

El presente contenido que corresponde a información, investigación, así como también conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del autor

CARLOS MANUEL ACOSTA RAMÍREZ

DEDICATORIA

A Dios principalmente, a mis padres por todo el cariño, comprensión y valores inculcados, a mi esposa por su apoyo brindado.

A demás, dedico este trabajo de investigación y que sirva como un aporte para todos aquellos quienes día a día están en contacto con la tierra, para proveer nuestros sustentos alimenticios y cada vez buscando la manera de cubrir esa gran demanda de alimentos.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento,

Para todos los tutores del programa de la carrera Ingeniería Agronómica, quienes aportaron de manera profesional y oportuna con sus conocimientos y valores, durante todo el ciclo universitario

Al Ing. Agr. Franklin Cárdenas a cargo de la tutoría de tesis, quien de manera honesta y profesional sirvió de guía para el desarrollo de la misma y tutores presentes en la defensa de mi tesis.

A todas las personas allegadas que aportaron para la realización y culminación de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El Cultivo de Fréjol	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Taxonomía.....	3
2.1.3. Descripción Botánica.....	3
2.1.4. Requerimientos.....	4
2.1.5. Labores culturales.....	5
2.1.6. Plagas.....	5
2.1.7. Enfermedades	6
2.1.8. Virus	6
2.2. La Fertilización Nitrogenada	6
2.2.1. Generalidades	6
2.3. Características de las Fuentes de Nitrógeno a Estudiarse	10
2.3.1. Urea	10
2.3.2. Urea verde.....	11
2.3.3. Amidas.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental	13
3.2. Material de Siembra	13
3.3. Factores en Estudio	13
3.4. Tratamientos	14

3.5. Métodos	14
3.6. Diseño experimental	14
3.7. Manejo del Ensayo	14
3.7.1. Preparación del terreno.....	14
3.7.2. Siembra.....	15
3.7.3. Riego.....	15
3.7.4. Fertilización	15
3.7.5. Control de malezas	15
3.7.6. Control de plagas y enfermedades.....	15
3.7.7. Cosecha.....	16
3.8. Datos Evaluados	16
3.8.1. Altura de plantas.....	16
3.8.2. Días a la floración.....	16
3.8.3. Diámetro mayor	16
3.8.4. Número de vainas por planta	16
3.8.5. Número de granos por vaina.....	16
3.8.6. Rendimiento	16
3.8.7. Análisis económico	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Altura de planta	18
4.1.1. Altura de planta a los 45 días.....	18
4.1.2. Altura de planta a los 60 días.....	19
4.2. Días a la floración	20
4.3. Diámetro del tallo	22
4.4. Número de vainas	23
4.5. Número de granos	25
4.6. Rendimiento	26
4.7. Análisis económico	29
V. DISCUSIÓN	30

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VII. RESUMEN	32
VIII. SUMMARY	34
IX. LITERATURA CITADA	35
ANEXO 1 Valores promedios y análisis de varianza de las variables.....	43
ANEXO 2 Resultados de laboratorio análisis de suelo.....	
48 ANEXO 3 Diseño campo experimental.....	
49 ANEXO 4 Fotos.....	
50	
<i>Foto 1. Delimitación de parcela</i>	50
<i>Foto 2. Distancia de siembra</i>	50
<i>Foto 3. Semilla fréjol var. Rojo del Valle</i>	50
<i>Foto 4. Siembra</i>	50
<i>Foto 5. Cálculo de fertilizante</i>	50
<i>Foto 6. Aplicación de fuentes de nitrógeno</i>	50
<i>Foto 7. Deshierbe y aporque</i>	51
<i>Foto 8. Señalización de parcelas</i>	51
<i>Foto 9. Seguimiento tutor de tesis</i>	51
<i>Foto 10. Monitoreo tutor de tesis</i>	51
<i>Foto 11. Señalización para plantas a evaluar</i>	51
<i>Foto 12. Señalización de plantas al azar</i>	51
<i>Foto 13. Monitoreo de plagas</i>	52
<i>Foto 14. Monitoreo de enfermedades</i>	52
<i>Foto 15. Área experimental</i>	52
<i>Foto 16. Variable altura de planta</i>	52
<i>Foto 17. Variable días a la floración</i>	52
<i>Foto 18. Variable diámetro del tallo</i>	52
<i>Foto 19. Variable número de vainas</i>	53
<i>Foto 20. Variable número de granos</i>	53
<i>Foto 21. Variable rendimiento</i>	53
<i>Foto 22. Tutor verificación de datos</i>	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos realizados. FACIAG. 2014.....	14
Cuadro 2. Promedios de variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	19
Cuadro 3. Promedios de variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	21
Cuadro 4. Promedios de variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	22
Cuadro 5. Promedios de variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	24
Cuadro 6. Promedios de variable número de vainas en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	25
Cuadro 7. Promedios de variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	27
Cuadro 8. Promedios de la variable rendimiento kg/ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	28
Cuadro 9. Análisis económico del estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	29
Cuadro 10. Promedios de la variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	41

Cuadro 11. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	41
Cuadro 12. Promedios de la variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	42
Cuadro 13. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	42
Cuadro 14. Promedios de la variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	43
Cuadro 15. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura.FACIAG. 2014.....	43
Cuadro 16. Promedios de la variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	44
Cuadro 17. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	44
Cuadro 18. Promedios de la variable número de vainas por planta en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	45
Cuadro 19. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de vainas por planta en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	45
Cuadro 20. Promedios de la variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	46

Cuadro 21. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	46
Cuadro 22. Promedios de la variable rendimiento kg/ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	47
Cuadro 23. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable rendimiento kg / ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.....	47

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fréjol, *Phaseolus vulgaris* L., ocupa un lugar importante a nivel mundial en relación a la superficie cultivada; siendo América Latina y el Caribe los principales centros de producción. En el Ecuador el fréjol es la principal leguminosa de consumo debido a su alto porcentaje de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales; que lo hacen una fuente principal en la alimentación diaria de los Ecuatorianos.

La producción en el Ecuador resulta deficiente por lo que según datos de (Banco Central del Ecuador e INEC, 2011), las importaciones de fréjol fueron equivalentes a 1.419,93 TM en el 2010. Los dos países que proveen de este producto al Ecuador son Perú y Canadá en mínima proporción con el 96,17% y 3,84% respectivamente del total de las importaciones.

Su comercialización en vaina verde y consumo en grano tierno se conoce como voluble o trepador y se cultiva en las provincias de Chimborazo 19 %, Imbabura 18 %, Pichincha 15 %, Azuay 10 %, Carchi 8 %, Loja 8 %, Tungurahua 8 %, Cañar 7 %, Bolívar 4 % y Cotopaxi 3 %, logra su mejor adaptación en el piso altitudinal de 1.500 a 2.200. (INIAP, 2000)

Dentro del manejo del cultivo de fréjol el requerimiento nutricional que necesita lo toma del aire y del suelo, si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos; en consecuencia a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse. (FAO e IFA, 2002)

Dentro de estos elementos esenciales el nitrógeno según FAO e IFA (2002), lo mencionan como el motor del crecimiento de la planta, este es absorbido del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+), se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas; siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

La pérdida de nitrógeno por medio de la volatilización en forma de gas amoníaco, puede ser la principal causa de la baja eficiencia de algunos fertilizantes e inclusive incidir en las bajas producciones debido a la deficiencia del mismo en los cultivos.

Los suelos de la comunidad de Cuajara presentan bajos porcentajes de materia orgánica y sus características franco arenosos los hacen ser deficientes de nitrógeno; por lo que la presente investigación plantea el estudio de tres fuentes de nitrógeno con dos dosis en el rendimiento del cultivo de fréjol.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de tres fuentes de nitrógeno con dos dosis en el rendimiento del cultivo de fréjol en la comunidad Cuajara, provincia de Imbabura.

1.1.2. Objetivos específicos

- 1) Evaluar la eficacia de las tres fuentes nitrogenadas en el cultivo de fréjol
- 2) Identificar la dosis de fertilización nitrogenada más adecuada de acuerdo a las condiciones edafológicas de la zona.
- 3) Análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Cultivo de Fréjol

2.1.1. Generalidades

El fréjol se cultivan hace unos 8 mil años en Perú, Ecuador, centro de México y norte de Centroamérica; por ahora se conocen más de 150 especies y solo en México habría más de cincuenta. El fréjol es un alimento fundamental en la dieta de la población mexicana, sobre todo para las clases pobres del país ya que constituye su fuente principal de proteínas.(Expreso, 2012)

2.1.2. Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, el fréjol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolusvulgaris* asignado por Lineo en 1753, pertenece a la tribu Phaseolae de la subfamilia papilionoidae dentro del orden Rosales y la familia Leguminoseae.(Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007)

2.1.3. Descripción Botánica

- Raíz: el fréjol posee una raíz principal, numerosas raicillas laterales, algunas de las cuales se desarrolla tanto como ella. Hay también raíces adventicias que brotan de la parte inferior del hipocótilo, en las raíces del fréjol hay nódulos de bacterias de tamaño variable.(Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1984)
- Tallo: puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos, se origina del meristemo apical del embrión de la semilla y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos, un nudo es el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis.(Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007)
- Hojas: son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y

las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fréjol tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis en la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles.(Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007)

- Flor: es una típica flor papilionácea, en el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta, el botón floral bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda; en su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale y las bractéolas cubren sólo el cáliz, cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre.(Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007)
- Inflorescencia: pocas flores dispuestas sobre pedúnculos más cortos que las hojas, ubicados en la axilas de las hojas; las flores acompañadas por brácteas estriadas.(Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007)
- Fruto: es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; poseen pelos muy pequeños y su epidermis es cerosa y pueden ser de diversos colores, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen 4-6 semillas; en estado avanzado las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos.(Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1984)

2.1.4. Requerimientos

- Suelos: el cultivo de fréjol se desarrolla bien en suelos franco arcillosos, cuidando siempre mantener una buena aireación y un buen drenaje en caso de excesos de humedad.(Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, 1979)
- Agua: es indispensable para el desarrollo del cultivo y para su rendimiento. Hay líneas y variedades que muestran buena tolerancia a deficiencias hídricas, dando rendimientos aceptables en esas condiciones, tolerancia que puede estar basada en la mayor capacidad de extracción de agua de capas profundas del suelo. (Atilio Cabrera & Reyes Castillo, 2008)

- Temperatura: la temperatura promedio donde el fréjol se desarrolla con normalidad es de 15 a 27°C, tomando en cuenta altitudes optimas entre los 400 a 1,200 msnm.(Atilio Cabrera & Reyes Castillo, 2008)
- Luminosidad: la luz cumple un papel fundamental con el proceso de fotosíntesis, pero la luz también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de foto período y elongación, a intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta.(Atilio Cabrera & Reyes Castillo, 2008)

2.1.5. Labores culturales

- Preparación del terreno:debe establecerse sobre suelo preparado con labranza completa o tradicional (barbecho, rastreos, nivelación, marca o curvas de nivel y escarificación), deben utilizarse únicamente las labores necesarias, ya que el uso indiscriminado de maquinaria eleva el costo de la producción y no mejora el rendimiento, por lo tanto disminuye la rentabilidad del cultivo.(Fundación produce Sinaloa, 2014)
- Época de siembra: en cuanto a las épocas de siembra se recomienda realizarlas en los meses de febrero a abril y septiembre a noviembre zonas norte y sur.(INIAP, 2000)
- Cosecha: las plantas una vez que han sido arrancadas, se recogen y trasladan a un lugar parejo, limpio, de tierra firme, donde permanecen hasta completar su secado. Se procede a trillar y luego al despajado y limpieza del grano que queda en el suelo. (FAO, 1984)

2.1.6. Plagas

- Minador (*Liriomyza*spp.), es una plaga que causa daños al momento de que sus larvas se alimentan de las hojas del fréjol, haciendo galerías en estas y secándolas, reduciendo masivamente las funciones de las mismas en la planta, llegando al grado de devastar el cultivo. Esta plaga afecta durante las primeras cuatro semanas del desarrollo del cultivo.(Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2008)
- Gusano trozador (*Agrotisipsilon*), presenta un color grisáceo y llega a tener de 6 a 7 instares con una duración de 14 a 22 días,las larvas permanecen escondidas y sin actividad en el día cerca de la base de la planta de la que se alimenta. Su actividad inicia por la tarde, casi con la puesta del sol y durante la noche, tiempo en el que come la parte basal del tallo y lo troza.(Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato, 2014)

- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), es un pequeño insecto chupador que puede causar grandes daños en los cultivos, al sacar alimento de la planta y transmitir enfermedades, igual que los mosquitos chupan sangre de los animales y de las personas y transmiten enfermedades. (Morales, 2014)

2.1.7. Enfermedades

De acuerdo a (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2001), las principales enfermedades del fréjol se presentan de la siguiente manera:

- Roya (*Uromyces phaseoli*): este hongo produce pequeñas lesiones cloróticas por el haz de la hoja, en tallos o peciolo, es de gran importancia económica en condiciones de verano, desde los primeros estados de desarrollo del cultivo.
- Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*): esta enfermedad puede presentarse en climas fríos y moderados con alguna severidad, principalmente cuando persisten condiciones de alta humedad relativa; sus lesiones ocasionan manchas de forma irregular principalmente sus bordes en ambos lados de la hoja.
- Antracnosis (*Colletotrichum sp.*): es una enfermedad fungosa muy común e importante en el cultivo de fréjol, presenta fuertes daños en condiciones de humedad alta y lluvias continuas, en épocas de floración y formación de vainas es donde causa mayor daño.
- Virus: estos tienen la capacidad de reproducirse con gran rapidez, afectando directamente a los tejidos de la planta y ocasionando su muerte.

2.2. La Fertilización Nitrogenada

2.2.1. Generalidades

Los fertilizantes nitrogenados simples son aquellos fertilizantes que incorporan al suelo el nitrógeno que es uno de los tres elementos nutrientes considerados como esenciales; existen fertilizantes que incorporan todo su Nitrógeno (N) en estado ureico, a los que contienen todo el N en forma amoniacal, nítrico - amoniacal y ureico – amoniacal-nítrico; es decir podemos encontrar nitrogenados de acción más o menos rápida según el N que aporten. Los fertilizantes nitrogenados simples se aplican para completar los requerimientos nutricionales de los cultivos, en momentos de máxima necesidad. (Fertiberia S.A., 2012)

Además según (Fertiberia S.A., 2012), el nitrógeno se considera factor de crecimiento y desarrollo y debe aplicarse para cubrir los momentos de necesidades intensas y puntuales, ya que interviene en la multiplicación celular y es necesario para la formación de compuestos esenciales, con lo que su deficiencia tiene efectos irreversibles sobre el cultivo. La elección del tipo de fertilizante depende de las necesidades de los cultivos, de las formas en las que se encuentre el nitrógeno, de las características edáficas, climáticas, de los sistemas de cultivo y de los sistemas de riego.

Durante el proceso de nitrificación del NH_4 del fertilizante a NO_3 se liberan iones H^+ que pueden producir acidez en el suelo, el grado de acidez que induce depende de la fuente de N que se utiliza; entre los fertilizantes nitrogenados de uso más frecuente se encuentran la urea, el nitrato de amonio y el sulfato de amonio. Durante su transformación en el suelo la reacción da como resultado la producción de igual cantidad de nitrógeno con las tres fuentes. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012)

En el cultivo de frejol además de la disponibilidad o suministro de nitrógeno (N) al suelo o la posible fijación del mismo de la atmósfera por bacterias del género *Rhizobium*, es de mucha importancia el incorporar el resto de nutrientes necesarios para que la misma pueda cumplir sus funciones con normalidad. (García & Donoso, 2013)

Existen varios tipos de fertilizantes nitrogenados, cada uno de ellos es caracterizado por distintas formas de nitrógeno y en consecuencia tienen un efecto diferente sobre las plantas; en aplicaciones de nitrógeno en su forma amoniacal (NH_4^+), el metabolismo en la planta requiere oxígeno, en altas temperaturas el oxígeno llega a ser menos soluble en la solución del suelo y su concentración disminuye. Investigaciones han demostrado que en temperatura de raíces de 32°C , la aplicación de 100% de NH_4^+ resulta en un deterioro gradual de plantas hasta que se mueren, esto es relacionado con la escasez de oxígeno en las células de las raíces. (SMART Fertilización Inteligente, 2013)

Al momento de decidir que fuente de fertilizante conviene utilizar es necesario considerar, entre otras cosas, las características del suelo, las reacciones y transformaciones de los productos. Algunas fuentes de fertilizantes nitrogenados como las amoniacales generan un residuo que provoca cierta acidez al suelo, es conocido el mayor efecto acidificante del sulfato

de amonio respecto del nitrato de amonio y la urea; sin embargo no se puede generalizar sobre este efecto en todos los suelos, normalmente la capacidad amortiguadora de los suelos arcillosos hace que la acidez inducida por estas tres fuentes sea menor.(International Fertilizer Development Center, 2001)

Según (International Fertilizer Development Center, 2001), durante el proceso de nitrificación del NH_4 del fertilizante a NO_3 se liberan iones H^+ que pueden producir acidez en el suelo, el grado de acidez que induce depende de la fuente de N que se utiliza, entre los fertilizantes nitrogenados de uso más frecuente se encuentran la urea.

La relación entre rendimientos de los cultivos y las dosis de nitrógeno empleadas deberían ajustarse con cierto paralelismo, sin embargo si prevalecen otros factores determinantes de la productividad con rendimientos superiores, entonces debería pensarse en la presencia de otros factores de la producción que puedan estar afectando los rendimientos. En esas condiciones se produce una baja eficacia del fertilizante y posiblemente estamos en la etapa de consumo de lujo o en la presencia por pérdidas de nutrientes en el medio del suelo, contribuyendo como agente de contaminación difusa en el enriquecimiento de nitratos hacia las capas freáticas en zonas de estudio.(Rojas & Gonzáles, 2014)

El nitrógeno en forma de amonio proveniente de la urea puede ser absorbido por la planta, sin embargo si se lo absorbe en exceso es tóxico para algunos cultivos, lo normal es que el amonio se transforme por acción de microorganismos en nitrato, que es la forma preferente de absorción de nitrógeno por las plantas. Excesos de amonio pueden ocurrir con la aplicación de altas dosis de fertilizantes nitrogenados, en condiciones de alta humedad y durante períodos de baja temperatura.(Ruiz, 1999)

Más del 60% de los fertilizantes utilizados cada año en el mundo corresponden a productos de nitrógeno, su uso es clave en la alimentación humana pero pese a ello la eficiencia de estos fertilizantes ha sido tradicionalmente muy baja; en la actualidad han aparecido nuevos productos que buscan aumentar la eficiencia, proteger el medioambiente y rentabilizar el negocio del agricultor. El nitrógeno es el motor del crecimiento de las plantas, constituyente esencial de las proteínas, participa en todos los procesos principales de crecimiento de las plantas, además es un elemento constitutivo de los aminoácidos y de los

ácidos nucleicos, proteínas, clorofila y de numerosas sustancias secundarias como los alcaloides. Es un componente importante del protoplasma y de aquellos constituyentes responsables de almacenar y transferir la información genética en las células, los cromosomas, genes, ribosomas, constituyente de las enzimas, el nitrógeno participa en las reacciones enzimáticas en las células y por lo tanto desempeña un rol muy activo en el metabolismo de la energía; ningún otro elemento lo puede reemplazar en ninguna de sus funciones. La falta de nitrógeno siempre disminuye la síntesis de proteínas, lo que afecta el crecimiento.(Red Agrícola, 2012)

Hoy por hoy una de las tendencias más poderosas en la industria de los insumos agrícolas es buscar nuevas alternativas de fertilizantes a base de nitrógeno que aumenten la eficiencia en el uso, las buenas prácticas de fertilización implementadas en muchos campos del mundo, utilizan varios métodos para adaptar las cantidades de fertilizantes nitrogenados y de otros nutrientes para evitar pérdidas de nitrógeno, para mantener a salvo las aguas subterráneas, para reducir las emisiones de amonio y de otros gases a la atmósfera.Estos métodos se basan en el análisis de suelo para aplicar las cantidades precisas de nutrientes, pasan por dividir las aplicaciones de N en varios momentos para calzar oferta con demanda de N, ajustar las aplicaciones de acuerdo a los patrones de lluvia de la región, hacer aplicaciones de cobertera y utilizar nuevos fertilizantes más eficientes.(Red Agrícola, 2012)

2.2.2. Importancia

Es indudable que los fertilizantes nitrogenados son actualmente necesarios en nuestra sociedad ya que gracias a ellos se mejora la productividad de los cultivos, después del agua y la temperatura se puede considerarlo como el tercer factor en importancia así como la energía o el agua, son bienes escasos que hay que manejar de forma eficiente, tanto en su producción como en su aplicación optimizando los rendimientos de los cultivos, desarrollo sostenible y respeto al medio ambiente.(Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2007)

Desde el 2001 los mercados agrícolas son los que más han crecido en el mundo en un porcentaje de 8% anual, comparado con un 2,1% de crecimiento en los mercados profesionales y un 1,5% en los mercados de consumidores finales, esto se debe principalmente a la incorporación de nuevos actores al mercado que han ayudado a masificar el uso de estos

productos, sus bondades son evidentes: menores pérdidas para la economía del agricultor y menores efectos negativos en el medioambiente.(Red Agrícola, 2012)

Los fertilizantes con nitrógeno directamente asimilable a base de nitrato y amonio, combinan las ventajas de las dos formas más sencillas de nitrógeno reactivo directa e inmediatamente disponibles para las plantas, estos ofrecen a los agricultores y a los profesionales de la agronomía una forma eficiente de aumentar la producción de alimentos y de energía de manera respetuosa con el medio ambiente. Se defiende un enfoque de la política agraria europea que se centre en mejorar el rendimiento del sector agrícola en términos de su productividad y eficiencia, permita a los agricultores europeos aumentar el autoabastecimiento de Europa y contribuya a cubrir las necesidades alimentarias globales, además de promover una producción agrícola más sostenible.(Fertilizers Europe, 2014)

2.3. Características de las Fuentes de Nitrógeno Estudiadas

2.3.1. Urea

Es uno de los fertilizantes más concentrados en nitrógeno 46 % y normalmente el más económico en el mercado, se comercializa en modalidades perlada y granulada, la primera para uso en fertirrigación y la segunda para aplicación directa al suelo. Es muy soluble y a menudo usada en formulaciones líquidas, su alta solubilidad la hace popular para inyectarla en sistemas de riego localizado; es clasificada como fuente amoniacal y por lo tanto tiende a acidificar el suelo.(Sierra Bernal, 2010)

La urea es uno de los fertilizantes nitrogenados de síntesis más utilizados debido a su alta concentración y la facilidad de uso, sin embargo sus propiedades químicas pueden resultar en la pérdida de nitrógeno después de la aplicación, pérdidas que pueden variar dependiendo del tipo de suelo y condiciones climáticas, estas pérdidas se producen durante la descomposición de la urea en el suelo, con la formación y liberación a la atmósfera de gas amoníaco (NH_3) y los iones amonio (NH_4^+), este proceso llamado hidrólisis de la urea es catalizado por la enzima ureasa que es producida por plantas y bacterias del suelo.(Eurochem Agro, 2014)

2.3.2. Urea verde

Es un producto cuya función es la de retardar la hidrólisis de la urea que es catalizada por la enzima ureasa evitando pérdidas de nitrógeno por volatilización, mejorando la eficacia de asimilación del nitrógeno para la planta.(Delcorp, 2012)

De la misma manera Delcorp (2012), menciona que este producto cuenta con un inhibidor enzimático que permite un mayor aprovechamiento de nitrógeno a menor costo y facilidad de aplicación, al incorporarse al suelo este es aprovechado por la planta optimizando la asimilación del nutriente y evitandodaños de hojas y semillas por el efecto del amonio.

El NBPTo NBTPT es el único inhibidor de la ureasa que se ha ganado un sitial de importancia en la agricultura, lo comercializa con el nombre de agrotain la exitosa empresa Agrotain International; el producto ha demostrado consistentemente su habilidad para inhibir la actividad de la enzima ureasa, maximiza la eficiencia del nitrógeno ureico al virtualmente eliminar la volatilización en la atmósfera hasta 14 días luego de la aplicación. El producto se vende en forma líquida para ser mezclado con urea, ha tenido un gran éxito en muchos cultivos extensivos.(Red Agrícola, 2012)

2.3.3. Amidas

El nitrógeno y el azufre comparten ciertas funciones en el crecimiento de las plantas, como la formación de proteínas y son generalmente los determinantes más importantes de la calidad y el rendimiento del cultivo; el azufre ayuda a las plantas a utilizar el nitrógeno de forma más eficiente y por consiguiente la aplicación de nitrógeno debe combinarse con la cantidad justa de azufre, de los tres nutrientes primarios el nitrógeno es el que cuenta con una demanda más constante dado que es un determinante clave del rendimiento y que desaparece rápidamente del suelo y debe volver a aplicarse anualmente.(Rentech Inc., 2014)

El azufre fue elegido como un material para recubrir fertilizantes convencionales debido a su bajo costo y por su valor como nutriente secundario, su producción comercial comenzó en 1972 cuando una planta piloto comenzó a operar en el Reino Unido propiedad de Imperial Chemical Industries (ICI) y luego se expandió por Norteamérica.(Red Agrícola, 2012)

Es un fertilizante granular de alta solubilidad y eficiencia que contiene nitrógeno y azufre en una relación 8 a 1 ideal para las plantas y los suelos, es recomendable en suelos deficientes de nitrógeno y azufre aplicado en post emergencia en las primeras etapas del cultivo, el mismo se mezcla en forma líquida la urea y sulfato de amonio, formando gránulos en mezcla homogénea con gran estabilidad, lo que reduce significativamente las pérdidas por volatilización con relación a la urea; este producto aporta con el 40% de nitrógeno; 35% ureico, 5% amoniacal y un 5,6 % de azufre.(YARA, 2012)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de Cuajara, parroquia la Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: latitud norte 0°38'02'', longitud oeste 78°09'53'' y a una altitud de 1240 m.s.n.m.

Las condiciones climatológicas muestran un promedio anual de temperatura de 22°C, con clima cálido, una pluviosidad promedio de 500mm, existe un máximo de 9 meses secos sin lluvia que resulta característico de la zona; según la clasificación de Holdrige es un Bosque siempre verde pie Montano Bajo (BsvpMB).

3.2. Material de Siembra

La variedad de fréjol que se utilizó como parte de la investigación sometida a diferentes tratamientos fue la certificada INIAP Rojo del Valle.

3.3. Factores en Estudio

1) Factor A:

El cultivo de fréjol de variedad rojo del valle (INIAP).

2) Factor B (fuentes de nitrógeno):

Las fuentes utilizadas fueron urea, urea verde y amidas.

3) Factor C (dosis de Nitrógeno):

Las dosis empleadas fueron 80 y 40 kg/ha.

3.4. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos realizados. FACIAG. 2014

Tratamientos	Fuente Nitrógeno	Dosis de Nitrógeno kg/ha
T 1	Urea	80
T 2	Urea	40
T 3	Urea verde	80
T 4	Urea verde	40
T 5	Amidas	80
T 6	Amidas	40

3.5. Métodos

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

3.6. Diseño experimental

Para la presente investigación se aplicó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial (A x B), con seis tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 18 unidades experimentales. Las variables fueron sometidas al análisis de varianzas y se empleó una prueba de Duncan al 5 %.

3.6.1. Características del área experimental

El área donde se ubicó el experimento fue de 448,92 m², 15 m² de superficie por cada parcela, 0,60 m entre hileras de siembra y 0,40 m distancia entre plantas.

3.7. Manejo del Ensayo

3.7.1. Preparación del terreno

Se procedió a pasar una mano de arada y dos de rastra con tractor, quedando el suelo totalmente mullido. Para su debida valorización química y física se tomaron diez muestras del suelo en forma aleatoria dentro del área destinada a la investigación, las mismas que fueron mezcladas y enviadas al laboratorio. Una vez preparado el terreno se procedió a delimitar el

área investigativa con sus respectivas parcelas.

3.7.2. Siembra

Se la ejecutó de forma manual con espeque colocando tres semillas por cada sitio, con 0,40 m distancias entre plantay 0,60 m entre hilera, la profundidad aproximada de siembra fue 3cm.

3.7.3. Riego

Las actividades se lashicieron en horas de la mañanamediante el método de riego por surco, en frecuencia de uno a dos por semana y de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona.

3.7.4. Fertilización

Una vez obtenido el resultado del análisis de suelo(Anexo 2), observando deficiencia de nitrógenose procedió a efectuar la recomendación y aplicaciones de acuerdo con las necesidades nutricionales del cultivo, tomando en cuenta las dosis de las fuentes estudiadas (urea, urea verde, amidas) y establecidas en los tratamientos del experimento.

3.7.5. Control de malezas y aporque

Se lo realizóde manera oportuna en forma manual con pala a los 30 y 60 días y a la vez se hizo los debidos aporques de tierra para un mejor enraizamiento.

3.7.6. Control de plagas y enfermedades

Se realizaron evaluaciones periódicas con la finalidad de determinar si es necesario o no la utilización de agroquímicos, por lo cual se recurrió a tres aplicaciones de insecticidas y fungicidas tomando en cuenta la rotación de ingredientes activos. En los primeros días se realizó el primer control de (*Agrotissp.*)con deltametrinacon una dosis de 100 cc/200 litros de agua, durante el desarrollo del mismo se realizó aplicaciones para controlar incidencias de mosca blanca(*Trialeurodesvaporariorum*)con imidacloprid a una dosis de 200 cc / 200 litros de agua.En cuanto al desarrollo de enfermedades no fue de gran importancia y se aplicó productos de características preventivas como metiram y captan a razón de 500gr/200lt de agua.

3.7.7. Cosecha

Una vez que las plantas cumplieron su madurez fisiológica comercial en estado de vaina verde, se procedió a realizar la cosecha de forma manual colocando las vainas en fundas identificadas por cada parcela.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1. Altura de plantas

Se midió con un flexómetro en cm desde la base del tallo hasta su ápice terminal a los 45 y 60 días después de la emergencia del cultivo en diez plantas tomadas al azar.

3.8.2. Días a la floración

Se lo registró cuando el cultivo alcanzó el 50% ya florecido en cada unidad experimental.

3.8.3. Diámetro mayor del tallo

A los 60 días después de su siembra, se realizó la medición del diámetro de cada planta tomada al azar con calibrador pie de rey.

3.8.4. Número de vainas por planta

Una vez que se realizó la cosecha, se procedió a contabilizar el número de vainas por planta de cada unidad experimental al azar y se obtuvo un promedio general.

3.8.5. Número de granos por vaina

Tras la cosecha se contabilizó el número de granos existentes en diez vainas comerciales tomadas al azar de cada tratamiento y repetición.

3.8.6. Rendimiento

Una vez que el cultivo terminó y alcanzó su madurez comercial se procedió a la cosecha evaluando la producción de las plantas seleccionadas y se lo calculó en kg/ha.

3.8.7. Análisis económico

La utilidad y tasa de retorno marginal, se lo determinó tomando en cuenta el rendimiento, venta, costos fijos y variables.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

A continuación se detallan los resultados referentes a la variable altura de plantas a los 45 y 60 días después de la emergencia.

4.1.1. Altura de planta a los 45 días

Según los resultados obtenidos (Cuadro 2) a partir del análisis de varianza para la variable altura de planta a los 45 días, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto en fuentes de nitrógeno, dosis (kg/ha) y la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 2,59 %.

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuente de nitrógeno Amidas como mayor altura de planta con 27,83 cm, siendo diferente estadísticamente a las demás fuentes estudiadas, mientras el menor promedio lo alcanzó Urea con 24,35 cm de altura.

En el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 27,02 cm de altura fue diferente estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio con 25,53 cm de altura de planta.

En las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios demostraron que la fuente de Amidas en dosis de 80 kg/ha alcanzó 28,73 cm de altura de planta, siendo diferente significativamente al resto de las interacciones. El menor promedio se obtuvo con la fuente Urea con una dosis de 40 kg/ha mostrando una altura de planta de 23,87 cm.

Cuadro 2. Promedios de variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Altura de plantas (cm)45 (dde)		
Urea		24,35	c	**
Urea verde		26,65	b	
Amidas		27,83	a	
	80	27,02	a	**
	40	25,53	b	
Urea	80	24,83	c	**
	40	23,87	d	
Urea verde	80	27,50	b	
	40	25,80	c	
Amidas	80	28,73	a	
	40	26,93	b	
Promedio		26,28		
C.V. (%)		2,59		

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

dde días después de la emergencia

4.1.2. Altura de planta a los 60 días

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 3) según el análisis de varianza para la variable altura de planta a los 60 días, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto en fuentes de nitrógeno, dosis (kg/ha) y la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 1,89 %.

Una vez efectuada la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuentes de nitrógeno Amidas con 33,36 cm de altura de planta siendo similar estadísticamente a la fuente Urea verde con 33,02 cm de altura de planta, la fuente Urea obtuvo el menor promedio con 29,74 cm de altura de planta.

Para el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 33,16 cm de altura fue diferente estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio con 30,92 cm de altura de planta.

En cuanto a las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios demostraron que las fuentes de Amidas en dosis de 80 kg/ha alcanzó 34,38 cm de altura de planta siendo similar estadísticamente a la fuente Urea verde con dosis 80 kg/ha que alcanzó 33,96 cm de altura de planta, estas fueron diferentes significativamente a las demás interacciones. El menor promedio se obtiene con Urea en dosis de 40 kg/ha con un promedio de 28,34 cm de altura de planta.

4.2. Días a la floración

Los resultados generados por el análisis de varianza para la variable días a la floración se resumen en el (Cuadro 4), a partir del análisis de varianza para la variable días a la floración, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % para las fuentes de nitrógeno, diferencias significancias al 5% para las interacciones de los dos factores y para las dosis de nitrógeno (kg/ha) no se encontraron diferencias. El coeficiente de variación fue de 3,39 %.

Efectuada la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios fueron, con menor tiempo de floración la fuente de nitrógeno Amidas con 47,25 días similares estadísticamente a la fuente Urea verde con 48,06 días, siendo diferentes estadísticamente de la fuente Urea con 54,84 días a la floración que presentó el menor promedio.

El factor dosis de nitrógeno indicó que los valores promedios de 80 kg/ha y 40 kg/ha no obtuvieron diferencias estadísticas en cuanto a los días de floración con valores 50,55 y 49,55 días a la floración respectivamente.

En las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios demostraron que la fuente de Amidas en dosis de 80 kg/ha alcanzó el menor número de días de 46,37 días a la floración, siendo similar estadísticamente a la fuente Urea verde 80 kg/ha con 47,91 días, la fuente Amidas 40 kg/ha con 48,14 y la fuente Urea verde 40 kg/ha con 48,21 días a la floración, fueron diferentes significativamente a las demás interacciones. El mayor número de días se obtiene con Urea en dosis de 40 kg/ha con 55,30 días a la floración.

Cuadro 3. Promedios de la variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Altura de plantas (cm) 60 (dde)
Urea		29,74 b **
Urea verde		33,02 a
Amidas		33,36 a
	80	33,16 a **
	40	30,92 b
Urea	80	31,14 c **
	40	28,34 d
Urea verde	80	33,96 a
	40	32,08 b
Amidas	80	34,38 a
	40	32,34 b
Promedio		32,04
C.V. (%)		1,89

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

dde días después de la emergencia

Cuadro 4. Promedios de variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Días a la floración	
Urea		54,84	a **
Urea verde		48,06	b
Amidas		47,25	b
	80	50,55	ns
	40	49,55	
Urea	80	54,38	a **
	40	55,30	a
Urea verde	80	47,91	b
	40	48,21	b
Amidas	80	46,37	b
	40	48,14	b
Promedio		50,05	
C.V. (%)		3,39	

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

ns no significativo

4.3. Diámetro del tallo

Según los resultados obtenidos (Cuadro 5) a partir del análisis de varianza para la variable diámetro del tallo, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto

en fuentes de nitrógeno, dosis (kg/ha) y la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 6,27 %.

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuente de nitrógeno Amidas 0,55 cm y fuente Urea verde 0,55 cm de diámetro del tallo obteniendo los mayores promedios, Urea con 0,48 cm que alcanzó el menor promedio en relación de las demás fuentes de nitrógeno.

En el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 0,55 cm de diámetro del tallo fue diferente estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio de 0,50 cm diámetro del tallo.

En las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios demostraron que la fuente de Amidas en dosis de 80 kg/ha y la fuente Urea verde 80 kg/ha obtuvieron el mismo promedio de 0,56 cm de diámetro del tallo, diferente a las demás interacciones. El menor promedio lo obtiene Urea en dosis de 40 kg/ha con 0,48 cm de diámetro del tallo.

4.4. Número de vainas

Tras obtener los resultados (Cuadro 6) a partir del análisis de varianza para la variable número de vainas, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto en fuentes de nitrógeno, dosis (kg/ha) y la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 5,15 %.

Según la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuente de nitrógeno Amidas con 14,58 vainas similar estadísticamente a la fuente Urea verde con 14,27 vainas por planta, Urea obtuvo el menor promedio con 8,75 vainas por planta.

Para el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 13,53 vainas fue diferente estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio con 11,53 vainas por planta.

Las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, en los promedios demostraron que la fuente de Amidas en dosis de 80 kg/ha con 15,70 vainas similar estadísticamente a fuente Urea verde en dosis 80 kg/ha con 15,10 vainas por planta y fueron diferentes a las demás

interacciones. El menor promedio se obtiene con Urea en dosis 40 kg/ha con 7,70 vainas por planta.

Cuadro 5. Promedios de variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Diámetro del tallo (cm)		
Urea		0,48	b	**
Urea verde		0,55	a	
Amidas		0,55	a	
	80	0,55	a	**
	40	0,50	b	
Urea	80	0,53	b	**
	40	0,43	c	
Urea verde	80	0,56	a	
	40	0,53	b	
Amidas	80	0,56	a	
	40	0,53	b	
Promedio		0,53		
C.V. (%)		6,27		

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

Cuadro 6. Promedios de variable número de vainas en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Número de vainas		
Urea		8,75	b	**
Urea verde		14,27	a	
Amidas		14,58	a	
	80	13,53	a	**
	40	11,53	b	
Urea	80	9,80	c	**
	40	7,70	d	
Urea verde	80	15,10	a	
	40	13,43	b	
Amidas	80	15,70	a	
	40	13,47	b	
Promedio		12,53		
C.V. (%)		5,15		

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

4.5. Número de granos

Según los resultados obtenidos (Cuadro 7) a partir del análisis de varianza para la variable número de granos por vaina, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto en fuentes de nitrógeno e interacción de los dos factores y para dosis (kg/ha) una significancia al 5 %. El coeficiente de variación fue de 3,71 %.

Realizada la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuente de nitrógeno Amidas con 4,20 granos similares estadísticamente a Urea verde con 4,11 granos por vaina, estas fueron diferentes a la fuente Urea que alcanzó el menor promedio de 3,51 granos por vaina.

En el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 4,04 granos por vaina fue diferente estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio con 3,84 granos por vaina.

En las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios demostraron que la fuente de Amidas en dosis de 80 kg/ha con 4,28 granos fue similar estadísticamente a la fuente Urea verde 80 kg/ha con 4,29 granos y la fuente Amidas 40 kg/ha con 4,12 granos por vaina, estas a la vez fueron diferentes significativamente a las demás interacciones. El menor promedio se obtiene con Urea en dosis de 40 kg/ha con un promedio de 3,46 granos por vaina.

4.6. Rendimiento

Según los resultados obtenidos (Cuadro 8) a partir del análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha, los valores promedios presentaron alta significancia estadística al 1 % tanto en fuentes de nitrógeno, dosis (kg/ha) y la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 1,24 %.

Una vez realizada la prueba de Duncan al 5 %, los resultados promedios presentaron a la fuente de nitrógeno Amidas con el mayor rendimiento de 4.730 kg/ha, siendo diferente estadísticamente a las demás fuentes estudiadas, mientras el menor promedio lo alcanzó Urea con 4.270 kg/ha.

En el factor dosis de nitrógeno, los valores promedios demostraron que 80 kg/ha con 4.730 kg/ha fue diferente estadísticamente a la dosis 40 kg/ha que alcanzó su menor promedio con 4.370 kg/ha.

Para las interacciones de fuentes de nitrógeno y dosis, los promedios mostraron que la fuente Amidas en dosis de 80 kg/ha con 4.980 kg/ha fue estadísticamente similar a fuente Urea verde con dosis 80 kg/ha obteniendo 4.880 kg/ha estas fueron diferentes significativamente a

las demás interacciones. El menor promedio se obtiene con Urea en dosis de 40 kg/ha con un promedio de 4.200 kg/ha.

Cuadro 7. Promedios de variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Número de granos		
Urea		3,51	b	**
Urea verde		4,11	a	
Amidas		4,20	a	
	80	4,04	a	*
	40	3,84	b	
Urea	80	3,56	b	**
	40	3,46	c	
Urea verde	80	4,29	a	
	40	3,93	b	
Amidas	80	4,28	a	
	40	4,12	a	
Promedio		3,94		
C.V. (%)		3,71		

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

* significativo al 5%

Cuadro 8. Promedios de la variable rendimiento kg/ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	
Urea		4.270	b **
Urea verde		4.650	b
Amidas		4.730	a
	80	4.730	a **
	40	4.370	b
Urea	80	4.350	c **
	40	4.200	d
Urea verde	80	4.880	a
	40	4.430	b
Amidas	80	4.980	a
	40	4.490	b
Promedio:		4.550	
C.V. (%)		1,24	

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan.

C.V. coeficiente de variación

** altamente significativo

4.7. Análisis económico

De acuerdo al análisis económico de los tratamientos todos muestran una tasa de retorno positiva **Cuadro 9**, sin embargo cabe señalar que la fuente de nitrógeno Amidas con una dosis de Nitrógeno de 80 kg indica ser el mejor económicamente, quiere decir que por cada dólar invertido tendrá una recuperación de 3,74 dólares.

Cuadro 9. Análisis económico del estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

Fuentes	Dosis Nitrógeno (kg/ha)	Producción (ton/ha)	Producción (\$)	Costos variables (\$)	Costos fijos (\$)	Total costos (var. + fijo)	Utilidad neta (usd)	Taza de retorno (%)
Urea	80	4,35	3915,00	111,30	800,00	911,30	3003,70	329,61
Urea	40	4,20	3780,00	55,65	800,00	855,65	2924,35	341,77
Urea verde	80	4,88	4392,00	128,70	800,00	928,70	3463,30	372,92
Urea verde	40	4,43	3987,00	64,34	800,00	864,34	3122,66	361,28
Amidas	80	4,98	4482,00	144,00	800,00	944,00	3538,00	374,79
Amidas	40	4,49	4041,00	72,00	800,00	872,00	3169,00	363,42

* Costo/kg frejol tierno \$0,90

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se basó en el estudio de tres fuentes de nitrógeno urea, urea verde y amidas con dos dosis de Nitrógeno 80 y 40kg/ha en el rendimiento de fréjol, comunidad Cuajara, parroquia la Carolina, provincia de Imbabura; donde se observó que la fuente de nitrógeno Amidas obtuvo una alta significancia en las variables altura de planta 30 y 60 días, días a la floración, diámetro del tallo, número de vainas, número de granos, rendimiento, demostrando que la eficiencia del producto promueve un mejor desarrollo fisiológico. Esto podría atribuirse a que el efecto que brinda amidas mediante la composición de nitrógeno más eficiente y azufre aportaron para que se genere una mayor producción de masa verde, captando mayor energía lumínica aumentando su capacidad fotosintética y contribuyendo a un mejor desarrollo, tal y como lo menciona (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 1992).

En cuanto a la dosis de nitrógeno 80 kg/ha se observaron diferencias significativas en las variables altura de planta 30 y 60 días, número de vainas, número de granos, rendimiento. Estos resultados que se presenta en la investigación sobre las dosis de nitrógeno, se explica a que una mayor cantidad de nitrógeno promueve el normal funcionamiento de la planta, una mayor producción de proteínas, órganos reproductivos y un mejor desarrollo vegetativo, según lo menciona (Yañez, 2002).

Con respecto a las interacciones, la fuente Amidas con una dosis de Nitrógeno de 80kg/ha alcanzo mayor altura de planta a los 30 y 60 días, menor día de floración, mayor diámetro de tallo, número de vainas, número de granos y una mayor producción. Esto se debe a que una adecuada y eficiente cantidad de nitrógeno en forma de nitrato permiten la formación de enlaces con cationes como el Ca, Mg, K, mejorando la nutrición del cultivo, como lo menciona (Lilia, 1994).

En los resultados del análisis económico rendimiento de fréjol en kg/ha, los tratamientos generaron utilidades económicas, sin embargo cabe mencionar que la fuente Amidas con una dosis de Nitrógeno de 80 kg/ha logró una mejor producción que urea verde y urea; esto demuestra que el empleo de amidas con a una adecuada cantidad mejora notablemente el rendimiento, permanece en el suelo un mayor lapso de días permitiendo una mejor nutrición.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1) Las fuentes urea, urea verde y amidas influyeron notablemente en el desarrollo y rendimiento del cultivo, siendo la mejor fuente de nitrógeno el producto Amidas.
- 2) La dosis que reflejó una mejor respuesta en el cultivo de fréjol fue la de 80 kg / ha de Nitrógeno superando a la dosis 40 kg /ha en algunos resultados de las variables que fueron estudiadas.
- 3) El tratamiento Amidas en dosis 80 kg / ha de Nitrógeno económicamente resultó ser el más rentable, pues obtuvo un 374,79 % de retorno de taza marginal.

Recomendaciones

- 1) En el sector de Cuajara es recomendable realizar aplicaciones del producto Amidas como fuente de nitrógeno, por su alta eficacia según las condiciones edáficas y climáticas del sector.
- 2) La dosis que se recomienda en el cultivo de Frejol es de 80kg/ha de Nitrógeno, lo cual proporciona un aporte importante para el desarrollo y producción del cultivo.
- 3) Se recomienda continuar con las investigaciones que estudien otros tipos de fuentes de fertilizantes y contribuyan con el desarrollo del sector.

VII. RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el estudio comparativo de tres fuentes de nitrógeno con dos dosis en el rendimiento del cultivo de fréjol se llevó a cabo en la comunidad de Cuajara, parroquia la Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: latitud norte $0^{\circ}37'02''$, longitud oeste $78^{\circ}09'53''$, a una altitud de 1240 m.s.n.m; las condiciones climatológicas muestran un promedio anual de temperatura de 22°C , con clima cálido, una pluviosidad promedio anual de 500mm, con un máximo de 9 meses secos sin lluvia característico de la zona. Se plantearon los siguientes objetivos: evaluar la eficacia de las tres fuentes nitrogenadas en el cultivo de fréjol en el sector de Cuajara, identificar la dosis de fertilización nitrogenada más adecuada de acuerdo a las condiciones edafológicas de la zona y realizar un análisis económico de los tratamientos

Para la presente investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial (A x B), las variables fueron sometidas al análisis de varianza y se empleó una prueba de Duncan al 5%; el área donde se ubicó el experimento fue de 448,92 m², con 15 m² superficie por cada parcela, número de parcelas 18, el distanciamiento entre surcos fue de 0,60 m y distancia entre plantas 0,40 m.

Las variables sometidas a estudio fueron: altura de planta a los 45 y 60 días, días a la floración, diámetro del tallo, número de vainas por planta, número de granos por vaina, rendimiento y análisis económico. La aplicación de los tratamientos, se lo realizó a los 15 días después de la siembra del cultivo, de manera manual cerca de la corona de la planta.

En cuanto a las labores culturales, se realizó el control de malezas de manera manual y controles fitosanitarios previo a evaluaciones periódicas con la finalidad de determinar si es necesario o no la utilización de agroquímicos, se recurrió a tres aplicaciones de insecticida y fungicida tomando en cuenta la rotación de ingredientes activos. En los primeros días se realizó el primer control de (*Agrotis* sp.) con deltametrina con una dosis de 100 cc / 200 litros de agua, durante el desarrollo del mismo se realizó aplicaciones para controlar incidencias de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con imidacloprid a una dosis de 200 cc / 200 litros

de agua. En cuanto al desarrollo de enfermedades no fue de gran importancia y se aplicó productos de características preventivas como tiram y captan 500 gr/200 lt de agua.

Los resultados de la investigación determinaron que el cultivo de fréjol respondió positivamente a la incorporación de fuentes como urea, urea verde, amidas; siendo el mejor tratamiento Amidas con una dosis de Nitrógeno de 80 kg/ha permitiendo un mejor desarrollo y producción del cultivo; de igual manera económicamente demostró ser el más eficaz, pues obtuvo un 374,79 % de retorno de taza marginal; demostrando que si se puede mejorar las producciones de fréjol en el sector de Cuajara.

VIII. SUMMARY

In this research the comparative study of three nitrogen sources with two doses in crop yield of beans was evaluated was carried out in the community Cuajara, parish Carolina Region Ibarra, Imbabura province, located at the following coordinates geographical: 0 ° north latitude 38'02" west longitude 78 ° 09'53", at an altitude of 1240 m; weather conditions show an annual average temperature of 22 ° C, with warm weather, an average annual rainfall of 500mm, with a maximum of 9 dry months without rain characteristic of the area. The following objectives: to evaluate the efficacy of three nitrogen sources in the cultivation of beans in Cuajara sector, identify the dose of nitrogen fertilization most appropriate according to the soil conditions of the area and an economic analysis of treatments. For this research design was applied randomized complete block (RCBD) with factorial arrangement (A x B), the variables were subjected to analysis of variance and Duncan test was used at 5%; the area where he started the experiment was 448,92 m² with 15 m² area per plot, number of plots 18, the distance between rows was 0.60 m and 0.40 m distance between plants. The variables under study were: plant height at 45 and 60 days, days to flowering, stem diameter, number of pods per plant, number of grains per pod, performance and economic analysis. The application of the treatments, it was made at 15 days after sowing the crop manually near the crown of the plant. As for cultural practices, weed control manually and plant health checks prior to regular assessments in order to determine whether it is necessary or not the use of agrochemicals, resorted to three applications of insecticide and fungicide was performed taking into account rotation of active ingredients. In the early days the first control (*Agrotis sp.*) was performed with deltamethrin at a rate of 100 cc / 200 liters of water, during the development of the applications are made to control incident whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with imidacloprid a dose of 200 cc / 200 liters of water regarding the development of disease was not of great importance and characteristics of preventive products as tiram and captan was applied 500 gr/200 liters of water. The results of the investigation determined that the cultivation of beans responded positively to the addition of sources such as urea, urea green, amides; amides still the best treatment with a dose of 80 kg / ha enabling better development and crop production; likewise proved to be economically more effective, since 374,79% obtained a marginal return cup; showing that if you can improve the production of beans in the sector Cuajara.

IX. LITERATURA CITADA

- Arias, J., Rengifo, T., & Jaramillo, M. (07 de Mayo de 2007). *Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble: <http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>
- Asociacion Internacional de la Industria de los Fertilizantes. (22 de Junio de 1992). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado el 22 de Junio de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x4781s/x4781s00.pdf>
- Atilio Cabrera , C., & Reyes Castillo, C. (07 de Mayo de 2008). *Guia técnica para el manejo de variedades de frijol*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de Guia técnica para el manejo de variedades de frijol: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>
- Banco Central del Ecuador e INEC. (2011). *Boletin Agropecuario mensual*. Quito: <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/pdfs/agro08.pdf>.
- Bayer Cropscience. (25 de Marzo de 2014). *Tratamiento de semillas*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Gusano Trozador: http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/gtrozadorpe sts_bcs
- Bayer Cropscience. (2014). *Tratamiento de semillas*. Mexico: http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/gtrozadorpe sts_bcs.
- Bernal, C. S. (2003). *Fertilizacion de cultivos*. Chile.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (24 de Febrero de 1984). *Morfología de la planta de frijol común*. Recuperado el 24 de Marzo de 2014, de Morfología de la planta de frijol común: <http://books.google.com.ec/books?id=AtOLF2NhJogC&pg=PA2&lpg=PA2&dq=ciat+el+tallo+en+frejol+1984&source=bl&ots=f->

coPzayCW&sig=7ZudCvGw7VWJBAP25KB2Uxiv7uE&hl=es&sa=X&ei=15szU5ym
PO3ksASfwoCoAQ&redir_esc=y#v=onepage&q=ciat%20el%20tallo%20en%20frijol
%201984&f=

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (25 de Marzo de 2008). *Guia técnica para el manejo de variedades de frijol*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Guia técnica para el manejo de variedades de frijol: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (25 de Marzo de 2014). *Clasificación taxonómica*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Clasificación taxonómica: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21059_sg7.pdf

Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato. (07 de Mayo de 2014). *Manual de plagas y enfermedades en sorgo*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de Campaña manejo sanitario del sorgo: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_sorgo_11.pdf

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (25 de Marzo de 2001). *Manejo Integrado de plagas y enfermedades en frijol*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Manual de campo para su reconocimiento y control: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf

Delcorp. (25 de Marzo de 2012). *Urea verde*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Urea verde: <http://www.delcorp.com.ec/divisiones/fertilizantes/fertilizantes-supremos/urea-verde>

Donoso, I. G. (09 de Octubre de 2013). *Edafología*. Recuperado el 26 de Marzo de 2014, de <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm#anchor786699>

Escalante. (24 de Junio de 1995). *Efecto del nitrógeno*. Recuperado el 24 de Junio de 2014, de <https://www.yumpu.com/es/document/view/13486466/efecto-del-nitrogeno-en-la-produccion-y-abscision>

- Eurochem Agro. (07 de Mayo de 2014). *La fertilización eficiente*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de La fertilización eficiente: <http://es.eurochemagro.com/products/utec/>
- Expreso. (25 de Marzo de 2012). El origen del Frijol. *Semana*, pág. 1.
- FAO. (25 de Marzo de 1984). *Cosecha de granos trigo, maíz, frejol y soya*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Cosecha de granos trigo, maíz, frejol y soya: <http://www.fao.org/docrep/X5051S/X5051S00.HTM>
- FAO e IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Roma: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>.
- Fertiberia S.A. (06 de Mayo de 2012). *Fertilizantes Nitrogenados Simples*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Fertilizantes Nitrogenados Simples: <http://www.fertiberia.es/templates/template1.aspx?M=226&F=97&L=99&Tipo=658>
- Fertilizers Europe. (19 de Marzo de 2014). *Uso de Nitrogenados Eficientes en la producción agrícola, Fabricación Agronomía y Medio Ambiente*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Uso de Nitrogenados Eficientes en la producción agrícola, Fabricación Agronomía y Medio Ambiente: <http://chil.org/produccion-vegetal/blogs/jornada-los-fertilizantes-nitrogenados-en-la-agricultura>
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2009). *Recomendaciones practicas en la fertilización*. Honduras.
- Fundación Produce. (28 de Noviembre de 2013). *Manejo integrado de plagas en frejol*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Manejo integrado de plagas en frejol: http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=1278:manejo-integrado-de-plagas-para-controlar-mosquita-blanca-en-frijol&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373
- Fundación Produce. (28 de Noviembre de 2013). *Manejo integrado de plagas en frejol*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=1278:manejo-integrado-de-plagas-para-controlar-mosquita-blanca-en-frijol&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373

Fundación produce Sinaloa. (07 de Mayo de 2014). *Tecnología de producción para variedades de frijol*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de Tecnología de producción para variedades de frijol: http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&catid=37:sinaloa-produce&id=265:tecnologia-de-produccion-para-variedades-de-frijol&Itemid=373

Garcia, I., & Donoso, C. (09 de Octubre de 2013). *Edafología*. Recuperado el 26 de Marzo de 2014, de Edafología: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm#anchor786699>

Inforural. (15 de Julio de 2012). *Frijol características generales*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Frijol características generales: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article99364>

INIAP. (22 de Marzo de 2000). *Manual Agrícola de Leguminosas*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Costos de producción: file:///C:/Users/Gabriela/Downloads/Manual_agricola%20leguminosas.pdf

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. (28 de Octubre de 1979). *Frijol de suelo en monocultivo*. Recuperado el 28 de Junio de 2014, de <http://www.icta.gob.gt/granosBasicos/monocultivoFrijol.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (25 de Marzo de 2014). *Tecnología de Producción para el Cultivo de Frijol de Temporal en el Altiplano de San Luis Potosí*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Tecnología de Producción para el Cultivo de Frijol de Temporal en el Altiplano de San Luis Potosí: <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=32>

Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. (06 de Julio de 2007). *Ahorro, eficacia energética y fertilización nitrogenada*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Ahorro, eficacia energética y fertilización nitrogenada: http://www20.gencat.cat/docs/icaen/09_Agricultura,%20Ramaderia%20i%20Pesca/documentos/arxiu/11_fertilizacion_nitrogenada.pdf

Instituto superior de Agricultura. (2014). Descripción y taxonomía. *El cultivo de Frejol*, 1-2.

International Fertilizer Development Center. (06 de Agosto de 2001). *Los Fertilizantes Nitrogenados y la Acidificación del Suelo*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Los Fertilizantes Nitrogenados y la Acidificación del Suelo: <http://www.fertilizando.com/articulos/Los%20Fertilizantes%20Nitrogenados%20y%20la%20Acidificacion%20del%20Suelo.asp>

International Plant Nutrition Institute. (2008). *Macronutrientes en la fisiología de las plantas*. Quito.

Lilia, A. (02 de Julio de 1994). *Nitratos y nitritos*. Recuperado el 02 de Julio de 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-03a17.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (06 de Diciembre de 2012). *Importancia de los fertilizantes nitrogenados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Importancia de los fertilizantes nitrogenados: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/insumos_factores_de_produccion_septiembre_2012.pdf

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (20 de Julio de 2007). *Guía práctica de la fertilización racional en los cultivos en España*. Recuperado el 26 de Marzo de 2014, de Guía práctica de la fertilización racional en los cultivos en España: [http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20N\(BAJA\)_tcm7-207769.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20N(BAJA)_tcm7-207769.pdf)

Morales, F. (07 de Mayo de 2014). *La mosca blanca*. Recuperado el 07 de Mayo de 2014, de La mosca blanca: http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/CropProtection/R8041_FTR_Coordination_An05.pdf

Red Agrícola. (06 de Mayo de 2012). *Novedades en Fertilizantes Nitrogenados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Novedades en Fertilizantes Nitrogenados: <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/novedades-en-fertilizantes-nitrogenados>

- Rentech Inc. (06 de Mayo de 2014). *Fertilizante nitrogenado*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Fertilizante nitrogenado: <http://rentechinc.com/sp/nitrogen-fertilizer.php>
- Rojas, C., & Gonzáles, S. (06 de Mayo de 2014). *Caracterización del manejo de fertilizantes nitrogenados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Caracterización del manejo de fertilizantes nitrogenados: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR35480.pdf>
- Ruiz, R. (06 de Enero de 1999). *Características de algunos fertilizantes Nitrogenados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Características de algunos fertilizantes Nitrogenados: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR23923.pdf>
- Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria. (2008). *Biología de las Plagas del frijol*. México: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=4695>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (10 de Diciembre de 2008). *Biología de las Plagas del frijol*. Recuperado el 26 de Marzo de 2014, de Plagas del frijol: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=4695>
- Sierra Bernal, C. (25 de Marzo de 2010). *LA UREA: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de LA UREA: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada: <http://www2.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/informativos/Informativo-35.pdf>
- SMART Fertilización Inteligente. (06 de Mayo de 2013). *Fuentes Nitrogenados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2014, de Fuentes Nitrogenados: <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/fertilizantes-nitrogenados>
- WIKIPEDIA. (2014). *Semilla*.
- Yañez, J. (07 de Octubre de 2002). *NUTRICION Y REGULACION DEL CRECIMIENTO*. Recuperado el 24 de Junio de 2014, de <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio2/Ponencia03.pdf>
- YARA. (25 de Marzo de 2012). *Productos fertilizantes*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Amidas: http://www.yara.com.co/doc/36580_YaraVera%20AMIDAS%20AF.pdf

ANEXOS 1. Valores promedios y análisis de varianza de cada una de las variables.

Cuadro 10. Promedios de la variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	25,10	24,90	24,50	74,50	24,83
T2	F1 D2	24,50	23,80	23,30	71,60	23,87
T3	F2 D1	26,30	27,50	28,70	82,50	27,50
T4	F2 D2	25,80	25,10	26,50	77,40	25,80
T5	F3 D1	28,30	28,90	29,00	86,20	28,73
T6	F3 D2	26,60	26,80	27,40	80,80	26,93

Σ	156,60	157,00	159,40	473,00
χ	26,10	26,17	26,57	26,28

Cuadro 11. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los 45 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	54				
Tratamientos	5	48	9,65	20,79 **	3,33	5,64
Bloques	2	1	0,38	0,82 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	38	18,82	40,55 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	10	9,98	21,49 **	4,96	10,00
I (AxB)	2	96	47,93	103,26 **	4,10	7,56
Error exp.	10	5	0,46			

C.V. 2,59 %

χ 26,28 cm.

Cuadro 12. Promedios de la variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	30,55	31,92	30,94	93,41	31,14
T2	F1 D2	28,22	29,10	27,70	85,02	28,34
T3	F2 D1	33,94	33,75	34,20	101,89	33,96
T4	F2 D2	32,23	31,44	32,58	96,25	32,08
T5	F3 D1	34,36	33,83	34,96	103,15	34,38
T6	F3 D2	32,72	31,91	32,39	97,02	32,34
Σ		192,02	191,95	192,77	576,74	
χ		32,00	31,99	32,13		32,04

Cuadro 13. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los 60 días en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	75				
Tratamientos	5	71	14,27	38,74 **	3,33	5,64
Bloques	2	0	0,03	0,09 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	48	24,03	65,23 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	23	22,58	61,28 **	4,96	10,00
I (AxB)	2	142	71,01	192,72 **	4,10	7,56
Error exp.	10	4	0,37			

C.V. 1,89 %

χ 32,04 cm.

Cuadro 14. Promedios de la variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	52,22	56,35	54,56	163,13	54,38
T2	F1 D2	55,32	56,26	54,32	165,90	55,30
T3	F2 D1	46,12	49,10	48,51	143,73	47,91
T4	F2 D2	45,34	49,65	49,63	144,62	48,21
T5	F3 D1	45,43	46,35	47,33	139,11	46,37
T6	F3 D2	48,16	45,44	50,81	144,41	48,14

Σ	292,59	303,15	305,16	900,90	
χ	48,77	50,53	50,86		50,05

Cuadro 15. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable días a la floración en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	258				
Tratamientos	5	214	42,88	14,89 **	3,33	5,64
Bloques	2	15	7,60	2,64 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	208	104,15	36,17 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	4	4,46	1,55 ns	4,96	10,00
I (AxB)	2	427	213,57	74,17 **	4,10	7,56
Error exp.	10	29	2,88			

C.V. 3,39 %

χ 50,05 días

Cuadro 16. Promedios de la variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	DESCRIPCIÓN	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	0,56	0,55	0,49	1,60	0,533
T2	F1 D2	0,42	0,39	0,48	1,29	0,430
T3	F2 D1	0,58	0,56	0,55	1,69	0,563
T4	F2 D2	0,51	0,52	0,55	1,58	0,527
T5	F3 D1	0,56	0,60	0,53	1,69	0,563
T6	F3 D2	0,53	0,54	0,53	1,60	0,533

Σ	3,16	3,16	3,13	9,45	
χ	0,53	0,53	0,52		0,53

Cuadro 17. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable diámetro del tallo en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
TOTAL	17	0,05				
TRATAMIENTOS	5	0,036	0,007	6,70 **	3,33	5,64
BLOQUES	2	0,000	0,000	0,05 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	0,017	0,008	7,82 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	0,014	0,014	13,34 **	4,96	10,00
I (AxB)	2	0,068	0,034	31,25 **	4,10	7,56
ERROR EXP.	10	0,011	0,001			

C.V.	6,27 %
χ	0,53 cm.

Cuadro 18. Promedios de la variable número de vainas por planta en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	9,50	9,30	10,60	29,40	9,80
T2	F1 D2	7,50	8,50	7,10	23,10	7,70
T3	F2 D1	14,40	15,50	15,40	45,30	15,10
T4	F2 D2	13,40	14,30	12,60	40,30	13,43
T5	F3 D1	15,80	16,40	14,90	47,10	15,70
T6	F3 D2	13,50	14,20	12,70	40,40	13,47
	Σ	74,10	78,20	73,30	225,60	
	χ	12,35	13,03	12,22		12,53

Cuadro 19. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de vainas por planta en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	154				
Tratamientos	5	147	29,48	70,69 **	3,33	5,64
Bloques	2	2	1,15	2,76 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	129	64,56	154,82 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	18	18,00	43,17 **	4,96	10,00
I (AxB)	2	295	147,26	353,13 **	4,10	7,56
Error exp.	10	4	0,42			

C.V. 5,15 %

χ 12,53 vainas

Cuadro 20. Promedios de la variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3	Σ	χ
T1	F1 D1	3,53	3,49	3,65	10,67	3,56
T2	F1 D2	3,55	3,42	3,42	10,39	3,46
T3	F2 D1	4,30	4,42	4,15	12,87	4,29
T4	F2 D2	3,96	4,10	3,73	11,79	3,93
T5	F3 D1	4,52	4,22	4,10	12,84	4,28
T6	F3 D2	3,97	4,26	4,13	12,36	4,12
Σ		23,83	23,91	23,18	70,92	
χ		3,97	3,99	3,86		3,94

Cuadro 21. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de granos por vaina en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	2				
Tratamientos	5	2	0,39	18,09 **	3,33	5,64
Bloques	2	0	0,03	1,25 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	2	0,84	39,47 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	0	0,19	8,79 *	4,96	10,00
I (AxB)	2	4	1,91	89,08 **	4,10	7,56
Error exp.	10	0	0,02			
C.V.	3,71 %					
χ	3,94 granos					

Cuadro 22. Promedios de la variable rendimiento kg/ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuajara, Imbabura. FACIAG. 2014.

	Descripción	R1	R2	R3		Σ	χ
T1	F1 D1	4,322	4,422	4,309		13,053	4,35
T2	F1 D2	4,200	4,190	4,201		12,591	4,20
T3	F2 D1	4,879	4,819	4,930		14,628	4,88
T4	F2 D2	4,490	4,369	4,433		13,292	4,43
T5	F3 D1	4,979	4,986	4,961		14,926	4,98
T6	F3 D2	4,590	4,461	4,424		13,475	4,49
	Σ	27,46	27,247	27,258		81,965	
	χ	4,58	4,54	4,54			4,55

Cuadro 23. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable rendimiento kg / ha en el estudio de tres fuentes nitrogenadas y dos dosis en la comunidad Cuaiara. Imbabura. FACIAG. 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calculado	F. tabular	
					5%	1%
Total	17	1				
Tratamientos	5	1	0,28	88,07 **	3,33	5,64
Bloques	2	0	0,00	0,75 ns	4,10	7,56
FA (fuente)	2	1	0,36	113,13 **	4,10	7,56
FB (dosis)	1	1	0,59	183,55 **	4,96	10,00
I (AxB)	2	3	1,36	425,08 **	4,10	7,56
Error exp.	10	0	0,00			
C.V.		1,24 %				
χ		4,55 ton/ha.				

Anexo 2. Resultados de laboratorio de análisis de suelo

Pág: 1 / 1

Documento No: 00050322

Fecha de Ingreso: 23/01/2014
Fecha de Salida: 31/01/2014

Cultivo: FREJOL

Código: 2919

Código de Muestra: LOTE#1

Código de Laboratorio: BIO-SORAYA PEREZ

Código de Cliente: JORGE PADILLA

Código de Propiedad: CUAJARA

Código de Localización: LA CAROLINA

Código de Sitio: Parroquia

Código de Provincia: IMBABURA

Código de Municipio: EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel: (593) 2992184



NEMALAB
Laboratorio de análisis agrícola

Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO BASICO

Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.										Relaciones		
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
2919	LOTE#1	6.1 LAc	10B	10M	2.2B	6.9A	34.4	M	10.2M	0.31M	6.51M	1.50B			

Interpretación:

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido LAc: Ligeramente Acido PN: Prácticamente Neutro LIA: Ligeramente Alcalino AL: Alcalino	< 5.5 5.6 - 6.4 6.5 - 7.5 7.6 - 8.0 > 8.1	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5) S: B: Fosfato de Calcio P: K: Ca, Mg: Olsen Modificado NH4: K: Cl: Espectrofotometría Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcúmina CE: En Extracto de Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

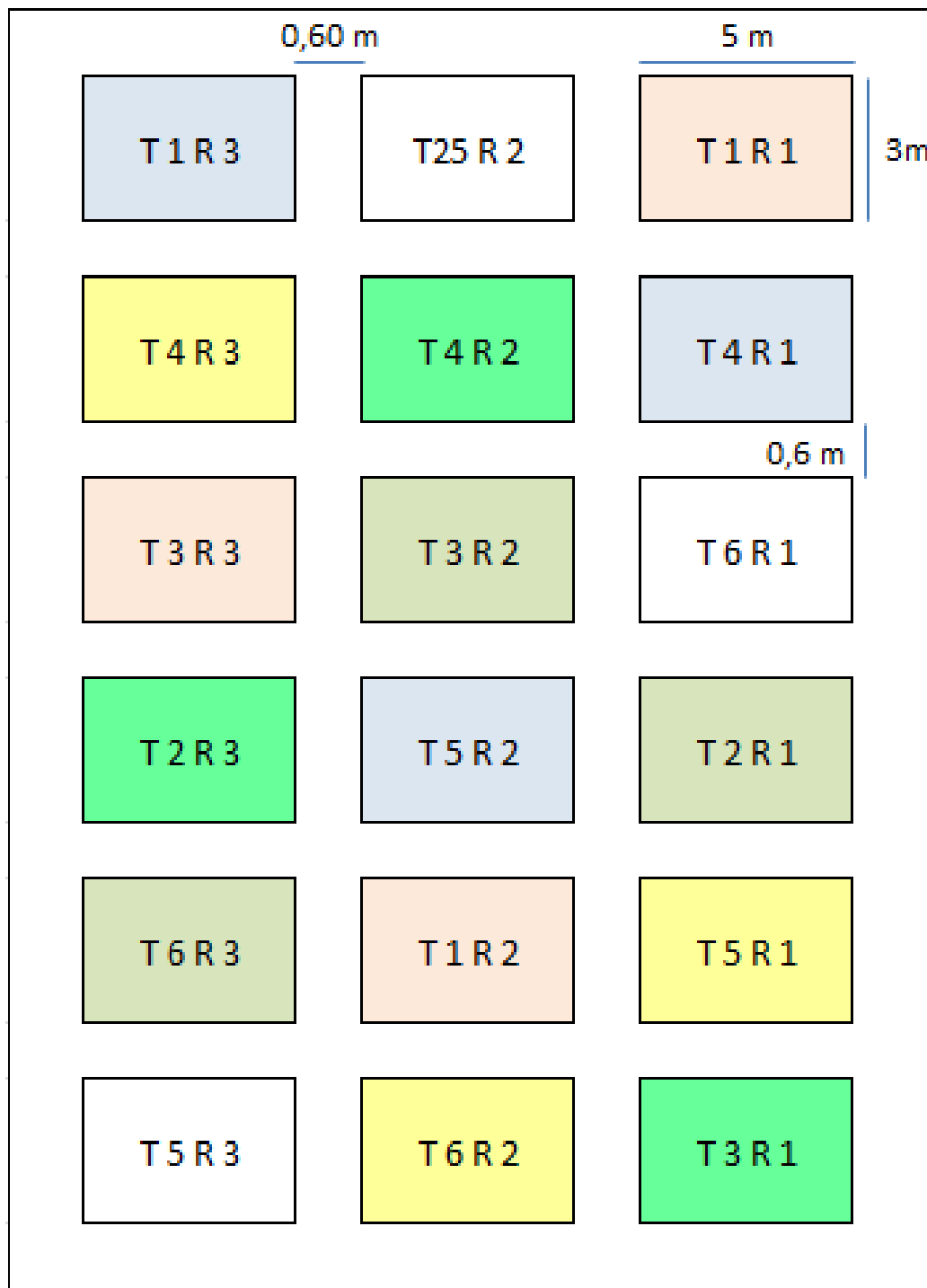
[Firma]
BIO-SORAYA PEREZ
Jefe de Laboratorio



[Firma]
ING. MARCISA PINTADO
Secretaría

* Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.
NEMALAB S.A. Laboratorio de análisis agrícola

Anexo 3. Diseño del campo experimental



Anexo 4. Fotos



Foto 1. Delimitación de parcela



Foto 2. Distancia de siembra



Foto 3. Semilla fréjol var. Rojo del Valle



Foto 4. Siembra



Foto 5. Cálculo de fertilizante



Foto 6. Aplicación de fuentes de nitrógeno



Foto 7. Deshierbe y aporque



Foto 8. Señalización de parcelas



Foto 9. Seguimiento tutor de tesis



Foto 10. Monitoreo tutor de tesis



Foto 11. Señalización para plantas a evaluar



Foto 12. Señalización de plantas al azar



Foto 13. Monitoreo de plagas



Foto 14. Monitoreo de enfermedades



Foto 15. Área experimental



Foto 16. Variable altura de planta



Foto 17. Variable días a la floración



Foto 18. Variable diámetro del tallo



Foto 19. Variable número de vainas



Foto 20. Variable número de granos



Foto 21. Variable rendimiento



Foto 22. Tutor verificación de datos