

**RESPUESTA DEL FRIJOL *Phaseolus vulgaris* L, VARIEDAD FACIANAR UNO,
A LA FERTILIZACION CON FUENTES SIMPLES DE NITROGENO,
FOSFORO Y POTASIO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EMILY AGUIRRE ORTEGA
JAIME ANDRES TARAMUEL**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

**RESPUESTA DEL FRIJOL *Phaseolus vulgaris* L, VARIEDAD FACIANAR UNO,
A LA FERTILIZACION CON FUENTES SIMPLES DE NITROGENO,
FOSFORO Y POTASIO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EMILY AGUIRRE ORTEGA
JAIME ANDRES TARAMUEL**

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al titulo de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de tesis
JAVIER GARCIA ALZATE I.A. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.”

NOTA DE ACEPTACIÓN

OSCAR CHECA CORAL
JURADO DELEGADO

HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR
JURADO

JORGE VELEZ LOZANO
JURADO

San Juan de Pasto, diciembre de 2007

DEDICO A

A Dios por ser mi guía, por iluminar mi camino a lo largo de mi vida.

A mi madre Ana Maria y a mi padre Angel Aguirre, por su gran apoyo y esfuerzo para lograr mis metas

A mi hijo Cristian Camilo, por ser la razón de mi vida

A mis hermanas, por el ejemplo que me han brindado

A mis niñas Valeria y Ana Sofia

A mis amigos y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

EMILY AGUIRRE ORTEGA

DEDICO A

A Dios por ser mi guía, por iluminar mi camino a lo largo de mi vida.

A mis padres Lisandro y Rosa, por su incondicional apoyo sacrificio y ejemplo de trabajo.

A mis hermanos Diego, Pedro, Aníbal por sus consejos y enseñanzas.

A mi hijo David por ser mi inspiración, para salir adelante.

A mis Amigos, profesores y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación.

JAIME ANDRES TARAMUEL

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Javier Garcia Alzate. Ingeniero agrónomo M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Oscar Checa Coral. Ingeniero Agrónomo Ph. D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Hernando Criollo Escobar. Ingeniero Agrónomo M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Jorge Vélez Lozano Ingeniero Agroforestal. M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Edison Gaviria Bolaños. Ingeniero Agrónomo.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEORICO	18
1.1 GENERALIDADES SOBRE EL FRÍJOL VOLUBLE <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	18
1.1.1 Variedades Cultivadas	18
1.1.2 Condiciones de clima y suelos	18
1.1.3 Épocas de siembra	19
1.1.4 Labores culturales	19
1.2 NECESIDAD DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN LOS CULTIVOS	20
1.2.1 Fertilización nitrogenada del cultivo de fríjol	21
1.2.2 Fertilización fosfatada del cultivo de fríjol	22
1.2.3 Fertilización con potasio en el cultivo de fríjol	24
1.3 CONTROL DE MALEZAS	25
1.4 PLAGAS	26
1.5 ENFEMEDADES	26
1.6 COSECHA	26
1.7 GENERALIDADES DE LA VARIEDAD DE FRÍJOL FACIANAR UNO	26
1.7.1 Origen	26
1.7.2 Características	27

2. DISEÑO METODOLOGICO	28
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	28
2.1.1 Aspectos Geográficos ambientales	28
2.1.2 Preparación del suelo y siembra	28
2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	28
2.2.1 Modelo estadísticos	29
2.2.2 Área Experimental	29
2.2.3 Tratamientos	30
2.3 LABORES DEL CULTIVO	32
2.3.1 Control de malezas	32
2.3.2 Tutorado	32
2.3.3 Fertilización	32
2.3.4 Control de plagas y enfermedades	32
2.3.5 Cosecha	32
2.4 VARIABLES A EVALUAR	34
2.4.1 Número de vainas por planta	34
2.4.2 Número de granos por vaina	34
2.4.3 Peso de 100 semillas	34
2.4.4 Rendimiento	34
2.5 Análisis estadístico	35
2.6 Coeficiente de correlación	35
2.7 Análisis económico	35

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA (VPP)	36
3.2 NUMERO DE GRANOS POR VAINA (GPV)	38
3.3 PESO DE 100 GRANOS (P100)	39
3.4 RENDIMIENTO	43
3.5 CORRELACIONES DE PEARSON	46
3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	48
2 CONCLUSIONES	50
3 RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los tratamientos a aplicar en el cultivo de fríjol variedad FACIANAR UNO	31
TABLA 2. Descripción de la dosis a aplicar de los tratamientos en el cultivo de fríjol variedad FACIANAR UNO	33
Tabla 3. Análisis de correlación para rendimiento vs componentes de rendimiento para fríjol variedad FACIANAR UNO.	47
Tabla 4. Análisis marginal de rendimiento	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Fig 1. Promedios de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 0 kg/ha	37
Fig 2. Promedios de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 90 kg/ha	37
Fig 3. Promedios de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 120 kg/ha	38
Fig 4. Promedio de granos por vaina para la interacción de Fósforo * Potasio	39
Fig 5. Promedio de peso de 100 semillas para la interacción Nitrógeno * Fósforo	42
Fig 6. Promedio de peso de 100 semillas para la interacción Nitrógeno * Potasio	42
Fig 7. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 0kg/ha	45
Fig 8. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 90kg/ha	45
Fig 9. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 120kg/ha	46
Fig 10. Relación de promedios de la curva de beneficio neto, costos variables y beneficio bruto.	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. Análisis de suelos de la vereda san German, Guaitarilla	56
ANEXO B. Mapa de campo respuesta del fríjol <i>phaseolus vulgaris L</i> a la fertilización con fuentes simples, distribución para cada uno de los tratamientos en campo	57
ANEXO C. Análisis de varianza para los componentes de rendimiento del cultivo de fríjol variedad FACIANAR UNO	59
ANEXO D. Tablas de triple entrada para la interacción Nitrógeno * Fósforo *Potasio en la variable número de vainas por planta	61
ANEXO E. Tabla de doble entrada para la interacción Fósforo * Potasio en la variable granos por planta	62
ANEXO F. Tabla de doble entrada para las interacciones Fósforo * Nitrógeno y Nitrógeno * Potasio en la variable peso de cien semillas	63
ANEXO G. Tablas de triple entrada para la interacción Nitrógeno* Fósforo *Potasio en la variable rendimiento	64
ANEXO H. Costos fijos y costos variables para cada uno de los Tratamientos	65
ANEXO J. Análisis de dominancia para los datos obtenidos al evaluar el rendimiento de fríjol <i>Phaseolus vulgaris L</i> Variedad FACIANAR UNO	68

GLOSARIO

CHAQUIN: herramienta rustica utilizada para siembra a chuzo o golpe.

CORRELACION: grado de asociación de dos o más variables.

GUIA: Parte del tallos y/o rama que sobresalen por encima del follaje del cultivo

MONOCULTIVO: explotación agrícola en la que solo se cultiva una sola especie.

MALEZAS: planta que no se desea tener en un lugar y tiempo determinado.

SELECCIÓN: método de mejoramiento, por el cual se escogen los mejores individuos de una población por sus características favorables.

SISTEMA DE CULTIVO: los patrones de cultivos utilizados en una finca y sus interacciones con recursos u otras actividades en la finca, así como la tecnología disponible, que permite su composición.

TUTOR: material vivo o inerte que soporta el crecimiento del frijol.

VARIEDAD: taxonómicamente es una subdivisión de la especie, ya sea formada por procesos evolutivos, por selección natural o por fitomejoramiento genético.

VOLUBLE: variedad de frijol que tiene crecimiento indeterminado y que necesita un tutor para su normal crecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de octubre de 2006 y abril de 2007, con el objeto de evaluar la respuesta del frijol, variedad FACIANAR UNO, a la fertilización con fuentes simples de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, bajo las condiciones de la vereda san German, municipio de Guaitarilla la cual se encuentra a una altura de 2653 msnm, y una temperatura de 14 °C.

La investigación se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 27 tratamientos, en un arreglo factorial 3^3 . El primer factor fue el nitrógeno con los niveles: 0 kg N/ha, 90 kg N/ha y 120 kg N/ha, el segundo factor fue el fósforo con los niveles: 0 kg P_2O_5 /ha, 66 kg P_2O_5 /ha y 120 kg P_2O_5 /ha y el tercer factor fue el potasio con los niveles: 0 kg K_2O , 45 kg K_2O y 90 kg K_2O .

Los factores Nitrógeno, Fósforo y Potasio presentaron diferencias altamente significativas en las variables número de vainas, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento. En la variable rendimiento y número de vainas se observó que el Nitrógeno, Fósforo y Potasio presentaron interacción. La variable granos por vaina se vio afectada por la interacción fósforo y potasio, y la variable peso de 100 granos presentó interacción entre el nitrógeno-fósforo y nitrógeno-potasio.

El tratamiento, al cual se le aplicaron dosis de (0 kg/ha, 0 kg/ha y 0 kg/ha de N, P y K respectivamente), presentó los menores costo de producción. Los mayores ingresos se consiguieron con las aplicaciones de 120 kg/ha de nitrógeno, 66 kg/ha de fósforo y 45 kg/ha de potasio, el cual alcanzó la mayor rentabilidad de 281,1%, obteniendo ingresos netos superiores a \$ 2119004 superando a los de mas tratamientos, por lo cual se lo recomienda a los agricultores de esta zona

ABSTRACT

This work was carried out between October 2006 and April 2007, in order to evaluate the response of beans, in the variety "FACIANAR UNO", to the fertilization with simple sources of Nitrogen, phosphorus and potassium, under conditions into San German, Guaitarilla town, which is at an altitude of 2653 m-o.i.s., and temperature of 14 °C.

The investigation was conducted under a complete blocks design at random with four replications and 27 treatments, in a factorial arrangement 3³. The first factor was with the Nitrogen levels: 0 kg N/ha, 90 kg N/ha and 120 kg N/ha, the second factor was with Phosphorus levels: 0 kg P₂O₅ /ha, 66 kg P₂O₅ /ha and 120 kg P₂O₅ /ha and the third factor was with Potassium levels: 0 kg K₂O, 45 kg K₂O and 90 kg K₂O.

Factors Nitrogen, Phosphorus and Potassium presented highly significant differences in the variables number of pods, seeds per pod, weighing 100 grains and performance. In the variable yield and number of pod was observed that the Nitrogen, Phosphorus and Potassium presented interaction. The variable grains per pod was affected by the interaction Phosphorus and Potassium, and the variable weight of 100 grains introduced interaction between Nitrogen – Phosphorus and Nitrogen – Potassium.

The treatment, which was applied dose (0 kg/ha, 0 kg/ha ha to 0 kg/ha N, P and K respectively), registered the lowest production cost. The increased revenue was achieved with the application of 120 kg/ha of Nitrogen, 66 kg/ha of Phosphorus and 45 kg/ha of Potassium, which reached the highest return on investment of 281,1 %, registering net income exceeding \$ 2119004 surpassing most of the treatments, so that it is recommended to the farmers in this area.

INTRODUCCIÓN

El fríjol *Phaseolus vulgaris* L es la leguminosa alimenticia más importante para cerca de 300 millones de personas en el mundo, y participa con el 57% de la oferta mundial de leguminosas. La producción nacional de fríjol se concentra en la Región Andina, estimando que el 85% de la producción nacional proviene de esta área ¹

En Nariño, ocupa el segundo renglón agrícola después de la papa y los pastos, además emplea buena parte de la mano de obra de la región, generando unos 65 jornales/ha/año, y es el principal producto empleado en la dieta de aproximadamente 20.000 familias de pequeños productores²

A través de más de una década de investigación del mejoramiento del fríjol voluble, la Facultad de Ciencias Agrícolas logró sacar al mercado la variedad FACIANAR UNO, la cual se constituye en una variedad avanzada con un potencial productivo alto y una alternativa agrícola rentable en las regiones frías del departamento de Nariño entre 2400 y 3000 msnm, es un material precoz con buena carga y distribución de vainas, tolerancia a las principales enfermedades de la parte foliar³

Es importante evaluar todos los factores que contribuyan a obtener mejores beneficios con el fin de tener bases para la transferencia de la tecnología a los agricultores teniendo en cuenta que la siembra de fríjol requiere de criterios técnicos en las diferentes etapas del cultivo, desde la escogencia de la semilla hasta el establecimiento en el campo, incluyendo las actividades culturales y de cosecha que permiten la obtención de mejores beneficios y calidad ⁴

Es indispensable evaluar todos aquellos factores que contribuyen a incrementar el rendimiento y la calidad de esta variedad, es necesario buscar un método de fertilización que proporcione una óptima producción y rentabilidad teniendo en cuenta que es posible mejorar la productividad del cultivo con un manejo

¹ PERFETTI, Frijol. [en línea].[citado 23 Ene.,2007].Disponible en ternet:<URL:.<http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfilfrijol8.pdf>.

² YEPES,B et al. Estrategia para la producción y manejo de semilla de fríjol voluble. Nariño, Corpoica. 1999.4p (boletín divulgativo N°11)

³ ARTEAGA. G. SAÑUDO, B. Y CHECA, O. Variedad mejorada de frijol voluble para asocio con maíz en la zona cerealista del Departamento de Nariño FACIANAR UNO. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño. 2004(Boletín divulgativo número 2)

⁴ Ibid., P 98

adecuado de fertilización oportuna y económica, además del manejo de plagas y enfermedades⁵

Para la realización de la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la respuesta de la variedad FACIANAR UNO de frijol voluble *Phaseolus vulgaris L* a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.
- Realizar un análisis económico de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados.

⁵ SAÑUDO, B, CHECA, O. Y ARTEAGA.G. Manejo agronómico de leguminosas en la zona cerealista. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño 1999. 98 p.

1. MARCO TEORICO

1.1 Generalidades sobre el frijol voluble *Phaseolus vulgaris L.*

1.1.1 Variedades Cultivadas. En Colombia hay preferencias por granos de frijol color rojo, rojo moteado, crema moteado y de tamaños medianos a grandes (peso de 100 granos superior a 25 g); los que determinan las variedades a sembrar en cada zona⁶.

Las variedades mas sembradas a nivel nacional son los frijoles denominados Cargamantos, Radical, Mortiño, Bolon rojo y los tipo Calima. En Nariño dentro de los frijoles volubles predominan el Mortiño, Sabanero, Caragamanto, Bolón rojo, Conejo y Liborino⁷.

Por su parte en las regiones trigueras de Nariño las variedades de frijol voluble que se cultivan son Cargamanto blanco, Bolon blanco, ICA Rumichaca, Vaca, Conejo, Sangretoro, Liborino, Bolon rojo, Cargamanto Antioqueño, Mortillo y Manto negro⁸.

1.1.2 Condiciones de clima y suelos. El frijol voluble se cultiva en Nariño en regiones con alturas que van de 2000 a los 2900 metros sobre el nivel del mar, con una buena distribución de lluvias en las épocas de germinación a formación de guía, del inicio de la floración hasta la formación de las primeras vainas y durante el llenado de grano; son necesarias épocas calurosas durante la emergencia de las plantas, en el inicio del envolvimiento de la guía en el tutor, en la floración y durante la madurez fisiológica de las plantas⁹.

El frijol requiere de suelos sueltos y profundos, buen contenido de materia orgánica y con buenas propiedades físicas¹⁰, cuya textura varia de franco limosa y ligeramente arenosa. Tolera bien suelos franco arcillosos¹¹

⁶ LIGARRETO, M, G. Sistemas de siembra del cultivo de frijol en Colombia. Bogotá Colombia. Revista ICA. 26(3): 225-234. 1991

⁷ Ibid., p. 225

⁸ ARTEAGA. Op., Cit. 2004

⁹ Ibid., 2004

¹⁰ Ibid., 2004

¹¹ RIOS M, Y QUIROS J. El frijol su cultivo. Beneficio y variedades. Medellín, Produmedios, 2002. 33 p

Los suelos de clima frío y medio en donde se siembra el fríjol se caracterizan por tener bajos contenidos de fósforo, magnesio y boro y altos contenidos de hierro¹² Ospina et. al¹³, manifiestan que el pH óptimo para el desarrollo del fríjol (de enredadera) y la buena adquisición de nutrientes está en el rango de 5.4 a 7 que equivale a decir ligeramente ácido a neutro.

1.1.3 Épocas de siembra. En Colombia las épocas de siembra están supeditadas esencialmente a los periodos de lluvias. Las dos épocas importantes de siembra de fríjol voluble son entre los meses de febrero a marzo y septiembre a octubre¹⁴.

Es conveniente hacer siembras tardías en el segundo semestre o en los inicios del primer semestre agrícola del año, para evitar excesos de lluvia o para aprovechar al máximo las lluvias del último periodo mencionado¹⁵

1.1.4 Labores culturales

- **Preparación del suelo.** El acondicionamiento o preparación de los suelos para el cultivo de fríjol se realiza en forma mecánica. Entre las labores realizadas se puede mencionar la tala, limpia del terreno o control de vegetación existente, mediante la tala de arbustos y su incorporación al suelo. Las labores de arada y rastrillada se realizan, empleando el arado tirado por bueyes o por mulares y en ocasiones se efectúa la preparación mecánica empleando arado de discos mediante tractor¹⁶. Este debe hacerse cerca de la época de siembra, tratando de reducir el número de operaciones de labranza, se aconseja volver a trabajar con el arado de Chuzo¹⁷

Thurston, D¹⁸, afirma que para zonas de alta precipitación, el mejor método de siembra para fríjol se realiza bajo cobertura (fríjol tapado), siendo ideal para la

¹² Ibid, P 39

¹³OSPINA MACHADO, J. et al. Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Producción Agrícola Uno. Santa fe de Bogota: Terranova, 1995. 130-133 p

¹⁴ Secretaría de Agricultura. Fomento del cultivo de fríjol en Antioquia. Sección de Planeación Medellín, 1985. 28 p. (mimeografiado).

¹⁵ SAÑUDO, et.al. Introducción al manejo técnico de cultivos hortícolas en la zona cerealista de Nariño.. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño 2000. 42 p.

¹⁶ MALDONADO, G. Y MOYA, L. El cultivo de fríjol en la cuenca alta del río Guaitara.[en línea]. Colombia: 1997 [citado 2 Abr.,2007].Disponible en Internet:<URL:http://www.coorpoica.org.co / fríjol guaitiquia. Htm.

¹⁷ Sañudo. Op. Cit., P. 98

¹⁸ THURSTON, D. Historia de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina.[en línea]. Estados Unidos:1992[citado 2 Mayo.,2007].Disponible en Internet:<URL:http// www.fríjoltapado.com

obtención de un alimento ecológico por el nulo movimiento de suelos que se realiza para el cultivo. El método consiste en depositar la semilla en el terreno y cubrir con los residuos de cosecha del cultivo anterior.

- **Requerimientos de agua.** El fríjol necesita para cumplir normalmente su ciclo de vida de 350-450 mm de agua repartidos de la siguiente manera: de 130-150 mm de la siembra a la floración, 100-130 mm de la floración a formación de vainas, 80 -110 mm de la formación al llenado de vainas y 40-60 mm del llenado de vainas a la madurez de cosecha¹⁹.
- **Siembra.** Se realiza en surcos distanciados a un metro, colocando una semilla cada 15 o 20 cm para una población de 50.000 a 80.000 plantas/ha, para estas poblaciones se necesitan 30 kg de semilla de fríjol²⁰.

1.2 NECESIDAD DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN LOS CULTIVOS

Thung, M²¹, afirma que un análisis químico muestra que una planta puede contener hasta 40 elementos químicos, sin embargo, sólo 18 de ellos son necesarios para su funcionamiento normal. Por otro lado el C, H y O₂ constituyen un 90% del peso seco de una planta promedio pero estos no son necesarios aplicarlos porque los toma directamente del agua que se precipita y de la atmósfera.

El N, P, K se los clasifica como nutrientes principales o mayores, el S, Ca y Mg son los llamados elementos secundarios y los elementos restantes son los menores o micro elementos Si, , Cu, Mo, Mn, Fe, Al, Co, B y Zn que como su nombre lo dice la planta los requiere en menores cantidades pero igual son necesarios para su desarrollo fisiológico²²

Los requerimientos nutricionales del cultivo del fríjol según Ospina et al²³ para una producción de 2.5 toneladas de grano seco por hectárea son: 105 kg de N, 10 kg de P₂O₅, 120 kg de k₂O y 10 kg de M_gO. .

El programa de investigación y transferencia de tecnología de fríjol PITTA de Costa Rica – fríjol²⁴, afirma que el nitrógeno es un elemento muy importante en el

¹⁹ SAÑUDO. Op. Cit., P 129

²⁰ RIOS, B. Y ROMAN, A. Recomendaciones generales para el cultivo voluble o de enredadera en el oriente de Antioquia. RIONERO, ICA . 1987. 18 P (boletín divulgativo N° 79).

²¹ THUNG, M. Requerimientos de los elementos nutricionales en fríjol. Cali, Colombia, CIAT, 1982. 53 p.

²² OBANDO, L. El fríjol *Phaseolus vulgaris* en los agroecosistemas de ladera de Nariño, in Curso Internacional sobre cultivo de fríjol en la zona de ladera de l región andina. Rió negro, Antioquia, ICA. 1992. pp 51-57

²³ OSPINA, Op., Cit., P 130

fríjol pero se debe recordar que el cultivo es capaz de tomarlo del aire mediante los nódulos de la raíz. También necesita cantidades pequeñas de fósforo; sin embargo este elemento en la mayoría de los casos, no se encuentra disponible en el suelo. En síntesis los requerimientos NPK se rigen por la relación 1:3:1 por lo cual generalmente se aplica fertilizantes con esas cantidades.

1.2.1 Fertilización nitrogenada del cultivo de fríjol. Las plantas absorben el nitrógeno del suelo primordialmente como nitrato pero también lo pueden hacer en la forma amoniacal. En el primer caso es de forma almacenable que no necesita ser asimilada; su presencia en la rizósfera induce incrementos en el pH de esa zona lo que podría tener efectos negativos en la nutrición mineral en suelos arcillosos afectando la disponibilidad de otros nutrientes como Fe lo que se ve compensado por la ausencia de riesgo de toxicidad en dicho tipo de suelos²⁵

La forma amoniacal (N-NH₄⁺), según Sistachs, E²⁶ produce efectos positivos al aumentar las tasas de crecimiento vegetativo y reproductivo y mejorar el balance hormonal. Su aplicación no afecta la absorción de K, aumenta la toma de P y deprime la de Ca y Mg. Su absorción produce acidificación del suelo y su absorción requiere buenas reservas y suplemento de azúcares.

El suministro de ambas formas de nitrógeno tanto en nitrato como en forma amoniacal, hace más fácil para la planta regular el pH intracelular y almacenar algo de N a bajos costos energéticos. Generalmente una proporción 2 ó 3 a 1 de N-NH₄ (amonio) y N-NO₃ (nitrato) es la más adecuada para especies que acumulan azúcares²⁷

El cultivo de fríjol puede absorber el nitrógeno en diferentes formas químicas: nítrica, amoniacal y orgánica. La mayor fuente de nitrógeno para el fríjol es la amoniacal como sulfato de amonio o amonio líquido²⁸

²⁴ PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE FRÍJOL, PITTA – fríjol. Guía para el cultivo del fríjol *Phaseolus Vulgaris L.* [en línea]. Costa Rica: 1999[citado 10 abr.,2007].Disponible en Internet:<URL www.infoagro.com/fríjol.htm.

²⁵ ARAYA, R. L Fertilización de fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris L* en clima frío y medio de Antioquia, Suelos Ecuatoriales (Colombia) 12(1): 233-243, 1981

²⁶ SISTACHS, E. Efectos de la fertilización nitrogenada Yy la inoculación en rendimiento y contenido de nitrógeno en el fríjol negro *Phaseolus vulgaris L* en. Revista cubana de Ciencias agrícolas (Cuba) 4: 223-237. 1990

²⁷ HERRERA, M. Y SÁNCHEZ, R. Determinación de los niveles óptimos de nitrógeno y fósforo en fríjol común negro cultivar pijao. En cooperación para el mejoramiento del fríjol común *Phaseolus vulgaris L* Tapia, B, H., ed. 1983. ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, Managua, Nicaragua, 1983. pp 54- 55

²⁸ RIASCOS, G. Propiedades generales de los fertilizantes químicos. En fertilidad de suelos, diagnostico y control. Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo segunda edición 2001 524 p

El fríjol es una especie que responde a altas dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada, especialmente en aquellos suelos fijadores de dichos elementos²⁹

Muñoz y Molina³⁰, realizaron ensayos de fertilización en diferentes variedades de fríjol aplicando dosis de 0 kg/ha, 30 kg/ha y 60 kg/ha de nitrógeno obteniendo como resultado que la dosis de 30 kg/ha de nitrógeno fue la mas eficiente para la variedad Diacol Catio, y la dosis de 60 kg/ha de nitrógeno fue la mas eficiente para la variedad ICA – Tone.

Por otra parte Sistachs³¹ afirma que al fertilizar al fríjol con dosis de nitrógeno de 90 kg/ha disminuyó significativamente el número de nodulación efectiva y el contenido de nitrógeno en el grano y hojas, pero aumento en un 32% el rendimiento de grano.

De igual forma Araya³² aplicó dosis de nitrógeno en cantidades de 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha y encontró que la producción se incremento en 2,2; 2,8; 4,1; y 4,6 veces más que el nivel de 0 kg/ha respectivamente. Con aplicaciones de 200 kg/ha se obtuvo una producción de 1364 kg/ha representando un incremento de 109% respecto a la del testigo, de 652 kg/ha.

Por su parte Muñoz y Molina³³ afirman que el rendimiento del grano y sus componentes, tienen una respuesta favorable a la aplicación de 90 kilogramos de nitrógeno cuando se combina con cualquier nivel de fósforo.

1.2.2 Fertilización fosfatada del cultivo de fríjol. Según Herrera y Sánchez³⁴, las formas aprovechables más importantes del fósforo en los suelos agrícolas son: Difosfato, H_2PO_4 Monofosfato. HPO_2 . El predominio de una u otra forma en la solución del suelo depende del pH. Bajo condiciones ácidas predominan H_2PO_4 , y en condiciones alcalinas HPO_2 , existiendo un equilibrio entre las dos formas cuando el pH está cercano a la neutralidad. Ambos estados son igualmente disponibles a las plantas, pero su concentración de la solución del suelo es muy pequeña.

²⁹ SING, SHREE. Conceptos básicos para el mejoramiento del fríjol por hibridación. En López, M, et al. Ed. fríjol: Investigación y producción. Cali (Colombia): CIAT. 1985. pp.109-126.

³⁰ MUÑOZ, R Y MOLINA, L. Fertilización de fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris L* en clima frío y medio de Antioquia. Suelos ecuatoriales Colombia 12 (1) 233-243. 1982

³¹ SISTACHS , Op., Cit, P. 223

³² ARAYA, Op., Cit, P.233

³³ MUÑOZ, R Y MOLINA, L. Op., Cit, P. 233

³⁴ HERRERA, M. Y SÁNCHEZ, R. . Op., Cit, P.54

la fijación del fósforo es uno de los mayores problemas de la agricultura tropical. Sin fósforo no existe crecimiento vegetal, pues es el responsable de la transferencia de energía en la síntesis de sustancias orgánicas³⁵

La deficiencia de fósforo es el problema nutricional mas relevante del fríjol en Colombia y en América Latina en general. La falta de este elemento retarda la floración y maduración del cultivo. Muchos factores que influyen en la fijación del P y entre los principales tenemos: tipo de arcillas, tiempo de la reacción, el pH del suelo, la temperatura del suelo, y la materia orgánica del suelo. CIAT³⁶.

Los nutrientes como el fósforo dependen de su solubilización en el agua del suelo, no pudiendo ser absorbido en un suelo seco. Esta agua en el suelo puede ser muy rica en ácidos orgánicos, facilitando la solubilización. La falta de humedad se presenta más temprano en los suelos arenosos y más tarde en los arcillosos, cuando ambos permiten una infiltración normal. El fósforo puede ser lixiviado, principalmente de los suelos arenosos, aunque el índice de su lixiviación sea bajo CIAT³⁷

En estudios realizados por CIAT³⁸ se observó el efecto de la aplicación de superfosfato triple en bandas a una profundidad de 5 y 25cm, con diferentes niveles de fósforo: 66 y 131 kg./ha todo con el fin de analizar el rendimiento del fríjol; cuyo resultado fue de 1421 kg/ha con el fertilizante a nivel profundo y de 1263 kg/ha a un nivel superficial concluyendo que el nivel optimó de superfosfato triple fue de 66 kg/ha.

De igual forma Lagos y Vallejos³⁹ aplicaron dosis de 0 kg/ha y 60 kg/ha de fósforo y obtuvieron un incremento significativo en el rendimiento, la aplicación de 60 kg/ha elevó el rendimiento promedio del grano desde 6,51 hasta 9,05 gr/planta.

³⁵ TRAZONA, A Y ZASTRA, H. Efecto de diferentes poblaciones y niveles de nitrógeno y fósforo en cultivo asociado de papa y fríjol en el oriente de Cundinamarca. Revista ICA (Colombia) 9 (3). 323-344. 1994

³⁶ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fríjol investigación y producción, Cali, Colombia, CIAT, 1985. 415 p.

³⁷ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL CIAT. Problemas de campo en los cultivos de fríjol en el trópico. Cali: CIAT, 1989. 220p

³⁸ Ibid., p.220

³⁹ LAGOS, M, Y VALLEJOS. Respuesta del fríjol *Phaseolus vulgaris L* var lima a la aplicación de diferentes niveles de N-P-K y s en un suelo de Imues Nariño. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2001. 92 p. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo

El CIAT realizó ensayos en fríjol y demostró que hubo buena respuesta del cultivo a la fertilización fosfórica al utilizar diferentes fuentes de fósforo como superfosfato triple, calfos y roca fosfórica, obteniéndose también buenos efectos residuales.⁴⁰

1.2.3 Fertilización con potasio en el cultivo de fríjol. La forma disponible del potasio es el estado iónico K^+ , esto debido a su carga electrónica química positiva derivada de su naturaleza catiónica, el potasio disponible es fácilmente almacenado en forma cambiante.⁴¹

Parra⁴² complementa que, la resistencia vegetal al frío, sequía y enfermedades depende en larga escala de un abastecimiento suficiente de potasio. En las épocas húmedas y calientes la absorción de potasio se torna muy grande debido a su mejor difusión en el suelo, es decir, del movimiento en dirección de la raíz.

El potasio es un elemento móvil en las plantas y por eso los síntomas de deficiencia se ven primero en las hojas viejas o inferiores. Los efectos son localizados con manchas o clorosis, los brotes y las puntas de las hojas presentan una clorosis amarilla anaranjada; lesiones necróticas localizadas entre las venas a lo largo de los márgenes y puntas de las hojas, las hojas viejas pueden estar completamente café o con un aspecto “quemado”, tallos delgados de coloración rojiza en la superficie superior de la nervadura central; las hojas jóvenes generalmente permanecen de color verde oscuro; hojas apicales inmaduras distorsionadas adquiriendo la apariencia de un abanico⁴³

Muñoz⁴⁴ realizó ensayos con fertilización potásica en fríjol obteniendo los mayores rendimientos al aplicar 50 kg/ha de potasio como K_2O .

ICA⁴⁵ al realizar ensayos de fertilización en el cultivo de fríjol con elementos mayores en la zona del altiplano de Pasto encontró la máxima producción cuando utilizó las dosis de 45, 120 y 45 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y potasio respectivamente.

⁴⁰ CIAT. Op., Cit., P 220

⁴¹ Ibid., P.220

⁴² PARRA, A. Fertilización de dos variedades de fríjol *phaseolus vulgaris l* en suelos del centro experimental de Palmira. Palmira, ICA, 1999. 5p

⁴³ MUÑOZ, R Y MOLINA, L. Op., Cit, P. 233

⁴⁴ MUÑOZ, R. Características de los suelos y la fertilización de los cultivos de maíz, fríjol y la caña panelera en la zona de clima medio de Antioquia. Medellín, ICA. Compendio No 38. 428-435. 1980

⁴⁵ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Memorias sobre investigación. Centro Regional de Investigación, Obonuco programa de leguminosas de grano. Pasto. 1980. 52p

La fertilización es una práctica común entre los cultivadores de frijol las dosis recomendadas de fertilización son de 100 a 200 kg/ha, de abonos compuestos de grado 13-26-6, 10-30-10 o 15-15-15. Las aplicaciones se hacen en la siembra, o fraccionada; la mitad al momento de la siembra y la cantidad restante se aplica en forma localizada en corona al momento de la primera desyerba⁴⁶

Para la zona cerealera, Sañudo, et. al⁴⁷, recomiendan un abonamiento en el momento de la siembra con fertilizantes de grado 10-30-10, 13-26-6 ó fosfato diamónico (18-46-0) en regiones altas y 15-15-15 o 18-18-18 o fosfato diamónico en regiones bajas con dosis de 50 kg/ha de fosfato diamónico o 75 kg/ha de los abonos compuestos; además como fuente de elementos menores se utiliza Agrimins en dosis de 10 K kg/ha, depositando fertilizante en el mismo sitio de la semilla o haciendo un hueco a un lado.

Los mismos autores, recomiendan hacer el reabone entre 30 y 45 días después de la siembra del frijol con 50 kg/ha de 15-15-15 ó 18-18-18 si en la siembra se utiliza 10-30-10 ó 13-26-6, en el caso contrario si se emplearon los primeros en la siembra, el reabone se hace con 50 kg/ha de los abonos de tipo 10-30-10 o 13-26-6. En el caso de que el fosfato diamónico haya sido utilizado en la siembra, se recomienda la aplicación en reabone de 10 kg de Urea más 20 kg/ha de Nitrato de potasio.⁴⁸

1.3 CONTROL DE MALEZAS

Sañudo, et.al⁴⁹, afirman que para el frijol voluble en monocultivo se aconseja la aplicación preemergente de la mezcla Afalon (Linuron), 1kg/ hectárea más Dual (Metolaclor), 100 cc/bomba, dos días después de la siembra y cuando el suelo tenga una humedad adecuada, siendo efectiva para el control preemergente de malezas de hoja angosta y ancha.

A los treinta días después de la siembra del frijol y al iniciar la formación de los primeros botones florales, se aconsejan deshierbas manuales, cumpliéndose estas labores cuando el suelo tenga una humedad adecuada. Después de la producción mayor de flores es conveniente hacer una tercera deshierba. Sin embargo, esta labor puede realizarse químicamente, con el herbicida Gramoxone (Paraquat), 100 cc/ bomba, empleando una pantalla protectora para dirigir la nube de aspersión únicamente a las calles⁵⁰

⁴⁶ Ibid., P 18

⁴⁷ Sañudo. Op., Cit., P. 98

⁴⁸ Ibid., P 98

⁴⁹ Sañudo. Op., Cit., P. 98

⁵⁰ ARTEAGA. Et al. 2004

1.4 PLAGAS

Las plagas mas importantes son el cucarrón defoliador *Naupactus sp*, la mosca blanca o palomilla *Trialeurodes Vaporariorum*, el gusano desfoliador *Pseudoplusia includens* y el pasador de vainas *Laspeyresia sp*; requiriendo un manejo integrado con preparación adecuada de suelos fertilización óptima, uso de trampas, empleo de extractos vegetales y microorganismos entomopatógenos además del uso de insecticidas de baja residualidad ⁵¹

1.5 ENFERMEDADES

FACIANAR UNO, tiene comportamiento moderadamente resistente a antracnosis *Collectotrichum lindemuthianum*, mancha anillada *Phoma exigua variedad diversispora* y roya *Uromyces phaseoli*; requiriendo de 1 á 2 aspersiones con fungicidas de amplio espectro en épocas favorables á las enfermedades ⁵²

1.6 COSECHA

La cosecha depende del mercado; para consumo en verde o legumbre, se realiza cuando la vaina se ha llenado totalmente; si se destina para mercado en grano, la cosecha se hace cuando el grano este completamente seco; una vez cosechado el producto seco, el agricultor procede al desgrane, selección y empaque ⁵³

1.7 GENERALIDADES DE LA VARIEDAD DE FRÍJOL FACIANAR UNO

1.7.1 Origen. La variedad FACIANAR UNO proviene de la línea experimental L-8 obtenida del cruzamiento entre la selección regional Conejo- 4 por ICA–Rumichaca y este híbrido por la selección regional Mortiño - 14 realizado por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño y seleccionado por el método genealógico a partir de 1990 para efectuar evaluaciones entre 1999 y 2003 en la zona cerealista del Departamento de Nariño ⁵⁴

1.7.2 Características

- **Tipo de Planta.** FACIANAR UNO tiene un crecimiento voluble, con hábito 4A (trepador indeterminado con una distribución uniforme de las vainas en toda la planta) alcanzando una altura de 160 – 220 cm. Tiene ramas laterales desde la base y de allí comienza la producción de vainas en toda la planta. Las hojas son ovoides lanceoladas de tonalidad verde mate y las flores de color rosado púrpura. Las vainas son uniformes en cuanto a

⁵¹ Sañudo. Op., Cit., P. 98

⁵² Ibid., P 98

⁵³ LIGARRETO. Op., Cit., P. 225

⁵⁴ Arteaga . et al 2004

tamaño y número de granos observándose mayor distribución en el cuarto inferior de la planta ⁵⁵

- **Color y tipo de grano.** La semilla es de color rojo oscuro, brillante y betas blanco cremosos, de forma ovoide y de un tamaño de 12-15 mm de largo por 9 -10 mm de ancho, el peso de 100 semillas con 14% de humedad es de 50, 8 g ⁵⁶
- **Periodo de vida.** Esta variedad tiene madurez de cosecha de 180 á 240 días a partir de la siembra ⁵⁷
- **Rango de adaptación.** FACIANAR UNO se adapta muy bien a regiones localizadas entre los 2500 y 3000 msnm ⁵⁸
- **Rendimiento.** En asocio con maíz el rendimiento es de 1700 kilos por hectárea. En monocultivos el rendimiento se incrementa en cerca del 40% ⁵⁹

⁵⁵ ARTEAGA. Et al 2004

⁵⁶ Ibid., 2004

⁵⁷ Ibid., 2004

⁵⁸ Ibid.,2004

⁵⁹ Ibid., 2004

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Aspectos Geográficos ambientales

- **Localización.** El presente trabajo se realizó en la vereda san German del municipio de Guaitarilla ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 2.653 m, con una temperatura de 14°C y una precipitación promedio anual de 1.100mm (E.O.T)⁶⁰, sus suelos son derivados de cenizas volcánicas, de fertilidad moderada, que cambian de profundidad según las localidades que se caracterizan por tener una topografía montañosa, suelos franco arcillosos con pH entre 5.5 y 6.5 ácidos o ligeramente ácidos con altos contenidos de aluminio y alta fijación de fósforo⁶¹

De acuerdo con el análisis de suelos (ANEXO A) realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño (2006), el lote donde se llevo a cabo el ensayo, ubicado en la vereda de San German presenta suelos con pH de 5.4, es decir medianamente ácido un porcentaje de materia orgánica de 6.9 (medio), una densidad aparente de 1,0g/cc, fósforo 11 Mg/kg, (contenido medio), potasio 1.69 Mg/kg (contenido alto) una capacidad de intercambio catiónico de 23.4 Cmo/(+)/kg, textura arcillo arenoso y nitrógeno total de 0.30%

2.1.2 Preparación del suelo y siembra. Para la preparación del suelo se efectuó una arada y dos rastrilladas con equipo de tracción animal, adecuando el terreno para el cultivo, con el fin de garantizar una mejor germinación de semillas, mejorar desarrollo del sistema radical y un retraso en la germinación de malezas.

La semilla a sembrar fue la variedad FACIANAR UNO, la cual se ubicó a una distancia de 1,00 m entre calles y 0.20 m entre plantas.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 27 tratamientos, en un arreglo factorial 3^3 . El primer factor fue el Nitrógeno con los niveles 0 kg N/ha, 90Kg N/ha y 120kg, el segundo factor fue el fósforo con los niveles 0 kg P₂O₅/ha, 66 kg P₂O₅/ha y 120 kg P₂O₅/ha y el

⁶⁰ Esquema de Ordenamiento Territorial. Municipio de Guaitarilla. 2000 - 2011

⁶¹ DELGADO, M y JOJOA, L. Plan de Desarrollo integral para el desarrollo de municipio de Guaitarilla. Pasto, Colombia, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Udenar. 1995.53p

tercer factor fue el potasio con los niveles 0 kg K₂O/ha ,45 kg K₂O/ha y 90 kg K₂O/ha

2.2.1 Modelo estadístico

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + \alpha_j + \delta_k + \theta_l + (\alpha \delta)_{jk} + (\alpha \theta)_{jl} + (\delta \theta)_{kl} + (\alpha \delta \theta)_{jkl} + E_{ijkl}$$

y_{ijkl} =variable de respuesta

μ =media general

B_i =efecto del bloque i

α_j =efecto principal del factor j (Nitrógeno)

δ_k =efecto principal del factor k (Fósforo)

θ_l =efecto principal del factor l (Potasio)

$(\alpha \delta)_{jk}$ =efecto de la interacción j*k (Nitrógeno* Fósforo)

$(\alpha \theta)_{jl}$ = efecto de la interacción j*l (Nitrógeno* Potasio)

$(\delta \theta)_{kl}$ = efecto de la interacción k*l (Potasio* Fósforo)

$(\alpha \delta \theta)_{jkl}$ = efecto de la interacción j*k*l (Nitrógeno*Fósforo*Potasio)

E_{ijkl} = error experimental

2.2.2 Área Experimental. Se realizaron cuatro bloques de 54 m de ancho por cuatro m de largo cada uno. Entre los bloques hubo una separación de un metro y en cada bloque se establecieron 27 parcelas de 2m de ancho por cuatro metros de largo (8m²), en cada parcela se tuvieron bordes comunes

En cada parcela se trazaron cuatro surcos con separación de 1.0mts entre ellos y en cada surco se sembraron diez plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L var. FACIANAR UNO, con una separación de 0.2mts entre sitios, para un total de 40 sitios por parcela (ANEXO B)

La unidad experimental estuvo conformada por las 16 plantas del área útil de la parcela

Por tanto y con base en lo anterior se tendrá:

- Área experimental: 1080 m²
- Área de la parcela: 8m²
- Área útil de la parcela: 3.2 m²
- Número de plantas por parcela: 40 plantas
- Número de plantas útiles por parcela: 16 plantas
- Distancia de siembra: 1.0 m entre surcos, 0.20 entre plantas
- Surcos por parcela: 4 surcos
- Plantas por surco: 10 plantas

2.2.3 Tratamientos. Los tratamientos estuvieron representados por tres fuentes simples: UREA, DAP y KCL, cada uno se trabajó con 3 niveles de fertilización diferente y su respectiva combinación (Tabla 1 y tabla 2)

Para Nitrógeno 0 kg N/ha, 90kg N/ha y 120kg N/ha

Para Fósforo 0 kg P₂O₅/ha, 66 kg P₂O₅/ha y 120 kg P₂O₅/ha

Para Potasio: 0kg K₂O/ha ,45 kg K₂O/ha y 90 kg K₂O/ha

Tabla 1: Descripción de los tratamientos a aplicar en el cultivo de frijol variedad FACIANAR UNO

Tratamiento	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha
T1	0	0	0
T2	0	0	45
T3	0	0	90
T4	0	66	0
T5	0	66	45
T6	0	66	90
T7	0	120	0
T8	0	120	45
T9	0	120	90
T10	90	0	0
T11	90	0	45
T12	90	0	90
T13	90	66	0
T14	90	66	45
T15	90	66	90
T16	90	120	0
T17	90	120	45
T18	90	120	90
T19	120	0	0
T20	120	0	45
T21	120	0	90
T22	120	66	0
T23	120	66	45
T24	120	66	90
T25	120	120	0
T26	120	120	45
T27	120	120	90

TABLA 2 Descripción de la dosis a aplicar de los tratamientos en el cultivo de frijol variedad FACIANAR UNO

Tratamiento	UREA kg/ha	DAP kg/ha	KCL kg/ha
T1	0	0	0
T2	0	0	75
T3	0	0	150
T4	0	143	0
T5	0	143	75
T6	0	143	150
T7	0	261	0
T8	0	261	75
T9	0	261	150
T10	195	0	0
T11	195	0	75
T12	195	0	150
T13	141	143	0
T14	141	143	75
T15	141	143	150
T16	93	261	0
T17	93	261	75
T18	93	261	150
T19	261	0	0
T20	261	0	75
T21	261	0	150
T22	206	143	0
T23	206	143	75
T24	206	143	150
T25	159	261	0
T26	159	261	75
T27	159	261	150

N P K %
 UREA = 46 - 0 - 0
 DAP = 18 - 46 - 0
 KCI = 0 - 0 - 60

2.3 LABORES DEL CULTIVO

2.3.1 Control de Malezas. Con el fin de reducir la interferencia de malezas se realizaron dos deshierbas manuales a los 30 y 60 días después de la siembra

2.3.2 Tutorado. Se realizó un tutorado bajo el sistema de enmallado colocando postes de madera de 2.5 m de longitud los cuales se enterraron a una profundidad de 0.50 m y a distancias de 5 m de cada tratamiento. Estos se unieron en la parte superior con alambre galvanizado número 12 y a lo largo de cada surco se colocó un alambre número 14 amarrado al interior. Como tutor se utilizó hilo de polipropileno, con el cual se sujetó las plantas

2.3.3 Fertilización. La fertilización se fraccionó en dos épocas, con la finalidad de que se presente un mejor aprovechamiento por parte de la planta; la primera aplicación se hizo al momento de la siembra y la segunda se hizo a los 45 días después de la primera fertilización depositando el abono en bandas al lado y lado de las plantas.

2.3.4 Control de plagas y enfermedades.

- **Plagas.** A los 20 días después de la siembra se presentó ataque de tierreros *Agrotis spp*, *Spodoptera spp*. los cuales se vieron favorecidos por la época seca y presentaron daños superiores al 1%, por lo que se hizo necesario aplicar Clorpirifos en dosis de 0.6 litros por hectárea.

Al inicio de llenado de vainas se hizo una aplicación de Evisect (Thiosiclan) en dosis de 300 gramos por hectárea, para reducir las poblaciones de mosca blanca *Trialeurodes vaporarum* y del pasador de las vainas *Laspeyresia sp*.

- **Enfermedades.** En todo el periodo de evaluación se presentó pudrición blanca *Sclerotinia sclerotium*. No tuvo carácter severo, sin embargo se aplicó Benlate (Benomil) en dosis de 20gr/bomba de 20 litros

2.3.5 Cosecha. La cosecha se realizó en forma manual cuando el 50% de las vainas llegaron a la madurez de cosecha.

2.4 VARIABLES A EVALUAR

2.4.1 Número de vainas por planta (VPP). Cuando el 50% de las vainas del experimento secaron se realizó la cosecha, del área útil de las parcelas, se extrajeron las plantas y se contabilizó el número total de vainas.

2.4.2 Número de granos por vaina (GPV). Se realizó con base en diez vainas tomadas al azar por tratamiento y por repetición, se desgranaron las vainas y se

contabilizó el número de granos, posteriormente se dividió este valor entre el número de vainas tomadas.

2.4.3 Peso de 100 semillas (P100). Se tomaron 100 granos al azar por tratamiento y por repetición y se pesaron. La humedad de los granos se determinó en FENALCE, en un determinador universal de humedad teniendo como base un 14% para efectuar el cálculo de los pesos.

2.4.4 Rendimiento. Para estimar el rendimiento, se utilizaron todas las plantas útiles de cada tratamiento; el producto de cada parcela se pesó utilizando una balanza, de esta manera se obtuvo la producción por tratamiento; posteriormente se transformaron los datos a kg/ha. La humedad de los granos se determinó utilizando el medidor de marca Motonko.

Para determinar el rendimiento de frijol se aplicó la siguiente fórmula propuesta por CIMMYT⁶²

$$RF = \frac{RP*(100 - HM)}{AC*86} \times 10000m^2$$

Donde:

- RF = Rendimiento de frijol en kg /ha.
- RP = Rendimiento parcela útil (kg)
- AC = Área cosechada parcela útil(m²)
- HM = Porcentaje de humedad de la muestra (14%)
- 100 y 86 = Constantes
- 10000 m² = Área de la hectárea

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se interpretaron estadísticamente por medio del análisis de varianza y prueba de significancia de Tukey, teniendo en cuenta sus respectivas interacciones.

2.6 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Para establecer el grado de correlación entre las variables de rendimiento, se calculó el coeficiente de determinación ($r^2 * 100$), que permite encontrar el grado de asociación entre variables, Gonzáles 1976⁶³

⁶² PERRIN, R.; WINKELMAN Y ANDERSON, J. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México: CYMMYT, 1976.254

⁶³ GONZALES, Bahamonde. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. 2ed. Universidad Central. Quito; Salvador, 1976. p 125

2.7 ANALISIS ECONOMICO

2.7.1 Presupuesto parcial. El análisis económico de la producción se hizo mediante la metodología de presupuesto parcial descrita por Perrin,⁶⁴ para este análisis se seleccionaron solo los tratamientos que presentaron diferencias significativas, y entre los que no presentaron diferencias se escogió el de menor costo.

Para la estimación de los ingresos, se tuvo en cuenta los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos, con los datos anteriores se realizó un análisis de dominancia de los tratamientos seleccionados.

⁶⁴ PERRIN, Op., Cit, p254

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA (VPP)

El análisis de varianza para esta variable (ANEXO C) mostró diferencias altamente significativas en los factores Nitrógeno, Fósforo y Potasio, además de la existencia de las interacciones Nitrógeno * Fósforo, Nitrógeno * Potasio y Fósforo * Potasio; así mismo la interacción de los tres factores mostró la presencia de significancia lo cual indica que el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio cada uno con sus respectivos niveles influyen en esta variable.

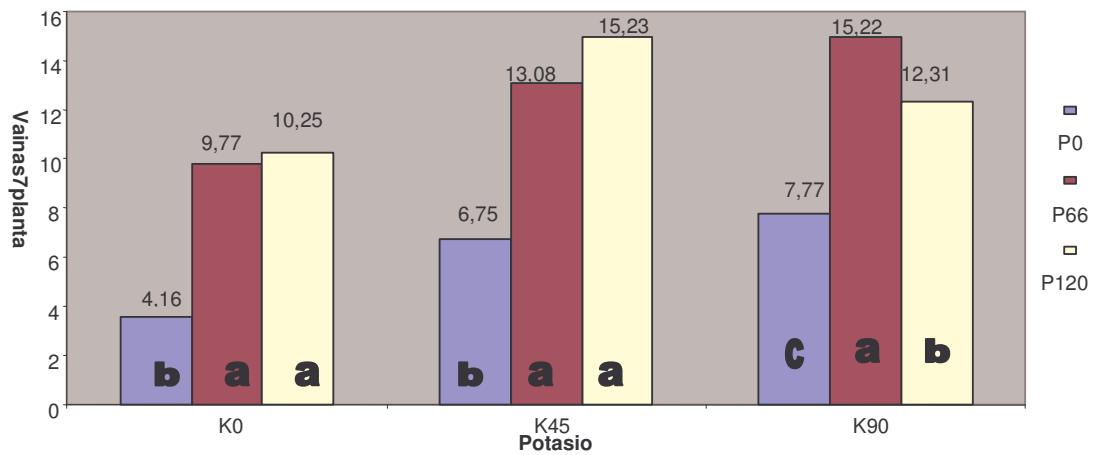
La prueba de comparación de medias para la interacción Nitrógeno * Fósforo * Potasio, (Figura1, figura2 y figura3 y ANEXO D) muestra que cuando el nitrógeno tiene un nivel de 0 kg/ha, las aplicaciones de 0 y 45 kg/ha de Potasio tienen una respuesta similar a las aplicaciones de fósforo obteniéndose el mayor promedio cuando el nivel de Fósforo fue de 120 kg/ha; sin embargo, en el momento en que la aplicación de Potasio se hizo con la dosis de 90 kg/ha fue mayor el número de vainas por planta con la aplicación de 66 kg/ha de Fósforo (15.22) con respecto a la aplicación de 0 y 120 kg/ha de Fósforo con (7.77) y (12.31) respectivamente. Con la aplicación de 90 y 120 kg/ha de Nitrógeno, el comportamiento de la variable en la aplicación de fósforo y potasio no presentó interacciones, observándose en ambos casos respuestas similares; el número de vainas/planta presentó diferencias estadísticas significativas cuando se emplearon las dosis de K y P con el nivel de cero; mas sin embargo el mayor número de vainas se obtuvo con la combinación de 90 kg/ha de N, 120 kg/ha de P y 90 kg/ha de K, obteniéndose 18.97 vainas/planta.

La aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio afectó el número de vainas/planta, indicando que las deficiencias de NPK existentes en el suelo fueron suplidas por las fuentes simples. El Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio jugaron un papel preponderante, incrementando el número de vainas por planta. Al respecto Clavijo, J y colaboradores⁶⁵, mencionan que cuando existe deficiencia de Nitrógeno se retrasa la división celular y la planta generalmente es pequeña en su estatura, se reduce la ramificación y la floración, el Fósforo es importante en el transporte de carbohidratos de la parte aérea de la planta a las vainas, lo que quiere decir que el fósforo se necesita hasta la época de maduración fisiológica. La deficiencia de Potasio se expresa como si la planta estuviese marchita, al contrario de la deficiencia de Fósforo, en que la planta se ve rígida pero pequeña, estos parámetros indican que la deficiencia de NPK afecta en gran medida el rendimiento del cultivo.

⁶⁵ CLAVIJO, J. et al. Fertilidad de suelos, diagnostico y control. Bogota; Colombia; Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo 2001. 524p

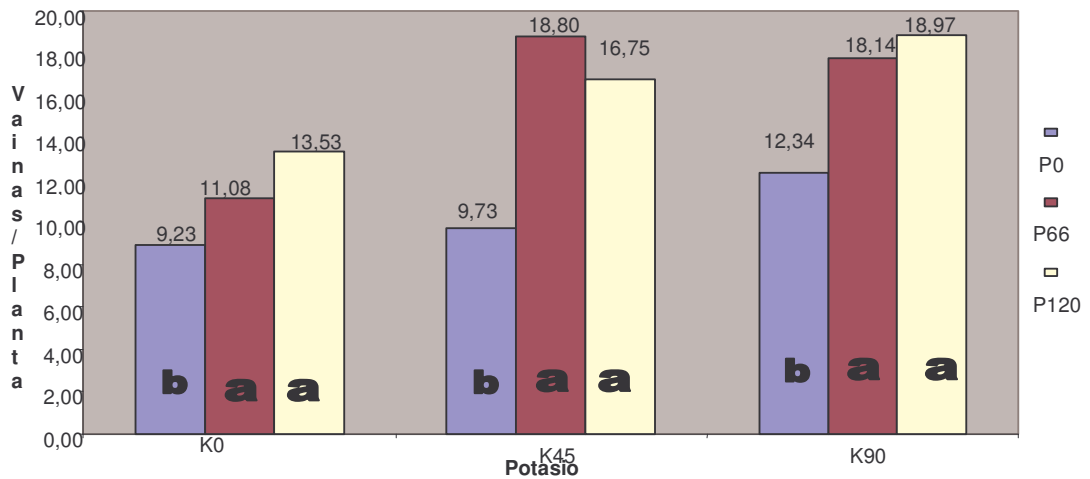
Bergen y colaboradores ⁶⁶, realizaron un experimento factorial 5x5 para determinar el efecto de la fertilización con N(0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha) y P(0, 60, 120, 180 y 240 kg/ha) en frijol var. Negro 897 en Brasil, la fertilización con 15 kg/ha de N y 30 kg/ha de P produjo un aumento en la producción del 4%; sin embargo cantidades adicionales de fertilización no ocasionaron aumentos significativos

FIGURA 1. Promedio de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 0 kg/ha



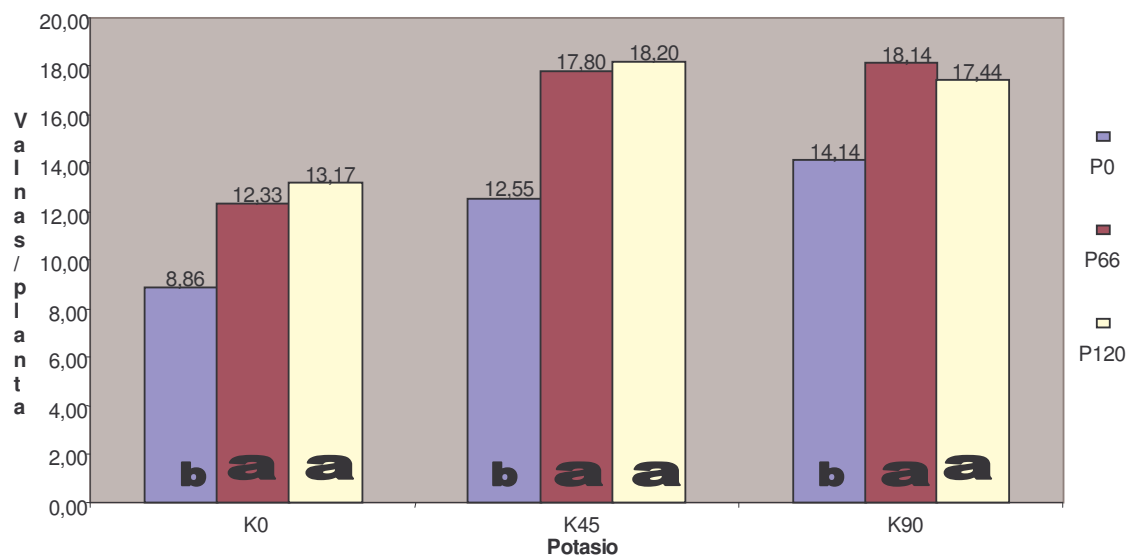
Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

FIGURA 2. Promedio de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 90 kg/ha



⁶⁶ BERGEN, G., VIEIRA, C., CHAGAS, J., BRAGA, J y CARDOZA, A. Resposta de cultura de feijão *Phaseolus vulgaris* L adubado nitrogenado e fosfatado. Revista Ceres 30(169):211.1983

FIGURA 3. Promedio de número de vainas por planta para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 120 kg/ha



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

3.2 NUMERO DE GRANOS POR VAINA (GPV)

El análisis de varianza para la variable número de granos/vaina (ANEXO C) mostró diferencias altamente significativas en los factores individuales Nitrógeno, Fósforo y Potasio al igual que para la interacción Fósforo * Potasio.

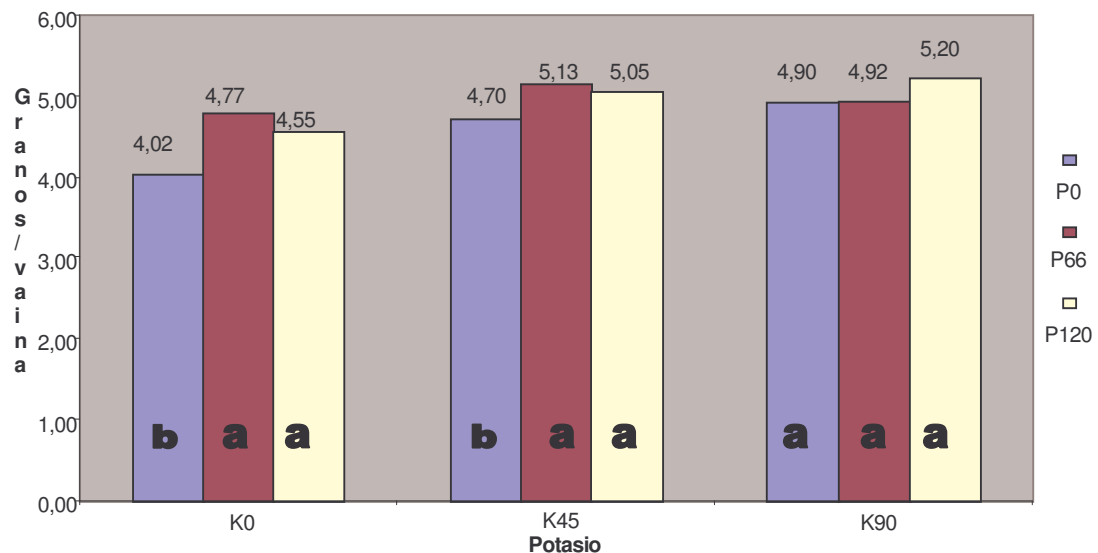
La prueba de comparación de medias para número de granos por vaina (Figura 4 y ANEXO E) evidencia efectos de interacción entre los factores Fósforo * Potasio, es decir que el fósforo afectó el número de granos por vaina de forma diferencial, con relación a los niveles de potasio. Con la aplicación de 90 kg/ha de potasio, el comportamiento de la variable en la aplicación de los diferentes niveles de fósforo, no presentó diferencias estadísticas significativas. Con la aplicación de 0 y 45 kg/ha de potasio el comportamiento de esta variable en la aplicación de 66 y 120 kg/ha de fósforo no presentaron diferencias, observándose en ambos casos respuestas similares. Sin embargo el número de granos por vaina, fue superior con diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon estas dosis con respecto al testigo(nivel cero)

El fósforo y el potasio se encuentran desempeñando un papel importante en la semilla lo que exige que la fertilización sea más rigurosa con los elementos

mencionados. Al respecto Rincón y Ruiz⁶⁷, mencionan que el fósforo es un componente esencial en las plantas que interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas de la planta, aumenta la resistencia a las condiciones meteorológicas adversas, al encamado y en general a las enfermedades función que comparte con el Potasio. Una insuficiencia en fósforo supondrá retraso del crecimiento, deficiencias en formación y llenado de las semillas.

Para esta variable número de granos/vaina se obtuvo valores entre 4,02 y 5,20, en estudios realizados por Lagos y Criollo⁶⁸ al evaluar diferentes materiales de fríjol en la zona de Matituy encontraron valores comprendidos entre 3,20 y 4,60 granos por vaina datos que se encuentran en menor rango a los encontrados en la presente investigación.

Figura 4. Promedio de granos por vaina para la interacción de Fósforo * Potasio



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

3.3 PESO DE 100 SEMILLAS (P100)

El análisis de varianza para la variable peso de cien semillas (ANEXO C) mostró diferencias significativas para los efectos simples de Nitrógeno, Fósforo y Potasio al igual que las interacciones Nitrógeno * Fósforo y Nitrógeno * Potasio indicando así que el Nitrógeno junto con el fósforo; y el Nitrógeno junto con el Potasio influyen de manera significativa en el resultado de esta variable.

⁶⁷ RINCÓN, O Y RUIZ R. Cultivo de maíz y fríjol. Bogotá, Colombia, 3era Produmedios tercera edición, 2000, 181p

⁶⁸ LAGOS, T y CRIOLLO, H. Evaluación de materiales regionales y mejorados de fríjol arbustivo en el Departamento de Nariño, Pasto, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 15. 1999: p. 60-72

La prueba de comparación de medias para peso de cien semillas (Figura 5 y ANEXO F) muestra que con la aplicación de 0, 90 y 120 kg/ha de nitrógeno el comportamiento de la variable en la aplicación de 66 y 120 kg/ha de fósforo no presentó interacciones, observándose en los tres casos respuestas similares, aunque el mejor promedio fue de 43.13 gramos con la aplicación de 90 kg/ha de nitrógeno y 66kg/ha de fósforo. El peso de cien semillas, fue superior con diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon estas dosis con respecto al testigo(nivel cero). Al respecto Clavijo y sus colaboradores ⁶⁹, mencionan que el fósforo es muy importante porque influyen fuertemente en el desarrollo de las raíces de la planta, cuando el sistema radical es destino importante de fotoasimilados es clave en términos de productividad y calidad de los frutos, la falta de fósforo provoca un ahogo de la planta, crecimiento lento, una reducción de la producción, frutos más pequeños y una menor expansión de las raíces

Por su parte Muñoz y Molina⁷⁰, afirman que el rendimiento del grano y sus componentes, tienen una respuesta favorable a la aplicación de 90 kilogramos de nitrógeno cuando se combina con cualquier nivel de fósforo.

La prueba de comparación de medias para la interacción Nitrógeno * Potasio (Figura 6), evidencia efectos de interacción, es decir que el Nitrógeno afectó el peso de cien semillas de forma diferencial. Con la aplicación de 0, 90 y 120 kg/ha de nitrógeno el comportamiento de la variable en la aplicación de 45 y 90 kg/ha de potasio, no presentó interacciones; observándose en los tres casos respuestas similares, aunque el mejor promedio fue de 42.05 gramos con la aplicación de 90 kg/ha de nitrógeno y 90kg/ha de potasio. El peso de cien semillas, fue superior con diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon estas dosis con respecto al testigo(nivel cero).

Burbano y Viveros ⁷¹menciona que El Potasio cumple funciones trascendentes en la fisiología de las plantas, actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas y mejora la nodulación de las leguminosas, aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla.

⁶⁹ CLAVIJO, JAIRO et al. Op., Cit.,P 523

⁷⁰ MUÑOZ, R Y MOLINA, L. Op., Cit, P. 233

⁷¹BURBANO, H Y VIVIEROS, M. Fertilización del fríjol *Phaseolus vulgaris* L. en suelos colombianos de clima medio. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo. 1988. 318p

Los mismos autores⁷² afirman que el Potasio interviene en la fabricación de proteínas (Nitrógeno), con lo que aseguran que la interrelación proporcional entre los dos elementos debe ser muy ajustada a fin de obtener el máximo rendimiento. Se puede observar que el Nitrógeno estuvo presente en las dos interacciones resultados que se pueden asociar con estudios realizados sobre determinación de elementos esenciales en diferentes partes de la planta de fríjol y en la cosecha los cuales han mostrado que el Nitrógeno es absorbido en mayor cantidad seguido por el P, Ca, Mg y S⁷³

Estudios realizados por Benavides y Tacan⁷⁴ al evaluar diferentes materiales de fríjol voluble encontraron para la variedad FACIANAR UNO promedios de 42.8 gramos, resultados cercanos a los de la presente investigación.

Lizarraga⁷⁵ en estudios realizados con fertilización en fríjol, en cuatro países de centro América, encontró que la mejor respuesta para la variable peso de cien semillas se dio con la aplicación de 45 kg/ha de Nitrógeno, 90 kg/ha de Fósforo y 45 kg/ha de Potasio, estos resultados difieren a los encontrados en la presente investigación ya que en este caso la interacción N*P*K no mostró diferencias significativas.

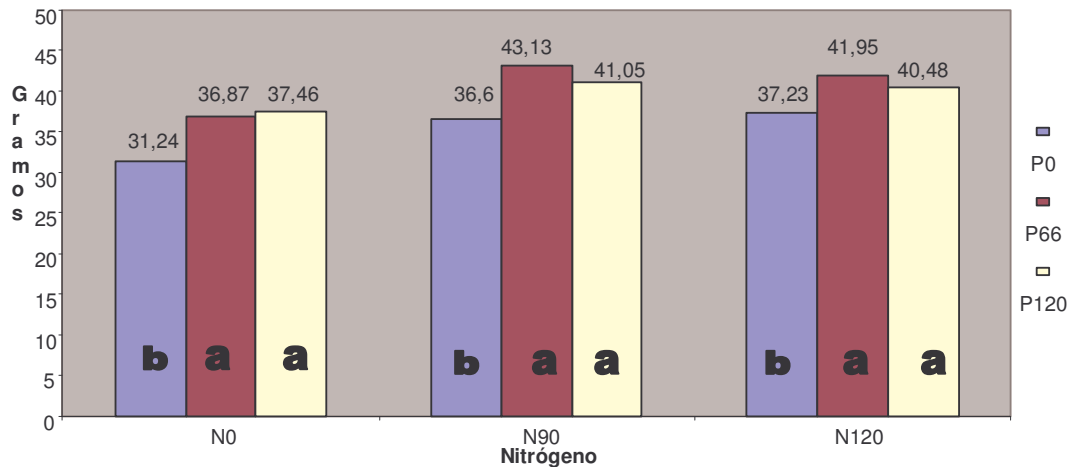
⁷² Ibid.,p.259

⁷³ LLUCH, CAMPOS, J and LIGERO, F. Effect of nitrogen and sulphur fertilizers and seed inoculation whit rizobium (*Rizobium phaseoli*) on the nitrogen-sulphur relationships of bean *Phaseolus vulgaris* Journal of Plant Nutrition 61(12):1033-1042.1983

⁷⁴ BENAVIDES, J y TACAN, F. Evaluación del comportamiento agronomico de trece líneas mejoradas de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris*) en asocio con dos variedades de maíz en una zonas del altiplano de Pasto. Colombia 2003. 100p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

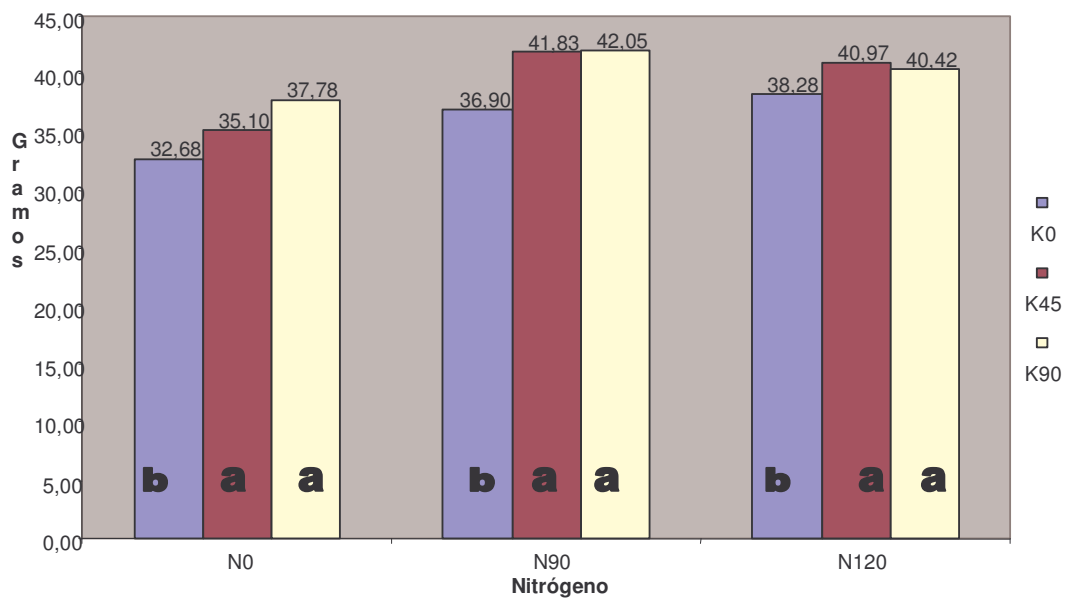
⁷⁵ LIZAGARRA, H. Rendimientos de fríjol en pruebas de fertilizantes en pruebas de fertilizantes en cuatro países de Centro América. En: Reunión anual PCCMCA. Minagual Nicaragua (Marzo 28 –Abril 2 1996), p51-53

FIGURA 5. Promedio de peso de 100 semillas para la interacción Nitrógeno * Fósforo



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

FIGURA 6. Promedio de peso de 100 semillas para la interacción Nitrógeno * Potasio



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

3.4 RENDIMIENTO

El análisis de varianza para rendimiento (ANEXO C) mostró diferencias altamente significativas en los factores individuales Nitrógeno, Fósforo y Potasio, además de la existencia de las interacciones Nitrógeno * Fósforo y Fósforo * Potasio; así mismo la interacción de los tres factores mostró la presencia de significancia

La prueba de comparación de medias para la variable rendimiento, (Figura7, figura8 y figura9 y ANEXO G) evidencia efectos de interacción entre los factores Nitrógeno * Fósforo * Potasio, es decir que el fósforo y el Potasio afecto el rendimiento /ha de forma diferencial, con relación a los niveles de nitrógeno. Con las aplicaciones de 0, kg/ha de Nitrógeno, 45 y 90 kg/ha de potasio, el comportamiento de la variable en la aplicación de los diferentes niveles de fósforo, no presentaron diferencias significativas. Sin embargo el rendimiento /ha, fue superior con diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los niveles de fósforo de 66 y 120 kg/ha con respecto al testigo (0 kg/ha de fósforo). Con las aplicaciones de 90 y 120 kg/ha de nitrógeno, el comportamiento del rendimiento en la aplicación de potasio y fósforo no presentó interacción, observándose en ambos casos respuestas similares, de tal forma que ambos casos (90kg/ha y 120 kg/ha de nitrógeno), para los tres niveles de potasio (0, 45 y 90 kg/ha), los mayores rendimientos se obtuvieron con las aplicaciones de 66 y 120 kg/ha de fósforo, oscilando entre 1468.75 y 2168 kg/ha y superando significativamente al testigo con aplicaciones de fósforo de cero kg/ha, que osciló entre 1198 y 1759 kg/ha.

ICA⁷⁶ al realizar ensayos de fertilización en el cultivo de fríjol con elementos mayores en la zona del altiplano de Pasto encontró la máxima producción cuando utilizo las dosis de 45, 120 y 45 Kg./ha de Nitrógeno, Fósforo y potasio respectivamente resultados que difieren con los encontrados en la presente investigación ya que las mejores dosis con respecto a Nitrógeno, Fósforo y Potasio , fueron de 120Kg/ha de Nitrógeno, 66Kg/ha de Fósforo y 45 kg/ha de Potasio.

Parra⁷⁷ en experimentos que realizo en Palmira obtuvo para la variedad Calima los mas altos rendimientos cuando aplico 50, 25 y 50 kg/ha de NPK respectivamente; en cambio para la variedad Pijao encontro los mejores rendimientos cuando aplico 50, 50 y 25 kg/ha de N, P yK respectivamente datos que difieren a los encontrados en la presente investigación.

⁷⁶ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Memorias sobre investigación. Centro Regional de Investigación, Obonuco programa de leguminosas de grano. Pasto. 1980. 52p

⁷⁷ PARRA, A. Op.,Cit p.

De igual forma Salas⁷⁸ realizó aplicaciones de N, P y K , encontrando las mayores producciones a los niveles de 60 kg/ha de nitrógeno; 52 kg/ha de fósforo y 12 kg/ha de potasio

Misaka y colaboradores⁷⁹ encontraron respuesta positiva a la aplicación de Fósforo en ensayos factoriales realizados en fríjol. Las respuestas al Nitrógeno y al Potasio, así como sus respectivas interacciones no fueron significativas, datos que difieren a los encontrados en la presente investigación.

En general se observó que el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio en conjunto influyen en el resultado de esta variable. Al respecto Clavijo⁸⁰ menciona que existe una solidaridad de los elementos fertilizantes, es decir que la insuficiencia de un solo elemento esencial afecta la producción, aunque los demás elementos se encuentren en cantidades suficientes, cada factor de producción actúa tanto mejor cuanto más cerca de su óptimo se hallan los restantes factores.

Burbano y Viveros⁸¹ mencionan que las interacciones positivas de dos o más elementos permite que a menudo se refuercen entre ellos, siendo el producto de su unión mayor que la suma de sus efectos por separado.

Los mismo autores⁸² afirman que el Nitrógeno es un elemento móvil en la planta, si este elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento, causa defoliación prematura, restringe el crecimiento de brotes, raíces, floración y la obtención de frutos y semillas. En cuanto al crecimiento en general, la deficiencia en fósforo es parecida a la de Nitrógeno como una reducción de frutos y semillas. El Potasio retrasa el crecimiento de la planta, afectando principalmente a las partes que acumulan sustancias de reserva: frutos y semilla.

⁷⁸ SALAS, C. Respuesta del fríjol *Phaseolus vulgaris* L VAR Nima a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en un suelo de Sandona Nariño. Pasto, Colombia.1992.100p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

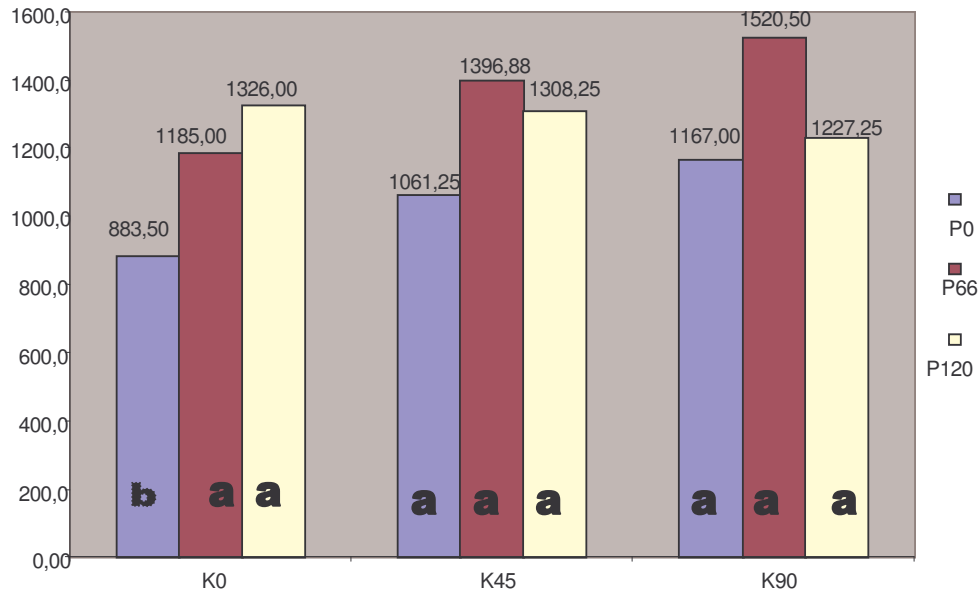
⁷⁹ MISAKA, S, FREIRE,E.Y MASCAREANHAS,H. Ensaio de adubacao da soya e do feijoeiro em solo do arenito botucatu, como vegetacao de cerrado. (en linea). Bragatinia 23(s):45-54 (citado 15 Mayo, 2007). Disponible en Internet: <http://www.fertilizar.org.ar/redsoja/ResuCamp00-01.htm>

⁸⁰ CLAVIJO, JAIRO et al. Op., Cit.,P 523

⁸¹ BURBANO, H y VIVEROS, M. Op., Cit, P. 318

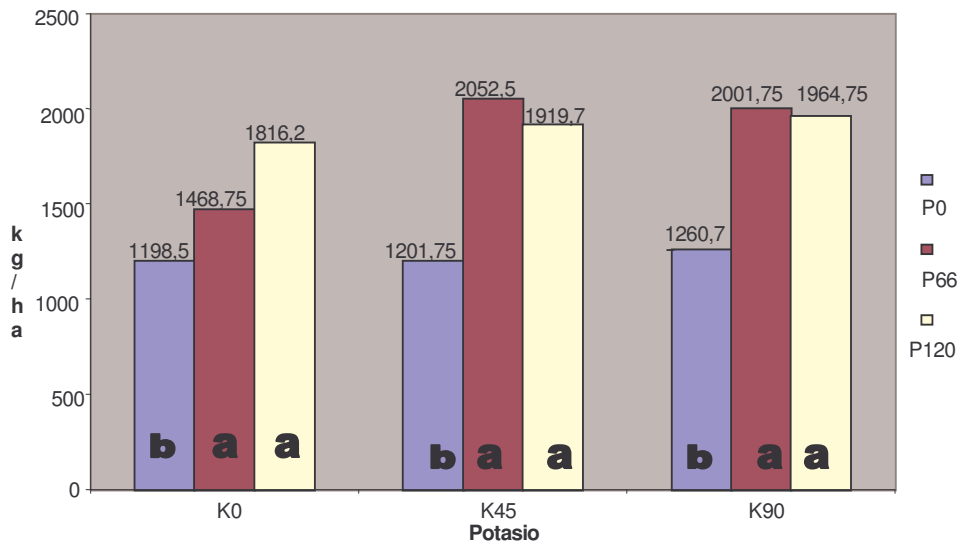
⁸² Ibid., p.259

FIGURA 7. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 0kg/ha



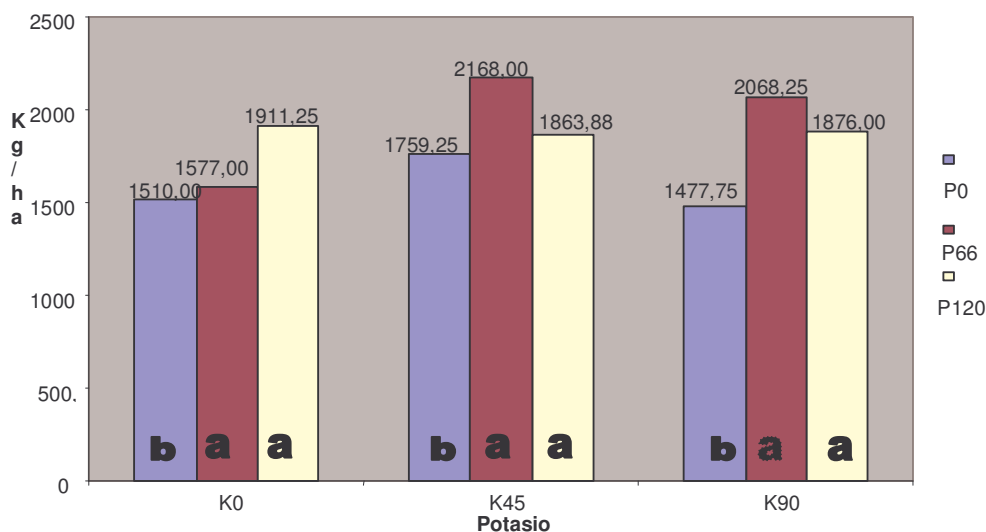
Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

FIGURA 8. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 90kg/ha



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

FIGURA 9. Promedio de rendimiento para la interacción NPK cuando la dosis de Nitrógeno es de 120kg/ha



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas.

3.4 CORRELACIONES DE PEARSON

El análisis de correlación de Pearson (tabla 3) indica que existió correlación significativa entre número de vainas y granos por vaina. El coeficiente de correlación de 0.683 para esta variable es bueno lo cual sugiere que el incremento del número de vainas contribuye a un aumento en el número de granos por vaina, de igual manera la variable número de vainas presentó una correlación significativa con peso de cien granos y rendimiento con coeficientes de 0.809 y 0.802 respectivamente, lo cual indica que existe asociación directa entre estas variables. De igual forma el número de granos por vaina presentó una correlación significativa, con un coeficiente negativo de (-0.621) con peso de cien granos, indicando una reducción en el peso de la semilla al aumentar el número de granos por vaina. Con respecto al rendimiento presentó un coeficiente de (0.508), indicando así que el incremento de número de granos por vaina tiende a aumentar el rendimiento. Otra correlación significativa encontrada fue la de peso de 100 semillas con el rendimiento, la cual alcanzó un coeficiente de 0.714 indicando que un aumento en el peso de cien semillas condujo a incrementar el rendimiento en el frijol.

En general se observa en las correlaciones entre componentes de rendimiento la existencia de coeficientes negativos y positivos, los cuales sugiere la

compensación que se da entre ellos la cual es discutida ampliamente por Adams (1967)⁸³

Tabla 3. Análisis de correlación para rendimiento vs componentes de rendimiento para fríjol variedad FACIANAR UNO

	Número de Vainas	Granos Vaina	Peso de 100 Semillas	Rendimiento
Número de Vainas	1	0.683**	0.809**	0.802**
Granos Vaina		1	-0.621**	0.508**
Peso de 100 semillas			1	0.714**
Rendimiento				1

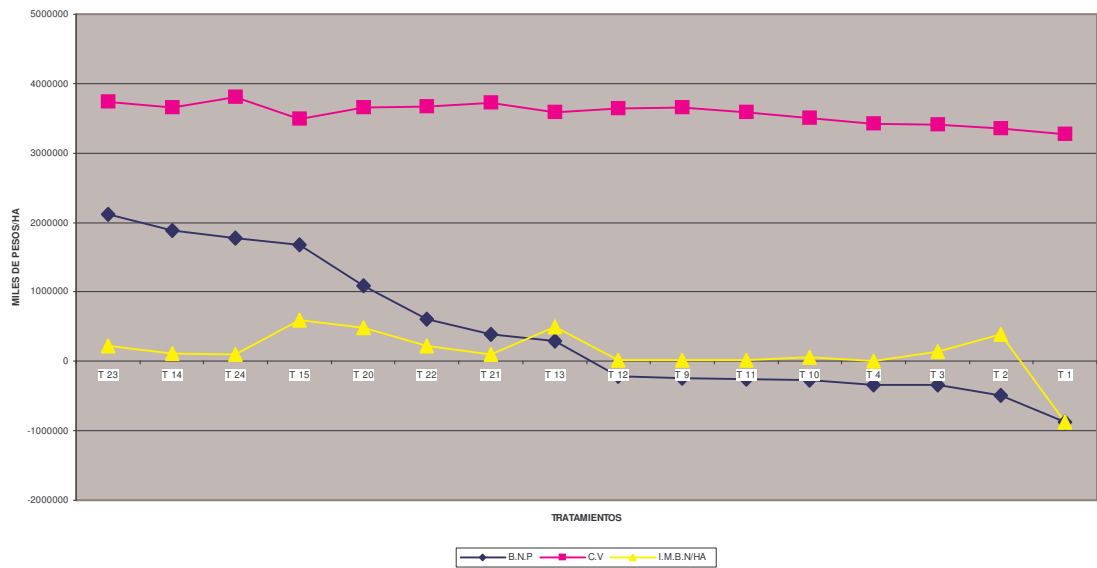
** = diferencias altamente significativas

⁸³ADANS, M. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. September- October 1967. crop science. 1967. Vol. 7: 5058-510

3.5 ANALISIS ECONOMICO

En la tabla 4 se presentan los promedios de la relación de beneficio neto, costo variable y beneficio bruto, se observa que el tratamiento con aplicaciones de 120, 66 y 45 kg/h de N, P y K respectivamente presentó el mayor beneficio neto parcial, con respecto a los de mas tratamientos

Figura 10. Relación de promedios de la curva de beneficio neto, costos variables y beneficio bruto.



Multiplicando los rendimientos de fríjol estimados en kg/ha por el precio del fríjol a razón de \$ 3000 kg se obtuvo el ingreso bruto estimado por hectárea para cada tratamiento. Al restarle el costo de cada tratamiento se genera el margen bruto. El tratamiento que presentó el mayor margen bruto fue el T23, el cual consistió en 120kg/ha, 66kg/ha y 45kg/ha, de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente.

Para el análisis se tomó el precio del fríjol a Abril de 2007, con un valor de \$3.000/kg, el precio de las fuentes fue: Urea \$53.700*50kg, Dap \$40.700*50kg y KCI \$40.700*50kg.

En el ANEXO J se observa el análisis de dominancia en el cual se indican las alternativas (Dominadas) que tuvieron un costo igual o mayor que el tratamiento inmediatamente anterior.

TABLA 4. Análisis marginal de rendimiento

TRATAMIENTOS	B.N.P	C.V	I.M.B.N/HA	I.M.C.V/HA	T.R.M%	
T 23	120 – 66 - 45	2119004	3734596	230040	81810	281,1
T 14	90 – 66 - 45	1888964	3652786	108335	-150860	-71,8
T 24	120 – 66 - 90	1780629	3803646	98740	318294	31,02
T 15	90 – 66 - 90	1681889	3485352	592178	-174912	-338,5
T 20	120 – 0 - 45	1089711	3660264	485357	-3282	-14788
T 22	120 – 66 - 0	604354	3663546	221465	-64168	-345,1
T 21	120 – 0 - 90	382889	3727714	96665	144978	66,6
T 13	90 – 66 - 0	286224	3582736	503026	-59694	-842,6
T 12	90 – 0 - 90	-216802	3642430	-21603	-13024	-165,8
T 9	0 – 120 - 90	-238405	3655454	-22695	75074	-30,2
T 11	90 – 0 - 45	-261100	3580380	-12280	71050	-17,3
T 10	90 – 0 - 0	-273380	3509330	-62275	93018	-66,9
T 4	0 – 66 - 0	-335655	3416312	-6224	4312	-144,3
T 3	0 – 0 - 90	-341879	3412000	-144696	60050	-240,9
T 2	0 – 0 - 45	-486575	3351950	-392875	87050	-451,3
T 1	0 – 0 - 0	-879450	3264900			

La tabla 4 presenta los costos de producción, ingreso neto y rentabilidad, para los tratamientos que presentaron significancia. De acuerdo al análisis económico realizado, los costos totales de producción, por hectárea están comprendidos entre \$ 3264900 y \$ 3734596.

El tratamiento 1 con (0kg/ha, 0kg/ha y 0kg/ha de N, P y K respectivamente), presentó los menores costo de producción. Los mayores ingresos se consiguieron con el tratamiento 23, que alcanzó la mayor rentabilidad de 281.1 %, obteniendo ingresos netos superiores a \$ 2119004 superando a los de mas tratamientos, por lo cual se lo recomienda a los agricultores de esta zona.

Con los tratamientos 14,15, 20, 22, 13, 12, 9, 11, 10, 4, 3 y 2 se encontró una rentabilidad negativa de -71.8, -338.5, -14788, -345.1, -842.6, -165.8, -30.2, -17.3, -66.9, -144.3, -240.9 y -451,3)% respectivamente, indicando que estos tratamientos no son rentables para la zona de estudio.

4. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones del presente estudio el cultivo de fríjol respondió positivamente a las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en todas las variables analizadas (número de vainas/planta, número de granos/vaina, peso de 100 semillas y rendimiento en kg/ha)
2. La interacción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio afectó el rendimiento y el número de vainas/planta.
3. El número de vainas/planta presentó diferencias estadísticas significativas cuando se emplearon las dosis de fósforo y potasio con el nivel de cero
4. Para la variable número de granos por vaina, fue superior con diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon las dosis de 0 y 45 kg/ha de potasio, con respecto al nivel de 0 kg/ha de fósforo, mientras que para las dosis de 66 kg/ha y 120kg/ha no presentaron diferencias significativas.
5. Las dosis de 90kg/ha y 66 kg/ha de fósforo en la combinación con 45kg/ha y 90 kg/ha de potasio, con los niveles de 0, 90 y 120 kg/ha de nitrógeno mostraron los mayores valores en el peso de 100 semillas en relación a los niveles de 0 kg/ha de fósforo y 0 kg/ha de potasio en sus distintas combinaciones.
6. El rendimiento, fue superior con diferencias significativas; cuando se combinaron las dosis de 0, 90 y 120 kg/ha de nitrógeno con 0, 45 y 90 kg/ha de potasio, con los niveles de 66 y 120kg/ha de fósforo; con respecto al nivel cero kg/ha de fósforo en sus distintas combinaciones.
7. El tratamiento 1 con (0kg/ha, 0kg/ha y 0kg/ha de N, P y K respectivamente), presentó los menores costo de producción. Los mayores ingresos se consiguieron con el tratamiento 23, que alcanzó la mayor rentabilidad de 281,1%, obteniendo ingresos netos superiores a \$ 2119004 superando a los de mas tratamientos, por lo cual se lo recomienda a los agricultores de esta zona.

5 .RECOMENDACIONES

1. Se debe adelantar investigaciones en la cual se compare, el tratamiento 20 que fue el mas rentable en este estudio, con los fertilizantes usados en la zona, como el 10-30-10 y el 13-26-6
2. Evaluar el material con las mismas dosis de fertilizantes en otras zonas de importancia, para la producción de fríjol.

BIBLIOGRAFÍA

ADANS, M. Basis of yield component composition in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. September- October 1967. crop science. 1967. Vol. 7: 5058-510

ARAYA, R. L. Fertilización de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L en clima frío y medio de Antioquia, Suelos Ecuatoriales Colombia. Vol. 12.No1.1981.p. 233-243

ARTEAGA, G. SAÑUDO, B. Y CHECA, O. Variedad mejorada de frijol voluble para asocio con maíz en la zona cerealista del Departamento de Nariño FACIANAR UNO. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño. 2004(Boletín divulgativo número 2)

BENAVIDES, J y TACAN, F. Evaluación del comportamiento agronómico de trece líneas mejoradas de frijol voluble *Phaseolus vulgaris* L en asocio con dos variedades de maíz en una zonas del altiplano de Pasto. Colombia 2003. 100p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

BERGEN, G., VIEIRA, C., CHAGAS, J., BRAGA, J y CARDOZA, A. Resposta de cultura de feijao *Phaseolus vulgaris* L. adubaco nitrogenada e fosfatada. Revista Ceres 30(169):211.1983

BURBANO, H Y VIVIEROS, M. Fertilización del frijol *Phaseolus vulgaris* L. en suelos colombianos de clima medio. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo. 1988. 318p

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Frijol investigación y producción, Cali, Colombia, CIAT, 1985. 415 p.

_____ Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. Cali: CIAT, 1989. 220p.

CLAVIJO, JAIRO et al. Fertilidad de suelos, diagnostico y control. Bogota; Colombia; Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo 2001. 524p

DELGADO, M y JOJOA, L. Plan de Desarrollo integral para el desarrollo de municipio de Guaitarilla. Pasto, Colombia, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Udenar. 1995.158p

Esquema de ordenamiento territorial. Municipio de Guaitarilla. 2000 – 2011. p243

HERRERA, M. Y SÁNCHEZ, R. Determinación de los niveles óptimos de nitrógeno y fósforo en frijol común negro cultivar pijao. En cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L Tapia, B, H., ed. 1983. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, Managua, Nicaragua, 1983. pp 54- 55

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Memorias sobre investigación. Centro Regional de Investigación, Obonuco programa de leguminosas de grano. Pasto. 1980 : p 52

LAGOS, M, Y VALLEJOS. Respuesta del frijol *Phaseolus vulgaris* L var. lima a la aplicación de diferentes niveles n-p-k y s en un suelo de Imues Nariño. Pasto, Colombia.2001.90p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

LAGOS, T y CRIOLLO, H. Evaluación de materiales regionales y mejorados de frijol arbustivo en el Departamento de Nariño, Pasto, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 15. 1999: p. 60-72

LIGARRETO, M, G. Sistemas de siembra del cultivo de frijol en Colombia. Bogotá Colombia. Revista ICA. Vol., 26, No.3. 1991: p. 225-234

LIZAGARRA, H. Rendimientos de frijol en pruebas de fertilizantes en pruebas de fertilizantes en cuatro países de Centro América. En: Reunión anual PCCMCA. Minagual Nicaragua (Marzo 28 –Abril 2 1996), p51-53

LLUCH, CAMPOS, J and LIGERO, F. Effect of nitrogen and sulphur fertilizers and seed inoculation whit rizobium (*Rizobium phaseoli*) on the nitrogen-sulphur relationships of bean *Phaseolus vulgaris* journal of plant nutrition 61(12):1033-1042.1983

MALDONADO, G. Y MOYA, L. El cultivo de frijol en la cuenca alta del río Guaitara.[en línea]. Colombia: 1997 [citado 2 Abr.,2007].Disponible en Internet:<URL:<http://www.coorpoica.org.co> / frijol guaitiquia. Htm.

MISAKA, S, FREIRE,E.Y MASCAREANHAS,H. Ensaio de adubacao da soya e do feijoeiro em solo do arenito botucatu, como vegetacao de cerrado. (en línea). Bragatinia 23(s):45-54 (citado 15 Mayo, 2007). Disponible en Internet: <http://www.fertilizar.org.ar/redsoja/ResuCamp00-01.htm>

MUÑOZ, R Y MOLINA, L. Fertilización de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L en clima frío y medio de Antioquia. Suelos ecuatoriales Colombia 12 (1) 233-243. 1982

MUÑOZ, R. Características de los suelos y la fertilización de los cultivos de maíz, frijol y la caña panelera en la zona de clima medio de Antioquia. Medellín, ICA. Compendio No 38. 428-435. 1980

OBANDO, L. El frijol *Phaseolus vulgaris* en los agro ecosistemas de ladera de Nariño, in Curso Internacional sobre cultivo de frijol en la zona de ladera de la región andina. Río negro, Antioquia, ICA. 1992. pp. 51-57

OSPINA MACHADO, J. et al. Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Producción Agrícola Uno. Santa fe de Bogota: Terranova, 1995. 130-133 p

PARRA, A. Fertilización de dos variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en suelos del centro experimental de Palmira. ICA, 1999. 5p

PERFETTI, Frijol. [en línea].[citado 23 Ene.,2007].Disponible en Internet:<URL:<http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfilrijol8.pdf>.

PERRIN, R.; WINKELMAN Y ANDERSON, J. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México: CYMMYT, 1976.254

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE FRÍJOL, PITTA – frijol. Guía para el cultivo del frijol *Phaseolus Vulgaris* L .[en línea]. Costa Rica: 1999[citado 10 abr.,2007].Disponible en Internet:<URL [www.infoagro. Com/fríjol.htm](http://www.infoagro.Com/fríjol.htm).

RIASCOS, G. Propiedades generales de los fertilizantes químicos. En fertilidad de suelos, diagnostico y control. Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo segunda edición 2001 524 p

RIOS M, Y QUIROS J. El frijol su cultivo. Beneficio y variedades. Medellín, Produmedios, 2002. 33 p

RINCÓN, O Y RUIZ RUBEN. Cultivo de maíz y frijol. Bogotá, Colombia, 3era Produmedios tercera edición, 2000, 181p

RIOS, B. Y ROMAN, A. Recomendaciones generales para el cultivo voluble o de enredadera en el oriente de Antioquia. RIONERO, ICA. 1987. 18 P (boletín divulgativo N° 79).

SALAS, C. Respuesta del frijol *Phaseolus vulgaris* L VAR Nima a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en un suelo de Sandona Nariño. Pasto,

Colombia.1992.100p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

SAÑUDO, B. CHECA, O. Y ARTEAGA. G. Manejo Agronómico de leguminosas en la zona cerealista. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño 1999. 98 p.

SAÑUDO, et.al. Introducción al manejo técnico de cultivos hortícolas en la zona cerealista de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia; Universidad de Nariño 2000. 42 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA. Fomento del cultivo de fríjol en Antioquia. Sección de Planeación Medellín, 1985. 28 p. (mimeografiado).

SING, SHREE. Conceptos básicos para el mejoramiento del fríjol por hibridación. En López, M, et al. Ed. fríjol: Investigación y producción. Cali (Colombia): CIAT. 1985. pp.109-126.

SISTACHS, E. El Efectos de la fertilización nitrogenada Y la inoculación en rendimiento y contenido de nitrógeno en el fríjol negro *Phaseolus vulgaris L* en. Revista cubana de Ciencias agrícolas (Cuba) 4: 223-237. 1990

TRAZONA, A Y ZASTRA, H. Efecto de diferentes poblaciones y niveles de nitrógeno y fósforo en cultivo asociado de papa y fríjol en el oriente de Cundinamarca. Revista ICA (Colombia) 9 (3). 323-344. 1994

THUNG, M. Requerimientos de los elementos nutricionales en fríjol. Cali, Colombia, CIAT, 1982. 53 p.

THURSTON, D. Historia de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina.[en línea]. Estados Unidos:1992[citado 2 Mayo.,2007].Disponible en Internet:<URL:http://www.fríjoltapado.com

YEPES, Bayardo et al. Estrategia para la producción y manejo de semilla de fríjol voluble. Nariño, Corpoica. 1999.24p (boletín divulgativo N°11)

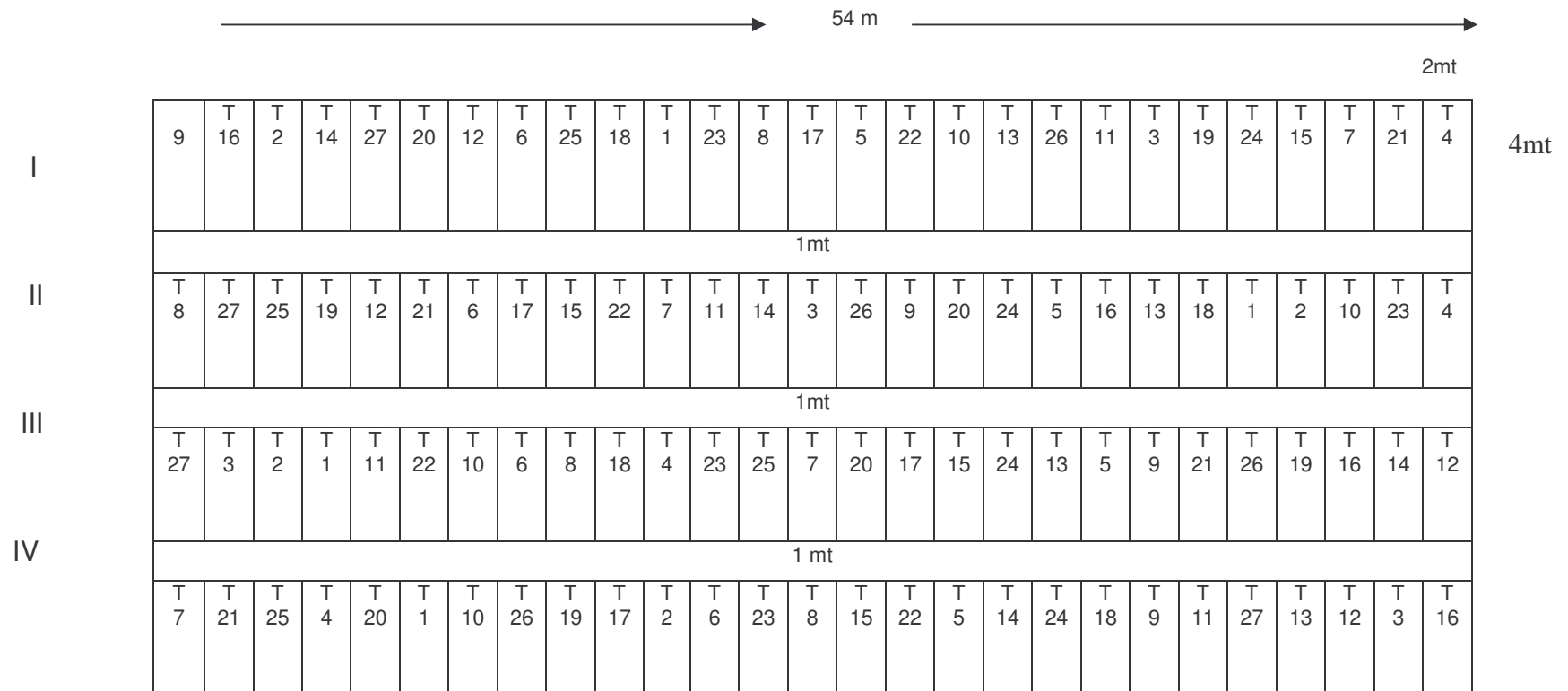
ANEXOS

ANEXO A. Análisis de suelos de la vereda de San German, Guaitarilla

Muestras	Unidad	Resultados
pH		5.4
Materia Orgánica	%	6.9
Densidad Aparente	g/cc	1,0
Fósforo (p) Bray II	Mg/kg	11
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	Cmo/(+)/kg	23.4
Calcio de cambio	Cmo/(+)/kg	7.3
Magnesio de cambio	Cmo/(+)/kg	2.0
Potasio de cambio	Cmo/(+)/kg	1.69
Ar=Arcilloso-A=arenoso	Grado textural	Arcillo arenoso
Nitrógeno Total	%	0.30

Fuente: Laboratorio de suelos UNIVERSIDAD DE NARIÑO, 2006

ANEXO B: MAPA DE CAMPO RESPUESTA DEL FRÍJOL (*Phaseolus vulgaris*) A LA FERTILIZACION CON FUENTES SIMPLES DISTRIBUCION PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO



ANEXO C: Análisis de varianza para los componentes de rendimiento del cultivo de frijol variedad FACIANAR UNO

		NV	GV	P100G	REND
F de V	GL	CM	CM	CM	CM
BLOQ	3	418.750 NS	0.950 NS	17.272 **	6304.262 NS
NITROGENO	2	50262.527 **	31.287 **	287.735 **	3158910.757 **
FOSFORO	2	93765.027 **	47.342 **	324.793 **	2151939.590 **
N*P	4	1164.472 **	3.384 NS	10.028 *	173065.587 **
POTASIO	2	59986.750 **	87.564 **	173.024 **	468037.694 **
N*K	4	792.777 *	1.689 NS	15.499 **	33561.618 NS
P*K	4	2887.402 **	10.870 **	3.658 NS	218386.931 **
N*P*K	8	1541.243 **	2.037 NS	3.888 NS	45132.406 *
ERROR		223.48	1.5724	3.6816	19950.73
C. V.		7.085	5.220	4.990	9.043
R ²		0.961	0.772	0.860	0.897

NS= No significativo

*= diferencias significativas (5%)

**= diferencias altamente significativas (1%)

NV= Número de vainas

GV= Granos por vaina

P100G= Peso de cien granos

REND= Rendimiento

ANEXO D: Tablas de triple entrada para la interacción Nitrógeno *Fósforo *Potasio en la variable número de vainas por planta

Nitrógeno 0

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	4,16 b	6,75 b	7,77 c
	P66	9,77 a	13,08 a	15,22a
	P120	10,25 a	15,23 a	12,31b

Nitrógeno 90

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	9,23b	9,73b	12,34b
	P66	11,08 a	18,8 a	18,14 a
	P120	13,53 a	16,75 a	18,97 a

Nitrógeno 120

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	8,86 b	12,55 b	14,14 b
	P66	12,33 a	17,80 a	18,14 a
	P120	13,17 a	18,20 a	17,44 a

Letras iguales NS =No significativo

Comparador DMS = 40,69

Tukey al 5%

ANEXO E: Tabla de doble entrada para la interacción Fósforo * Potasio en la variable granos por vaina

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	4.02 b	4,70 b	4.90 a
	P66	4,77 a	5,13 a	4.92 a
	P120	4,55 a	5.05 a	5,20 a

Letras iguales NS = No significativo

Comparador DMS = 1,63

Tukey al 5%

ANEXO F: Tabla de doble entrada para las interacciones Fósforo * Nitrógeno y Nitrógeno * Potasio en la variable peso de cien semillas

		Nitrógeno		
		N0	N90	N120
PÓSFORO	P0	31,24 b	36,6 b	37,26 b
	P66	36,87 a	43,13 a	41,95 a
	P120	37,46 a	41,05 a	40,48 a

Letras iguales NS =No significativo

Comparador DMS = 2,50

Tukey al 5%

		Nitrógeno		
		N0	N90	N120
Potasio	P0	32,68 b	36,90 b	38,28 b
	P66	35,10 a	41,83 a	40,97 a
	P120	37,78 a	40,05 a	40,42 a

Letras iguales NS =No significativo

Comparador DMS = 2,50

Tukey al 5%

ANEXO G: Tablas de triple entrada para la interacción Nitrógeno *Fósforo *Potasio en la variable rendimiento

Nitrógeno 0

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	883,50 b	1061,25 a	1167,00 a
	P66	1185,00 ab	1396,88 a	1520,50 a
	P120	1326,00 a	1308,25 a	1227,25 a

Nitrógeno 90

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	1198,5 b	1201,75 b	1260,75 b
	P66	1468,75 a	2052,5 a	2001,75 a
	P120	1816,25 a	1919,75 a	1964,75 a

Nitrógeno 120

		Potasio		
		K0	K45	K90
Fósforo	P0	1510,00 b	1759,25 b	1477,75 b
	P66	1577,00 a	2168,00 a	2068,25 a
	P120	1911,25 a	1863,88 a	1876,00 a

Letras iguales NS =No significativo

Comparador DMS = 384,47

Tukey al 5%

Anexo H: Costos fijos y costos variables para cada uno de los tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Rto. Promedio kg/ha	883,5	1061,25	1167	1185	1396,88	1520,5	1326	1308,25	1227,25	1198,5	1201,75	1260,75	1468,75	2052,5
Rendimiento ajustado(10%)	795,15	955,125	1050,3	1066,5	1257,192	1368,45	1193,4	1177,425	1104,525	1078,65	1081,575	1134,675	1321,875	1847,25
Beneficio bruto (\$/kg/ha)	2385450	2865375	3150900	3199500	3771576	4105350	3580200	3532275	3313575	3235950	3244725	3404025	3965625	5541750
Costos Variables														
Fertilizantes														
Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209430	209430	209430	151434	151434
DAP	0	0	0	116402	116402	116402	212454	212454	212454	0	0	0	116402	116402
KCl	0	61050	122100	0	61050	122100	0	61050	122100	0	61050	122100	0	61050
Semilla, postes,alambre galvanizado e hilo	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500
Otros insumos (insec.. Fung)	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400
Yunta de bueyes	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Mano de obra(\$ 10000/jornal Siembra, aplicación, fertilizante, cosecha, transporte	300000	310000	320000	330000	340000	340000	340000	350000	350000	330000	340000	340000	340000	340000
Empaque para 62kg (\$ 1000)	14000	30000	19000	19000	17000	24000	21000	21000	20000	19000	19000	20000	24000	33000
Total gastos (\$ /ha)	3264900	3351950	3412000	3416302	3485352	3553402	3524354	3595404	3655454	3509330	3580380	3642430	3582736	3652786
Total beneficio neto parcial	-879450	-486575	-261100	-216802	286224	551948	55846	-63129	-341879	-273380	-335655	-238405	382889	1888964

Anexo I: Costos fijos y costos variables para cada uno de los tratamientos

Tratamiento	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
Rto. Promedio kg/ha	2001,75	1816,25	1919,75	1964,75	1510	1759,25	1477,75	1577	2168	2068,25	1911,25	1863,88	1876
Rendimiento ajustado(10%)	1801,575	1634,625	1727,775	1768,275	1359	1583,325	1329,975	1419,3	1951,2	1861,425	1720,125	1677,492	1688,4
Beneficio bruto (\$/kg/ha)	5404725	4903875	5183325	5304825	4077000	4749975	3989925	4257900	5853600	5584275	5160375	5032476	5065200
Costos Variables													
Fertilizantes													
Urea	151434	99882	99882	99882	280314	280314	280314	221244	221244	221244	170766	170766	170766
DAP	116402	212454	212454	212454	0	0	0	116402	116402	116402	212454	212454	212454
KCI	122100	0	61050	122100	0	61050	122100	0	61050	122100	0	61050	122100
Semilla, postes,almbre galvanizado e hilo	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500	2703500
Otros insumos (insec.. Fung)	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400	157400
Yunta de bueyes	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Mano de obra(\$ 10000/jornal Siembra, aplicación, fertilizante, cosecha, transporte	350000	340000	350000	360000	340000	340000	350000	340000	350000	360000	350000	360000	370000
Empaque para 62kg (\$ 1000)	32000	29000	31000	32000	24000	28000	24000	25000	35000	33000	31000	22000	30000
Total gastos (\$ /ha)	3722836	3632236	3705286	3777336	3595214	3660264	3727314	3653546	3734596	3803646	3715120	3777170	3856220
Total beneficio neto parcial	1681889	1271639	1478039	1527489	481786	1089711	262611	604354	2119004	1780629	1445255	1255306	1208980

ANEXO J: Análisis de dominancia para los datos obtenidos al evaluar el rendimiento de frijol *Phaseolus vulgaris* L Variedad FACIANAR UNO

TRATAMIENTOS	B.N.P	C.V	I.M.B.N/HA
T 23	2119004	3734596	230040
T 14	1888964	3652786	108335
T 24	1780629	3803646*	98740
T 15	1681889	3485352	592178
T 20	1089711	3660264*	485357
T 22	604354	3663546*	221465
T 21	382889	3727714*	96665
T 13	286224	3582736	503026
T 12	-216802	3642430*	21603
T 9	-238405	3655454*	22695
T 11	-261100	3580380	12280
T 10	-273380	3509330	62275
T 4	-335655	3416312	6224
T 3	-341879	3412000	144696
T 2	-486575	3351950	392875
T 1	-879450	3264900	

* Tratamientos dominados kg/ha