

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS (GALLINAZA Y ESTIÉRCOL VACUNO) Y FERTILIZANTE MINERAL SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL FRIJOL COMUN (*Phaseólus vulgaris* L.). ESTABLECIDO EN POSTRERA, 2001

AUTOR:

ROBERTO CLEMENTE ESPINOZA GONZALEZ

ASESORES:

Ing. MSc. FRANCISCO SALMERON

Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RIOS

MANAGUA- NICARAGUA

DICIEMBRE, 2002

DEDICATORIA

Al concluir el presente trabajo, quiero dedicarlo especialmente:

A Dios nuestro Señor que me brindó confianza y perseverancia para enfrentar los retos que se me presentan en la vida y me da las esperanzas para continuar en lucha y ser alguien cada día mejor.

A mi tía: Clemencia Espinoza (q.e.p.d) que me brindó apoyo necesario en cada momento que lo necesitaba y que será el recuerdo de toda mi vida.

A mis padres: Juana Francisca González y Julio César Espinoza, por todo el amor y cariño, por brindarme seguridad, confianza y apoyo en los momentos más difíciles.

A mis hermanos: Julio César, Rosa Alba, Erlinda del Socorro, Reyna Isabel, Boanerges y Cristiam Isaac, quienes me motivaron y ayudaron de diferentes formas a continuar con mayor esfuerzo mi carrera profesional.

A mis sobrinitos: Marlon Moisés y Jeffrey David quienes son tan especiales para mí y han logrado brindarme alegría y motivación a seguir alcanzando nuevas metas.

A mis cuñados: Isabel y José Francisco por su gran amistad.

A mis primas: Marcia, Irma, Oscar, Pablo y Sayda por haberme apoyado económicamente y moralmente para poder obtener uno de mis grandes sueños en mi vida.

A mi tío: Timoteo Díaz González y su familia por su gran colaboración y ayuda en los momentos de necesidad.

A mis abuelos paterno: Marcos Vindell y muy en especial a Petrona Espinoza que mantuvo la confianza apoyándome y aconsejándome.

A mis abuelos maternó: Mercedes González y Marcelo Hernández (q.e.p.d) con todo el amor que se merecen.

A mi primo: Ernesto Vindell, por su amistad, confianza, voluntad y apoyo brindado durante mi carrera profesional.

A toda la familia por ser unida, a todas esas personas que han estado siempre conmigo, todo mi amor para ellos.

Roberto Clemente Espinoza González

AGRADECIMIENTO

Muchos fueron los tropiezos, durante este camino, pero siempre existieron personas que nos brindaron la mano para poder levantarnos y concluir con éxito el presente trabajo, por lo que hoy deseo exteriorizar mi más sincero y profundo agradecimiento a:

A Dios infinitamente quien con su poder divino ha hecho posible la culminación de mi carrera y me llena de fuerzas día a día para seguir adelante.

A los Asesores: Ing. Miguel Ríos y especialmente al Ing. MSc. Francisco Salmeron por el trabajo realizado el cual fue fundamental para el cumplimiento eficaz de los objetivos propuestos, ya que dedicaron su valioso tiempo y profesionalismo para la culminación de esta obra.

Al programa Ph.D. UNA-SLU de Suecia por el financiamiento en la realización de este trabajo de tesis.

Al Programa de Servicios Estudiantiles de la Universidad Nacional Agraria en especial a la Lic. Idalia Casco por haberme permitido entrar al programa de becas, sin el cual no hubiese podido culminar la carrera.

A la Universidad Nacional Agraria especialmente a la Facultad de Agronomía (FAGRO). Con todo respeto a todo el gremio de docente por su ardua labor en la preparación y formación profesional de cada uno de nosotros.

Al personal del CENIDA en especial a las Lic.: Jacqueline L. López, Esperanza Montoya, Catalina Sánchez y al Ing. José Gabriel López por su amistad y su valiosa colaboración en la atención en la biblioteca.

A la Lic. Marina Solórzano por sus valiosos consejos y motivación para seguir adelante en mi preparación.

A Francisco Carballo y su familia, por su gran amistad y confianza en los momentos de necesidad al no dudar de mi palabra.

A mis amigos: Lisseth Tijerino, Cinthia Espinoza, Pavel García, Henri Toledo, Ervin Cruz, Rodrigo Cantarero, Donald Herrera, Vidal Barba, Omar Martínez, Norman Blandón, Allan E. García, Ernesto Téllez, Oscar, Marvin, Paúl Osorio, Vidal Benavides, José Ramón Joya quienes de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Roberto Clemente Espinoza González

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Importancia socio-económica del cultivo de frijol.....	5
2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol.....	6
2.3 Exigencias minerales del frijol.....	6
2.4 Conceptos básicos sobre fertilización.....	6
2.5 Materia orgánica del suelo.....	7
2.5.1 Influencia de la materia orgánica en el suelo.....	8
2.6 Fertilización.....	9
2.6.1 Fertilización mineral en el cultivo del frijol.....	10
2.7 Abonos orgánicos.....	11
2.7.1 Gallinaza.....	13
2.7.2 Estiércol vacuno.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1 Ubicación del experimento.....	15
3.2 Tipo de suelo.....	16
3.3 Descripción del trabajo experimental.....	16
3.3.1 Diseño experimental.....	16
3.3.2 Descripción de los tratamientos.....	16
3.3.3 Dimensiones del experimento.....	17
3.3.4 Análisis estadístico.....	17
3.4 Manejo agronómico del ensayo.....	17
3.4.1 Preparación de suelo.....	17
3.4.2 Análisis de suelo.....	18
3.4.3 Siembra.....	18
3.4.3.1 Características agronómicas de la variedad DOR-364.....	18
3.4.4 Fertilización.....	18
3.4.5 Control de malezas.....	19
3.4.6 Control de plagas y enfermedades.....	19
3.4.7 Cosecha.....	20
3.5 Variables evaluadas.....	20
3.5.1 Variables de crecimiento.....	20
3.5.1.1 Altura de plantas (cm).....	20
3.5.1.2 Promedio de hojas por planta.....	20
3.5.1.3 Área foliar del folíolo central (cm ²).....	20
3.5.1.4 Promedio de ramas por planta.....	21

3.5.1.5	Altura de inserción de la primera vaina (cm).....	21
3.5.2	VARIABLES DE RENDIMIENTO.....	21
3.5.2.1	Promedio de vainas por planta.....	21
3.5.2.2	Promedio de granos por vainas.....	21
3.5.2.3	Peso de cien granos en gramos (g)	21
3.5.2.4	Rendimiento en kg/ha	22
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	ANÁLISIS DE SUELO	24
4.2	Altura de plantas (cm).....	25
4.3	Promedio de hojas por planta	27
4.4	Área foliar del folíolo central (cm ²)	29
4.5	Promedio de ramas por planta	31
4.6	Altura de inserción de la primera vaina (cm)	32
4.7	Promedio de vainas por planta.....	33
4.8	Promedio de granos por vaina	34
4.9	Peso de cien granos en gramos (g).....	35
4.10	Rendimiento en kg/ha.....	36
4.11	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	39
4.11.1	ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL.....	39
4.11.2	ANÁLISIS DE DOMINANCIA.....	40
4.11.3	ANÁLISIS DE RETORNO MARGINAL	41
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	RECOMENDACIONES	46
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	47

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
1. Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de frijol.....	6
2. Exigencias minerales del frijol	6
3. Características de nutrientes en los distintos tipos de gallinaza	13
4. Composición por fases de estiércol vacuno	14
5. Ubicación y ecología de la zona	15
6. Descripción de los tratamiento. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	17
7. Dimensiones del experimento. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	17
8. Características agronómicas de la variedad DOR-364	18
9. Algunas características químicas de la gallinaza, utilizadas en el estudio.....	19
10. Algunas características químicas del estiércol, utilizadas en el estudio.....	19
11. Algunas características químicas de los suelos de “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	25
12. Comportamiento de altura de plantas (cm) en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	27
13. Comportamiento del promedio de hojas por planta en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	29
14. Comportamiento del área foliar en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo de frijol. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	31
15. Comportamiento del promedio de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina (cm), promedio de vainas por planta, promedio de granos por vaina, peso de cien granos en gramos (g) y rendimiento en kg/ha en el cultivo del frijol común. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 200.....	39
16. Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del frijol común. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	40
17. Análisis de dominancia a los resultados evaluados en el experimento. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	41
18. Análisis de retorno marginal. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.....	43

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Estación Experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo, en época de postrera 2001, en suelos jóvenes de origen volcánicos. El suelo es franco-limoso con altos contenidos de potasio y deficiente en fósforo. De acuerdo a sus propiedades, este suelo puede ser considerado como adecuado para la mayoría de los cultivos. El propósito del experimento fue la evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y fertilizante mineral (fórmula completo 18-46-0), cada uno con dos niveles de aplicación (6363.6 kg/ha, 3181.8 kg/ha de gallinaza; 5227.2 kg/ha, 2613.6 kg/ha de estiércol vacuno y 136.36 kg/ha, 68.18 kg/ha de fertilizante mineral) en comparación con un tratamiento testigo sin aplicación de fertilizante. Las parcelas experimentales tuvieron un tamaño de 20 m². La variedad evaluada fue DOR 364 de frijol común. Se utilizó un diseño unifactorial de bloques completos al azar (B.C.A.) con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, promedio de hojas por planta, área foliar, promedio de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina, promedio de vainas por planta, promedio de granos por vaina, peso de cien granos y rendimiento en kg/ha. Los datos se procesaron usando análisis de varianza (ANDEVA), y se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05% de margen de error, se realizó un análisis químico de suelo y análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos y de esta forma ofrecer alternativas económicas a pequeños y medianos productores. Los resultados obtenidos indican que bajo la aplicación de fertilizante orgánico (gallinaza en dosis alta) y fertilizante mineral en dosis alta, se obtuvieron los mejores resultados para las diferentes variables evaluadas a excepción de promedio de ramas por planta, vainas por planta, granos por vaina y peso de cien granos. El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis alta con 2845.19 kg/ha, seguido por el tratamiento con fertilizante mineral en dosis media con 2606.06 kg/ha, lo cual indica que haciendo un buen manejo de la fertilización se obtienen buenos resultados o sea que si aumentamos las dosis de aplicación del fertilizante se produce un aumento de los costos de producción. El análisis económico indica que el tratamiento mineral en dosis media resulto ser el mas rentable.

ABSTRACT

The present research was carried out at the Experimental station named "La Compañía", San Marcos, Carazo, Nicaragua, from September to December of 2001. The soils are young volcanic with loam texture and high content of Potassium and low in phosphorus, qualified as soils optimum for growing most of crops. The aim of the experiment was to evaluate the effect of two type of organic manure and mineral fertilizer (18-46-0) each one applied at two levels (high and medium) and a control (no-fertilization) on the growing and yield of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), variety DOR- 364. Chicken manure was applied at the rate of (6363.6 and 3181.8 kg /ha), the cow manure (5227.2 and 2613.6 kg/ha) and 136.36 and 68.18 kg/ha of mineral fertilizer. The medium level was based on Nitrogen requirement for the crop, the soil and the fertilizer Nitrogen content. The high rate was the double of the medium level. A Randomized Completed Block was used as experimental design with seven treatment with four repetitions. The evaluated variables were: plant high, number of leaves per plant, leaf area, number of branches per plat, number of pods per and number of grain per pod, weight of grains and yield (kg/ha). The data were processed by using the ANOVA procedures and the multiple test of Tukey at 5 % of error. An economic analysis was done by applying the method CIMMYT, 1988). The main results indicate that those plots treated with chicken manure and mineral fertilizer (at the high rates) obtained the best results in most of evaluated variables with exception of number of braches, pods and grain. The highest yield were got with the high and medium level of mineral fertilizer 2845.19 and 2606.06 kg/ha. These yields are much more high than the yield national average, indicating that is possible to improve the benefits in the bean yield by modifying the current recommendation for fertilization giving for this crop. The economic analysis shown that with the application of mineral fertilizer at medium level is more profitable.

I. INTRODUCCION

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es de gran importancia, ya que es una de las principales fuentes de proteínas vegetal de buena calidad, barata y relativamente fácil de obtener, llega a producir más proteínas por unidad de superficie en comparación con otros cultivos.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es la fuente más importante de proteínas, junto con el maíz y el arroz constituyen la dieta fundamental en la familia nicaragüense.

La producción de frijol es una actividad de subsistencia para la mayoría de los campesinos pobres de Nicaragua; sin embargo, la siembra de frijol en los últimos años ha venido creciendo en sus áreas de siembra. En el ciclo agrícola 1996-1997, el área sembrada fue 134,926.2 ha; aumentando en el ciclo 1998-1999 a 168,657.76 ha. El rendimiento promedio es de 646.81kg/ha existiendo en nuestro país una alta distribución del cultivo en las diferentes regiones del país cultivándose tanto en zonas aptas como marginales; el aumento de la productividad no se ha logrado por carecer de prácticas tecnológicas adecuadas esto es debido principalmente a la poca aceptación del pequeño productor a técnicas de producción no tradicionales (MAGFOR, 1998/1999).

Las necesidades de nuevas prácticas que permitan una mejor utilización del suelo y conlleve a una producción sostenible ha incrementado en los últimos años, debido a que los cultivos ya no proporcionan los rendimientos que satisfagan las necesidades de los agricultores.

Los agricultores mencionan constantemente que el uso de fertilizantes minerales es extremadamente caro, aunque tienen un impacto directo sobre la productividad de los cultivos, más aún en aquellos suelo cuyas características nutritivas son deficientes. Por otro lado, están conscientes de la necesidad de fertilizar su suelo para obtener mayores rendimientos.

En nuestro país se hace cada día más común el utilizar abonos orgánicos como una práctica de proteger la capa fértil del suelo, en otros casos para recuperar suelos degradados.

Por tal razón, es necesario plantear alternativas que logren incrementar tanto los rendimientos como los niveles de producción haciendo uso de subproductos orgánicos.

Los abonos orgánicos pueden llegar a tener importancia en el incremento de los rendimientos de los cultivos, y para demostrarlo se hace necesario llevar a cabo investigaciones con diferentes productos orgánicos bajo distintos niveles de aplicación para valorar su incidencia en cuanto al comportamiento de las producciones y disminuir las aplicaciones de fertilizantes mineral.

Este estudio está dirigido a evaluar el comportamiento de los abonos orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y fertilizante mineral, en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común como tecnologías efectivas, sencillas, sanas y/o económicas para el agro. Esto permitirá al productor prescindir de recursos externos, aprovechando subproductos de otros rubros de producción de la finca y crear de esa manera un sistema sostenible a largo plazo.

OBJETIVOS

γ **General**

- ✓ Evaluar la respuesta del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y fertilizante mineral sobre el comportamiento agronómico y económico.

γ **Específicos**

- ✓ Determinar el efecto de la fertilización orgánica (gallinaza, estiércol vacuno) y mineral sobre las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común.
- ✓ Comparar el efecto de la fertilización orgánica (gallinaza, estiércol vacuno) y mineral (fórmula completo 18-46-0) sobre las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común.
- ✓ Analizar la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados.

HIPOTESIS

- Ho: La aplicación de fertilizantes orgánicos y mineral; no manifiestan diferencias en incremento sobre variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de frijol común.
- Ha: La aplicación de fertilizantes orgánicos y mineral; presentan diferencias en incremento sobre variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de frijol común.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia socio-económica del cultivo de frijol

El frijol es un componente básico en la dieta alimenticia del pueblo Nicaragüense, constituyendo no solamente base energética sino también base proteica en la alimentación. La semilla de frijol tiene un alto contenido de proteínas aproximadamente un 22.7%, superada únicamente por la soya (38%), es también fuente importante de hierro (0.9 %) y vitamina B (2.2%) (Somarriba, 1997).

Las leguminosas de grano como el frijol, constituyen una fuente importante de aminoácidos como el triptófano, esencial en el crecimiento del hombre y aunque no pueden reemplazar completamente a las proteínas de origen animal, en muchas regiones tropicales como Nicaragua estos suplen la mayor cantidad de estos aminoácidos. Una persona adulta necesita 0.25 g de triptófano como mínimo y 0.5 g como máximo por día, aportando el frijol 0.232 g, además 1.6% de grasas, aproximadamente 340 o más de calorías por cada 100 g de grano. En Nicaragua y muchos países en desarrollo el promedio de consumo de frijol supera los 25.5 kg/ha/año.

A pesar de ser la principal fuente de proteína alimenticia del Nicaragüense, no se visualiza el aumento en productividad, debido a su marginalidad y al poco uso de prácticas agronómicas avanzadas (Somarriba, 1997).

El frijol es cultivado en todo el territorio nacional, en alturas que van desde los 50 a los 1500 msnm y bajo condiciones variables de lluvia (FAO, 1978). El frijol se cultiva en tres épocas del año: primera, postrera y apante, siendo la de mayor éxito la postrera ya que la cosecha coincide con el periodo seco de la salida de invierno (Tapia, 1987).

En Nicaragua las áreas de siembra fluctúan anualmente entre 83,500 y 150,000 mz, obteniéndose rendimientos entre los 7 y 12 qq/mz. El 95% de las áreas de siembra, descansa en pequeños y medianos productores con poca o ninguna tecnología que establecen áreas de

cultivos de 0.5 a 3 mz. El 5% restante es explotado por productores grandes los que poseen por lo general suelos aptos para el manejo mecanizado del cultivo (Somarriba, 1997).

Se estima que el área apropiada para la siembra de frijol en el país es de aproximadamente 1,000,000 de manzanas, siendo apenas el 14% de la misma la que se utiliza en la actualidad. Los rendimientos actuales es posible aumentarlos significativamente, utilizando semilla de buena calidad y prácticas agronómicas adecuadas.

2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol

Los requerimientos edafoclimáticos del frijol se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de frijol

Descripción	Requerimientos
Altitud m.s.n.m.	450-800
Temperatura (°C)	20-24
Precipitación (mm)	200-450
Textura	Franco
Profundidad (cm)	>60
Pendiente (%)	<15
Drenaje	Bueno
PH	6.5

Fuente: Somarriba, (1997)

2.3 Exigencias minerales del frijol

Las exigencias minerales del frijol se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Exigencias minerales del frijol

Cultivo	Rendimiento (Tn/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Frijol	1.5	80	30	60

Fuente: Quintana *et al.*, (1992)

2.4 Conceptos básicos sobre fertilización

Se **denominan abonos** aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas o indirectas que influyen sobre el crecimiento de las plantas y sus cosechas, actuando como nutrientes, agente movilizador de sustancias, catalizador de los procesos vitales (tanto en el suelo como en las plantas), modificador de la flora microbiana útil, enmienda mejoradora de las propiedades del suelo y otras (Pastor, 1990).

Se **define como fertilizante**, la sustancia que contiene uno, o más, de los elementos químicos alimenticios para los vegetales, en forma tales que puedan ser absorbidos por las plantas y que favorezcan el desarrollo de los mismos (National Plant Food Institute, 1982).

Se **define como fertilidad del suelo** a la capacidad que tiene el suelo para suministrar los macro y micro nutrientes necesarios para el normal desarrollo de la planta o un cultivo (Salmerón & García, 1994).

Productividad del suelo se refiere a la capacidad de un suelo para producir, y que resulta de la interacción de varios factores: nutrientes, agua, y/o factores climáticos, microfauna y flora, etc. (Salmerón & García, 1994).

2.5 Materia Orgánica del suelo

La materia orgánica de los suelos bajo cultivos, representa en sí misma, un sistema complejo integrado por diversos componentes. Su dinamismo está determinado por la incorporación al suelo de restos de origen vegetal, animal y microbiano, y la transformación y evolución de estos mediada por la interacción de múltiples procesos (Labrador, 1996).

La materia orgánica y la aplicación de diferentes abonos orgánicos se han relacionado tradicionalmente con la fertilidad de suelos ricos en materia orgánica y que son generalmente productivos. Por otro lado, desde la antigüedad y hasta que descubrieron los fertilizantes minerales; los abonos orgánicos fueron la única forma de aumentar la fertilidad (Salmerón & García, 1994).

La disponibilidad de nutrientes en la fracción orgánica es muy variable comparado con los fertilizantes industriales denominados fertilizantes químicos o minerales. En el caso de elementos ligados a la materia orgánica, su disponibilidad no es inmediata, ya que requiere una mineralización previa.

Cuando se aportan nutrientes mediante la aplicación de materia orgánica al suelo, se incrementa su reserva en el mismo y su fertilidad. La liberación lenta y progresiva, es una

garantía de que los elementos móviles dentro del suelo, como el nitrógeno, permanecen retenidos y no se pierden fácilmente por lavado (Kass, 1996).

Según Pastor (1990), el producto de la mineralización son los compuestos más sencillos y solubles que pueden ser asimilables por las plantas una vez que pasan a formas inorgánicas bien solubles (NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , H_2O , CO_2 , etc.).

La materia orgánica ejerce un papel significativo sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos, suministra gradualmente cantidades considerables de nitrógeno, azufre, fósforo. Además mejora las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados, los cuales favorecen la capacidad de humedad en los suelos livianos y la aireación en los pesados sus principales propiedades son:

1. Posee una gran capacidad de mantener los nutrimentos en forma intercambiable, en equilibrio fácil y rápido con la solución del suelo, es decir tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC).
2. Mejora las condiciones físicas: aumenta la infiltración y retención del agua disminuyendo los efectos de la sequía, aumentando la aireación del suelo y la precolación del agua en el perfil.
3. Incrementa la actividad biológica y con ello la disponibilidad de los nutrientes.
4. Mejora la friabilidad, o sea formación de estructura granulares.
5. Disminuye las pérdidas por erosión y degradación del suelo.

2.5.1 Influencia de la materia orgánica en el suelo

Por otra parte la síntesis microbiana como segunda forma de transformación de la materia orgánica consiste en la toma de esta por los microorganismos para formar parte de la constitución de sus cuerpos que al morir toda la materia orgánica de que estaban constituidos sufren una transformación. Así es posible que al morir los tejidos microbianos pueden incrementar, en parte apreciable, la materia orgánica resistente (humus) presente en los suelos (Bukman & Brady, 1985).

Según Labrador (1996), plantea que las sustancias húmicas, tienen una alta capacidad de cambio lo cual aumenta la potencialidad para la absorción e intercambio iónico del suelo, como consecuencia el poder de retención de macro elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio, amonio, etc., aumentando con el considerable efecto beneficioso que esto supone la fertilidad global de los suelos agrícolas.

Las sustancias húmicas (fracción orgánica) presente en los suelos, son muy importantes para la producción de cultivos. Ellas representan fuente de lenta solubilización de nitrógeno, fósforo y azufre, para la nutrición de plantas. También aporta al mineralizarse, potasio (K^+), magnesio (Mg) y cantidades muy pequeñas de micro nutrientes (Kass, 1996).

Domínguez (1997), afirma que la cantidad de humus presente en el suelo depende del equilibrio dinámico que se alcance entre la formación (humificación) y destrucción (mineralización) del mismo.

2.6 Fertilización

Los fertilizantes son sustancias minerales u orgánicas, naturales o elaboradas que se aplican al suelo para proporcionar a la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo (FAO-INTA, 1999).

La fertilización tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas para la planta, al aumentar las reservas de nutrientes ya existentes en el suelo como regla general. Basta suministrar los nutrientes requeridos en mayor cuantía por la planta, nitrógeno, fósforo y potasio y cubrir de esta forma la elevada demanda que de ello origina el incremento de la producción (Arzola *et al.*, 1981).

Los agricultores tratan de satisfacer la demanda de nutrientes de las plantas en el suelo aplicando fuentes de nutrientes en forma mineral y orgánica con el objetivo de complementar la deficiencia de los mismos.

La fertilización es una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas y constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy en día no se concibe la explotación agrícola sin un adecuado plan de fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva (Vivancos, 1997).

La fertilización es una forma de complementar las deficiencias de los suelos en cuanto a elementos nutritivos necesarios en el suelo para la producción agrícola. Esta puede ser suministrada vía fertilización química que no es más que la aplicación de abonos minerales concentrados y de rápida acción en los cuales los más comunes son: las fórmulas completas 18-46-0, 17-44-2, 12-30-10, 10-30-10 y urea al 46%. Otra forma de incorporar nutrientes al suelo es mediante la fertilización orgánica que consiste en aplicar restos vegetales debidamente preparados así como el suministro de estiércoles en sus diferentes estados de descomposición en proporciones mayores que los químicos con menor concentración de nutrientes por unidad de volumen y acción lenta en el suelo.

Los principales nutrientes que las plantas necesitan proceden del suelo, si el suelo está abundantemente provisto de elementos nutritivos, los cultivos probablemente crecerán bien y darán rendimientos elevados, pero si tan solo uno de los nutrientes necesarios se escasea, el crecimiento vegetativo de la planta y los rendimientos serán limitados (Salmerón & García, 1994).

2.6.1 Fertilización mineral en el cultivo del frijol

Los fertilizantes minerales se presentan en forma sólida o líquida, estos pueden aportar los nutrientes principales los primarios y los secundarios o bien una mezcla de ambos. Estos minerales tienen mayor contenidos de nutrientes, más concentrados que las plantas requieren y pueden ser asimilados más rápidamente que los abonos orgánicos (FAO-INTA, 1999).

El fertilizante completo debe aplicarse antes de la siembra al fondo del surco evitando que quede en contacto con la semilla. Ensayos de fertilización en frijol indican que 30 lb. de N, 90 de P_2O_5 , y 30 de K_2O por manzana, son necesarios para obtener buenos rendimientos. Nuestras variedades comerciales responden a la fertilización utilizando las fórmulas 18-46-0;

17-44-2; 12-30-10; 10-30-10; siendo la primera fórmula la más recomendada en dosis de 3 qq/mz (Somarriba, 1997)

Este mismo autor, plantea que para lograr beneficios en la producción de frijol, resultados de la aplicación de fertilizantes es conveniente considerar el momento de la aplicación, ya que el frijol tiene un ciclo vegetativo corto en comparación con otros cultivos, por tanto, la aplicación del fertilizante debe hacerse en el momento oportuno.

2.7 Abonos orgánicos

Se denomina abono orgánico a toda sustancia de origen animal, vegetal o mixto que se añade al suelo con el objeto de mejorar su fecundidad. El abono orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficaces para mejorar las cultivos (García, 1984).

Los abonos orgánicos contienen todas las sustancias que las plantas necesitan para su normal desarrollo, pero a veces, la proporción de nutrientes no es la más adecuada, por lo que requieren correcciones mediante fertilizantes minerales. Esta clase de abono no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que, además, influyen de modo positivo sobre la estructura del terreno, o sea, haciendo más fuertes los suelos sueltos y disgregando las más pesadas. Así mismo, sirven de alimento a las bacterias y favorecen la formación de dióxido de carbono y la vida biológica en general. Contiene nitrógeno en cantidades variables. Esta sustancia es una fuente lenta, pero estable, de sustancias nutritivas, sirviendo para conservar y mejorar la llamada «fuerza intrínseca» del terreno, que es un elemento fundamental de la fertilidad (García, 1984).

El término de abonos orgánicos se emplea para abarcar todo tipo de enmienda orgánica al suelo, incluyendo tanto los estiércoles de animales como los restos vegetales. Su importancia estriba no solamente en la forma de los nutrientes que reciben las plantas, sino también en que los estiércoles orgánicos son una fuente de nutrientes y energía para el ecosistema del suelo, siendo los microorganismos los que ponen luego los nutrientes a disposición de las plantas en una proporción equilibrada y distribuida a lo largo de la estación de crecimiento. Otra característica importante de las enmiendas orgánicas es su habilidad para estimular el

complejo de microorganismos benéficos que ayudan a mantener bajo control las potenciales plagas y patógenos (Lampkin, 1998).

Mucho se ha escrito a favor de los abonos orgánicos por las mejoras que hacen a las propiedades físicas y químicas del suelo; las posibilidades de disminuir la contaminación ambiental; y por la posibilidad de usar los recursos que el medio ofrece y que no son aprovechados eficientemente. Existen todavía obstáculos a superar, sobresaliendo el hecho de que, de abonos orgánicos se necesitan grandes volúmenes por área, aumentando así los costos de transporte y manipulación.

Sin embargo, es una alternativa que podría sustituir parcialmente el fertilizante mineral; sobre todo porque permitiría aprovechar las fuentes de materia orgánica de cada región para cada cultivo (Aguilera, 1987).

Hoy en día se considera a la agricultura como una ciencia muy amplia, la cual limita las leyes y principios de los ecosistemas naturales y de los procesos productivos, junto con el hombre como una parte integral del medio ambiente y como protagonista. Por esto el agricultor es muy importante y por lo cual debe recibir más atención de parte de aquellos que proveen de asistencia técnica y que son responsables de la investigación y los programas de educación sobre agricultura orgánica o natural, agricultura alternativa, agroecológica y agricultura sostenible.

Higa & Parr (1995), afirman que las experiencias han demostrado que la transición de la agricultura convencional a la agricultura orgánica conlleva ciertos riesgos como rendimientos bajos, incremento del ataque de plagas y enfermedades; pero una vez superado el periodo transicional, el cual puede ser de varios años, los productores encontraran que sus sistemas de producción serán más estables, más productivos y libres de pesticidas y otras sustancias nocivas.

2.7.1 Gallinaza

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal que en pequeña proporción la cual se coloca en el piso.

Es un apreciable fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucho mayor cantidad (Yagodin *et al.*, 1986).

Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (Restrepo, 1998).

El contenido de nutrientes presentes en la gallinaza va a estar en dependencia del tipo de manejo que se le dé a la granja avícola.

Tabla 3. Características de nutrientes en los distintos tipos de gallinaza

Ave	Humedad	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ponedora	75.0	1.42	1.06	0.47
Engorde	74.0	2.09	1.08	0.88

Fuente: Salmerón & García, (1994)

La gallinaza se puede utilizar en la mayoría de los cultivos, pero por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizantes nitrogenados para evitar los excesos. Por lo contrario, el contenido de potasio es bajo, por lo que deberá ser especialmente necesario utilizar un fertilizante potásico (FAO, 1986).

2.7.2 Estiércol vacuno

El estiércol está formado por una mezcla de cama de los animales y de deyecciones, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas. Se dice que un estiércol “esta hecho” cuando posee cualidades físicas para ser esparcido, o sea, se desmenuza fácilmente.

La composición del estiércol vacuno varía entre límites muy amplios según los animales, la naturaleza de la cama, la proporción de paja y deyecciones, la alimentación de los animales, el

procedimiento de fabricación del estiércol, los cuidados para conservarlo, su estado de descomposición, etcétera (Arzola, *et al.*, 1981).

Como promedio de la descomposición básica del estiércol vacuno se tienen los siguientes contenidos de forma general:

N = 0.34%; P₂O₅ = 0.13% y K₂O = 0.35%.

En el estiércol fresco se concentra más el N y el P que en la parte líquida, como puede apreciarse en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición por fases de estiércol vacuno

Fase	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sólida	0.32	0.21	0.15
Líquida	0.85	0.01	1.4

Fuente: Salmerón & García. (1994)

En el establo o en el estercolero se producen pérdidas del nitrógeno en forma de amoníaco y para evitarlas se emplea el superfosfato simple a razón de 450 g/animal formándose así en forma de sulfato de amonio y fosfato de amonio.

El estercolero debe tener piso impermeable con unos 15 cm sobre el nivel del suelo y techo. La mejor forma de preparar el estiércol es por el método denominado (ni en frío ni en caliente) que consiste en hacer pilas hasta que alcance una temperatura de 60-70 °C, después se riega y se prensa; para evitar las pérdidas de nitrógeno se añade superfosfato y se mantiene húmeda la pila. Se considera que el estiércol puede aprovecharse en el primer año el 60% de N, 80% de P, y el 70% del K.

Al estiércol se le atribuye un efecto beneficioso sobre las propiedades físicas del suelo, tales como la capacidad de retención de agua y la formación de una estructura estable; pero su beneficio se considera principalmente por la manera de suministrar los nutrientes, por los quelantes, por el aporte de otros elementos como magnesio, manganeso cobre y boro. Además, contiene sustancias que estimula el desarrollo, aunque el valor de su presencia no se ha determinado en forma experimental (Arzola *et al.*, 1981).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El ensayo se estableció en la época de postrera (Octubre-Diciembre, 2001), en la estación experimental “La Compañía ”, ubicado en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo.

Tabla 5. Ubicación y ecología de la zona

Latitud norte	11°54'30"
Longitud oeste	86°10'50"
Altura m.s.n.m	480
Temperatura media anual (°C)	24
Precipitación media anual (mm)	1200-1500
Humedad relativa (%)	85

FUENTE: INETER, (2001)

La clasificación ecológica de la zona basada en las zonas de vida hecha por Holdridge (1987), esta localidad se encuentra comprendida en la zona bosque húmedo tropical premontano.

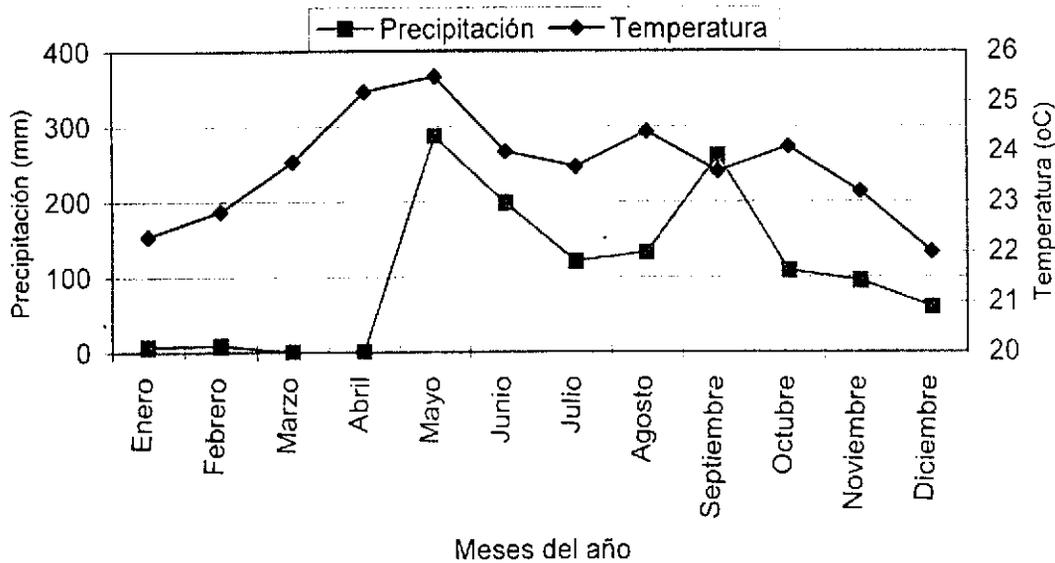


Figura 1. Precipitación y Temperatura de la zona en estudio. (Fuente: INETER, 2001).

3.2 Tipo de suelo

El suelo de la compañía en el cual se realizó la investigación, es de textura franco-limosa desarrollado a partir de cenizas volcánicas. Desde hace muchos años este suelo ha estado siendo cultivado con maíz y frijol principalmente (Talavera, 1989).

Estos suelos pertenecen a la serie Masatepe, son suelos moderadamente profundos, bien drenados, su pH está considerado de medianamente ácido a neutro, pendiente casi plana a moderadamente ondulada, tiene permeabilidad y capacidad de humedad disponible moderada, zona radicular moderadamente profunda y densidad aparente baja. El contenido de materia orgánica es alto y los suelos están bien provistos con bases, pero deficientes en fósforo, contenido de potasio asimilable es de alto a medio (Catastro, 1971). Estos suelos se clasifican taxonómicamente como:

- ◆ Orden: Andisol
- ◆ Suborden: Andepts
- ◆ Gran grupo: Durandepts
- ◆ Subgrupo: Typic Durandepts

3.3 Descripción del trabajo experimental

3.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un arreglo unifactorial en diseño de bloques completos al azar (B.C.A) con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

3.3.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos estudiados consistieron en dos niveles de aplicación de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno), y dos niveles de aplicación de fertilizante mineral de fórmula completo 18-46-0 y un tratamiento testigo sin aplicación de fertilizante. Los tratamientos en dosis media y alto fueron escogidos para obtener respuestas a dosis altas de los fertilizantes con el propósito de explorar un posible incremento en las variables a evaluar en especial los rendimientos.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos. “La compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Fertilizante	Dosis (kg/ha)
GAALT Orgánico	6363.6
GAMED Orgánico	3181.8
ESTALT Orgánico	5227.2
ESTMED Orgánico	2613.6
FMALT 18-46-0	136.36
FMMED 18-46-0	68.18
TEST Sin fertilizante	sin aplicación

GAALT = Gallinaza alta

GAMED = Gallinaza media

ESTALT = Estiércol alto

ESTMED = Estiércol medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

FMMED = Fertilizante mineral medio

TEST = Testigo

3.3.3 Dimensiones del experimento

La parcela experimental (PE): Estuvo constituida por 10 surcos, con 5 m de largo y 4 m de ancho, separado por 1 m entre tratamiento y 2 m entre bloque.

La parcela útil (PU): Estuvo constituida por 6 surcos, con 4 m de largo y 2.4 m de ancho.

Tabla 7. Dimensiones del experimento. “La compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Descripción	Dimensiones	Área Total
Área de la parcela útil	4 m x 2.4 m	9.6 m ²
Área de la parcela experimental	5 m x 4 m	20 m ²
Área del bloque	43 m x 6 m	258 m ²
Área total del experimento	43 m x 24 m	1032 m ²

3.3.4 Análisis estadístico

Los datos se procesaron usando el programa estadístico MINITAB (1998). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para cada variable y prueba estadística de Rangos múltiples de Tukey al 0.05 %.

3.4 Manejo Agronómico del ensayo

3.4.1 Preparación de suelo

Se realizó de forma convencional limpia del terreno manual, pase de arado, gradeo y posteriormente el surcado. Estas actividades se realizaron con maquinaria para que el suelo quedara bien mullido y listo para la siembra.

3.4.2 Análisis de suelo

Se realizó un muestreo para el análisis de suelo efectuado antes de la siembra, en el área en el cual se estableció el ensayo, con el fin de obtener información de las propiedades químicas (N, P, K, M.O, pH, C.I.C), y físicas (Densidad aparente, % de humedad, y capacidad de campo).

3.4.3 Siembra

La siembra se realizó de manera manual el día 5 de Octubre del 2001, en período de postrera, colocando tres semillas por golpe con una distancia de 10 cm entre planta y 40 cm entre surco. La variedad utilizada fue DOR-364 de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), la densidad de siembra utilizada fue de 250,000 plantas por hectárea.

3.4.3.1 Características agronómicas de la variedad DOR-364

Las características agronómicas de la variedad DOR-364 se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 8. Características agronómicas de la variedad DOR-364

Progenitores	DOR-1215 x (RAB-166 x DOR-125)
Floración (dds)	36 – 38
Color de la vaina	Rosado estriado
Color de grano	Rojo oscuro
Forma del grano	Rectangular
Mosaico dorado	Resistente
Mosaico común	Resistente
Requema (Mustia-Bacteriosis)	Tolerante
Sequía	Susceptible
Maduración fisiológica (dds)	75 – 80
Cosecha (dds)	80 – 85
Epoca de siembra	Postrera y apante
Distancia entre surco (m)	0.50 - 0.55
Densidad de siembra (mil/ha)	257 – 315
Método de siembra	Espeque, bueyes y maquinaria
Zonas recomendadas	Carazo, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Jalapa y Santa Lucia.

Fuente: INTA, (1999)

3.4.4 Fertilización

La fertilización se realizó al momento de la siembra para los fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol), el fertilizante mineral se fraccionó, aplicando un 75% al momento de la siembra y un 25% a los 20 días después de la siembra.

Las dosis medias de aplicación de fertilizantes orgánicos y mineral fueron ajustadas a los requerimientos del cultivo del frijol común en base a la cantidad de nitrógeno presente en el suelo, determinado a través del análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria. Las dosis medias resultan de los cálculos realizados para los fertilizantes orgánicos y mineral, y las dosis altas de duplicar las dosis medias.

La demanda fue basada para obtener una producción de 1.5 tn/ha (Quintana *et al.*, 1992). La eficiencia utilizada fue del 50%, las dosis se calcularon utilizando el contenido de nutrientes en el suelo a través de la siguiente fórmula:

$$Dosis = \frac{Demanda\ del\ cultivo - Consumo\ o\ suministro}{Eficiencia\ del\ fertilizante}$$

Las características químicas que se determinaron para los fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol) a través del análisis de laboratorio se presentan en la tabla 9 y 10 respectivamente.

Tabla 9. Algunas características químicas de la gallinaza, utilizadas en el estudio

Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Gallinaza	1.62	2.18	0.24	0.45	0.25	250	625	375	1750

Tabla 10. Algunas características químicas del estiércol, utilizadas en el estudio

Fertilizante	N	P	K
	%	%	%
Estiércol	1.95	2.27	0.95

3.4.5 Control de malezas

Se realizó un primer control de malezas a los 15 días después de la siembra en el período más crítico del cultivo, en el que puede ser afectado por la competencia con las malezas y se efectuó un segundo control a los 30 dds para facilitar la cosecha, estas actividades se realizaron con azadón para no afectar el desarrollo del cultivo.

3.4.6 Control de plagas y enfermedades

El control de plagas se realizó a los 20 dds, para el ataque de la mosca blanca (*Bemisia tabasi*), el producto aplicado fue Tamaron 600 SL (Methamidofos) a razón de un litro por hectárea y para prevenir la enfermedad de la mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc) se aplicó Benlate (Benomyl) a razón de 0.5 kg/ha.

3.4.7 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual ya concluido el ciclo del cultivo, a los 78 dds, teniendo presente que el grano estuviera con el porcentaje de humedad requerido, de esta forma se hizo el arranque y posteriormente el aporreo. La producción de grano para cada una de las parcelas fue pesada y ajustada al 13% de humedad, y reflejada en kg/ha. El número de plantas cosechadas no se tomó en cuenta porque la densidad de siembra era homogénea en cada tratamiento.

3.5 Variables evaluadas

Durante el transcurso del estudio se evaluaron las siguientes variables del cultivo del frijol.

3.5.1 Variables de crecimiento

3.5.1.1 Altura de plantas (cm)

Para evaluar altura de la planta se tomaron cinco plantas al azar dentro de cada parcela experimental, la cual, fue medida en centímetro (cm) con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la parte más alta de la última hoja trifoliada bien formada, estas observaciones se realizaron a los 15, 22, 29, 36,43,50,57 dds.

3.5.1.2 Promedio de hojas por planta

Para evaluar el promedio de hojas por planta, se tomaron cinco plantas al azar dentro de cada parcela experimental, el conteo se realizó desde la formación de las primeras hojas inferiores hasta las últimas hojas trifoliadas bien formadas, la toma de este dato se llevo a cabo a los 15, 22, 29, 36, 43, 50 y 57 dds.

3.5.1.3 Area foliar del folíolo central (cm²)

La toma de esta variable se realizó a partir de los 15 días después de la siembra, tomando como referencia la hoja trifoliada que se encuentra ubicada a partir del cuarto nudo del tallo, midiéndose el largo y ancho de la hoja del folíolo central, multiplicado este producto por el factor de corrección (0.75) (Muñoz *et al.*, 1993). Las mediciones se realizaron en la misma frecuencia que para altura de planta y número de hojas.

3.5.1.4 Promedio de ramas por planta

El conteo del promedio de ramas por planta se realizó una vez en el ciclo del cultivo tomando un número de cinco plantas al azar en cada parcela experimental, este conteo se llevó a cabo a los 64 dds.

3.5.1.5 Altura de inserción de la primera vaina (cm)

Esta altura fue tomada en centímetro (cm) desde la base de la planta hasta la inserción de la primera vaina, utilizando una cinta métrica. Para obtener este dato se tomaron cinco plantas al azar de cada parcela de las cuales obtuvimos el promedio, esta altura fue obtenida a los 64 dds.

3.5.2 Variables de rendimiento

3.5.2.1 Promedio de vainas por planta

El número de vaina por planta se realizó en el campo a los 64 dds, tomando cinco plantas al azar en cada parcela experimental, se contabilizó la cantidad de vainas que tenía cada planta y luego se obtuvo el promedio.

3.5.2.2 Promedio de granos por vaina

Esta variable de número de granos por vaina se obtuvo contando los granos de las vainas que se tomaron de las cinco plantas por cada parcela y después se determinó el promedio.

3.5.2.3 Peso de 100 granos en gramos (g)

De la producción de granos obtenidos de cada parcela útil se tomaron las muestras para el peso de 100 granos, las cuales fueron ajustadas al trece por ciento de humedad.

3.5.2.4 Rendimiento en kg/ha

El rendimiento se determina en cada una de las parcelas útiles al momento de la cosecha, la producción de grano fue pesado y ajustado a un trece por ciento de humedad, y reflejado en kg/ha, mediante la ecuación propuesta por (Gómez & Minelli, 1990).

$$Pf(100-Hf) = Pi(100-Hi)$$

Donde:

Pf = Peso final (kg/ha)

Hf = % Humedad final a la que se desea ajustar el rendimiento (13%)

Pi = Peso inicial de campo (kg/ha)

Hi = % Humedad inicial en el grano

3.6 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los distintos tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cual de las alternativas son más adecuada desde el punto de vista económico.

La metodología empleada para la realización de este análisis fue la recomendada por el Centro de Mejoramiento de maíz y trigo (1988), haciendo análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y cálculo de la tasa de retorno marginal.

La metodología usada para efectuar el análisis económico considera los siguientes parámetros:

- Costos fijos: incluyen costos de preparación del terreno (arado, limpia, banqueo, surcado), todos los costos comunes para los tratamientos.
- Costos variables: implican los costos de semilla, fertilizantes, cosecha y transporte.
- Costos totales: es la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.
- Rendimiento: expresado en kg/ha.
- Beneficio bruto: obtenido a través de la multiplicación del rendimiento por el precio del producto al momento de la cosecha.
- Beneficio neto: es igual al beneficio bruto menos los costos totales de la producción.
- Dominancia: Se ordenan los costos variables totales de los tratamientos en orden ascendente con su respectivo beneficio neto. Se considera que un tratamiento es dominado

cuando tiene costos variables mayores y beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

- Beneficios netos marginales: Luego del análisis de dominancia, a los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia o incremento de los beneficios netos al pasar de una tecnología a otra.
- Costos variables marginales: Luego del análisis de dominancia, a los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia o incremento de los costos variables al pasar de una tecnología a otra.
- Tasa de retorno marginal: es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de suelo

El propósito de un análisis de suelo es indicar el o los nutrientes limitantes para la producción, y permitir calcular las dosis de aplicación para corregir dichas limitantes (Quintana *et al.*, 1992).

Según el análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Nacional Agraria, los contenidos de nitrógeno en el suelo en el área del experimento son altos de 0.524%, el contenido de fósforo es bajo de 3.9 ppm, y el contenido de potasio es alto de 1.504 meq/100 g de suelo. Estos valores son confrontados con la clasificación de Quintana *et al.* (1983), donde establece que el suelo con porcentajes de nitrógeno mayores de 0.26% son altos, concentraciones de fósforo menores de 10 ppm son bajos, contenidos de potasio mayores de 0.3 meq/100 g de suelo son altos (Tabla 11).

En cuanto al nitrógeno, los valores que se obtuvieron en el presente ensayo se muestran que son altos ya que se encuentran por encima de 0.26%. Esto favorece el establecimiento de algunos cultivos exigentes en este elemento como en el caso de las gramíneas.

En Nicaragua, los suelos de la cuarta región en cuanto al fósforo presentan un contenido entre medio y bajo. Según la clasificación se puede afirmar que los resultados del análisis de este ensayo demuestran que se encuentran por debajo de las 10 ppm coincidiendo con Valente & Rodríguez (1991), quienes determinaron que más del 70% de los suelos contienen menos de las 10 ppm. El bajo contenido de fósforo de estos suelos hace que sea necesaria una fertilización adecuada en cuanto a este elemento aún bajo las buenas cualidades de estos suelos ya que es una limitante en el caso de las leguminosas.

Por otra parte, Valente & Rodríguez (1991), plantean que más del 95% de los suelos muestreados en Nicaragua contienen más de 0.2 meq de K/100 g de suelo, ya que el 82% contienen más de 0.5 meq de K/100 g de suelo, coincidiendo con los resultados obtenidos al reflejar un alto contenido de este elemento ya que están por encima de 0.3 meq K/100 g de

suelo, que establece el rango de clasificación en los suelos de Nicaragua (Quintana *et al.*, 1983). Un alto contenido nos refleja que no hay problemas nutricionales de este elemento por lo que se puede dar un consumo de lujo por parte del cultivo establecido.

Según Quintana *et al.* (1983), porcentajes de materia orgánica mayores a un 4% son altos y en el área donde se estableció el ensayo experimental, se encontró 11.065% de contenido de materia orgánica, este contenido alto de materia orgánica ayuda a la mineralización y humificación del material a través de la actividad microbiótica, el cual viene a convertirse en un almacén de nutrientes.

Se puede ratificar que existe un alto contenido de materia orgánica lo que se traduce en una buena fuente de nutrientes principalmente de nitrógeno, así como contribuir a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

La materia orgánica contenida en un suelo generalmente representa un índice del nivel de fertilidad del mismo. El fósforo total proviene hasta en un 33% de esta misma fuente.

Quintana *et al.* (1983), establece que el rango óptimo de pH para el cultivo del frijol varía entre 6 – 6.5; y en el área experimental se encontró un rango de pH de 6.48 correspondiente a un valor dentro del rango para el cultivo. El pH es de mucha importancia para obtener una buena cosecha, ya que de estar el valor fuera del rango óptimo que se requiere se produce un desarrollo pobre y un ineficiente aprovechamiento de los nutrientes, tanto los suplidos por el suelo, como los suministrados en forma de abonos.

Tabla 11. Algunas características químicas de los suelos de “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	MO (%)	Da (g/cm ³)	N (%)	P (ppm)	K meq/100g
20 MP	6.48 MNA	11.065 A	1 B	0.524 A	3.9 B	1.504 A

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA.

4.2 Altura de plantas (cm)

La altura de la planta es una característica de la variedad, genética y ambiental, es el resultado del número de nudos y longitud de los entrenudos (Reyes, 1992). Por otro lado, Somarriba

(1997), indica que la altura de la planta es un carácter genético influenciado por diversos factores: clima, suelo y manejo agronómico del cultivo.

Los resultados reflejados en la Tabla 12, muestran que la variable altura de plantas a los 15 dds no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ocupando la mayor altura el tratamiento testigo sin aplicación de fertilizante. Esto puede ser debido a que es el momento en que comienza el desarrollo vegetativo de la planta durante el cual se forma las hojas trifoliadas y la planta utiliza las reservas de sustancias que se encuentran en los tejidos de los cotiledones o de reservas y por tanto el cultivo todavía no exige al suelo tantos nutrientes (López & Schoonhoven, 1985).

Sin embargo a los 22 y 36 dds el análisis estadístico presentó diferencias significativas ante la aplicación de fertilizantes, obteniendo la mayor altura a los 22 dds el tratamiento con fertilizante orgánico (gallinaza dosis alta) y a los 36 dds obtuvo la mayor altura el tratamiento con fertilizante mineral en dosis alta.

A los 29, 43, 50 y 57 dds los tratamientos evaluados ejercen un efecto altamente significativo, obteniendo la mayor altura a los 29 y 43 dds el tratamiento con fertilizante mineral en dosis alta y a los 50 y 57 dds, la mayor altura la obtuvo el tratamiento con gallinaza en dosis alta y la menor altura fue obtenida por el tratamiento testigo, superado por todos los tratamientos.

A los 22 dds la gallinaza mineraliza suficientes nutrientes disponibles para que la planta manifieste su potencial de crecimiento, esa misma tendencia se manifiesta en las fases terminales de crecimiento del cultivo a los 50 y 57 dds, la gallinaza es la que presentó superior altura en las plantas porque al parecer la gallinaza continúa suministrando nutrientes aún a los dos meses después de aplicado. Algunos estudios indican que no es la cantidad de nutrientes en el suelo la que determina su productividad, si no la capacidad del suelo para renovar la existencia de nutrientes una vez que han sido removidos de la solución del suelo (Arzola *et al.*, 1986).

El comportamiento de mayor altura por el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral en dosis alta de los 29 a los 43 días, se debe principalmente a una segunda aplicación de fertilizante en los tratamientos efectuada a los 20 dds, de tal forma que los nutrientes contenidos en el fertilizante mineral son disueltos inmediatamente por la solución o agua del suelo pasando a las raíces de la planta (Arzola, 1984).

Como podemos observar en la Tabla 12, el tratamiento con fertilizante orgánico (gallinaza dosis alta) obtuvo resultados similares al tratamiento con fertilizante mineral dosis alto. Yagodin *et al.* (1986), afirman que la gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción, lo mismo que el estiércol vacuno contiene todos los nutrientes básicos indispensables para la planta, pero en mucha mayor cantidad.

Tabla 12. Comportamiento de altura de plantas (cm), en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. "La Compañía", San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	15 dds	22 dds	29 dds	36 dds	43 dds	50 dds	57 dds
GAALT	5.86 a	9.39 a	15.80 a	25.44 ab	58.73 b	75.62 a	92.91 a
GAMED	5.83 a	8.88 b	15.24 a	25.45 ab	55.20 b	74.41 a	83.03 ab
ESTALT	5.95 a	8.12 c	12.85 b	22.26 b	51.17 bc	69.80 ab	83.15 ab
ESTMED	5.84 a	8.86 b	12.59 b	21.37 b	41.31 bc	59.73 b	76.87 b
FMALT	6.25 a	8.90 b	15.95 a	26.60 a	62.66 a	74.79 a	80.13 b
FMMED	6.01 a	8.99 ab	13.94 ab	24.20 b	51.81 bc	63.77 b	82.98 ab
TEST	6.41 a	8.13 c	11.47 c	18.52 c	31.22 c	52.36 c	55.44 c
ANDEVA	ns	*	**	*	**	**	**
% C.V.	8.60	6.37	8.86	13.27	11.29	11.04	9.06

GAALT = Gallinaza alta

GAMED = Gallinaza media

ESTALT = Estiércol alto

ESTMED = Estiércol medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

FMMED = Fertilizante mineral medio

TEST = Testigo

% C.V. = Coeficiente de variación

dds = días después de la siembra

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

4.3 Promedio de hojas por planta

Las hojas varían en cuanto a tamaño, color y pilosidad. Esta variación está relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1997).

Un manejo adecuado de fertilización en el crecimiento del cultivo durante la etapa vegetativa se manifiesta en un cambio significativo del rendimiento final debido a sus efectos en la formación del follaje (Lafitte, 1988).

De acuerdo a los datos reflejados en la Tabla 13, el ANDEVA realizado para la variable promedio de hojas no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados a los 15, 50 y 57 dds, sin embargo, se obtuvo el mayor promedio de hojas en los tratamientos con fertilizante orgánico (gallinaza dosis media) a los 15 y 50 dds y gallinaza dosis alta a los 57 dds; pero sí hubieron diferencias significativas a los 36 dds, ocupando el mayor promedio de hojas por planta el tratamiento con fertilizante orgánico (gallinaza dosis alta) y el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta.

Por otra parte, el análisis estadístico muestra un efecto altamente significativo a los 22, 29 y 43 dds, obteniendo el mayor promedio de hojas el tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico (gallinaza dosis alta) a los 22 y 29 dds, seguido por el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta, en cambio a los 43 dds el tratamiento con gallinaza dosis media superó a todos los tratamientos. Hay que señalar que todos los tratamientos superaron al tratamiento testigo el que obtuvo el menor promedio de hojas por planta en todo el ciclo del cultivo, lo cual ratifica la respuesta de esta variable a los tratamientos.

El período transcurrido desde la aplicación de gallinaza hasta los 22 dds del cultivo, es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrientes que puede coincidir con el período de mayor demanda de nutrientes, lo cual permite obtener mayor promedio de hojas por planta en comparación con los demás tratamientos.

La no significancia a los 15 dds se debe a que es a partir de esta etapa en que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y otras hojas trifoliadas (Somarriva, 1997). Por otra parte, la no significancia a los 50 y 57 dds está determinada por la edad de la hoja, es decir, de esta edad, al parecer los tratamientos no manifiestan diferencias. A pesar que no hubo diferencias significativas en general la gallinaza

es la que manifiesta el mayor promedio de hojas lo que significa que todavía hay un aporte de nutrientes por parte de la gallinaza a los 50 y 57 días después de aplicada.

Tabla 13. Comportamiento del promedio de hojas por planta en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo. "La Compañía", San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	15dds	22dds	29dds	36dds	43dds	50dds	57dds
GAALT	2.70 a	4.32 a	7.17 a	11.37 a	17.93 ab	20.50 a	25.90 a
GAMED	3.03 a	3.86 ab	5.90 b	11.02 a	18.80 a	22.53 a	24.92 a
ESTALT	2.78 a	3.67 b	4.98 bc	9.33 b	15.62 b	22.10 a	22.03 a
ESTMED	2.50 a	3.37 c	5.25 bc	9.30 b	15.23 b	20.22 a	22.98 a
FMALT	2.73 a	4.20 a	6.65 ab	11.37 a	18.12 ab	22.48 a	21.30 a
FMED	2.73 a	3.88 ab	5.95 b	10.10 ab	15.28 b	19.80 a	22.63 a
TEST	2.50 a	3.35 c	4.72 c	8.22 c	12.37 c	19.70 a	20.50 a
ANDEVA	ns	**	**	*	**	ns	ns
%C.V	5.42	2.06	4.40	4.40	3.30	3.80	3.96

GAALT = Gallinaza alta

GAMED = Gallinaza media

ESTALT = Estiércol alto

ESTMED = Estiércol medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

FMED = fertilizante mineral medio

TEST = Testigo

% C.V = Coeficiente de variación

dds = días después de la siembra

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

4.4 Area foliar del foliolo central (cm²)

Es una variable de crecimiento del cultivo (Blandón & Arvizú, 1992). Es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas de ahí que la determinación adecuada sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos y desarrollo del cultivo (Vásquez, 1999).

El CIAT (1991), plantea que esta variable es de importancia para la fotosíntesis en la producción de carbohidratos, por ende, aumenta la materia seca y la respiración importante para el crecimiento y liberación de CO₂.

El área foliar es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido en base en algunos parámetros tales como: anchura, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos, índice de área foliar (Rosas, 1998). Además, esta variable va a depender en cuanto su tamaño, de la variedad, la posición de las hojas en cuanto al tallo, la edad y las condiciones ambientales de luz y humedad (Tapia & Camacho, 1988).

El análisis estadístico realizado para la variable área foliar, expresado en la Tabla 14, muestra que a los 15 dds, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, observándose una ligera ventaja en la aplicación de fertilizante orgánico (gallinaza dosis media) y la menor área foliar la obtuvo el tratamiento testigo. Esta tendencia es similar a los resultados obtenidos en las variables altura de plantas y promedio de hojas.

En cambio a los 29, 36 y 43 dds, el análisis estadístico mostró diferencias significativas en donde el tratamiento con fertilizante orgánico (gallinaza dosis alta) obtuvo el mayor área foliar, seguido por el fertilizante mineral dosis alta; sin embargo a los 22, 50 y 57 dds existe un efecto altamente significativo entre los tratamientos evaluados, donde a los 22 dds el mayor área foliar lo obtuvo el tratamiento con fertilizante mineral en dosis alta, habiendo un ligero cambio a los 50 dds donde el mayor área foliar fue obtenida por el tratamiento con gallinaza dosis media y a los 57 dds fue la gallinaza dosis alta, seguido por el tratamiento con fertilizante mineral dosis media; hay que mencionar que todos los tratamientos superan al testigo el cual ocupa el último lugar a lo largo del ciclo del cultivo.

Las diferencias significativas son de suma importancia por lo que, el desarrollo del área foliar es criterio fitotécnico muy importante puesto que en muchos casos es un indicador del buen desarrollo del cultivo, también es un indicador de la captación de la radiación fotosintética, la cual permite la traslocación de foto asimilados al grano (Acosta, 1985). El mismo autor en uno de sus ensayos plantea que las variedades mejoradas además de haberse generado en ambientes específicos, se caracterizan por tener hojas con mayor desarrollo y otras características que hacen que estos tengan un buen aspecto general, es decir que éstas presentan un mayor área foliar.

Estos resultados obedecen a que incrementando el aporte de nitrógeno en el cultivo del frijol se produce un aumento de compuestos solubles y proteínas, al mismo tiempo, el aumento del contenido proteico, las hojas crecen más y se aumenta la superficie del área foliar y con ello la capacidad para incrementar la fotosíntesis. A su vez, esto produce mayor desarrollo radicular, más materia seca y rendimiento más elevado (Wild, 1992). Por lo tanto, el valor más alto del área foliar es necesario para que el cultivo tenga una mayor fotosíntesis durante el período

productivo y, por tanto, mayor capacidad de producción de fotosintatos, los cuales forman nuevas estructuras y en la etapa de formación del fruto emigren hacia el grano para incrementar su peso (Vásquez, 1999).

El CIAT (1995), señala que con deficiencias de fósforo en el cultivo del frijol el desarrollo radicular es pobre y el tamaño de las hojas se reducen, aunque el color verde se hace más intenso, el tallo es débil, se retrasa la floración, escaso número de vainas por plantas y granos por vaina por lo que afecta el rendimiento.

Arzola *et al.* (1982), plantean que por la importante función que desempeña el nitrógeno, al haber una insuficiencia de este elemento se reducen las dimensiones del área foliar. Esta insuficiencia se producen como parte del crecimiento y desarrollo, presentándose luego la senectud de la hoja, adquiriendo un color amarillo pronunciado en las hojas viejas porque sus proteínas se descomponen incluyendo la de los cloroplastos para traslocar el nitrógeno a las jóvenes, lo que trae como consecuencias la desaparición de la clorofila.

Tabla 14. Comportamiento del área foliar en las diferentes etapas del cultivo de frijol. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	15dds	22dds	29dds	36dds	43dds	50dds	57dds
GAALT	7.59 a	32.52 a	52.73 a	57.21 a	59.40 a	55.73 a	52.47 a
GAMED	8.86 a	30.70 a	46.46 b	52.48 ab	58.82 a	56.96 a	48.24 ab
ESTALT	8.07 a	18.90 c	43.46 b	50.64 b	54.27 ab	51.88 ab	51.10 a
ESTMED	7.33 a	22.83 b	43.05 b	45.17 bc	49.09 b	44.27 c	45.90 b
FMALT	8.38 a	32.77 a	50.33 ab	54.22 ab	58.69 a	52.35 ab	49.64 ab
FMMED	7.56 a	23.92 b	49.59 ab	49.61 b	52.34 b	48.66 b	51.28 a
TEST	5.08 a	17.98 c	39.90 c	40.92 c	46.24 c	43.27 c	36.79 c
ANDEVA	ns	**	*	*	*	**	**
%C.V	22.71	17.75	10.86	12.11	10.80	7.34	7.95

GAALT = Gallinaza alta

GAMED = Gallinaza media

ESTALT = Estiércol alto

ESTMED = Estiércol medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

FMMED = Fertilizante mineral medio

TEST = Testigo

% C. V = Coeficiente de variación

dds = días después de la siembra

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

4.5 Promedio de ramas por planta

La variable ramas por planta es un componente importante en la productividad del cultivo al incidir directamente en el número de vainas por planta y por consiguiente en el número de

granos por vaina (Tapia, 1987) que van reflejados en los rendimientos. El tipo de ramificación, el número y longitud de ramas depende de factores como el genotipo y condiciones del cultivo (Somarriba, 1997).

Según Tapia (1987), citado por Jiménez (1996), reporta un rango de 2-4 ramas por plantas y CNIA (1995), reporta un rango de 2.4 ramas por planta para la variedad DOR-364. En las condiciones del experimento se obtuvieron resultados dentro de este rango.

Los resultados reflejados en la Tabla 15, muestran que los tratamientos en estudio no ejercieron efectos significativos para la variable promedio de ramas por planta, sin embargo, existen diferencias numéricas, obteniendo mayor promedio de ramas cuando se aplicó fertilizante orgánico (estiércol dosis alto), seguido por el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta, y el menor promedio de ramas por planta lo obtuvo el tratamiento testigo.

Estos resultados reafirman la opinión de algunos autores que plantean que el efecto no significativo de la fertilización en el promedio de ramas por planta atiende más a características genéticas del cultivo y no específicamente a la nutrición, si no a la información genética que la variedad DOR-364 contiene. Según Somarriba (1997), plantea que en la etapa vegetativa (v_4) las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como ramas y que el tipo de ramificación, el número y longitud de ramas dependen de factores como genotipo.

4.6 Altura de inserción de la primera vaina (cm)

Esta variable es importante sobre todo para sistemas de producción mecanizada, ya que la cosecha se localiza en un sólo estrato con posición de vainas bien arriba de la superficie del suelo, además que hay uniformidad en la madurez y secado de las vainas. Por otro lado, incide en mayor o menor pudrición de vainas, ya que cuando éstas entran en contacto con el suelo, facilitan en caso de pudrición por exceso de humedad se propague rápidamente a las vainas superiores (Tapia, 1987).

En la Tabla 15, las observaciones realizadas en la variable altura de inserción de la primera vaina, el ANDEVA presenta diferencias altamente significativas, obteniendo la mayor altura el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta, seguido por el tratamiento con gallinaza dosis alta y el testigo obteniendo la menor altura de inserción.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Solórzano & Robleto (1994), citado por Jiménez (1996). Estos plantean que la altura de inserción de las primeras vainas en frijol común, debe ser como un mínimo de 10 cm. Sin embargo, CNIA (1995), reporta para la variedad DOR 364 una altura de inserción de vainas de 14 cm, esto en condiciones de manejo óptimas del cultivo.

4.7 Promedio de vainas por planta

El número de vainas por planta es determinado por los factores ambientales en la época de floración (temperatura, viento y agua) y por el estado nutricional en la fase de formación de vainas y granos “ Efecto de competencia” y siempre está relacionado con el rendimiento (Mezquita, 1973).

El número de vainas por planta está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987). Sin embargo, un mayor número de vainas por planta puede provocar reducción en el número de granos por vainas, peso en los granos y, por lo tanto, reducir el rendimiento. Además, se menciona que el número de vainas por planta es uno de los parámetros que mayor relación tiene con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta.

El número de vainas por planta es un componente cuantitativo del rendimiento y que difiere entre las variedades por ser poligénicos (White, 1985).

Un óptimo contenido de nutrientes y de abono en la solución del suelo permite que el vegetal tenga mayor disponibilidad de otros elementos que facilitan que la planta pueda tener una mejor fructificación, que en caso del frijol común, significa un buen rendimiento (Jiménez, 1996).

Como se puede apreciar en la Tabla 15, los resultados indican que existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados en cuanto al promedio de vainas por plantas, la fertilización orgánica (gallinaza) en ambas aplicaciones obtuvo el mayor promedio de vainas por planta; seguido por el fertilizante mineral dosis medio, y obteniendo el menor promedio de vainas por planta el tratamiento testigo.

Al parecer este comportamiento se debe a que la formación de vainas es una de las etapas donde existe mayor demanda de nutrientes por parte del cultivo, siendo aún mayor las demandas de fósforo elemento esencial en las etapas reproductivas del frijol (López & Schoonhoven, 1985). De tal forma, la gallinaza es un fertilizante orgánico que su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (Restrepo, 1998).

4.8 Promedio de granos por vaina

Los granos por vaina es una variable determinada por su característica genética propia de cada variedad que varían con las condiciones ambientales existente de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente (Bonilla, 1990).

Valverde (1986), igual a Bonilla (1990), estableció que granos por vainas es un componente heredable y se toma como indicador la poca influencia que ejerce el ambiente.

El número de granos por vaina siempre se asocia con el rendimiento (Mezquita, 1973; citado por Zapata & Orozco, 1991 y Guerra & Guerrero, 1995).

Tapia (1987), afirma que el rendimiento del frijol común varía según el ciclo, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso del grano.

Los resultados reflejados en la Tabla 15, indican que el análisis de varianza, no ejerce efectos significativos en la variable promedio de granos por vaina, sin embargo, se obtuvo el mayor

promedio de granos por vaina en el tratamiento con fertilizante orgánico (gallinaza dosis media), seguido por el tratamiento con gallinaza dosis alta y el tratamiento con estiércol en dosis alto obtuvo el menor promedio de granos por vaina superado por el testigo. Este comportamiento en el cultivo, atiende más a características genotípicas y no a la nutrición. Esto quiere decir que depende de la información genética contenida en la variedad DOR-364 por ser esta una variedad mejorada. A pesar de los resultados obtenidos no se puede afirmar que el rendimiento sea dependiente del número de granos por vaina. Es posible que esta variable influya en el aumento o disminución del rendimiento como afirma Díaz (1991).

Una de las condiciones ambientales de mayor influencia es el agua distribuida a través de todo el ciclo productivo en donde su máximo consumo diario ocurre durante el llenado de grano en las vainas llegando hasta 8mm/día. Estas necesidades son mayores en época seca y en regiones de temperaturas altas (Rosas, 1998). En el caso de presentarse disminución en la distribución de agua, produce una reducción en la captación de macronutrientes en especial del fósforo y del nitrógeno en la etapa de llenado de grano; esto se va a ver reflejado en una menor cantidad de granos por vaina (Aguilar & Altamirano, 2001). El fósforo interviene en el proceso de germinación, formación de raíces y calidad de la semilla (Somarriba, 1997).

Los resultados obtenidos en este experimento están un poco por debajo de los promedios que según Jiménez (1996), reporta para la variedad DOR-364 un promedio de 6 granos por vaina, coincidiendo con CNIA (1995), que reporta también un promedio de 6 granos por vaina. Por otro lado, estos resultados no concuerdan con los de Aguilar & Altamirano (2001), quienes demuestran a través de sus datos diferencias significativas, sobresaliendo la fertilización mineral.

4.9 Peso de cien granos en gramos (g)

El peso del grano es una característica controlada por un gran número de factores genéticos (Vernetti, 1983; citado por Guerra & Guerrero, 1995).

Este parámetro demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco, 1991).

Tapia *et al.*, (1989), citado por Guerra & Guerrero (1995), señalan que esta variable es importante en la relación peso-volumen y que es un carácter genético influenciado por las condiciones ambientales.

Se puede observar en la Tabla 15, que el ANDEVA muestra efectos altamente significativos entre los tratamientos evaluados para la variable peso de cien granos, donde el mayor promedio se obtuvo al hacer uso de fertilizante mineral en ambas aplicaciones; seguido por la fertilización orgánica (estiércol dosis alto, gallinaza dosis media); respectivamente le siguen los tratamientos con estiércol dosis medio, gallinaza dosis alta y por último está el tratamiento testigo. Como se puede observar en la Tabla 15, que los tratamientos con fertilizante orgánico (gallinaza) en ambas dosis, tiene el mayor número de vainas por planta y número de granos por vaina. Sin embargo, presenta menor peso de cien granos en comparación con los tratamientos con fertilizante mineral. Esto coincide con Tapia (1987), al afirmar que un mayor número de vainas por planta puede provocar reducción en el número de granos por vaina, peso en los granos y por lo tanto reducir el rendimiento.

Marín (1994), señala que el peso de cien granos para la variedad DOR-364 es de 21.0 g, mostrando estos parámetros una similitud a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, realizado en postrera (2001), en la estación experimental "La Compañía", San Marcos, Carazo.

4.10 Rendimiento en kg/ha

El rendimiento determina la eficacia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que éstas tengan (Tapia & Camacho, 1988). Por tanto, Campton (1985), afirma que el rendimiento del grano es influenciado por factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea.

El rendimiento del frijol es un componente determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación (Blandón & Arvizú, 1992).

Davis (1985), plantea que el rendimiento es un carácter cuantitativo que está controlado por varios genes.

Avelares (1992), indica que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otros actúan en forma contraria compensándolo, por lo cual se vuelve difícil predecir que la reducción de un componente afectará en esa misma vía el rendimiento, en base a lo anterior se puede reafirmar que el rendimiento no solamente depende de uno de esos componentes, sino que existe relación entre ellos (Cerrato, 1992).

Se puede observar en Tabla 15, que el análisis estadístico para variable rendimiento presentó diferencias altamente significativas, siendo el fertilizante mineral en ambas aplicaciones, el que generó los mayores rendimientos en el cultivo (2845.54 y 2606.06 kg/ha), seguido por el fertilizante orgánico (gallinaza) con rendimientos que oscilan entre 2508.54 y 2472.60 kg/ha, posteriormente le sigue el fertilizante orgánico (estiércol) alcanzando rendimientos de 2415.85 y 2132.53 kg/ha y el menor rendimiento fue obtenido por el tratamiento testigo con 1804.65 kg/ha.

Estos resultados obtenidos en el experimento donde el fertilizante mineral reflejó los mayores rendimientos se debe a que por razones de solubilidad, el fertilizante mineral estuvo con mayor eficacia y disponible para el cultivo en comparación con el fertilizante orgánico debido a que es el primer año que se aplica este fertilizante orgánico. Somarriba (1997), plantea que para lograr beneficios en la producción de frijol, resultado de la aplicación de fertilizante es conveniente considerar el momento de la aplicación, ya que el frijol tiene un ciclo vegetativo corto en comparación con otros cultivos, por tanto la aplicación del fertilizante debe hacerse en el momento oportuno.

Sin embargo, se debe mencionar que el rendimiento obtenido por el cultivo al cual se le suministró fertilizante orgánico (gallinaza), superó los rendimientos alcanzados por Aguilar & Altamirano (2001), que llegaron a 591.77 kg/ha al parecer la gallinaza mostró proporcionar suficientes nutrientes para el cultivo; así como también superó la aplicación de fertilizante mineral la cual alcanzó rendimiento de 1075.49 kg/ha, obtenidos en Ticuantepe.

Los fertilizantes orgánicos aportan diferentes cantidades de nitrógeno y fósforo así como pequeñas cantidades de potasio y elementos menores en una proporción menor que la aportada por los fertilizantes minerales, sin embargo, no sólo debe verse como aportadora de elementos nutritivos asimilables, sino, además, como compuesto de una acción multifacética que actúa directamente en el mejoramiento de los suelos.

Vieira (1999), afirma que el fertilizante orgánico (gallinaza) se ve retardado en su proceso de degradación de los nutrientes por diferentes procesos que en el suelo ocurren (fijación, lixiviación, etc.) los cuales disminuyen la asimilación de nutrientes por las plantas y por consiguiente el rendimiento del cultivo.

Morales (1996), indica que en la gallinaza una parte del nitrógeno está disponible inmediatamente a la planta como urea, mientras que el resto se libera lentamente.

Los elementos contenidos en el fertilizante orgánico se mineralizan muy lentamente debido a la fijación de los elementos por parte de los microorganismos, así como también la adsorción de los nutrientes a las paredes de los coloides metálicos, produciéndose compuestos metálicos insolubles para la planta, si bien es cierto esta indisponibilidad de nutrientes se revertirá a favor del cultivo a través del tiempo, disminuye el aprovechamiento de los elementos, generando plantas débiles en comparación a las cuales se les aplicó fertilizante mineral y por ende se reducen los rendimientos en las parcelas abonadas con fertilizante orgánico.

Tabla 15. Comportamiento del promedio de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina (cm), promedio de vainas por planta, promedio de granos por vaina, peso de cien granos en gramos (g) y rendimiento en kg/ha en el cultivo del frijol común. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	PRP	AIV	PVP	PGV	PCG (gr.)	Rdto (kg/ha)
GAALT	2.75 a	15.63 a	11.65 a	5.17 a	21.08 a	2508.54 ab
GAMED	2.70 a	14.40 ab	11.65 a	5.29 a	21.21 a	2472.60 ab
ESTALT	3.10 a	13.86 b	10.75 ab	4.81 a	21.48 a	2415.85 ab
ESTMED	2.65 a	14.27 ab	8.45 b	5.07 a	20.16 ab	2132.53 b
FMALT	2.95 a	15.95 a	10.70 ab	5.15 a	21.61 a	2845.19 a
FMMED	2.65 a	14.34 ab	11.10 a	5.09 a	21.53 a	2606.06 ab
TEST	2.50 a	12.31 c	8.10 b	4.95 a	19.49 b	1804.65 c
ANDEVA	ns	**	*	ns	**	**
% C.V	10.47	7.07	15.44	5.04	3.68	10.44

GAALT = Gallinaza alta

GAMED = Gallinaza media

ESTALT = Estiércol alto

ESTMED = Estiércol medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

FMMED = Fertilizante mineral medio

TEST = Testigo ns = no significativo

* = significativo

PRP = Promedio de ramas por planta

AIV = Altura de inserción de la primera vaina

PVP = Promedio de vainas por planta

PGV = Promedio de granos por vaina

PCG(gr.) = Peso de cien granos en gramos

Rdto (kg) = Rendimiento kilogramos por hectárea

** = altamente significativo

4.11 Análisis económico de los tratamientos evaluados

4.11.1 Análisis de presupuesto parcial

Según el CIMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en campo es calcular los costos que varían con cada tratamiento, en otras palabras los costos relacionados con los insumos, la mano de obra y preparación del suelo que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se le llama Análisis de Presupuesto Parcial.

Los costos totales variables en el presente experimento se determinaron en costo de transporte, costos de aplicación y costos del fertilizante. Los rendimientos fueron ajustados a un 20%, con el fin de comparar el rendimiento experimental con el rendimiento que pueda obtener el productor utilizando la misma técnica.

El rendimiento ajustado fue multiplicado por el precio del producto (US\$ 0.62 por kg), en ese momento el dólar americano estaba oficialmente a 13.84 córdobas por unidad, para obtener el beneficio bruto; al valor obtenido se le restó el total de costos totales para obtener los beneficios netos (Tabla 16).

Los resultados reflejados en la Tabla 16, indican que el análisis de presupuesto parcial en el presente experimento, los mayores costos variables se obtuvieron en los tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico (gallinaza, estiércol). En el análisis de dominancia los mayores beneficios netos se obtuvieron en los tratamientos con fertilizante mineral en ambas aplicaciones.

Tabla 16. Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del frijol común. "La Compañía", San Marcos, Carazo. Postera, 2001.

Tratamiento	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Rdto kg/ha	2508.54	2472.60	2415.85	2132.53	2845.19	2606.06	1804.65
Ajuste 20%	501.708	494.52	483.17	426.506	569.038	521.212	360.93
Rdto ajust.	2006.832	1978.08	1932.68	1706.024	2276.152	2084.848	1443.72
Cost. trans.	20.23	10.12	20.77	10.39	1.08	0.54	0
Cost. aplic.	6.06	3.03	4.98	2.49	3.25	1.63	0
Cost. fert.	30.34	15.17	29.08	14.54	28.18	14.09	0
C. V. T. U \$	56.63	28.32	54.83	27.42	32.51	16.26	0
B. B. U \$	1244.23	1226.40	1198.26	1057.73	1411.21	1292.60	895.10
B. N. U \$	1187.60	1198.08	1143.43	1030.31	1378.70	1276.34	895.10

Rdto = Rendimiento kg/ha

Ajuste = Ajuste 20%

Rdto ajust. = Rendimiento ajustado

Cost. trans. = Costo de transporte

Cost. aplic. = Costo de aplicación

Cost. fert. = Costo de fertilizante

C. V. T. U \$ = Costos Variables Totales

B. B. U \$ = Beneficio Bruto

B. N. U \$ = Beneficio Neto

T₁ = Gallinaza alta

T₂ = Gallinaza media

T₃ = Estiércol alto

T₄ = Estiércol medio

T₅ = Fertilizante mineral alto

T₆ = Fertilizante mineral medio

T₇ = Testigo

4.11.2 Análisis de dominancia

El siguiente paso en el análisis económico es determinar cuáles de los tratamientos han sido dominados y no dominados. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento, cuando tiene mayores costos variables y beneficios menores o iguales al tratamiento en comparación (CIMMYT, 1988).

El análisis de dominancia muestra que existen dos tratamientos no dominados (ND): aplicación de fertilizante mineral dosis media y alta, y cuatro tratamientos dominados: fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol) en ambas dosis de aplicación (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis de dominancia a los resultados evaluados en el experimento. “La Compañía”, San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	Costos variables	Beneficios netos	Dominancia
TEST	0	895.10	
FMMED	16.26	1276.34	ND
ESTMED	27.42	1030.31	D
GAMED	28.32	1198.08	D
FMALT	32.52	1378.70	ND
ESTALT	54.83	1143.43	D
GAALT	56.63	1187.60	D

TEST = Testigo

FMMED = Fertilizante mineral medio

ESTMED = Estiércol medio

GAMED = Gallinaza media

FMALT = Fertilizante mineral alto

ESTALT = Estiércol alto

GAALT = Gallinaza alta

ND = no dominado

D = dominado

4.11.3 Análisis de retorno marginal

El análisis de retorno marginal realizado a los tratamientos no dominados se presentan en la (Tabla 18). El resultado muestra que al cambiar del tratamiento testigo al tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis media se obtiene una tasa de retorno marginal de 2344%, y al pasar de este tratamiento al tratamiento con fertilizante mineral dosis alta se obtiene una tasa de retorno marginal de 629.5%.

Esto significa que al invertir U\$ 16.26 en el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis media se obtiene una ganancia de U\$ 23.44 por cada dólar invertido, y al invertir U\$ 32.52 en el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta genera una ganancia de U\$ 6.29 por cada dólar invertido (Tabla 18).

Desde el punto de vista rentabilidad económica, los resultados muestran que es conveniente el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis media ya que la inversión U\$ 16.26 es recuperada con un beneficio neto de U\$ 1276.34, es decir, que por cada dólar invertido podemos obtener U\$ 23.44 de utilidad neta. Esto en caso de reducir los costos en comparación con el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis alta, cabe señalar que para obtener mejores ingresos económicos, la inversión de dinero mayor en el tratamiento fertilizante mineral dosis alta U\$ 32.52, trae consigo mayores beneficios netos U\$ 1378.70, pero realizando la tasa de retorno marginal del tratamiento esta es mínima U\$ 6.29. Aumentar

los costos de producción aumenta el beneficio neto. El análisis es relativo, pero se obtiene una mejor ganancia en la tasa de retorno marginal en el tratamiento con fertilizante mineral dosis media ya que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de US\$ 23.44.

Los resultados del presente experimento indican que el frijol común variedad DOR-364, obtuvo los mejores beneficios netos desde el punto de vista económico en la tecnología aplicada fertilización mineral dosis media, seguido por el tratamiento con fertilización mineral dosis alta.

En caso de las demás tecnologías evaluadas que se situaron por debajo de los tratamientos anteriores, como fueron los tratamientos con gallinaza, estiércol en las diferentes dosis de aplicación, se debe pensar en una tecnología a largo plazo ya que no resulta económicamente el invertir más en costos de producción para obtener mayores beneficios, ya que es relativo el análisis costo beneficio en los tratamientos evaluados en el presente experimento. En cambio en los tratamientos con fertilizante mineral dosis media y alta se obtuvieron mayores beneficios netos con menos costos variables.

La importancia de implementar la tecnología de la fertilización orgánica como una nueva alternativa en la productividad, radica en que por lo general, los fertilizantes orgánicos son de lenta y continua liberación, equilibrados, bastantes diluidos, y liberan más nutrientes que los que contienen, por medio de la movilización de nutrientes del suelo. En el campo, las raíces tienden a acelerar esa descomposición que, por lo tanto, pueden llegar a cumplirse en unos tres años, en promedio.

Para obtener mejores resultados económicos, como es de esperar, hay que realizar una determinada inversión que pueda generar mayores beneficios, para poder sobrepasar el dinero invertido inicialmente y obtener ganancias superiores a las reflejadas en el presente trabajo experimental (Tabla 18).

El tratamiento que obtuvo el más bajo nivel económico en cuanto a beneficios netos, es el testigo sin ningún tipo de aplicación de fertilizante, igual comportamiento en lo referente a costos variables (Tabla 18).

Tabla 18. Análisis de retorno marginal. "La compañía", San Marcos, Carazo. Postrera, 2001.

Tratamiento	C.V US\$	C. V. M U\$	B. N U\$	B. N. M U\$	T. R. M U\$
TEST	0	-	895.10	-	-
FMMED	16.26	16.26	1276.34	381.24	2344%
FMALT	32.52	16.26	1378.70	102.36	629.5%

TEST = Testigo

FMMED = Fertilizante mineral medio

FMALT = Fertilizante mineral alto

C. V = Costos variables

C. V. M = Costos variables marginales

B. N = Beneficios netos

B. N. M = Beneficios netos marginales

T. R. M = Tasa de retorno marginal

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones en que se desarrolló el experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ❖ Los resultados del análisis estadístico señala que existe un efecto significativo entre los tratamientos evaluados para las variables: altura de plantas a partir de los 22 y 36 dds; promedio de hojas por planta a los 36 dds; área foliar a los 29,36,43 dds y para el promedio de vainas por planta.
- ❖ Por otro lado, el ANDEVA establece que hay un efecto altamente significativo entre los tratamientos evaluados para las variables: altura de planta a partir de los 29, 43, 50 y 57 dds; promedio de hojas por planta a los 22, 29, 43 dds; área foliar a los 22, 50, 57 dds; altura de inserción de la primera vaina; peso de cien granos y rendimiento (kg/ha).
- ❖ El cultivo presenta mejor comportamiento en cuanto a las variables: altura de plantas, promedio de hojas por planta, área foliar, altura de inserción de la primera vaina, en el tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico (gallinaza en dosis alta), seguido por el tratamientos con fertilizante mineral dosis alta.
- ❖ En cambio en la variable promedio de ramás por planta el mayor promedio lo presentó el tratamiento con fertilizante orgánico (estiércol dosis alta); si embargo, en el promedio de vainas por planta y granos por vaina los tratamientos con fertilizante orgánico (gallinaza) en ambas dosis obtuvieron los mejores resultados; en cuanto al peso de cien granos y el rendimiento los resultados fueron favorecidos por el tratamiento con fertilizante mineral en dosis alta, seguido por el tratamiento con dosis media del mismo fertilizante.
- ❖ El mayor rendimiento en kilogramo por hectárea se obtuvo en los tratamientos con fertilizante mineral (completo 18-46-0) en ambas dosis de aplicación, seguido por los

tratamientos con gallinaza, posteriormente los tratamientos con estiércol y por último el testigo que fue superado por todos los tratamiento.

- ❖ El análisis económico muestra que el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis media es el más rentable, seguido por el tratamiento dosis alta del mismo fertilizante.

V1. RECOMENDACIONES

- Darle seguimiento a este estudio para evaluar el comportamiento de las variables de crecimiento y rendimiento para verificar y comparar los resultados, lo que permitirá observar si la fertilización orgánica logra superar a la fertilización mineral a largo plazo.
- Para impulsar y desarrollar la fertilización orgánica en nuestro país, se deben fortalecer los experimentos realizados a través organizaciones interesadas en implementar nuevas alternativas. Para ello es preciso realizar varias acciones a diferentes niveles que permitan utilizar las prácticas de la fertilización orgánica como complemento del desarrollo de la producción que considere a los productores como sujeto del proceso, potenciando sus capacidades.
- Realizar análisis de suelo después de la cosecha para evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos utilizado sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.
- De acuerdo al análisis económico realizado se recomienda la aplicación de 1.5 qq/ha de fertilizante mineral (completo 18-46-0) por ser el tratamiento más rentable.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, D. E. 1985. Crecimiento, Rendimiento y Aprovechamiento de la Energía Solar en Maíz y Frijol en Unicultivo y Asociado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 163 p.
- AGUILAR, V. R. & ALTAMIRANO, J. A. 2001. Efecto de fuentes de fertilizantes (químico, orgánico) y control de malezas sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laderas, Ticuantepe. Postrera, 1999. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua. 48 p.
- AGUILERA, P. M. 1987. Efectos de fuentes y dosis de abonos orgánicos en el cultivo de habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L.) y reacción del suelo. Tesis Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua. 55 p.
- ARZOLA, A. 1984. Efecto de espaciamento entre surco, densidad y control de maleza en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. ISCA-Escuela de Producción Vegetal. UNA. Managua, Nicaragua. 32 p.
- ARZOLA, P. N.; FUNDORA, H. O.; MACHADO, A. J. 1981. Suelo, planta y abonado. Primera edición, editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 461 p.
- ARZOLA, N; FUNDORA, J; MACHADO. 1982. Suelo, Planta y Abonado. La Habana, Cuba. Editorial. Pueblo y Educación. 461 p.
- ARZOLA, P.; FUNDORA, H.; MACHADO, A. 1986. Suelo, planta y abonado. Primera reimpresión, Editorial Pueblo y educación. Habana, Cuba. 460 p.
- AVELARES, J. J. 1992. Evaluación comparativa de 8 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua; Germoplasma. Revista Informativa Anual del REGEN. FAGRO-UNA.
- BLANDON, A. & ARVIZU, N. 1992. Efecto de sistema de labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) soya (*Glycine max* L. Merr). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 66 p.
- BONILLA, J. A. 1990. Efecto de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de sanidad Vegetal. 32 p.

- BUKMAN, H. C. & BRADY, N. C. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. México, D. F. 590 p.
- CAMPTON, L. P. 1985. La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras. Aspectos agronómicos. INISIKM. CIMMYT. México. D. F. 37 p.
- CATASTRO e inventario de recursos naturales de Nicaragua. 1971. Levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua. Parte 2, Descripción de suelos. Volumen 11. Managua, Nicaragua. 591 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1991. Frijol: Investigación y Producción. Editores. Marcelino L, G. & Fernando Fernández. Art. Van Schoonhoven. 22 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1995. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. Cali, Colombia. 220 p.
- CERRATO, J. E. 1992. Evaluación de 16 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colectadas en diversas zonas de Nicaragua, REGEN-UNA, Managua. pp. 47.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente Revisada. México D. F. México: CIMMYT. 78 p.
- CNIA. 1995. Caracterización de siete variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Informe anual del cultivo del frijol. Managua, Nicaragua. INTA-CNIA. 140 p.
- DAVIS, J. H. 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. Investigación y producción. CIAT. XYZ. Editorial Cali, Colombia. 88 p.
- DÍAZ, A. 1991. Frijol, labranza cero versus métodos convencionales. Primer seminario sobre generación y transferencia de tecnología agropecuaria. UNA/FINNIDA. 50p.
- DOMÍNGUEZ, V. A. 1997. Tratado de fertilización. 3ra ed. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 613 p.
- FAO. 1978. Anuario de producción. Roma. Italia. 25 p.
- FAO. 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Fertilizantes y nutrición vegetal. Servicio de fertilizantes y nutrición de las plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. (Roma). No. 9. 198 pp.

- FAO-INTA. 1999. Manejo integrado de fertilidad de los suelos de Nicaragua. INPASA. Managua, Nicaragua. 130 p.
- GARCIA G. C. 1984. Abonos orgánicos. Tomo I. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 1984.
- GOMEZ, O. & MINELLI, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la universidad de Nicaragua. ISCA. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. Pág. 76.
- GUERRA, L. & GUERRERO, L. 1995. Efecto de cuatro niveles de fertilizante sobre el crecimiento y rendimiento de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema de cero labranza. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 41 p.
- HIGA Y PARR, 1995. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura ecológica y sostenible. U. S. Departamento de Agricultura Washington, D. C. U.S.A. 15 P.
- HOLDRIDGE, L. R. 1987. Ecología basada en zona de vida. IICA. Colección de libros y materiales educativos No. 83. 216 pp.
- INETER. 2001. Departamento de estadística de meteorología. Managua, Nicaragua.
- INTA. 1999. Catálogo de variedades mejoradas de granos básicos. Managua, Nicaragua. 11p.
- IZQUIERDO, M. 1989. Efecto de diferentes formas de aplicación del fertilizante fosfórico sobre el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y la materia verde de frijol y malezas. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. 29 p.
- JIMÉNEZ, J. 1996. Efectos de labranza y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. 46 p.
- KASS DONAL, C. 1996. Fertilidad de suelos. Primera edición, San José Costa Rica. Editora EUNED. 272 p.
- LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA. 2001. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- LABRADOR, M. J. 1996. La materia orgánica de los agro ecosistemas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 p.

- LAFITTE, H. R. 1988. CIMMYT. Efecto de la labranza mínima en el crecimiento y rendimiento del maíz. 163 p.
- LAMPKIN, N. 1998. Agricultura ecológica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona. México.
- LOPEZ, M. F. & A. SCHOONHOVEN. 1985. Frijol: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Colombia. 419 p.
- MAGFOR. 1998/1999. Agricultura y desarrollo, evaluación del ciclo agrícola. 9 p.
- MARIN, V. 1994. Insolation of improved lines from eight local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nicaragua. Swidish Universite of Agricultural Sciences. Uppsala. 19 p.
- MEZQUITA, B. E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis. MSc. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México. 33 p.
- MORALES, M. J. 1996. Conservación de suelos y agua. Tramedia especial. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 154 p.
- Muñoz *et al.*, 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. ISBN 958-9183-27. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia.
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1982. Manual de fertilizantes. 2da. Edición, Editorial Limusa. México, D. F.
- PASTOR, M. J. 1990. Suelos y Agroquímica. Pueblo y Educación. Playa, Ciudad de La Habana. VI. 224 p.
- QUINTANA, J.; LLANO, A.; H. TAPIA & D. PELAES. 1983. Rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua. SEREC. 127 p.
- QUINTANA, B. O.; BLANDON, J.; FLORES, A.; MAYORGA, E. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA) y consultora Profesional Indígena. (INDOCONSUL S. A.). Managua, Nicaragua.
- RESTREPO, R. J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. Aportes y Recomendaciones. Cali, Colombia.
- REYES, J. 1992. Historia de la protección del maíz. En memoria del simposio Internacional de Sanidad Vegetal. ESAVE/UNA: Managua, Nicaragua. 47 p.

- ROSAS, J. C. 1998. El cultivo del frijol común en América Latina. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.
- SALMERON, F. & GARCIA, L. 1994. Fertilidad y fertilización de suelos, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141 p.
- SOLÓRZANO, A. & ROBLETO, M. 1994. Efecto de sistema de labranza, rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L. Merrill). Tesis Ing. Agr. EPV, UNA. Managua, Nicaragua. 92 p.
- SOMARRIBA, C. 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 191 p.
- TALAVERA S, F. T. 1989. Assesment of the impacts of Pand N fertilizer on common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in a volcanic soil in pot and field experiments. Swedish University of Agricultural Sciences, Upssala (Suecia). Tesis (Mag. Sc.). 81 p.
- TAPIA, H. B. 1987. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Dirección de Investigación y Post-grado (DIEP). Managua, Nicaragua. 20 p.
- TAPIA, H. 1987. Variedades mejoradas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. con grano rojo para Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Dirección de Investigación y post-grado (DIP). 26 p.
- TAPIA, H. & CAMACHO, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Eschon. 188 p.
- TAPIA, H.; CAMACHO, A.; OCON, I. & JIMÉNEZ, M. 1989. Manejo fitosanitario integrado para la producción del frijol común. Compendio de resúmenes de la xxx reunión anual. San Pedro Sula, Honduras. pp. 46-52.
- VALENTE, M. J. & RODRÍGUEZ, O. L. 1991. Programa de fertilización en Nicaragua. Programa Nacional de suelos. Managua, Nicaragua. 16 p.
- VALVERDE, A. B. 1986. Métodos de control de malezas. Principios básicos sobre el manejo de las malezas. Escuela de Agricultura panamericana. 182 p.
- VASQUEZ, H. V. 1999. Índice de área foliar, acumulación de materia seca y rendimiento de grano de maíz bajo tres condiciones de agua en el suelo. Trabajo de Diploma. Cuahuila, México. 53 p.
- VERNETTI, F. 1983. Genética y mejoramiento. Fundacao corgill. Brasil. Vol. 2.

- VIEIRA, M. J. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de laderas. El Salvador. 136 p.
- VIVANCOS, A. 1997. Tratado de fertilización. 3 edición revisada y ampliada. No. 187 p.
- WHITE, J. W. 1985. Conceptos básicos de fisiología de frijol, investigación y producción. CIAT, Primera edición, Cali, Colombia. 43-60 p.
- WILD, A. 1992. Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Primera edición, ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 765 p.
- YAGODIN, A. 1982. Agroquímica II. Editorial Moscú. Traducido al español, Editorial Mir. 1986. 120 p.
- YAGODIN, B.; SMIRNOV, P.; PETERBURGSKI, A. 1986. Agroquímica I y II. Editorial Mir, Moscú. 416 p.
- ZAPATA M, L. A. & OROZCO, P. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. 49 p.