *Ficha tecnica Urea*. Recuperado el 29 de 6 de 2015, de <http://fertigomez.com.mx/pdf/4/26-27-FT.pdf>

HEMPLAST Steel Industries. Llc. (s.f). *Fretilizantes*. Recuperado el 28 de 6 de 2015, de <http://www.chemplast-steel.com/es/inicio/13-sector-petroquimico/8-fertilizantes.html>

INDIA. (14 de 01 de 2012). *La canola se perfila como un cultvo alternativo*. Recuperado el 07 de 09 de 2015, de <http://elproductor.com/2012/01/14/carchi-la-canola-se-perfila-como-un-cultivo-alternativo/>

Infoagro. (s.f). *El cultivo de la colza*. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_colza.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_colza.asp)

Infoagro. (s.f). *El cultivo de la colza*. Recuperado el 28 de 6 de 2015, de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_colza.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_colza.asp)

INTA, L. B. (s.f). *Cultivo de colza: fecha de siembra, densidad y distancia entre surcos*. Recuperado el 05 de 2017, de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_barrow\\_-\\_cultivo\\_de\\_colza\\_fecha\\_de\\_siembra\\_den.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_cultivo_de_colza_fecha_de_siembra_den.pdf)

Jusdtiniano, J. T. (s.f). *Fertilidad y nutricion vegetal*. Recuperado el 14 de 9 de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos4/azufre/azufre.shtml#ixzz3lp4ctEBJ>

Martinez, D. (01 de 12 de 2011). *Cultivo de Colza*. Recuperado el 16 de 6 de 2015, de <http://es.slideshare.net/alucarddns/cultivo-de-colza>

Nitromex. (s.f). *Fertilizantes granulados*. Recuperado el 29 de 6 de 2015, de <http://www.nitromex.mx/area-agricola/productos/2013-02-18-20-13-52>

(1997)Nuñez, J.. Fertilidad de suelos. Costa Rica: BERTSCH; F.

(2011). El abonado de la colza . En N. Pascale. España: Agrotecnicos S.L.

(2008)Fundacion Hidalgo Produce A.C.. La Canola en el estado d Hidalgo. mexico.

(1999)Guerrero, A.. Cultivos Herbaceos Extensivos. Madrid: Grafo.S.A. Bilbao.

## **X ANEXOS**

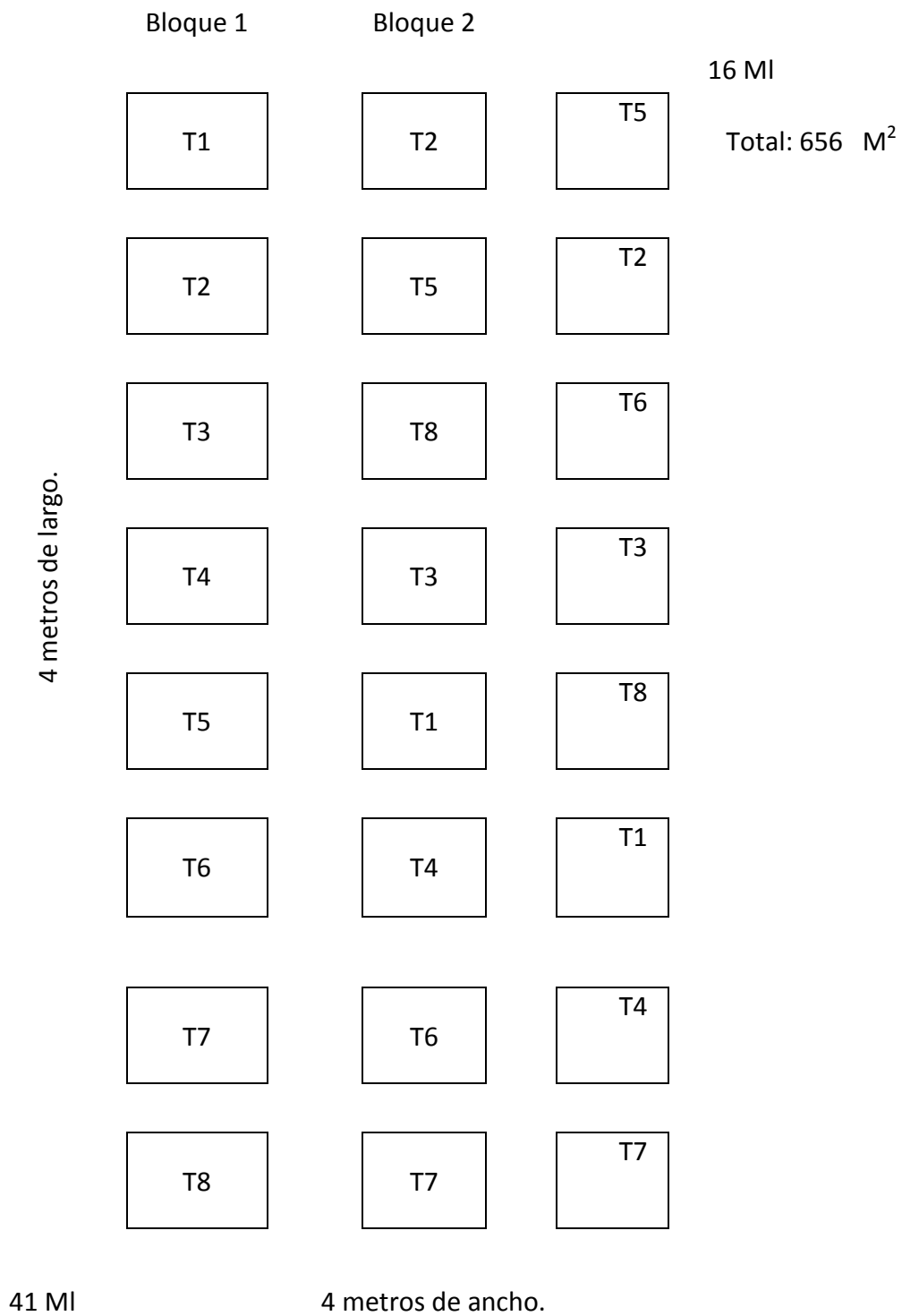


Figura 1. Diseño parcela experimental

1 metros entre bloques  
 4 metros de ancho.  
 4 metros de largo





Figura 2. Preparación de suelo.



Figura 5. Toma de muestras para el análisis de suelo.



Figura 3. Toma de muestras para el análisis de suelo



Figura 6. Delimitación de parcelas.



Figura 4. Toma de muestras para el análisis de suelo



Figura 7. Delimitación de parcelas.





Figura 8. Delimitación de parcelas.



Figura 11. Ubicación de rotulos



Figura 9. Delimitación de parcelas.



Figura 12. Ubicación de rotulos.



Figura 10. Nivelación del terreno.



Figura 13. Fertilización.





Figura 14. Fertilización.



Figura 17. Cultivo en fase de nascencia.



Figura 15. Siembra.



Figura 18. Cultivo en fase de nascencia.



Figura 16. Mantenimiento de caminos.



Figura 19. Visita del tutor.





Figura 20. Visita del tutor.



Figura 23. Cultivo en fase de roseta.



Figura 21. Visita del tutor.



Figura 24. Monitoreo del cultivo.



Figura 22. Visita del tutor.



Figura 25. Monitoreo del cultivo.





Figura 26. Pancarta.



Figura 29. Altura de la planta.



Figura 27. Control de plagas.



Figura 30. Grosor del tallo.



Figura 28. Altura de la planta.



Figura 31. Cultivo en fase de entallado.





Figura 32. Grosor del tallo.



Figura 35. Cultivo en inicio de floración.



Figura 33. Segunda fertilización.



Figura 36. Cultivo en inicio de floración.



Figura 34. Segunda fertilización.



Figura 37. Control de malezas.





Figura 38. Control de malezas.



Figura 41. Cultivo en fase de floración.



Figura 39. Altura de la planta



Figura 42. Grosor de tallo



Figura 40. Altura de la planta



Figura 43. Grosor de tallo





Figura 44. Visita del tutor.



Figura 47. Cultivo en fase de maduración de la semilla..



Figura 45. Visita del tutor.



Figura 48. Cultivo en fase de maduración de la semilla..



Figura 46. Cultivo en fase de maduración de la semilla.



Figura 49. Corte.





Figura 50. Corte.



Figura 53. Trilla



Figura 51. Corte.



Figura 54. Trilla



Figura 52. Trilla.



Figura 55. Peso por volumen.



Figura 56. Peso por volumen.



Figura 57. Rendimiento por unidad experimental.