



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**  
**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**  
**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**  
**FERTILIZACION QUIMICA NITROGENADA EN LA PRODUCCION**  
**DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris*). Valencia, 2013.**

**Autor:**  
**LUIS ENRIQUE ORBEA TRONCOSO**

**DIRECTOR DE TESIS**  
**Ing. M. Sc Víctor Godoy E**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2013**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**  
**FERTILIZACION QUIMICA NITROGENADA EN LA PRODUCCION**  
**DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris*). Valencia, 2013.**

**TESIS DE GRADO**

**Presentada al comité Técnico Académico requisito previo a la obtención del**  
**título de INGENIERO AGROPECUARIO**

**Aprobado:**

-----  
**ING. Wilfrido Escobar Pavón**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----  
**ING. Geovanny Muñoz Rodríguez**  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS**

-----  
**ING. Gary Meza Bone**  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS**

**QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR**

**2013**

## **DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS**

**YO LUIS ENRIQUE ORBEA TRONCOSO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**LUIS ENRIQUE ORBEA TRONCOSO**  
**AUTOR**

## CERTIFICACION DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito Ing. Víctor Godoy, certifica:

Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado, **LUIS ENRIQUE ORBEA TRONCOSO**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario “**FERTILIZACION QUIMICA NITROGENADA EN LA PRODUCCION DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris*). Valencia, 2013.**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. M. Sc. Víctor Godoy E**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

En este proyecto dejo mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y a todos los docentes y personal administrativos que me brindaron su apoyo necesario en mi ciclo universitario.

Además agradezco al señor Decano de La Facultad de Ciencias Pecuarias Ing. Agr. M. Sc. Gerardo Segovia F. y dejándole en constancia a mi director de tesis Ing. Víctor Godoy que me brindó su apoyo como docente y amigo.

**GRACIAS A TODOS**

## **DEDICATORIA**

Primeramente quiero dedicar a Dios quien me dio la vida y que día a día ilumino mi camino en este proyecto y la culminación de esta carrera.

De manera tan especial esta investigación va dedicada a mis queridos padres, Luis y Guadalupe quienes se sacrificaron mucho para apoyarme en este triunfo de mi carrera como estudiante y forjarme como profesional, y fueron los pilares fundamentales en esta larga trayectoria y vida Universitaria.

Y también quiero dedicar con mucho amor a mí amada esposa Nathaly y a mi hijo por formar parte de mi vida y apoyarme en los momentos más duros de esta carrera y así llegar a la cima tan anhelada.

Además dedicar a mis hermanas, Mariela y María José que de una u otra manera me apoyaron sin interés alguno para lograr este logro, a la vez dedicar con mucho cariño y amor a alguien tan especial que ya no está con nosotros, pero se encuentra feliz haya en el Cielo mi hermana Lourdes.

**Luis Enrique Orbea Troncoso**

**Autor**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE DE CUADROS	x
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
JUSTIFICACIÓN	3
1.2    Objetivos de la investigación	4
1.2.1.    Objetivo general	4
1.2.2.    Objetivos específicos	4
1.3    Hipótesis	4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1    Taxonomía y origen del frejol	5
2.1.1    Taxonomía y origen del frejol	5
2.1.2    Semillas y variedades	6
2.1.2.1.    Semillas	6
2.1.2.2.    variedades	6
2.1.3.    Mecanismos de absorción de nutrimentos	7
2.1.4    Investigaciones en frejol	7
2.1.5.    Fertilización	10

2..1.5.1	Fertilización foliar y edáfica	10
2..1.5.2	Nitrógeno	10
2..1.5.3	Fósforo	11
2..1.5.4	Potasio	12
2..1.5.5	Tipos y clasificación	13
2..1.5.6	Fertilizante 10-30-10	14

### **CAPITULO III**

<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>16</b>
A	Localización del experimento.	16
B.	Características agroclimáticas	16
C	Materiales genéticos	16
D	Materiales y equipos	17
E	Tipos de Investigación	17
F.	Factores y niveles de estudio	17
	a) Dosis de fertilización química	17
	b) Tratamientos	18
	c) Diseño experimental	18
G	Especificaciones de siembra	19
H	Registro de datos y metodología de la investigación	20
	1 Porcentaje de emergencia (%)	20
	2 Altura de planta (cm)	20
	3 Porcentaje de germinación a los 30 días	20
	4 Porcentaje de sobrevivencia	20
	5 Días a la floración por planta	20
	6 Diámetro del tallo a los 15 y 30 días	20

7	Número de vainas totales por planta	21
8	Rendimiento en kg/ha	21
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>22</b>
1.	Porcentaje de emergencia (%)	22
2.	Altura de planta (cm)	23
3.	Porcentaje de germinación a los 30 días	24
4.	Porcentaje de sobrevivencia	25
5.	Días a la floración por planta	26
6.	Diámetro del tallo a los 15 días	27
7.	Diámetro del tallo a los 30 días	28
8.	Promedio de número de vainas totales por planta	29
9.	Promedio de rendimiento en kg/ha	30
<b>V</b>	<b>CAPITULO V</b>	
	<b>DISCUSION</b>	<b>31</b>
	<b>CAPITULO VI</b>	
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>32</b>
6.1.	Conclusiones	32
6.2.	Recomendaciones	33
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>34</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadros</b>		<b>Pág.</b>
1.	Características agroclimáticas de la zona implantada del ensayo	16
2.	Dosis de fertilización química.	17
3.	Tratamientos y dosis de los fertilizantes nitrogenados	18
4.	Esquema del análisis de varianza	19
5.	Promedios de porcentaje de emergencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	22
6.	Promedios de altura de planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	23
7.	Promedios de porcentaje de germinación a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	24
8.	Promedios de porcentaje de sobrevivencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	25
9.	Promedios de días a la floración por planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo	26

de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

10. Promedios del diámetro del tallo a los 15 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 27
11. Promedios del diámetro del tallo a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 28
12. Promedios de numero de vainas totales por planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 29
13. Promedios de rendimiento en kg/ha, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 30

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Pág.</b>
1.	Análisis de varianza de porcentaje de emergencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	38
2.	Análisis de varianza de altura de planta (cm), en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	38
3.	Análisis de varianza de plantas germinación a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	39
4.	Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	39
5.	Análisis de varianza de días a la floración por planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	40
6.	Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 15 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.	40

7. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 41
8. Análisis de varianza del número de vainas totales por plantas, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 41
9. Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013. 42

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Finca “Agrotecsa”, propiedad del Sr. Luis Orbea ubicada en el Km 25.5 Vía Valencia – Vergel se estableció un ensayo de Frijol titulado “Fertilización química nitrogenada en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*), se evaluó la respuesta del Frijol a la aplicación de diferentes fertilizaciones químicas; con la finalidad de evaluar los efectos de las dosis de productos sobre el comportamiento agronómico del Frijol; para poder determinar la dosis más adecuadas de los productos.

Se utilizó el diseño experimental Bloques completos al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos. La parcela experimental tuvo un área de 12.0 m<sup>2</sup>; mientras que, el área útil de la parcela estuvo determinada por las 2 hileras centrales, dando un área de 6 m<sup>2</sup>.

Se evaluaron las respuestas de varias dosis de fertilización química en la aplicación del cultivo de frijol y se tomaron en cuentas varias variables tales como: Porcentaje de emergencia, Altura de planta, Porcentaje de germinación a los 30 días, Porcentaje de sobrevivencia, Días a la floración por planta, Diámetro del tallo a los 15 y 30 días, Números de vainas totales por planta, Rendimiento en kg/ha

## SUMMARY

This research was conducted in the " Agrotecsa " Mrs. Luis Orbea Finch, located at Km 25.5 Via Valencia - Vergil assay Bean entitled " Chemical Nitrogen fertilization in the production of beans (*Phaseolus vulgaris*) was established, the response was evaluated Bean the application of different chemical fertilization, in order to evaluate the effects of doses of products on the agronomic performance of beans, in order to determine the appropriate dosage of the products.

Experimental design randomized complete blocks with four treatments and three replications was used. The experimental plot had an area of 12.0 m<sup>2</sup>, while the useful area of the plot was determined by the 2 middle rows, giving an area of 6 m<sup>2</sup>.

Responses of various doses of chemical fertilizer in implementing the bean crop were evaluated and taken into account several variables such as : Percentage of emergency, plant height , percentage born alive, survival percentage , days to flowering per plant , stem diameter at 15 and 30 days, Total Numbers of pods per plant , yield in kg / ha

## I. INTRODUCCIÓN

El frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un rubro muy dinámico y de sustento en Ecuador, debido a ello este cultivo representa una importante alternativa de producción para los agricultores de la Costa, Sierra y Región Oriental representa desde épocas precolombinas una de las principales fuentes alimenticias en Latinoamérica, con relación a la superficie promedio anual sembrada a nivel nacional, el fréjol sigue ocupando el tercer lugar con el 0,84 %, es decir con 44.186 hectáreas según el Tercer Censo Nacional Agropecuario realizado el 7 de Diciembre del 2010. El cultivo de fréjol se practica en todas las regiones del país, bajo las condiciones más diversas de suelo y clima, El frejol tiene gran importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido en proteínas, carbohidratos y minerales (Castañeda, 2006).

Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo casi olvidado y asediado por muchos problemas que hacen que disminuyan sus rendimientos, además, el cultivo crece a menudo en condiciones de agricultura de subsistencia. Programas nacionales de frejoles, compañías privadas de semillas y organizaciones agroquímicas, lo que está empezando a tener un impacto positivo en la producción de frejol en diferentes regiones del mundo. (Franke, 2006). Por lo paradójico, indagaciones realizadas a productores de fréjol en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos (Febres Cordero, Pimocha, Caracol, La Unión, y Ventanas), diseñada y conducida para recolectar información de agricultores de varias comunidades, grupos étnicos y niveles económicos, acerca de sus prácticas actuales de producción de fréjol.

La producción del cultivo de frejol en el Ecuador, ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación

El frejol responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, el exceso de nitrógeno, puede provocar un desarrollo vegetativo anormal y reducción de la floración y un retraso en la maduración; trayendo como consecuencia un

alargamiento del ciclo vegetativo del cultivo. Es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de fósforo y potasio. Los fertilizantes químicos correctamente utilizados no causan residuos tóxicos en la planta, puesto que están compuestos de nutrientes que pasan a ser elementos integrantes de la estructura química de la planta. Así, el nitrógeno se transforma en clorofila y luego en proteínas, el fósforo en sabia y el potasio permite la concentración de azúcares y color, los fertilizantes son productos que representan entre el 20 y 30% de los costos de producción de un cultivo. (López, 2002)

Muchos agricultores están aplicando fertilizantes en exceso, encareciendo los costos de producción, desmejorando la calidad y desnaturalizando la fertilidad de los suelos del Ecuador.

El consumo global de fertilizante aumentó alrededor de 31% de 1996 al 2008 y en los países en vías de desarrollo este incremento es de 56%, según la Asociación

Internacional de la Industria de Fertilizantes. El precio de algunos fertilizantes casi se ha triplicado en el año pasado, siendo este uno de los factores que actualmente contribuyen en el alza de los precios de los alimentos

Frente a este problema se hace necesario utilizar adecuadamente los fertilizantes químicos de manera eficaz y bajo recomendaciones técnicas, eliminando el carácter negativo que últimamente se les quiere atribuir haciéndolos responsables de productos dañinos para la salud del ser humano.

## **A.- Justificación:**

Debido al incremento demográfico de la población mundial en los últimos años es necesaria, para el sostenimiento de la humanidad, la utilización de fertilizantes químicos, entre otras opciones para elevar la producción para suplir los requerimientos nutricionales de las plantas y elevar la producción. Lo cual es un reto constante para proporcionar mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad.

Por lo tanto, la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados (fuente inorgánica) por la fijación biológica del nitrógeno; contribuirá en la reducción de la contaminación del aire y agua dando una alternativa de producción para los productores de este cultivo.

Los resultados de la presente investigación serán difundidos a los pequeños productores de frejol de la zona de Valencia, con el fin de mejorar las recomendaciones de fertilización sea aplicada al suelo o al follaje para el cultivo, enfocado hacia una producción ecológica, sustentable y económicamente rentable.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General:**

Evaluar la fertilización química nitrogenada en la producción de frejol (*Phaseolus vulgaris*) Valencia, 2013.

### **1.2.2. Objetivos Específicos:**

Determinar el nivel de fertilización nitrogenada que permita incrementar la producción de frejol.

Determinar el nivel que incremente los componentes del rendimiento.

## **1.3. Hipótesis**

**H0.** Todos los niveles de fertilización nitrogenados presentarán igual comportamiento productivo del frejol.

**H1.** Uno de los niveles de fertilización nitrogenados mejorará el comportamiento productivo del frejol.

**H0.** Todos los tratamientos mostrarán igual promedio en los componentes del rendimiento.

**H2.** Uno de los tratamientos mostrará mejor promedio en los componentes del rendimiento.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. CULTIVO DEL FREJOL

#### 2.1.1. Taxonomía y origen del frejol

Desde el punto de vista taxonómico, el frejol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Lineo en 1753. Pertenece a la tribu Phaseoleae de la subfamilia papilionoideae dentro del orden Rosales y la familia Leguminosae.

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan. Son ellas: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.; *P. coccineus* L., y *P. acutifolius* A. Gray var *latifolius* Freeman (CIAT, 2004).

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- Clase: Dicotyledóneas
- Orden: Fabales
- Familia: Leguminosae
- Subfamilia: Papilionoideae
- Tribu: Phaseoleae
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris*

Los estudios arqueológicos revelan que el frejol se origina en el continente americano. Según Paredes et al., (2006), aún se trabaja para determinar con exactitud el origen y el proceso de domesticación que incluye a tres regiones principales: 1) sur de los Andes, que va desde el sur de Perú hasta San Luis, Argentina; 2) norte de los Andes, que comprende el occidente de Venezuela y el norte de Perú, y 3) Mesoamérica, que va desde la región de los valles, que conforman los ríos Pánuco y Santiago en México hasta el norte de Costa Rica.

Lo que parece estar más claro es que, el frejol fue domesticado en regiones de América Latina hace más de 7.000 años (Gepts y Debouck, 2011).

## **2.1.2. Semillas y variedades**

### **2.1.2.1. Semillas**

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el frejol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa (Arias, 2007).

La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma); el componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para (Arias, 2007).

### **2.1.2.2. Variedades**

Ecuador posee una gran riqueza en cuanto a materiales genéticos de frejol. Esta especie, por ser originaria de Centro y Suramérica, presenta una gran diversidad en cuanto a sus características y comportamiento como reacción a las condiciones ambientales y de manejo.

De acuerdo con el origen, ciertos tipos de frejol se han ido adaptando a las condiciones de cada lugar. Por ejemplo, los fríjoles de hábito IV (volubles) se han adaptado a las condiciones del clima frío. Así mismo, dependiendo de los hábitos de consumo, determinadas regiones se han especializado en la producción con variedades cuyo grano pertenece a determinada clase comercial. Es el caso del

frejol tipo: cargamanto. Caso contrario sucede con otros tipos de frejol como la clase calima, que se producen y se consumen en varias regiones (Arias, 2007).

Aprovechando la gran diversidad genética existente en el país, se han realizado numerosas investigaciones para mejorar las variedades por características deseables en cuanto a adaptación al medio, rendimiento, resistencia o tolerancia a enfermedades, teniendo además en cuenta el tipo de grano, de acuerdo con las preferencias que se han identificado en cada región (Arias, 2007).

En Antioquia predomina el uso de variedades criollas de frijol, tales como la variedad cargamanto, del cual se han identificado muchos tipos: cargamanto común, cargamanto ombligo amarillo, cargamanto rojo, cargamanto gigante, entre otras.

El frejol cargamanto es cultivado en condiciones de clima frío y clima frío moderado en la subregión del Oriente antioqueño y en el municipio de Urrao en el Suroeste. Son variedades de hábito voluble o de enredadera (Arias, 2007).

### **2.1.3. Mecanismos de absorción de nutrimentos**

Desde 1877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas asperjando sus piñas con una solución de sulfato de hierro, logró enverdecer las plantas después de algunas semanas. Esta experiencia tuvo repercusiones con los productores y se empezaron a utilizar sin medida, prácticas de aspersión foliar de algunos micros nutrimentos. A pesar de ser una práctica común entre agricultores, todavía a finales de la década de los 40's, no se sabía el mecanismo de absorción foliar de nutrimentos (Franke, 2006).

### **2.1.4. Investigaciones en frejol**

Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos. Sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables. En un ensayo de fertilización edáfica y foliar sobre el desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.), Giskinet al. (2004) reportaron un incremento en número de vainas de 43 %, en número de

semillas 13 % y en peso de grano 10 %, al completar la dosis con 15, 20 y 25 % de fertilización foliar, comparado con 100 % de fertilización edáfica.

Logros obtenidos en la investigación sobre el cultivo de frejol del proyecto Conacyt-tipp-frejol en el sureste de México, En fertilización foliar, la aplicación de urea al cultivo en dosis de 1,75% en época de prefloración o en llenado de vainas incrementó el rendimiento en un 17 por ciento. (López, 2002) esta práctica es complemento a la fertilización mineral al suelo.

La eficiencia de aprovechamiento de un nutrimento se eleva al ser aplicado foliarmente. Así lo demostró (Chonay, 2001) al fertilizar el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al suelo y follaje. Al aplicar 30 kg de nitrógeno como urea al suelo, cada kg de nitrógeno incrementó 2.9 kg de grano, mientras que aplicando foliarmente la misma cantidad de nitrógeno como urea a 4 %, hubo un rendimiento de 24.5 kg de grano por cada kg de nitrógeno aplicado, aumentando 8.5 veces la eficiencia en el aprovechamiento del nutrimento.

La aplicación de 30 kg de nitrógeno al follaje en el llenado de grano fue mucho más eficiente (42.4 kg de grano por cada kg de nitrógeno) que la aplicación de esa misma cantidad de nitrógeno al follaje antes de la floración. (Pérez 2008) reportó un incremento promedio de 17.7 % al aplicar tres aspersiones de NPK foliarmente a partir de una fórmula con 21 % de N, 3 % de P, 3 % de K, y 26.7 % más elementos menores. Esto indica una respuesta a la aplicación foliar de elementos menores

Además se observó un incremento del rendimiento por concepto de fertilización foliar a bajos niveles de fertilización edáfica. Tal parece que los fertilizantes foliares que llevan una solución nutritiva completa influyen más en el incremento global de rendimiento de un cultivo que cuando se aplican sólo 2 o 3 nutrimentos.

(Rodríguez, 2007) probó tres fertilizantes foliares en el cultivo de tomate que contenía todos los nutrimentos esenciales; NV1 a diferencia de NV2 y NV3, contenía calcio y magnesio. El mayor rendimiento se obtuvo en tepetate con el

fertilizante foliar NV3, que carece de calcio y magnesio y que posiblemente fueron abastecidos por el tepetate que es rico en calcio. En este trabajo se encontró que hubo un incremento de rendimiento de 21 % con la fertilización edáfica y foliar en comparación con sólo la fertilización edáfica.

La fertilización foliar también se ha utilizado para acelerar el proceso fisiológico de algunos árboles frutales, como en el caso del mango. (Osuna 2008) reporta que con aplicaciones de nitrato de potasio a 4 % o nitrato de amonio a 2 % aplicados foliar mente, aceleran la brotación de yemas florales en comparación al testigo, que influye en un adelanto en la cosecha de fruta ganando mejores precios en el mercado.

Sin embargo, estas sales presentan ciertas desventajas en relación con el Ethrel, que es un producto comercial formulado para este propósito (adelantar la brotación de yemas florales).

Existen procesos elementales para el crecimiento del poroto como son la fotosíntesis y la respiración. Varios estudios indican que bajo condiciones óptimas, la tasa máxima de fotosíntesis del frijol es de 2 g de  $C_0^2$  fijado/h/m<sup>2</sup> de hojas

(White, 2005). Si la fotosíntesis fuera el único proceso, bajo condiciones óptimas similares, y si el producto fuese solamente carbohidratos, se obtendría una cosecha alrededor de 40 toneladas de materia seca/ha. Adicionalmente, el crecimiento incluye otros procesos, como fotosíntesis, respiración, distribución de carbohidratos, efectos de plagas y enfermedades, y caída de flores y hojas (White, 2005).

La respiración es un proceso en el cual se gasta energía acumulada a través de la fotosíntesis, y la cantidad que se gaste depende del compuesto que está siendo sintetizado, y de la parte de la planta que se está utilizando. En cuanto a energía, es más costoso producir semillas de poroto con un contenido de proteína del 22%, comparado con el arroz (12% de proteína) (White, 2005).

### **2.1.5. Fertilización**

Por medio del uso racional de los recursos y los insumos y evitar la contaminación de aguas y suelos. Para optimizar los beneficios y minimizar la pérdida de nutrientes, se debe determinar el momento de aplicación del fertilizante. (Jesús 2007).

Antes de utilizar cualquier fertilizante en el cultivo se recomienda hacer un análisis de suelo para posterior determinar el tipo de fertilizante y la cantidad que necesita para el cultivo, pero si esto no es posible realizarlo, se recomienda en términos generales dos quintales de fórmula 18 – 46 - 0 por manzana aplicado al momento de la siembra si utiliza el método de labranza convencional (Jesús, 2007).

#### **2.1.5.1. Fertilización foliar y edáfica**

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. (Jesús, 2007)

El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo, de aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Eibner, 2006).

### **2.1.5.2. Nitrógeno.**

Las necesidades de nitrógeno por parte de las plantas son muy elevadas. El nitrógeno se usa para la formación de aminoácidos esenciales que forman parte de la proteína necesaria para las plantas así como para formar enzimas o complejos enzimáticos que van a dar lugar a gran cantidad de procesos esenciales para la vida, por otra parte el nitrógeno es fundamental para formar lignitas que aparecen en las células adultas de las plantas leñosas, (López, 2002)

Además forma parte de las auxinas que son las hormonas encargadas de estimular el desarrollo de las yemas y los brotes florales, la existencia de nitrógeno en forma abundante colabora en la formación de clorofila que aumenta la actividad fotosintética y por tanto el desarrollo (López, 2002)

### **2.1.5.3. Fósforo**

El fósforo en la planta es utilizado para gran cantidad de actividades necesaria para el desarrollo, forma parte de las membranas celulares en los fosfolípidos de las mismas que realizan el transporte activo de los nutrientes al interior de la célula, Su acción es fundamental en la función clorofílica y la actividad fotosintética. Forma parte de gran cantidad de enzimas que realizan funciones esenciales para el desarrollo (López, 2002)

El Fósforo fomenta el crecimiento de raíces, la floración, la maduración, y la formación de semillas. Las deficiencias de fósforo son extendidas: gran parte del contenido natural de P está atado o es inasequible. Solo el 5-20 por ciento de los abonos de P que se aplican serán disponibles al cultivo porque la mayoría también se separa en compuestos insolubles. Esta fijación de P es un problema especial en los suelos rojos y gestados trópicos que son bajos en valor pH (altos en ácido). (Valladares, 2004).

El método de aplicación es sumamente importante y determina la cantidad del P añadido que se separa. Las aplicaciones por esparcimiento (la aplicación uniforme del abono por todo el campo) aumentan la separación del P y no deben ser

recomendadas para el pequeño agricultor. La aplicación en una banda o tira, un semi-círculo, o un hueco cerca de la semilla es entre dos y cuatro veces más efectiva que el esparcimiento, especialmente para tasas bajas o medianas de aplicación (Valladares, 2004).

#### **2.1.5.4. Potasio**

El potasio es encargado de mantener la permeabilidad de las membranas celulares, aumenta la concentración de los jugos celulares con lo que se obtiene una mayor resistencia a las bajas temperatura, es uno de los detonantes de multitud de reacciones enzimática, activa la absorción de nitratos por parte de la planta y estimula la formación de proteínas.(López, 2002)

Promueve la formación de almidón y azúcar, el crecimiento de raíces, la resistencia contra enfermedades, la fortaleza de los tallos, y la fortaleza general de la planta. El maíz, el sorgo, el mijo, el arroz y otras hierbas son más eficientes en la extracción de K que la mayoría de cultivos de hojas caducas. (Valladares, 2004)

Las deficiencias de potasio no son tan extendidas como las del N y el P: La gran parte de los suelos volcánicos tienen cantidades disponibles. Pero sólo se puede saber con certeza haciendo un examen de laboratorio.

El potasio: Sólo el uno o dos por ciento del total de K en el suelo está en forma disponible, pero éstos a veces es suficiente para satisfacer las necesidades de algunos cultivos. La buena noticia es que la separación de los abonos K no es muy seria y nunca forma el problema que presenta el potasio. (Valladares, 2004)

Las pérdidas por la lixiviación por lo general son menores: La forma disponible de K tiene una carga positiva. Las partículas de arcilla y humus cargados negativamente actúan como imanes y atraen al K de carga-positiva para reducir la lixiviación. Sin embargo, las pérdidas por la lixiviación pueden ser un problema en suelos arenosos o bajo lluvias copiosas (Valladares, 2004).

### 2.1.5.5. Tipos y Clasificación

Entre los tipos de fertilizantes que existen nombraremos la siguiente descripción de estos que son:

- Sólidos. Son generalmente los más utilizados: éstos pueden estar en forma de polvo, en cristales o gránulos.
- Líquidos. Pueden ser simples, como las soluciones nitrogenadas, o compuestos, como las soluciones binarias o terciarias.
- Gaseoso. Solo se utiliza el amoníaco anhídrido; en su almacenaje se mantiene en forma líquida muy fuertemente comprimido. Cuando se lo aplica al suelo se gasifica (Fertico, 2011).

Teniendo en cuenta los elementos nutritivos principales que son el nitrógeno (N), el fósforo (P), y el potasio (K), los fertilizantes pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Abonos simples
- Abonos Compuestos: a) de mezclas, b) complejos, que a su vez se clasifican en binarios y ternarios

Los abonos simples sólo contienen un elemento nutritivo. Ellos pueden ser:

- Abono simple nitrogenado
- Abono simple fosfórico o fosfatado
- Abono simple potásico

Los abonos compuestos son los que contienen más de uno de los elementos nutritivos citados.

Se llaman de mezcla cuando han sido obtenidos por una mezcla mecánica o manual (los elementos nutritivos están juntos pero en partículas distintas).

Se llaman complejos cuando los distintos elementos pertenecen a una misma fórmula química (Fertico, 2011).

Estos abonos compuestos son binarios si poseen sólo dos elementos: N y P, N y K, P y K. Los ternarios poseen los tres elementos: N, P, K. Se expresan las concentraciones con las mismas unidades fertilizantes señaladas. Así, una que tenga un NPK de 10-20-10 significa que posee:

10 kg de nitrógeno neto (N)

30 kg de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),

10 kg de dióxido de potasio (K<sub>2</sub>O). (2)

#### Características de los Fertilizantes

La presentación de los fertilizantes es un factor importante desde el punto de vista práctico. En la misma se tiene en cuenta las siguientes características:

- Concentración.
- Comportamiento de acidez o alcalinidad en los suelos.
- Higroscopicidad.
- Aglomeramiento.
- Tipo de presentación.
- Otras exigencias

#### **2.1.5.6. Fertilizante 10 – 30 – 10**

Fertilizante apropiado para los suelos, que por su alto contenido de fósforo se convierte en un elemento clave durante todo el proceso vegetativo, estimula el sistema radicular y acelera la maduración de los frutos; unido al nitrógeno y al potasio asegura el desarrollo y la resistencia a las enfermedades. (Pasa, 2001)  
Descripción química: Abono complejo granulado con alto contenido de fósforo, enriquecido con nitrógeno y potasio, grado 10 – 30 – 10.

Fórmula química: Fertilizante complejo granulado N-P-K con portador amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) y nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ). Usos comunes: Abono alto en fósforo, de relación nutricional 1:3:1, especial para fertilización de “arranque” en la siembra. (Pasa, 2001)

### III. Materiales y Métodos

#### A. Localización del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el Cantón Valencia, en la Finca “Agrotecsa propiedad del señor Luis Orbea en el Km 25.5 Vía Valencia- Vergel, La Sucre cuyas coordenadas geográficas son: 79° 47', longitud occidental y 01° 32' de latitud Sur y 75 msnm, realizándose en el verano del 2013.

#### B. Características agro-climáticas

**Cuadro 1.** Características agroclimáticas de la zona implantada del ensayo

Zona climática	Bosque húmedo – tropical (bh-T)
Temperatura promedio	24,2 °C
Humedad Relativa	77,4 %
Heliofanía	823 horas/luz/año
Precipitación anual	1537 mm
Topografía del terreno	Irregular
Textura del suelo	franco arenoso
pH	5,7

**Fuente:** INAMHI, Serie multianual 1970-2013.

#### C. Materiales Genéticos

Se utilizó la semilla de frijol (cuarentón) con 4 dosis de fertilización química con base nitrogenada.

## D. Materiales y Equipos

- Balanza
- Bomba de mochila
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Guantes
- Sacos
- Mano de obra
- Registros
- Herbicidas
- Insecticidas
- Semillas de frijol
- Fertilizantes químicos

## E. Tipo de investigación

Cabe indicar que el tema de investigación corresponde a la línea No 2 correspondiente a, desarrollo de conocimientos y tecnologías de agricultura alterativa aplicable a las condiciones del trópico húmedo y semi húmedo del Litoral ecuatoriano del área de agricultura alternativa y biodiversidad.

## F. Factores en estudio.

### a) Dosis de fertilización química.

**Cuadro 2.** Dosis de fertilización química

<b>B1</b>	Baja (20-10-15) Kg /ha
<b>B2</b>	Media (30-10-15) Kg /ha
<b>B3</b>	Alta (40-10-15) Kg /ha
<b>B4</b>	Ligeramente alta (50-10-15) Kg /ha

## b) Tratamientos

**Cuadro 3.** Tratamientos y dosis de los fertilizantes nitrogenados

Tratamiento	Detalle
T <sub>1</sub>	20-10-15
T <sub>2</sub>	30-10-15
T <sub>3</sub>	40-10-15
T <sub>4</sub>	50-10-15

## c) Diseño Experimental

Para el presente ensayo se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las diferencias entre medias de tratamientos fueron comparadas utilizando la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). El modelo estadístico del diseño ha utilizado, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + D_j + VD_{ij} + E_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Modelo total de una observación

$\mu$  = Media general

$V_i$  = Efecto del Híbrido  $i$

$D_j$  = Efecto de los niveles de fertilización  $j$

$VD_{ij}$  = Efecto de la interacción entre los niveles del factor Híbrido  $i$  por los niveles del factor dosis de fertilización  $j$

$E_k$  = Efecto  $k$ -ésimo del bloque

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

**Cuadro 4.** Esquema del análisis de varianza

<b>Fuente de Variación</b>		<b>GL</b>
Bloques	$B - 1$	4
Tratamientos	$t - 1$	3
Error experimental	$(t-1) (r-1)$	12
Total	$(t \times r \times x - 1)$	19

**d) Especificaciones de siembra**

Tipo de diseño: Diseño de Bloques Completamente al Azar

No. De tratamientos: 4

No. De repeticiones: 5

No. De unidades experimentales: 12

Área total del experimento: 355 m<sup>2</sup>

Área neta del experimento: 288m<sup>2</sup>

Dimensión de caminos entre bloques: 1m<sup>2</sup>

Dimensiones de la parcela: 2,4 m de ancho x 5 m de largo

Unidad investigativa: 12 m<sup>2</sup>

Distancia entre surcos: 0,60 m

Distancia entre plantas: 0,20 m

Número de surcos por parcela: 5

Número de plantas por hilera: 20

Número de plantas por parcela total: 120

## **e) Registro de Datos y Metodología de Evaluación**

### **1. Porcentaje de emergencia (%)**

Para tomar los datos de esta variable, se contó la cantidad de plantas emergidas por metro al azar de cada tratamiento con la ayuda una cinta métrica.

### **2. Altura de planta (cm)**

Para tomar los datos de esta variable, se midió 10 plantas al azar de cada tratamiento con la ayuda una cinta métrica.

### **3. Porcentaje de germinación a los 30 días**

Se contó el número de plantas nacida en la parcela neta a los treinta días después de la siembra, estos valores se expresaron en porcentaje.

### **4. Porcentaje de sobrevivencia**

Se contó el número de plantas, a los treinta días de parcela neta.

### **5. Días a la floración por planta**

Se contó cuando el 50% de 10 plantas al azar de la parcela neta presentaron la primera flor abierta.

### **6. Diámetro del tallo a los 15 y 30 días**

A los 15 y 30 días después de la siembra, se midió el diámetro del tallo con la ayuda de un calibrador vernier expresado en milímetros de las plantas de la parcela neta.

## **7. Números de vainas totales por planta**

Con la ayuda de fundas plásticas se recolectaron durante cada cosecha la cantidad de frutos en cada planta a evaluada para cada tratamiento y de esta forma se contabilizó este dato para el análisis de esta variable.

## **8. Rendimiento en kg/ha**

Para tomar los datos de esta variable, se pesó en kilogramo el total de la producción de cada tratamiento el mismo que fue pesado con la ayuda de una balanza electrónica, cabe indicar que se cosecho el grano en seco ya que su producción se destinó como grano comercial.

## IV. RESULTADOS

### a. Porcentaje de emergencia.

En el cuadro 5, se presentan los promedios de porcentaje de emergencia en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos no mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 0.76 (Cuadro 1 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro el mayor porcentaje de emergencia con 99.33 %, siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos que tuvieron un porcentaje de 98.00 y 98.67 %, el menor porcentaje de emergencia para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 2 con la dosis de fertilización química Media (30-10-15) con 97.33 %

Cuadro 5 Promedios de porcentaje de emergencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Porcentaje de emergencia (%)
Baja (20-10-15)	98,67 a
Media (30-10-15)	97,33 a
Alta (40-10-15)	98,00 a
Ligeramente Alta (50-10-15)	99,33 a
CV (%)	0,76
SIGNIF. ESTADISTICA	NS

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

### Altura de planta.

En el cuadro 6, se presentan los promedios de porcentaje de emergencia en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos mostraron alta significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 1.10 (Cuadro 2 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro la mayor altura de planta con 23.47 %, siendo altamente significativo con respecto a los demás tratamientos que obtuvieron un porcentaje de altura entre 18.92 y 22.57 cm, la menor altura de planta para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 1 con la dosis de fertilización química Baja (20-10-15) con 18.92 cm.

Cuadro 6 Promedios de altura de planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Altura de planta (cm)
Baja (20-10-15)	18,92 d
Media (30-10-15)	20,71 c
Alta (40-10-15)	22,57 b
Ligeramente Alta (50-10-15)	23,47 a
CV (%)	1,10
SIGNIF. ESTADISTICA	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## b. Porcentaje de germinación a los 30 días

En el cuadro 7, se presentan los promedios de porcentaje de germinación a los 30 días en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos no mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 0.68 (Cuadro 3 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro el mayor porcentaje de germinación a los 30 días con 99%, no teniendo significancia estadística con respecto a los demás tratamientos que obtuvieron un porcentaje de plantas vivas a los 30 días entre 98.00 y 98.33 %, el menor porcentaje de plantas vivas para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 2 con la dosis de fertilización química Media (30-10-15) con 97.33 %

Cuadro 7 Promedios de porcentaje de germinación a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Porcentaje de plantas (%)
Baja (20-10-15)	98,33 a
Media (30-10-15)	97,33 a
Alta (40-10-15)	98,00 a
Ligeramente Alta (50-10-15)	99,00 a
CV (%)	0,68
SIGNIF. ESTADISTICA	NS

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

### c. Porcentaje de sobrevivencia

En el cuadro 8, se presentan los promedios de porcentaje de sobrevivencia en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos no mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 0.68 (Cuadro 4 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro el mayor porcentaje de sobrevivencia con 99%, no teniendo significancia estadística con respecto a los demás tratamientos que obtuvieron un porcentaje de sobrevivencia entre 98.00 y 98.33 %, el menor porcentaje de plantas vivas para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 2 con la dosis de fertilización química Media (30-10-15) con 97.33 %

Cuadro 8 Promedios de porcentaje de sobrevivencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Baja (20-10-15)	98,33 a
Media (30-10-15)	97,33 a
Alta (40-10-15)	98,00 a
Ligeramente Alta (50-10-15)	99,00 a
CV (%)	0,68
SIGNIF. ESTADISTICA	NS

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

#### d. Días a la floración por planta

En el cuadro 9, se presentan los promedios de Días a la floración por planta en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 1.61 (Cuadro 5 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro los mayores Días a la floración por planta con 30.33, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron los días de floración entre 29.67 y 29.00 el menor porcentaje de días a la floración para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 1 con la dosis de fertilización química Baja (20-10-15) con 28.33 días

Cuadro 9 Promedios de días a la floración por planta, en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Días a la floración (#)
Baja (20-10-15)	28,33 c
Media (30-10-15)	29,00 bc
Alta (40-10-15)	29,67 ab
Ligeramente Alta (50-10-15)	30,33 a
CV (%)	1,61

SIGNIF. ESTADISTICA

\*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

### e. Diámetro de tallo a los 15 días

En el cuadro 10, se presentan los promedios diámetro del tallo a los 15 días en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 14.47 (Cuadro 6 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro los mayores diámetro del tallo a los 15 días con 0.60 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron los diámetro del tallo entre 0.43 y 0.47, el menor diámetro del tallo para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 3 con la dosis de fertilización química Alta (40-10-15) con 0.40 cm

Cuadro 10 Promedios del diámetro del tallo a los 15 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Diámetro del tallo a los 15 días (%)
Baja (20-10-15)	0,47 ab
Media (30-10-15)	0,43 ab
Alta (40-10-15)	0,40 b
Ligeramente Alta (50-10-15)	0,60 a
CV (%)	14,47

SIGNIF. ESTADISTICA

\*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

#### f. Diámetro de tallo a los 30 días

En el cuadro 11 se presentan los promedios diámetro del tallo a los 30 días en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos no mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 8.63 (Cuadro 7 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro los mayores diámetro del tallo a los 30 días con 1.93 cm, no teniendo significancia estadística entre los demás tratamientos que obtuvieron los diámetro del tallo entre 1.83 y 1.90 el menor diámetro del tallo para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 1 con la dosis de fertilización química Baja (20-10-15) con 1.7 cm

Cuadro 11 Promedios del diámetro del tallo a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Diámetro del tallo a los 30 días (cm)
Baja (20-10-15)	1,7 a
Media (30-10-15)	1,9 a
Alta (40-10-15)	1,83 a
Ligeramente Alta (50-10-15)	1,93 a
CV (%)	8,63
SIGNIF. ESTADISTICA	NS

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

### g. Promedio de numero de vainas totales por plantas

En el cuadro 12, se presentan los promedios de números de vainas totales por planta en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 3.39 (Cuadro 8 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro los mejores promedios de numero de vainas totales por planta con 17.11 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron entre 16.39 y 16.65, el menor número de vainas totales por planta para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 1 con las dosis de fertilización química Baja (20-10-15) con 15.44 vainas

Cuadro 12 Promedios de numero de vainas totales por planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Número de vainas por planta (#)
Baja (20-10-15)	15,44 b
Media (30-10-15)	16,65 ab
Alta (40-10-15)	16,39 ab
Ligeramente Alta (50-10-15)	17,11 a
CV (%)	3,39

SIGNIF. ESTADISTICA

\*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

#### h. Promedio de rendimiento en kg/ ha

En el cuadro 13, se presentan los promedios de rendimiento en kg/ ha en el ensayo efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), según el análisis de variancia realizado para esta variable los tratamientos mostraron significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 3.84 (Cuadro 9 del Anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento 4 con la dosis de fertilización Ligeramente alta (50-10-15) mostro los mejores promedios de rendimiento en kg/ha con 1578.37 kg/ha, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron entre 1413.75 y 1490.37, el menor rendimiento de kg/ha para la variable antes mencionada la obtuvo el tratamiento 1 con la dosis de fertilización química Baja (20-10-15) con 1303.13 kg/ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 13 Promedios de rendimiento en kg/ha, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

Tratamientos	Promedio de rendimiento (kg/ha <sup>-1</sup> )
Baja (20-10-15)	1303,13 c
Media (30-10-15)	1413,75 bc
Alta (40-10-15)	1490,37 ab
Ligeramente Alta (50-10-15)	1578,37 a
CV (%)	3,84

SIGNIF. ESTADISTICA

\*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## V. DISCUSIÓN

En el porcentaje de emergencia no se reportaron efectos significativos para esta variable, resultando el tratamiento 4 a base de una fertilización ligeramente alta (50-10-15) siendo sus componentes Nitrógeno, Fosforo y Potasio con un 99,33%. (Soto, G. 2004) manifiesta que en la primera etapa del crecimiento, la demanda por parte de la planta y la oferta nutrimental por parte de la solución del suelo, es suficiente para un crecimiento normal de la misma lo que provoco que en esta etapa sea la misma.

En el promedio de altura de planta, días a la floración por planta, diámetro del tallo a los 15, número de vainas totales por planta granos por vainas el tratamiento 4 con la dosis ligeramente alta 50-10-15 mostró diferencias estadística entre los tratamientos concordando con (Chonay, 2001) que al aplicar fertilizante a base de Nitrógeno por cada kilogramo de este llego a obtener un incremento de 2,9 kilogramos de grano, aumentando la eficiencia en el aprovechamiento del nutrimento, además (Giskin *et al* 2004 ) el cual expresa que mediante la fertilización este expresa su bondad en la respuesta favorable al cultivo, por los que se obtiene un incremento en un número de vainas de hasta un 43% en un número de semillas un 13 % y para el rendimiento un 10 %, por lo cual se acepta la hipótesis ***que uno de los niveles de fertilización nitrogenados mejorara el comportamiento productivo del frijol*** y además ***que uno de los tratamientos mostrará mejor promedio en los componentes del rendimiento.***

Para el indicador de rendimiento el tratamiento 4 con la dosis ligeramente alta 50-10-15 mostró diferencias estadística entre los tratamientos siendo superior con 1578.37 kilogramos por encima de los demás tratamientos coincidiendo con (Pérez, 2008) el observo un incremento en el rendimiento a raíz de la fertilización, ya que esta influye más en el incremento global de este cultivo cuando se combinan 2 o más nutrimentos en experimentaciones científicas.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

1. En cuanto al incremento del rendimiento el tratamiento 4 a base de una fertilización ligeramente alta (50-10-15) siendo sus componentes Nitrógeno, Fósforo y Potasio obteniendo fue superior estadísticamente en relación a los demás tratamientos.
2. La dosis baja (20-10-15) obtuvo la menor precocidad para los días a la floración por planta.
3. El mayor diámetro de tallo a los 15 y 30 días se la obtuvo con la fertilización ligeramente alta (50-10-15).
4. El mejor tratamiento que obtuvo mayores valores en los índices cuantitativos del rendimiento fue el tratamiento 4 con la aplicación ligeramente alta (50-10-15).

## **6.2. Recomendaciones**

Los principales aspectos a tener en cuenta serían los siguientes:

En este tipo de investigación, por los resultados obtenidos tiene mucha importancia agronómica para determinar dosis correctas de fertilización edáfica como los diferentes niveles combinados en el cultivo del frejol.

Evaluar este mismo tipo de trabajo experimental en diversas épocas de siembra para observar el comportamiento del rendimiento del cultivo.

Es de vital importancia difundir este tipo de investigación a los agricultores de la zona para su debido conocimiento en la fertilización del frejol, se les recomienda utilizar la aplicación ligeramente alta (50-10-15).

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Arias, J. H., Jaramillo, M. y Rengifo, T. 2007.** Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble. Gobierno de Antioquía (Colombia), MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”, FAO.
- Castañeda, V. 2006.** El frijol o frejol. Monografía. UNPRG. Lambayeque p 15-17.
- Chonay P., J.J. 2001.** Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobiumphaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, Méxpp 25-29.
- CIAT 2004.** Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombiap 10-18.
- Eibner, R. 2006.** Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3-13. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division.
- Fertico, 2011.** Características físicas y químicas de fertilizantes granulados. Consultados el 15 de septiembre del 2013. Disponible en línea en: [www.fertico.com.mx/indexcomcontent&view=57](http://www.fertico.com.mx/indexcomcontent&view=57) html.
- Franke, W. 2006.** The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division.
- Gepts, P. y Debouck 2011.** Origin, domestication and evaluation of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). En: A. Van Schoonhoven and O. Voysest, (eds) Common bean research for crop improvement. C. A. B. int. Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia p 5-15.

- Giskin, M.L., A. Trinidad S. y J.D. Etchevers. 2004.** Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs? Act. VI. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Vol. 1:239-242. Montpellier, France.
- Jesús 2007.** Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Investigador pp 5-15.
- López E. 2002.** Logros obtenidos en la investigación sobre el cultivo de frijol del proyecto Conacyt-tipp-frijol en el sureste de México<sup>1</sup> agronomía mesoamericana 9(2): 131-138.
- Osuna E., T. 2008.** Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. Tesis Doctoral pp 32-40.
- Pasa, G. 2001.** Características de los fertilizantes. Publicación Fertilizantes. Segunda edición. Madrid España pp 24-36.
- Paredes, L. O., Guevara, F. y Bello, L. A. 2006.** Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas. Fondo de cultura económico p 27.
- Pérez I., C. 2008.** Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Méx.pp 15-28
- Rodríguez M., Ma. De las N. 2007.** Fertilización foliar en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero. Tesis Doctoral. EDAF-IRENAT-CP. Montecillo, Méx.pp 30-37.
- SOTO, G. 2004.** Liberación de los nutrimentos de los abonos orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Consultado el 15 de junio del 2008.

**Valladares 2004.** Requerimientos Nutricionales y Cálculo de fertilizantes prácticas culturales, cultivos de grano pp 345-350.

**White, 2005.** Citado por Rodríguez Q. Manual Técnico para el Manejo Integrado del Cultivo de Frijol Común o Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Sistema de Mínima Labranza. Panamá.

# **ANEXOS**

ANEXO 1. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	6,67	3	2,22	4	0,0701
repeticiones	4,67	4	2,33	4,2	0,0723
Error	3,33	12	0,56		
Total	14,67	19			
cv (%)	0,76				

ANEXO 2. Análisis de varianza de altura de planta (cm), en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	36,92	3	12,31	220,98	<0.0001
repeticiones	0,93	4	0,47	8,38	0,0183
Error	0,33	12	0,06		
Total	38,19	19			
cv (%)	1,1				

ANEXO 3. Análisis de varianza de germinación a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	4,33	3	1,44	3,25	0,1021
repeticiones	2,67	4	1,33	3	0,125
Error	2,67	12	0,44		
Total	9,67	19			
cv (%)	0,68				

ANEXO 4. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	4,33	3	1,44	3,25	0,1021
repeticiones	2,67	4	1,33	3	0,125
Error	2,67	12	0,44		
Total	9,67	19			
cv (%)	0,68				

ANEXO 5. Análisis de varianza de días a la floración por planta, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	6,67	3	2,22	10	0,0095
repeticiones	0,67	4	0,33	1,5	0,2963
Error	1,33	12	0,22		
Total	8,67	19			
cv (%)	1,61				

ANEXO 6. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 15 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	0,07	3	0,02	4,88	0,0474
repeticiones	5,00E-03	4	2,50E-03	0,53	0,6141
Error	0,03	12	4,70E-03		
Total	0,1	19			
cv (%)	14,47				

ANEXO 7. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	0,1	3	0,03	1,26	0,3679
repeticiones	0,02	4	0,01	0,43	0,6699
Error	0,15	12	0,03		
Total	0,27	19			
cv (%)	8,63				

ANEXO 8. Análisis de varianza del número de vainas totales por plantas, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	4,46	3	1,49	4,82	0,0488
repeticiones	0,17	4	0,09	0,28	0,7627
Error	1,85	12	0,31		
Total	6,48	19			
cv (%)	3,39				

ANEXO 9. Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha, en el ensayo Efecto de la fertilización química en la producción del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) con cuatro dosis con base nitrogenada 2013.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamientos	122820,7	3	40940,22	13,3	0,0046
repeticiones	3298,57	4	1649,28	0,54	0,6109
Error	18473,44	12	3078,91		
Total	144592,7	19			
cv (%)		3,84			