



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE FERTILIZANTES (GALLINAZA, ESTIÉRCOL VACUNO Y UN FERTILIZANTE MINERAL), SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CULTIVO DE FRÍJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD DOR-364, LA COMPAÑÍA SAN MARCOS CARAZO PRIMERA, 2002**

**AUTORES:**

Br. WILBER ADAN MONTENEGRO PINEDA  
Br. JOSE LUIS PARAJÓN LOREDO

**ASESORES:**

MSc. FRANCISCO SALMERON MIRANDA  
ING. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS  
ING. ROBERTO LARIOS

MANAGUA, NICARAGUA  
MARZO, 2004

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Sección</b>	<b>Página</b>
Indice de Contenido		i
Indice de Tablas		iii
Indice de Figuras		iv
Dedicatorias		v
Agradecimiento		vii
Resumen		viii
<b>I.</b>	<b>Introducción</b>	1
<b>II.</b>	<b>Objetivos</b>	3
<b>III.</b>	<b>Hipótesis</b>	4
<b>IV.</b>	<b>Revisión de literatura</b>	5
4.1	El cultivo del fríjol	5
4.1.1	Requerimientos edafoclimáticos	5
4.1.2	Características agronómicas de la variedad DOR-364	6
4.2	El suelo	7
4.3	El humus	8
4.4	Importancia de los nutrimentos para las plantas	8
4.4.1	Nitrógeno	8
4.4.1.1	Dinámica del nitrógeno en el suelo	9
4.4.2	El fósforo	9
4.4.3	El Potasio	11
4.5	Agricultura convencional	12
4.5.1	Fertilización química o mineral	12
4.6	Agricultura orgánica	12
4.6.1	Abonos orgánicos	13
4.6.2	Estiércol	14
4.6.2.1	Estiércol vacuno	15
4.6.3	Gallinaza	15
<b>V.</b>	<b>Materiales y métodos</b>	17
5.1	Localización del ensayo	17
5.2	Antecedentes del área experimental	18
5.3	Tipo de suelo	18
5.4	Descripción de la parcela experimental	18
5.5	Descripción de los tratamientos	19
5.6	Manejo agronómico	20
5.6.1	Preparación del suelo	20
5.6.2	Siembra	20
5.6.3	Aplicación de fertilizantes	20
5.6.4	Control de malezas	20
5.6.5	Control de plagas y enfermedades	21
5.6.6	Cosecha	21
5.7	Variables evaluadas en el ensayo	21

5.7.1	Variables de crecimiento y desarrollo	21
5.7.1.1	Altura de planta (cm)	21
5.7.1.2	Número de hojas por planta	22
5.7.1.3	Area foliar (cm <sup>2</sup> )	22
5.7.2	Variables de rendimiento	22
5.7.2.1	Número de vainas por planta	22
5.7.2.2	Número de granos por vaina	22
5.7.2.3	Peso de 100 granos (g)	22
5.7.2.4	Rendimiento del grano (kg/ha)	23
5.8	Análisis estadístico	23
5.9	Análisis económico	23
<b>VI.</b>	<b>Resultados y discusión</b>	<b>25</b>
6.1	Altura de plantas (cm)	25
6.2	Promedio de hojas por planta	26
6.3	Área foliar del folíolo central (cm <sup>2</sup> )	28
6.4	Promedio de vainas por planta	29
6.5	Promedio de granos por vaina	30
6.6	Peso de 100 granos (g)	31
6.7	Rendimiento en kg/ha	31
6.8	Análisis económico de los tratamientos evaluados	33
6.8.1	Presupuesto parcial	33
6.8.2	Análisis de dominancia	35
6.8.3	Análisis de retorno marginal	35
<b>VII.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>38</b>
<b>VIII.</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>41</b>
<b>IX.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>42</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>N° Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1.	Condiciones agro ecológicas optimas para el cultivo del fríjol	5
2.	Características agronómicas de la variedad DOR-364	6
3.	Exigencias minerales del cultivo de fríjol	7
4.	Composición del estiércol de corral (%)	15
5.	Composición de la gallinaza aves ponedoras (%)	16
6.	Algunas características químicas de los suelos de ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	18
7.	Dimensiones del ensayo ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	19
8.	Descripción de los tratamientos en estudio	19
9.	Comportamiento de altura de plantas (cm), en diferentes etapas de crecimiento del cultivo ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	26
10.	Comportamiento del promedio de hojas por planta en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo, ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	27
11.	Área foliar del folíolo central en cm <sup>2</sup> en diferentes etapas de crecimiento de la planta ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	29
12.	Componentes del rendimiento ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	33
13.	Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los distintos tratamientos evaluados en el cultivo del fríjol común expresados en dólares ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	34
14.	Análisis de dominancia de los resultados evaluados en el experimento, ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	35
15.	Análisis de retorno marginal ``La Compañía, San Marcos Carazo, Primera 2002	37

## INDICE DE FIGURAS

<b>Nº Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Temperatura (C°), precipitación (mm) y humedad relativa (%) en la zona de estudio 2002.	17

## **DEDICATORIA**

Dedico la culminación de mi trabajo de diploma, a aquellas personas especiales que han sido mi eje y punto de apoyo para coronar mis estudios.

A mi madre: Nora Pineda Hernández por ser fuente de amor e inspiración en mi vida por cada día de su vida que entregó a mí y a mis hermanos.

A mi pequeña familia: por llenar de bendición y alegría mi vida, mi esposa Mariamne Palacios Morales y nuestra hija Jazzia Alejandra Montenegro Palacios. A una persona muy especial por confiar en mí y darme su apoyo sin el cual no hubiese sido posible coronar mi carrera, al Sr. José Vidal Blandón Picado.

A mis hermanos: que de una u otra forma me ayudaron durante todo este tiempo en especial a Fanny Nereyda y Norman Guadalupe y una mención especial a mi primo Gustavo Picado por instarme a luchar por mi realización profesional.

Wilber Adán Montenegro Pineda.

## DEDICATORIA

A Dios: Ser Supremo por haberme dado el don de la vida, sabiduría y fuerza para lograr finalizar una de mis metas propuestas, guiándome siempre por el buen camino, manteniendo en mí el espíritu de lucha para vencer los obstáculos, desafiar los peligros y momentos difíciles que se me presentaron en el transcurso de estos cinco años. Gracias, Dios omnipotente, por haberme brindado la oportunidad de realizar este sueño.

A mis padres: Aquiles Parajón Rizo y Fátima Loredó López que con amor, cariño, empeño y sacrificio se esforzaron brindándome lo básico e indispensable para lograr culminar mi carrera. De esta manera agradecerles de todo corazón, sus consejos y el sacrificio que hicieron por mí. Gracias por ser los mejores padres del mundo, me enorgullece ser su hijo.

A mis abuelos: José Miguel Loredó Rugama y Orbelina Rizo (q.e.p.d.), que de estar con vida se sentirían muy orgullosos de poder compartir este momento, pero estoy seguro que allá en el cielo donde se encuentran están felices y gozosos. Los añoro abuelitos. A mí abuelita: Juanita Loredó López que gracias a Dios la tengo con vida ya que como mi madre me apoyó tanto económica como moralmente sobre todo con su única y exclusiva atención.

A mis hermanos: Carolina, Elsa María, Aquiles y Norvin Parajón Loredó, que de alguna manera contribuyeron, apoyándome para seguir adelante y poder lograr este sueño.

A mi primer sobrino: Josecarlo Tórrez Parajón, que ha sido motivo de inspiración, motivación y ternura para llegar a culminar este trabajo.

José Luis Parajón Loredó.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, nuestro creador por sobre todas las cosas, a nuestra casa de estudios y sus profesores, a nuestros asesores MSc. Francisco Salmerón Miranda, Ing. Miguel Jerónimo Ríos e Ing. Roberto Larios por confiar en nuestra capacidad y por guiarnos durante la realización de este trabajo.

Agradecemos muy especialmente al programa de becas por su apoyo durante estos cinco años en especial a la Lic. Marina Solórzano, también agradecemos al personal del CENIDA por su colaboración y un grato y eterno agradecimiento a los ausentes, todas aquellas personas que de una u otra forma fueron partícipes de este logro.



## RESUMEN

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en el departamento de Carazo en el Centro Experimental La Compañía que se ubica en el km 45 de la carretera San Marcos Masatepe; el ensayo se efectuó en la época de primera del año 2002, cabe mencionar que esta zona es apta para la producción de granos básicos, la variedad utilizada es recomendada para sembrarse en esta zona. El experimento se llevó a cabo con el propósito de comparar en el cultivo del frijón común; el efecto de la aplicación de abonos orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) con relación a la fertilización mineral recomendada para este cultivo evaluando su comportamiento agronómico y económico. Las dosis de abonos orgánicos utilizadas se basaron en estudios realizados en este centro experimental, en donde se tomó la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup>. En tanto para la fertilización mineral se utilizó la dosis recomendada por el INTA para este cultivo, 2 quintales de la fórmula 18-46-00 siendo este un fertilizante binario, todas las dosis fueron duplicadas y utilizadas como dosis alta. Las parcelas experimentales ocuparon un área de 20 m<sup>2</sup> en la cual se estableció el cultivo utilizando la variedad DOR 364; el diseño experimental fue un BCA integrado por 7 tratamientos con 4 repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables: variables de crecimiento integradas por altura de planta, número de hojas por planta, área foliar. Así como de rendimiento integradas por número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de cien granos (g) y rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>). Los resultados se sometieron a análisis estadístico de varianza bajo el comparador Tukey con un 95 % de confiabilidad, bajo los programas estadísticos MINITAB y SAS. Además los datos fueron sometidos a un análisis económico de presupuesto parcial (CIMMYT 1988). Los mejores resultados en cuanto al rendimiento favorecieron a los fertilizantes orgánicos Gallinaza dosis alta y media. Los tratamientos con mayores beneficios económicos fueron los utilizados con fertilizantes minerales en dosis media y alta, seguido del tratamiento con fertilizantes orgánicos.

## I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), pertenece a la familia de las leguminosas, grupo de las Papilionáceas y debido a su distribución en los cinco continentes es considerado uno de los más importantes en la dieta alimenticia después del maíz por su alto contenido nutritivo (Somarriba, 1998).

El valor nutricional de este valioso grano supera al de muchos alimentos incluyendo a los huevos y la carne de res con un 22.1% de proteínas, 1.7% de grasa, 61.4% de carbohidratos y 341 calorías.

A nivel mundial se estima para elevar los rendimientos una distribución del cultivo en 27, 500,000 hectáreas con una producción de 19, 000,000 de toneladas y un rendimiento medio de 680 kg/ha. En Nicaragua actualmente la producción de frijol asciende a una superficie cosechada de 148,000 ha con un rendimiento promedio de 696 kg/ha, tomando en consideración el área de siembra en años anteriores que promediaba entre las 58, 667 y las 103, 985 ha (83,500 y 150,000 mz) de las 702, 600 ha (1, 000,000 de mz) apropiadas para este cultivo. Por lo tanto es necesario reconocer que en el país se cuenta con un gran potencial de dicho rubro (Veríssimo *et al.*, 2000).

No obstante en las últimas décadas, el sector agrícola nicaragüense ha tenido un desarrollo sustentado en la extensión de la superficie más que en la intensificación de la producción. La constante ampliación de la frontera agrícola ha permitido incorporar nuevas tierras al área cultivada, mientras que los rendimientos han quedado estancados, en particular los del maíz y el frijol que son los cultivos más importantes. El agotamiento del suelo, o sea la extracción excesiva de nutrientes y la disminución de la materia orgánica por debajo de los niveles aconsejables más un uso inapropiado de la tierra ha traído como consecuencia una pérdida del suelo (INTA-FAO, 1999).

Todos sabemos que un suelo degradado no tiene como nutrir a la planta, incluso en el sistema de la agricultura convencional los agricultores tienen problemas ya que en el suelo degradado hay que usar cada vez más fertilizante químico para poder cultivar (Fundación Güilombé, 1994). De esta manera la productividad agrícola reposa más sobre una fertilidad natural de los suelos que sobre un conjunto de prácticas agronómicas tendientes a la intensificación de la producción.

El manejo de la fertilidad de los suelos en Nicaragua, promueve el aumento de la productividad agrícola preservando el medio ambiente en vista de un mejoramiento del nivel de vida de las familias rurales (INTA-FAO, 1999).

El uso de estercoleras y aboneras está generalizado en las regiones de Estelí y Matagalpa. Universidad Campesina UNICAM ha comprobado que el abonamiento del suelo utilizando abono orgánico (compost) y de origen animal (estiércol) es efectivo para mejorar los rendimientos del frijol y hortalizas (Martínez, 1993). En Carazo, "La Compañía" se han realizado estudios acerca de la fertilización orgánica en el cultivo del frijol, los cuales han comprobado que existen significancias al incorporar material orgánico como estiércol vacuno y gallinaza, siendo la última la que ha presentado mejores resultados.

Se considera necesario la implementación de nuevas prácticas que permitan una mejor utilización del suelo y que conlleven a una producción sostenible, debido a que los cultivos ya no proporcionan los rendimientos que satisfagan las necesidades de los agricultores.

Es necesario desarrollar alternativas orgánicas que sean efectivas, sencillas, sanas y económicas, y, además ponerlas a disposición de los productores para que estos puedan conservar adecuadamente sus tierras (Morales, 1996; citado por Fornos & Meza, 2001).

Considerando las razones de la problemática ya mencionada y los pocos estudios realizados sobre abonos orgánicos en frijol se realizó la presente investigación donde se evaluó y comparó tres tipos de fertilizantes: dos orgánicos y un mineral.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Comparar el efecto de la aplicación de abono orgánico en relación a la fertilización mineral recomendada para el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), evaluando su comportamiento agronómico y económico en las condiciones de la finca experimental La Compañía.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar el efecto de la gallinaza, estiércol vacuno y la fórmula mineral (18-46-00) sobre el crecimiento y desarrollo del frijol común.
- Determinar el efecto de la gallinaza, estiércol vacuno y la fórmula mineral (18-46-00) sobre los componentes de rendimiento del grano.
- Calcular la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados en el estudio.

### III. HIPOTESIS

- **H.a:** La aplicación de abonos orgánicos incrementa el rendimiento del frijol común obtenido con fertilización mineral.
- **H.o:** La aplicación de abonos orgánicos no incrementa el rendimiento del frijol común obtenido con fertilización mineral.

## IV. REVISION DE LITERATURA

### 4.1 El cultivo del fríjol

El fríjol es un componente básico en la dieta alimenticia del pueblo nicaragüense, constituyendo no solamente una base energética, sino también base proteica en la alimentación (Rava, 1991).

A pesar de ser la principal fuente de proteína alimenticia del nicaragüense no se visualiza el aumento de su productividad, debido a su marginalidad y al poco uso de prácticas agronómicas avanzadas (Somarriba, 1998).

El fríjol se cultiva en todo el territorio nacional a alturas entre 50 y 1500 metros sobre el nivel del mar y sobre condiciones variables de lluvias (MAG, 1995).

El cultivo del fríjol es una actividad generalizada de pequeños y medianos productores los cuales representan en Nicaragua alrededor del 95% de la tenencia de la tierra (Alemán & Tercero, 1991).

#### 4.1.1 Requerimientos edafoclimáticos

Los requerimientos edafoclimáticos del fríjol se presentan en la siguiente tabla

**Tabla 1. Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo del fríjol**

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

#### 4.1.2 Características agronómicas de la variedad DOR-364

Es una variedad de alto rendimiento y amplia adaptación. Variedad desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) usando como progenitores al DOR-1215 x (RAB 166 x DOR 125).

DOR-364 se adapta a un rango alto de ambientes y suelos aunque se comporta mejor en los suelos francos, deben evitarse los suelos pesados y arcillosos. Tolera altas temperaturas por períodos cortos, es resistente y/o tolerante a enfermedades causadas por hongos y virus. La variedad tiene altos rendimientos y es estable, su porte erecto evita que las vainas entre en contacto con el suelo reduciendo así las pérdidas mejorando la calidad del grano (INTA-USAID-MAGFOR, 2002).

Esta variedad es recomendada para sembrar en la región IV San Marcos, Carazo según (Rava, 1991).

**Tabla 2. Características agronómicas de la variedad DOR-364**

Hábito de crecimiento	Arbustivo guía larga
Días a floración	36-38
Días a madurez fisiológica	75-80
Días a cosecha	80-85
Vainas por planta	12
Semillas por vaina	6
Color del grano	Rojo oscuro
Color de la vaina	Rosado estriado
Floración completa	35-37 días
Forma del grano	Alargado
Rendimiento	25-35 qq/mz
Resistente	Mosaico dorado, M. Común
Tolerante	Mustia hilachosa y bacteriosis
Susceptible	Sequía

Fuente: INTA-USAID-MAGFOR, 2002

Las exigencias minerales del frijol se representan en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Exigencias minerales del cultivo de frijol**

Cultivo	Rendimiento t/ha	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
Frijol	1.5	80	30	60

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

#### 4.2 El suelo

El suelo es la capa superficial meteorizada, que cubre la superficie del globo terrestre, actúa como sostén físico y fisiológico (nutrientes y agua) de las plantas. Está constituido de materiales orgánicos (organismos vivos, residuos vegetales, raíces) y materiales inorgánicos (partículas rocosas, nutrientes, minerales primarios y secundarios), los que caracterizan la parte sólida del suelo, los cuales ocupan vacíos intersticiales (poros) del suelo (INTA-FAO, 2000).

El suelo es fuente de vida, la calidad y el equilibrio del suelo son esenciales para el futuro de la agricultura, a largo plazo la salud humana y animal están ligadas a la salud del suelo. Plantas, animales y seres humanos saludables resultan de un suelo equilibrado y biológicamente sano (García & Trujillo, 1995).

En este contexto la agricultura orgánica busca un estudio más profundo y trata de comprender mejor el mundo microbiológico del suelo como fuente indispensable e inherente de la vida que suministra gratuitamente el combustible milagroso que impulsa los ecosistemas de la tierra (Restrepo, 1998).

Las propiedades del suelo son las determinantes más importantes; así la erosionabilidad varía con la textura, la estabilidad de los agregados, la resistencia al esfuerzo cortante, la capacidad de infiltración y los contenidos minerales y orgánicos (Morgan, 1997).



### **4.3 El Humus**

Se llama humus a las sustancias que resultan de la descomposición de materias orgánicas vegetales bajo la acción del agua, del aire y de los microorganismos del suelo. El humus es como la arcilla, una sustancia aglomerante; es ácido por estar integrado por ácido húmico, que puede combinarse con las bases del suelo para formar sales del ácido húmico ó humatos. El humus se encuentra en el suelo bajo la forma de ácido húmico y de humatos cálcicos insolubles (Guerrero, 1996). Por lo tanto, el humus es la fracción compleja formada por compuestos más o menos estables, difícilmente mineralizables, productos finales de la descomposición del humus bruto (CENTA-FAO-HOLANDA, 2000).

### **4.4 Importancia de los nutrimentos para las plantas**

La fertilización desde hace mucho tiempo ha venido evolucionando, y hasta nuestros días ha cobrado una gran importancia en las prácticas agrícolas y cuya evolución está estrechamente ligada con el incremento de los rendimientos en los cultivos (García, 2001).

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. 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 consiste en aportar y favorecer la disponibilidad de seis elementos macronutrientes: (H, O, C, N, P y K); tres nutrientes secundarios: (Ca, Mg y S) y siete micronutrientes: (B, Cl, Mn, Fe, Cu, Zn y Mo); que suman dieciséis elementos esenciales, de cada uno se estudia el carácter esencial y también su biodisponibilidad (Labrador & Altieri, 2001).

#### **4.4.1 Nitrógeno**

El nitrógeno es el principal de los macroelementos de los abonados, por lo que el agricultor ha de cuidar que la alimentación nitrogenada de la planta sea siempre suficiente (Guerrero, 1996).

El mismo autor hace énfasis en que el nitrógeno se encuentra en el suelo en forma orgánica y en forma mineral. En forma orgánica se encuentra formando humus que contiene alrededor del 5% de nitrógeno. En forma mineral se haya, a su vez, en forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) o en forma nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ). García (2001), afirma que este elemento es absorbido por las plantas como nitrógeno inorgánico ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ).

Según INTA-FAO (1999), el nitrógeno forma parte de la clorofila y participa en la fotosíntesis. Por eso es esencial para la formación de aminoácidos y proteínas. Es responsable en gran medida, del crecimiento y del color verde intenso de las hojas, estimula la formación y el desarrollo de yemas florales y fructíferas y favorece el desarrollo floral de todas las plantas.

#### **4.4.1.1 Dinámica del nitrógeno en el suelo**

La disponibilidad de este elemento en los suelos depende del contenido de materia orgánica. Las deficiencias de nitrógeno se verifican con mayor frecuencia en los suelos degradados por manejos inadecuados y con baja disponibilidad de materia orgánica en condiciones favorables al proceso de mineralización (INTA FAO 1999). Según Talavera (1989) mediante este proceso las formas orgánicas no disponibles de nitrógeno se hacen disponibles para las plantas, se produce a medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica para obtener energía. A medida que la materia orgánica es descompuesta los organismos utilizan parte de la energía liberada más parte de los nutrientes esenciales que se encuentra en la materia orgánica. Una vez que estos no necesitan el exceso el nitrógeno es liberado al suelo para el crecimiento de las plantas.

#### **4.4.2 Fósforo**

El fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas. No existe ningún otro nutriente que pueda sustituirlo. Las plantas deben tener fósforo para completar su ciclo normal de producción (Talavera, 1989). El fósforo tiene una gran influencia en la primera fase de crecimiento de las plantas. La planta se nutre del fósforo acumulado en la semilla, pero cuando se agota esta reserva ha de tomarlo del suelo (Guerrero, 1996).

Una parte del fósforo formará compuestos con el calcio, hierro y aluminio, ya sea su origen, la apatita, fertilizantes, estiércol u otra materia orgánica. Otras fuentes de fósforo incluyen el humus, microorganismos y los cuerpos de insectos y otras formas de vida en descomposición (Talavera, 1989).

Normalmente los suelos suelen contener cantidades suficientes de fósforo. El problema es que muchas veces este fósforo no se encuentra en forma asimilable para las plantas (Labrador & Altieri, 2001).

La carencia de fósforo influye en la disminución de la absorción de nitrógeno. Este elemento es muy poco móvil en el suelo, los iones fosfatos solo son extraídos por las raíces cuando se encuentran a escasos milímetros de distancia. La inmovilidad del fósforo en el suelo hace que sea recomendable la localización de pequeñas cantidades de este, en las proximidades de la semilla al momento de la siembra.

En la materia orgánica, el humus y el ácido fosfórico se combinan formando humo fosfato con lo que se evita la fijación de este elemento en el suelo y lo mantiene en forma fácilmente asimilable para la planta, vemos pues que el humus del suelo es importante en la alimentación fosfórica de la planta (Guerrero, 1996).

El cultivo toma todo el fósforo que necesita de la solución del suelo. De esta manera las principales salidas del ciclo son las exportaciones de fósforo con las cosechas (INTA-FAO, 1999). La solución pasa por una aportación de materia orgánica o simplemente la incorporación de los rastrojos. Los productos de la descomposición de la materia orgánica se combinan con los fosfatos insolubles liberando fósforo asimilable (Labrador & Altieri, 2001).

La planta absorbe el fósforo como ion mono fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), el fosfato permanece en la planta como ion mono fosfato tanto en moléculas inorgánicas como orgánicas. Contrario a lo que ocurre en el suelo el fosfato presenta gran movilidad en el interior de la planta, es

fuertemente distribuido a los órganos aéreos y se concentra en los frutos y semillas (García, 2001).

El fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía (ATP y ADP), la división y el crecimiento de células y otros procesos de la planta. También acelera la maduración, por eso la concentración de este elemento es más alta en la semilla que en cualquier otra parte de la planta (INTA-FAO, 2000).

#### **4.4.3 Potasio**

El potasio es un elemento que se encuentra en cantidades importantes en los suelos que se cultivan de forma intensiva (Labrador & Altieri, 2001). Es un metal alcalino que se encuentra en la mayoría de las rocas y suelos. Es absorbido por las plantas en cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral, exceptuando el nitrógeno y quizás al calcio (García, 2001).

El contenido global de potasio en la capa arable de los suelos es de 5 a 50 veces mayor que el nitrógeno y de 8 a 40 veces mayor que el fósforo. Por consiguiente, los suelos, por regla general tienen muchas mayores reservas de potasio que de nitrógeno y fósforo (Yágodin, *et al.*, 1986).

CENTA-FAO-HOLANDA, (2000) y García, (2001), coinciden que la absorción de este elemento se da por las raíces bajo la forma iónica ( $K^+$ ). Es vital para la fotosíntesis. Cuando hay deficiencia, la fotosíntesis disminuye y aumenta la respiración de la planta y sus carbohidratos se reducen. Es esencial en la síntesis de proteínas, es importante en la formación de frutos (Talavera, 1989).

Según Guerrero (1996), el potasio favorece el desarrollo de las raíces, interviene en la fotosíntesis favoreciendo la formación de hidratos de carbono y el movimiento de estos glúcidos hacia los órganos de reserva.

#### **4.5 Agricultura convencional**

Esta agricultura se ha caracterizado por el empleo de sistemas tecnológicos especializados muy susceptibles y de altos requerimientos de insumos acompañados de una destructiva mecanización, el monocultivo y la concentración de la tierra, así como la prioridad de producir para exportar. Las prácticas generalizadas de esta agricultura ya no son posibles, son obsoletas y se convirtieron en uno de los factores de mayor destrucción de la fauna y flora, erosionaron el suelo y contaminaron el agua (García & Trujillo, 1995).

##### **4.5.1 Fertilización química o mineral**

Son las fuentes de nutrientes que tienen un origen inorgánico ya sean naturales o sintéticos. Los fertilizantes minerales tienen mayor contenido de nutrientes que las fuentes orgánicas.

Los fertilizantes de alta concentración tienen hasta un 82% de nutrientes, por lo que permiten ahorros sustanciales en costos de transporte y mano de obra para su manejo (INTA-FAO, 1999). No obstante, es necesario su aplicación ciclo tras ciclo del cultivo para obtener resultados, por otro lado no mejoran ninguna propiedad del suelo.

#### **4.6 Agricultura orgánica**

Hoy en día se acepta ampliamente que la agricultura orgánica no implica un retorno a los métodos previos a la revolución industrial, sino más bien combina las técnicas agrícolas conservacionistas tradicionales con tecnologías modernas.

La agricultura orgánica es una alternativa rentable, económica y ecológicamente en el contexto nicaragüense donde los procesos biológicos naturales son más rápidos gracias al clima tropical y donde existe bastante mano de obra sin aprovechar, estimular dichos procesos y conseguir una mayor eficiencia productiva y aprovechamiento para el hombre es una actividad que debería ocupar nuestro tiempo (García & Monje, 1999).

Combinar el saber campesino con las nuevas técnicas modernas de producción orgánica, creando un enfoque agro-ecológico sostenible que son la base de la agronomía.

Lo que hace que la agricultura orgánica sea diferente a la agricultura convencional es el enfoque, no los métodos y las técnicas aplicadas especialmente a la producción de alimentos (Restrepo, 1998).

#### **4.6.1 Abonos orgánicos**

Se consideran abonos orgánicos tanto los aportes vegetales como animales puros o mezclados. Por su origen la mayoría de ellos contienen todos los nutrientes (macro y micro) aunque no necesariamente en una relación balanceada y óptima para el crecimiento de los cultivos (INTA-FAO, 1999).

La situación económica no nos permite adquirir insumos químicos para el desarrollo de la agricultura, el agricultor que tiene principios ecologistas siembran bajo el concepto de no dañar el medio ambiente y lo que es principal alimentarse con productos libres de contaminantes dañinos para la salud. Es así como surge la alternativa de fertilizar basándose en abonos orgánicos (MAG, 1995).

En el uso de estiércol vacuno, porcino y de aves son bien conocidas sus propiedades para mejorar la estructura, la capacidad de retención de agua y la vida microbiológica del suelo.

Los abonos orgánicos además de mejorar las condiciones químicas del suelo agregan materia orgánica, lo cual contribuye a mejorar las propiedades físicas y las condiciones biológicas del mismo (CENTA-FAO-HOLANDA, 2000).

Esta clase de abonos no solo aporta al suelo materiales nutritivos sino que además influyen favorablemente sobre la estructura del suelo, aportan nutrientes a la biología del suelo, favorecen la formación de dióxido de carbono y la microflora y microfauna en general contiene nitrógeno en cantidades variables, son fuentes de nitrógeno de liberación lenta pero estable.

Los abonos orgánicos son portadores de nutrientes en baja concentración por lo que es necesario aplicar grandes dosis para suministrar los nutrientes suficientes. Hay ocasiones

que pueden resultar superiores a los químicos por la forma regular de ir suministrando los nutrientes a la planta, lo que puede estar acorde con las necesidades de la misma además de resguardarlos contra la lixiviación (Martínez, 1993).

Cuando hablamos de estiércol, purín, turba, fecales, gallinaza, composta, desperdicios domésticos, abonos verdes, nos referimos a los fertilizantes orgánicos. Entre ellos el principal abono orgánico es el estiércol que se encuentra difundido por todas partes (Yágodin *et al.*, 1986).

#### **4.6.2 Estiércol**

Los estiércoles varían ampliamente en su composición, siendo generalmente el bovino y la gallinaza los más ricos en nutrientes, aunque estos animales son los que menos estiércol producen por unidad de peso vivo. El estiércol se produce de la orina y las heces de los animales (solo en el caso de las aves las deyecciones vienen unidas), resultando la conservación de la orina muy importante por su elevada concentración de nitrógeno y potasio (Cairo, 1995). Además es una materia prima muy importante para la elaboración de compost (FAO, 1991).

El estiércol es uno de los residuos más importantes de la finca, la palabra estiércol se emplea para designar a todos los desechos excretos de los animales de la finca, aunque actualmente la mayor parte de los estiércoles que se colocan en el suelo son producidos por ganado vacuno. El estiércol consta de dos componentes originarios, uno sólido y otro líquido en relación aproximada de 3:1. No obstante esta aparente ventaja del estiércol sólido se compensa con el aprovechamiento más fácil de los nutrientes que aporta la orina. La calidad nutricional de los estiércoles varía con la especie animal, la edad, la alimentación, la cama usada, la manipulación y las condiciones de almacenamiento (INTA-FAO, 1999).

Los aportes de estiércol independientemente de su acción beneficiosa como enmienda orgánica ponen a disposición del cultivo elementos minerales que se liberan lentamente y que los cultivos aprovechan en sucesivos años. Entre los estiércoles suele haber bastantes

diferencias en primer lugar por el grado de humedad y tiempo de elaboración, forma en que está hecho, etc. Para tener una idea del nitrógeno liberado podemos considerar que en el primer año se libera el 50% del nitrógeno del estiércol que se transforma en nitrógeno nítrico y es aprovechado por la planta, en el segundo año el 30% y en el tercer año el 20%. Aunque esto es muy variable pues depende de los suelos, de sus componentes, de la temperatura, nos puede servir para tener una idea del nitrógeno que se puede ahorrar (Guerrero, 1996).

El estiércol es un fertilizante de un valor excepcional y resulta difícil y costoso remplazarlo por otro tipo de fertilizante (Labrador & Altieri, 2001).

#### **4.6.2.1 Estiércol vacuno**

El estiércol vacuno es un gran aportador de nitrógeno y una excelente fuente de materia orgánica, podemos usarlo directamente en el campo o como elemento de las composteras para hacer abonos orgánicos. Se dice que un animal con una fuente de alimentación suficiente puede generar por día unas 20 libras de estiércol aprovechable, eso implica que al año podemos acumular 3,832 libras de material suficiente para abonar 2 manzanas (PROCADE, 1999).

La práctica de aplicación de abonos orgánicos es tan antigua como la explotación de la tierra. Para el cultivo se caracterizó por el empleo del estiércol fundamentalmente bovino por su mayor volumen (Cairo, 1995).

**Tabla 4. Composición del estiércol de corral (%)**

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
11.33 kg	5.32 kg	7.51 kg

#### **4.6.3 Gallinaza**

El estiércol de ave "gallinaza" es un subproducto de la industria avícola y su riqueza en nutrientes varía según el tipo de cama que se utiliza y el tiempo de descomposición (INTA-FAO, 2000).



Es un apreciado fertilizante orgánico relativamente concentrado y de rápida acción, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. El contenido de materia nutritiva está en dependencia de los alimentos utilizados para las aves (Yágodin *et al.*, 1986).

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados, su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo en algunos nutrientes y principalmente en el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

La experiencia desarrollada por muchos agricultores en Centro América y Brasil, viene demostrando que la mejor gallinaza para la fabricación de abonos orgánicos es la que se origina de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. Ellos evitan el uso de gallinaza que se origina a partir de pollos de engorde porque la misma presenta una mayor cantidad de agua y residuos coccidios tóxicos y antibióticos que irán a interferir en el proceso de la fermentación de los abonos (Restrepo, 1998). Todos los nutrientes en la gallinaza se encuentran en compuestos asimilables para las plantas, la parte principal de nitrógeno se encuentra representada en forma de ácido úrico que en el almacenamiento se convierte primero en urea y después en nitrato amónico (Yágodin *et al.*, 1986).

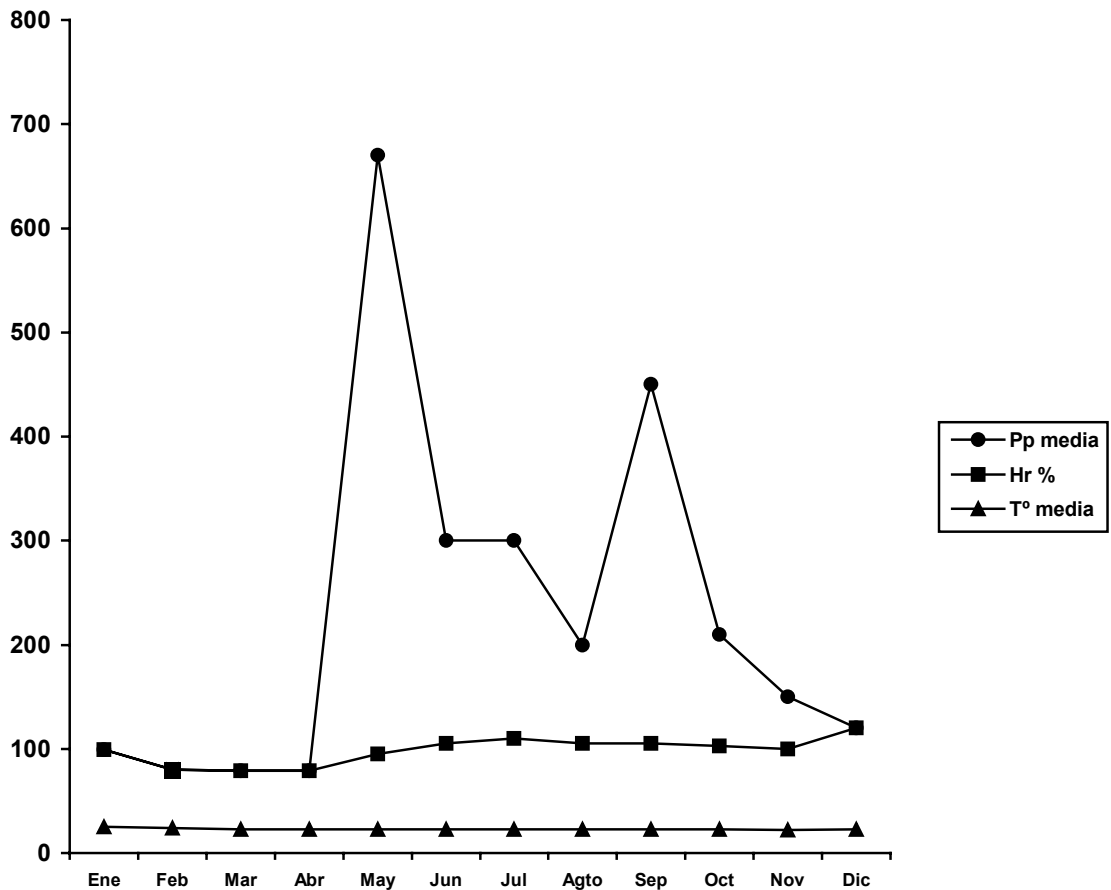
**Tabla 5. Composición de la gallinaza aves ponedoras (%)**

<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Cu</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe ppm</b>	<b>Mn ppm</b>	<b>Zn ppm</b>	<b>H<sub>2</sub>O %</b>
2.40	4.29	4.17	5.40	0.49	2.300	354	1.70	1.19

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Localización del ensayo

El experimento se realizó en la época de primera, entre los meses de junio a septiembre del 2002 en la finca experimental La Compañía, ubicada en el kilómetro 45 de la carretera San Marcos-Masatepe. La zona cuenta con una latitud norte de  $11^{\circ} 54'00''$  y una longitud oeste de  $86^{\circ} 09'00''$ , a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar, presenta una temperatura media anual de  $24^{\circ}\text{C}$ , precipitación media anual de 1200-1500 mm y una humedad relativa de 85%.



**Figura 1. Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitación (mm) y humedad relativa (%) en la zona de estudio, 2002**

Fuente: INETER (2002)

## 5.2 Antecedentes del área experimental

El ensayo se realizó en la época de primera en el centro experimental "La Compañía San Marcos Carazo en donde se ha estado trabajando en experimentos con cultivos de granos básicos.

## 5.3 Tipo de suelo

El tipo de suelo donde se montó el ensayo es considerado de origen volcánico desarrollado a partir de cenizas volcánicas, de textura franco-limoso en el cual se han establecido principalmente cultivos de granos básicos. Estos suelos pertenecen a la serie Masatepe, son suelos moderadamente profundos, se encuentran en pendientes casi planas a moderadamente escarpadas con densidad aparente baja y su contenido de materia orgánica es alto (Catastro, 1971).

**Tabla 6. Algunas características químicas de los suelos de "La Compañía", San Marcos Carazo, Primera 2002.**

pH (H <sub>2</sub> O)	M.O (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (meq/100g)	D.a (g/cm <sup>3</sup> )	Prof (cm)
6.48	11.065	0.524	3.9	1.504	1	20

Fuente: Laboratorios de suelos y agua UNA, 2002.

## 5.4 Descripción de la parcela experimental

En el experimento se realizó un arreglo unifactorial, dado que este diseño permite combinar los niveles con el factor en estudio: fertilizante, permitiendo obtener un mayor alcance de las conclusiones. Para ello se hizo uso de un BCA (Bloques Completos al Azar), el cual constó de siete tratamientos y cuatro repeticiones haciendo uso de un mapa de designación de los tratamientos ubicados al azar.

Las dimensiones totales del ensayo fueron 902 metros cuadrados (41m x 22m). Dentro del área se establecieron 4 bloques, en cada bloque se dividieron los siete tratamientos dispuestos al azar. La parcela experimental constaba de 10 surcos de 5m de largo por 0.4m. La separación entre unidad experimental fue de 1 metro y entre bloque de 2 metros de ancho de la cual se seleccionó la parcela útil quedando esta de 4 metros de largo por 2.40 metros de ancho.

**Tabla 7. Dimensiones del ensayo “La Compañía” San Marcos, Carazo, Primera 2002.**

Componentes	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )
Unidad experimental	5	4	20
Parcela útil	4	2.4	9.6
Bloque	41	4	164
Area total	41	22	902

### 5.5 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos estudiados consistieron en dos dosis de aplicación de abono orgánico: gallinaza originada por las deyecciones de gallinas ponedoras, dos dosis de estiércol procedente de las excretas de ganado vacuno. Ambas dosis (alta y media) con una previa descomposición de material orgánico por un período de 4 meses.

Los fertilizantes minerales consistieron en dos dosis (alta y media) de fertilizante mineral de la fórmula (18-46-00), y un testigo absoluto sin aplicación de material fertilizante.

Para la utilización de estas dosis se tomó como punto de partida el estudio realizado en Ticuantepe por Larios & García (1999), en donde los autores utilizaron dosis de fertilizantes orgánicos de 5, 10 y 15 t/ha. Para el presente experimento se tomó la dosis de 10 t/ha como dosis media y se duplicó para utilizarla como dosis alta 20 t/ha. Para los fertilizantes minerales se tomó como dosis media 129.55 Kg./ha que es la dosis recomendada por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en el cultivo del fríjol y luego se duplicó a 258.64 Kg./ha para utilizarse como dosis alta.

**Tabla 8. Descripción de los tratamientos en estudio**

Tratamiento	Fertilizante	Nivel	Dosis
T1	Gallinaza	Alto	20 Tm/ha
T2	Gallinaza	Medio	10Tm/ha
T3	Estiércol	Alto	20Tm/ha
T4	Estiércol	Medio	10Tm/ha
T5	Mineral 18-46-0	Alto	5.69qq/ha
T6	Mineral 18-46-0	Medio	2.85qq/ha
T7	Testigo		

## **5.6 Manejo agronómico**

Las labores de manejo agronómico se efectuaron de igual manera para todas las unidades experimentales de forma que en todas las parcelas las únicas diferencias fueron los tratamientos evaluados en el ensayo.

### **5.6.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó mediante el sistema de labranza convencional, utilizando arado de discos que tiende a mezclar el suelo en lugar de invertirlo. Se procedió a la limpia del terreno, acompañado de un desmalezamiento (chapoda), seguido de la rotulación con un pase de arado, dos pases de grada, con el objetivo de mullir el suelo y preparar la cama de siembra.

### **5.6.2 Siembra**

La siembra, considerada como el momento en que la semilla es depositada en el sustrato (suelo), se realizó de forma manual (a chorrillo) el 08 de junio del año 2002, ya que la siembra en primera debe efectuarse entre mayo y junio procurando que la cosecha coincida con la canícula. La semilla o material de siembra utilizado pertenece a la variedad DOR-364.

### **5.6.3 Aplicación de fertilizantes**

La aplicación de los fertilizantes tanto minerales como orgánicos se efectuó al momento de la siembra utilizando dosis alta de 20 t/ha y dosis media de 10 t/ha para los fertilizantes orgánicos y 258.64 Kg./ha y 129.55 Kg./ha para los minerales respectivamente.

### **5.6.4 Control de malezas**

Esta actividad se realizó con el objetivo de mantener la plantación libre de malezas, para facilitar la cosecha y evitar el ataque de plagas que deterioran el grano e inducen a la germinación teniendo como consecuencia el deterioro comercial del producto. El control de malezas se realizó dos veces durante el ciclo del cultivo efectuándose de forma mecanizada mediante la utilización del azadón. El frijol es capaz de soportar 21 días de competencia sin ver mermados sus rendimientos de manera significativa y necesita 28 días

libres de maleza para obtener buenos rendimientos, el período crítico de competencia de malezas en este cultivo se inicia a los 21 y finaliza a los 28 después de la siembra. Es en este período donde se deben implementar prácticas necesarias para realizar un cuidadoso control de malezas. Alemán (1997). El primer control se realizó a los 20 días después de la siembra, el segundo se hizo a los 27 días después de la siembra. Estas labores se hicieron antes de que el cultivo cerrara calle y el propósito de este control es desalojar las malezas de su contacto íntimo con el suelo y el cultivo.

#### **5.6.5 Control de plagas y enfermedades**

El control de plagas y enfermedades se realizó a los 24 días después de la siembra con el objetivo de proteger al cultivo contra el ataque de insectos y hongos. El manejo de plagas y enfermedades fueron dirigidas en base a las incidencias encontradas. Para ello se aplicaron los siguientes productos: Benomyl a razón de 50 gramos/bomba de 20 litros, lo que equivale a decir 500 gramos/200 litros de agua más Metamidofós (MTD) con dosis de 50 cc/bomba de 20 litros/ha, es decir medio litro que son 500cc/200 litros de agua, resultando una mezcla de insecticida más fungicida.

#### **5.6.6 Cosecha**

La cosecha se realizó una vez que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, esto se determinó cuando se presentaron los primeros indicadores de cosecha que determina la culminación del ciclo y tomando en cuenta los días a cosecha determinados por la variedad. La cosecha se realizó de forma manual arrancando las plantas encontradas en cada parcela útil para luego contabilizarlas, empacarlas y trillarlas, por último se procedió a limpiar el grano para luego pesarlo y determinar así humedad inicial.

### **5.7 Variables evaluadas en el ensayo**

#### **5.7.1 Variables de crecimiento y desarrollo**

##### **5.7.1.1 Altura de planta (cm)**

Para obtener la altura de la planta se procedió de la siguiente manera: se seleccionaron al azar 5 plantas establecidas dentro de la parcela útil a las cuales se les tomó la medida partiendo de la superficie del suelo hasta la máxima altura alcanzada por la guía, esta

medida se tomó en siete de los ocho muestreos realizados para luego tomar la última medida del suelo hasta la última hoja desplegada. Para la lectura de dato se utilizó una cinta métrica y un metro de madera.

#### **5.7.1.2 Número de hojas por planta**

Para la obtención de este dato se procedió de la siguiente manera, se tomó como parámetro de medida todas las hojas trifoliadas completamente desplegadas seleccionando por cada repetición cinco plantas y contando su número de hojas, esto en todos los tratamientos y para los cuatro bloques.

#### **5.7.1.3 Área foliar (cm<sup>2</sup>)**

Este dato se obtuvo seleccionando cinco plantas al azar por cada repetición, multiplicando el largo por el ancho del folíolo central de una hoja trifoliada completamente desarrollada, midiendo una hoja a cada una de las cinco plantas seleccionadas.

### **5.7.2 Variables de rendimiento**

#### **5.7.2.1 Número de vainas por planta**

Para la obtención de este dato se seleccionaron al azar cinco plantas de las cosechadas en cada repetición y se contabilizó el número de vainas por planta.

#### **5.7.2.2 Número de granos por vaina**

El número de granos por vaina se obtuvo realizando una selección de cinco vainas a cada una de las cinco plantas seleccionadas al azar por repetición y contabilizando el número de granos encontrados por vaina.

#### **5.7.2.3 Peso de 100 granos (g)**

Se tomaron 100 granos de cada tratamiento, contabilizados y ajustados al 14% de humedad, pesados en una balanza de precisión.

#### **5.7.2.4 Rendimiento de grano (Kg./ha)**

Para cuantificar este dato se procedió a realizar el pesaje en cada una de las repeticiones obteniendo así el peso inicial de los tratamientos, seguidamente se seleccionaron dos muestras de cinco onzas para cada repetición y se les determinó la humedad inicial. Posteriormente haciendo uso de la ecuación propuesta por (Gómez, 1990), se obtuvo el peso final ajustado al 13% de humedad y reflejada en Kg./ha.

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

Donde:

Pf = peso final (Kg./ha)

Hf = % de humedad a la que se desea ajustar el rendimiento (14%)

Pi = peso inicial de campo (Kg./ha)

Hi = % de humedad inicial en el grano

#### **5.8 Análisis estadístico**

Los datos procesados de las variables evaluadas en el estudio se analizaron por medio del procedimiento de análisis de varianza usando el comparador Tukey al 95 % de confiabilidad, realizándose la separación de medias para cada una de las variables. Para ello se utilizaron los programas estadísticos: MINITAB y SAS.

#### **5.9 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 a cerca de cual de las alternativas es la más adecuada desde el punto de vista económico.

El análisis económico se realizó utilizando el método del presupuesto parcial. Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos alternativos y es recomendado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 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 semillas, 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 efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores variables. Se dice entonces 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.
- Beneficio neto marginal: Es el aumento en beneficios netos dividido por el costo marginal.
- Costos Variables Marginales: Es el aumento en los costos que varían y se expresa en (%).
- Tasa de Retorno Marginal: Indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decida cambiar una práctica por otra.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los niveles de nutrientes aportados por: la gallinaza, estiércol vacuno y fertilizante mineral (18-46-00), sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol.

### 6.1 Altura de plantas (cm)

En el cultivo del frijol la altura que éste pueda alcanzar es muy importante por la competencia ínter específica que pueda darse entre el cultivo y las malezas, por la sanidad de las primeras vainas y por la relación existente con el rendimiento (Blandón & Arvizú, 1992). La altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes (Reyes, 1990).

El análisis estadístico realizado a los datos obtenidos del ensayo para la variable altura de planta de los 12 a los 61 días después de la siembra, según Tukey al 95% de confiabilidad demostró que la mayor altura de plantas registradas desde los 19 hasta los 39 días después de la siembra, se presentó con la aplicación del fertilizante mineral 18-46-00 a razón de 258.64 Kg./ha. Esta respuesta inmediata del cultivo a la aplicación de este fertilizante se debe a la disponibilidad inmediata de nutrientes que estos brindan a los cultivos. Desde los 46 hasta los 61 días después de la siembra, las mayores alturas de plantas correspondieron a las aplicaciones del tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza dosis alta, por lo tanto podemos decir que la altura de la planta respondió al aporte continuo de nutrientes en especial del nitrógeno realizado por el fertilizante orgánico.

En las siguientes etapas de desarrollo del cultivo el segundo lugar en altura lo ocupó el tratamiento con fertilizante mineral (18-46-00) con dosis alta seguido por el tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza dosis media y en un cuarto lugar el tratamiento con fertilizante mineral (18-46-00) dosis media obteniendo el quinto y sexto lugar los tratamientos con fertilizante orgánico estiércol medio y alto y en último lugar el tratamiento testigo. Según Yágodin (1986), la gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico relativamente concentrado al igual que el estiércol contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas pero en mucha mayor cantidad, la parte principal de

nitrógeno está representada en forma de ácido úrico que en el almacenamiento se convierte primero en urea y después en nitrato amónico.

**Tabla 9. Comportamiento de altura de plantas (cm), en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. ``La Compañía, San Marcos, Carazo, Primera 2002**

Tratamiento	12dds	19dds	27dds	33dds	39dds	46dds	53dds
Gallinaza 20t/ha	5.72 b	9.45 bc	22.07 b	43.67 b	87.54 a	121.83 a	129.21 a
Gallinaza 10t/ha	6.10 ab	9.25 c	20.16 c	42.00 b	87.75 a	110.94 ab	118.39 ab
Estiércol 20t/ha	5.72 b	9.28 c	16.23 d	27.04 c	49.83 c	85.65 de	88.41 d
Estiércol 10t/ha	6.35 a	9.15 c	15.67 d	28.20 c	54.08 c	87.82 cd	94.64 cd
18-46-0 258.78kg/ha	6.37 a	11.11 a	24.59 a	53.69 a	89.12 a	114.12 ab	121.67 ab
18-46-0 129.38kg/ha	6.32 ab	10.10 b	19.25 c	41.82 b	75.35 b	103.16 b	109.52 bc
Testigo	6.40 a	8.30 d	13.47e	23.89 c	37.66 d	75.55 e	84.99 d
ANDEVA	*	**	**	**	**	**	**
% CV	4.35	6.78	8.28	15.64	10.29	14.08	13.13

## 6.2 Promedio de hojas por planta

El promedio de hojas por planta en este cultivo es muy importante ya que por ser una leguminosa el número de hojas influye en la capacidad de la planta para fijar nitrógeno de la atmósfera, la entrada de las moléculas del gas anhídrido carbónico en las hojas necesaria para la fotosíntesis se produce por los poros estomáticos de la hojas, así pues el número de hojas influirá en el desarrollo de la planta.

Los resultados obtenidos en el ensayo para la variable promedio de hojas por planta según Tukey con un 95% de confiabilidad demostró que no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos a los primeros 12 días después de la siembra, para todos los tratamientos, dicha respuesta se debió a que en esta etapa la planta sobrevive de las reservas de los cotiledones por lo que los fertilizantes aún no hacen efecto en su desarrollo. Luego a los 19 dds, se encontraron diferencias altamente significativas para todos los tratamientos encontrándose el mayor número de hojas para el tratamiento fertilizante mineral (18-46-00) dosis alta seguido del tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza

dosis alta. Esta diferencia en el número de hojas encontrado es un efecto claro del fertilizante mineral sobre el crecimiento del cultivo en las primeras etapas de desarrollo, esto puede estar influenciado por la disponibilidad inmediata de nutrientes que caracteriza a estos fertilizantes. Posteriormente desde los 27 hasta los 61 días después de la siembra se presentan diferencias altamente significativas para todos los tratamientos en estudio, obteniéndose el mayor número de hojas con el fertilizante orgánico gallinaza dosis alta, por lo que se comprueba el valor nutricional de este fertilizante, según Yágodin (1986), la gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados y su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad de los suelos con el aporte de nutrientes. Estos datos coinciden por los encontrados por Aguilar & Altamirano (2001) en los cuales las aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta obtuvieron los mayores promedios en las mismas fases de desarrollo, por lo que se demuestra la eficacia de los abonos orgánicos como liberadores continuos de nutrientes a lo largo del desarrollo de los cultivos.

**Tabla 10. Comportamiento del promedio de hojas por planta en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo. ``La Compañía, San Marcos, Carazo Primera 2002**

Tratamiento	12dds	19dds	27dds	33dds	39dds	46dds	53dds	61dds
Gallinaza 20t/ha	1.00 a	3.35 ba	9.05 a	16.15 a	23.70 a	32.55 a	27.80 a	28.30 a
Gallinaza 10t/ha	1.00 a	3.25 bac	7.40 ba	15.50 ba	21.25 a	28.55 ba	17.55 cb	23.65 ba
Estiércol 20t/ha	1.00 a	2.55 bdc	6.00 bc	8.87 de	13.80 dc	18.20 c	14.65 cb	13.85 c
Estiércol 10t/ha	1.00 a	2.35 dc	5.40 c	9.40 de	13.85 dc	17.30 c	13.50 cb	12.75 c
18-46-0 258.78kg/ha	1.05 a	3.90 a	8.65 a	13.20 bc	20.10 ba	21.05 bc	19.85 b	18.85 bc
18-46-0 129.38kg/ha	1.00 a	2.85 bdc	6.20 bc	11.30 dc	16.50 bc	18.85 c	15.35 cb	16.05 bc
Testigo	1.00 a	2.10 d	4.60 c	7.50 e	11.85 d	17.15 c	12.30 c	11.25 c
ANDEVA	NS	**	**	**	**	**	**	**
% CV	3.75	14.28	10.51	8.90	9.65	16.32	16.90	19.14

### **6.3 Área foliar del folíolo central (cm<sup>2</sup>)**

Según el CIAT (1991), esta variable es importante en la fotosíntesis en la producción de carbohidratos por ende aumenta la producción de materia seca importante para el crecimiento y liberación de CO<sub>2</sub>. Esta variable estará en dependencia de la variedad, la posición de las hojas en cuanto al tallo, la edad, las condiciones ambientales, la luz y humedad (Tapia & Camacho, 1998).

El análisis realizado a la variable área foliar del folíolo central presenta diferencias altamente significativas a los 19 días después de la siembra entre los diferentes tratamientos en donde la aplicación de fertilizante mineral (18-46-00) con dosis alta obtuvo el mayor promedio en área foliar seguido de la aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta, encontrándose el menor promedio en área foliar para el tratamiento testigo.

Cabe señalar que de los 27 a los 33 días después de la siembra al aplicar fertilizante mineral (18-46-00) con dosis alta la variable refleja los segundos mejores resultados. No obstante, es notorio que a medida que transcurre el tiempo como es el caso del período entre los 39 y 61 días después de siembra existe un ligero cambio al presentar los segundos mejores resultados de la variable cuando se aplica gallinaza en dosis media. Esto viene a corroborar las aseveraciones de García (1999), al mencionar que los abonos orgánicos son de lenta y continua liberación equilibrados y bastante diluidos y liberan más nutrientes que los que contienen por medio de la movilización de los nutrientes del suelo

**Tabla 11. Area foliar del folíolo central en cm<sup>2</sup> en diferentes etapas del crecimiento de la planta. ``La Compañía, San Marcos, Carazo Primera 2002**

Tratamiento	12dds	19dds	27dds	33dds	39dds	46dds	53dds	61dds
Gallinaza 20t/ha	30.51 a	48.76 ab	86.32 a	90.04 a	90.03 a	92.86 a	82.50 a	76.26 a
Gallinaza 10t/ha	28.98 a	42.60 bc	72.18 bc	79.36 ab	89.03 a	79.35 ab	78.98 ab	69.85 a
Estiércol 20t/ha	28.15 a	32.93 cd	57.25 de	63.71 cd	62.06 cd	55.50 cd	57.12 cd	43.52 cd
Estiércol 10t/ha	30.19 a	32.77 cd	55.42 ef	58.27 d	64.10 c	56.70 cd	52.77 cd	43.18 cd
18-46-0 258.78kg/ha	35.10 a	58.02 a	80.49 ab	81.56 ab	84.82 ab	76.81 b	75.66 a	59.97 ab
18-46-0 129.38kg/ha	34.56 a	40.29 bc	66.61 cd	70.98 bc	76.43 b	67.50 bc	61.49 bc	53.96 bc
Testigo	27.48 a	22.29 d	45.64 f	52.36 d	52.34 d	53.33 d	46.81 d	38.33 d
ANDEVA	NS	**	**	**	**	**	**	**
% CV	11.36	14.08	7.05	7.26	6.77	8.70	9.29	10.66

**dds= días después de la siembra.**

#### **6.4 Promedio de vainas por planta**

El número de vainas por planta está relacionado a un carácter hereditario según INTA-USAID-MAGFOR (2002), el promedio de vainas para la variedad DOR 364 es de 12 vainas por planta. El ensayo alcanzó un promedio de 27 vainas por planta duplicando así el promedio antes mencionado por lo que se puede afirmar que la disponibilidad de nutrientes esenciales para la planta aportados por el fertilizante orgánico gallinaza en dosis alta favoreció el incremento en el número de vainas encontradas. El número de vainas por planta es uno de los parámetros que más tiene que ver con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Bonilla, 1988). Como se puede observar en la Tabla 12, los resultados demuestran efectos altamente significativos para todos los tratamientos encontrándose el mayor número de vainas por planta con la aplicación de fertilizante orgánico gallinaza con dosis alta alcanzando un promedio de 27 vainas seguido de la aplicación de fertilizante orgánico gallinaza con dosis media con un promedio de 18 vainas, el tercer lugar lo ocupó el fertilizante mineral (18-46-00) dosis alta con 13 vainas y en último lugar el tratamiento testigo con un promedio de 8 vainas por planta. Estos resultados demuestran la importancia de los abonos orgánicos como mejoradores de la productividad de los cultivos.

### **6.5 Promedio de granos por vaina**

El número de granos que una vaina o legumbre pueda llegar a contener es también un carácter hereditario aunque puede también estar influenciado por la disponibilidad de agua, luz y nutrientes. Según INTA-USAID-MAGFOR (2002), el promedio de granos característicos de la variedad en estudio es de 6 granos por vaina, sin embargo, en el experimento se encontró un promedio de 7 granos por vainas para la aplicación del fertilizante orgánico gallinaza con dosis alta por lo que se puede observar la respuesta que el cultivo dio a la aplicación de este fertilizante.

Los datos evaluados para esta variable demuestran que existen diferencias altamente significativas para todos los tratamientos encontrándose que los mayores promedios de granos corresponden a las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos gallinaza en sus dosis alta y media, seguidos por las aplicaciones de fertilizantes minerales (18-46-00) en dosis alta y media, y por último las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos estiércol dosis alta y media, finalizando con el tratamiento testigo. Este comportamiento en el promedio de granos encontrados atiende más a características genéticas y no a la nutrición o sea esta regido por la información genética contenida en la variedad.

En nuestro caso el promedio se ajusta al contenido en la variedad aunque puede observarse que para las aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta y media el promedio es mayor alcanzando 7 granos por vaina, esto se puede relacionar con las condiciones ambientales en especial la humedad que favorecieron al tratamiento y por ende a la planta en el llenado de granos. Cabe mencionar que una de las condiciones ambientales de mayor influencia en el llenado del grano es el agua donde su máximo consumo ocurre durante el llenado del grano en las vainas (Rosas, 1998). Por lo tanto si se presenta disminución en la distribución del agua en esta fase provocará una reducción en la captación de nutrientes por parte de la planta lo que dará como resultado una disminución en la cantidad de granos a formarse. Según García & Monje (1999), los fertilizantes orgánicos tienen la facultad de actuar como esponja evitando así el estrés hídrico, aportan cargas eléctricas por lo que almacenan nutrientes en forma disponible.

### **6.6 Peso de 100 granos (g)**

El peso del grano es una característica controlada por un gran número de factores. Este parámetro demuestra la capacidad que posee la planta de trasladar los nutrientes acumulados durante su desarrollo hacia el grano en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco 1991).

Se puede observar en la Tabla 12, que el ANDEVA muestra efectos altamente significativos entre los tratamientos evaluados para la variable peso de 100 granos, donde el mayor promedio se obtuvo al hacer uso del fertilizante orgánico gallinaza en ambas aplicaciones, seguido por el fertilizante orgánico estiércol vacuno dosis alta, le siguen los tratamientos con fertilizante mineral dosis alta y media y en últimos lugares los tratamientos con fertilizante orgánico estiércol dosis media y el tratamiento testigo. Como se puede observar en la Tabla 12 los tratamientos con fertilizante orgánico gallinaza en ambas aplicaciones presentan los mayores pesos en 100 granos.

Según Marin (1994), el peso de 100 granos para la variedad bajo estudio es de 21.0 g, mostrando estos resultados un mayor peso para los tratamientos con fertilizantes orgánicos.

### **6.7 Rendimiento en Kg./ha**

El rendimiento es uno de los parámetros más estudiados por los agrónomos, éste puede estar influenciado por diversos factores, entre ellos los genéticos y ambientales, así como los de la calidad de la semilla y la fertilidad del suelo. Todos los componentes del rendimiento ejercen una influencia directa sobre este, y son indicadores que lo miden. El potencial de rendimiento puede definirse como el rendimiento de una variedad en ambientes a los que se ha adaptado, en donde no hay limitaciones en cuanto a nutrientes, agua y en donde las plagas, enfermedades, malas hierbas u otros factores negativos se controlan con eficiencia (CIMMYT, 1988). La fertilidad del suelo juega un papel trascendental en el rendimiento y sin duda es uno de los componentes del manejo agronómico que no debe faltar.



El análisis estadístico realizado sobre la variable rendimiento demostró que existen diferencias altamente significativas para todos los tratamientos bajo estudio. El mayor rendimiento fue obtenido con la aplicación del fertilizante orgánico gallinaza dosis alta y media con un promedio de 2,666.88 y 2,627.20 Kg./ha respectivamente seguido por los tratamientos con fertilizantes minerales (18-46-00) dosis alta y media con un promedio de 2,301.44 y 2,069.88 Kg./ha. Posteriormente se ubican los rendimientos para los tratamientos con fertilizantes orgánicos estiércol dosis alta y media con un promedio de 1,666.63 y 1,418.37 Kg./ha. Ubicándose en último lugar el tratamiento sin aplicación de fertilizantes con 1,237 Kg./ha.

Estos resultados obtenidos en el experimento nos demuestran la importancia que los abonos orgánicos tienen como fuente de nutrientes para los cultivos según García (1999), los abonos orgánicos son de lenta y continua liberación de nutrientes, un abono orgánico tiene la capacidad de suplir a la planta los nutrientes necesarios.

En los resultados obtenidos se puede observar la eficiencia de estos fertilizantes a medida que aumenta su tiempo de aplicación y la ventaja de estos sobre los minerales no solo desde el punto de vista nutricional sino también por la capacidad de estos de permanecer en el suelo durante más tiempo aportando así los nutrientes que las plantas necesitan para su normal desarrollo.

Los rendimientos obtenidos en el ensayo para el tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza dosis alta superó los rendimientos obtenidos por Espinoza (2002), en los cuales el fertilizante orgánico con dosis alta alcanzó un promedio de 2,508.54 Kg./ha siendo de 2,666.88 Kg./ha el obtenido en este ensayo. Según García & Monje (1995), el aumento de la producción agrícola con la utilización de abonos orgánicos se debe a que estos son capaces de mejorar la estructura del suelo y almacenar nutrientes en forma disponible, activan la micro fauna la cual controla enfermedades del suelo y suple a la planta nitrógeno del aire y formas insolubles de fósforo y potasio de las reservas del suelo.

Según Cairo (1995), existen relaciones significativas entre la materia orgánica y el porcentaje de agregados estables en agua y comprobó que la materia orgánica puede convertirse en un factor de rendimiento por su incidencia integral en el suelo. Al comparar residuos orgánicos entre sí se obtienen amplias variaciones en su composición o parte de nutrientes a igualdad de dosis, así como en la equivalencia de esos nutrientes como fertilizantes minerales o incluso superiores.

**Tabla 12. Componentes del rendimiento, ``La Compañía, San Marcos, Carazo Primera 2002**

Tratamiento	Vainas/Planta	Granos/Vaina	Peso de 100 grs	Rendim. Kg/ha
Gallinaza 20t/ha	27.30 a	6.45 a	22.41 a	2666.88 a
Gallinaza 10t/ha	18.10 b	6.14 ab	22.54 a	2627.20 a
Estiércol 20t/ha	10.30 d	5.55 cd	20.15 b	1666.63 cd
Estiércol 10t/ha	10.80 d	5.29 d	13.41 c	1418.37 cd
18-46-0 258.78kg/ha	12.95 c	5.86 bc	17.48 c	2301.44 ab
18-46-0 129.38kg/ha	11.65 cd	5.70 bcd	17.10 d	1918.92 bc
Testigo	8.20 e	5.32 d	13.37 d	1237.59 d
ANDEVA	**	**	**	**
% CV	12.25	7.96	5.20	13.50

## 6.8 Análisis económico de los tratamientos evaluados

### 6.8.1 Presupuesto parcial

El análisis de presupuesto parcial es un método que se utiliza para ajustar los rendimientos obtenidos en el campo, obtener los beneficios brutos para luego determinar los costos variables totales y luego llegar así al beneficio neto de cada tratamiento, según el CIMMYT (1988), este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos alternativos.

Para determinar los costos variables totales en este ensayo se tomaron en cuenta los costos de transporte para los fertilizantes así como los costos de aplicación de los mismos. Los rendimientos obtenidos se ajustaron a un 20% calculando que los rendimientos que los agricultores obtuvieran serían con esta deficiencia. El ajuste se hace con el objetivo de no sobrestimar los rendimientos que obtendrían los agricultores ya que los experimentos de los investigadores se manejan de forma más precisa, controlando fecha y métodos de cosecha y

calculando rendimientos basándose en parcelas pequeñas, por lo tanto es necesario realizar el ajuste.

El rendimiento ajustado se multiplicó con el precio del producto (US\$ 0.65 por kilogramo de grano), la tasa oficial de cambio del dólar americano para esa fecha fue de C\$ 14.36 córdobas por unidad, obteniendo así el beneficio bruto al cual se le restan los costos variables totales llegando así al beneficio neto alcanzado.

Los resultados reflejados en la Tabla 13 demuestran que los mayores costos variables totales se registraron en los tratamientos con aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta y media.

En cuanto a los mayores beneficios netos alcanzados encontramos a los tratamientos con fertilizantes orgánico gallinaza dosis alta y media.

**Tabla 13. Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los distintos tratamientos evaluados en el cultivo del frijol común expresados en dólares. ``La Compañía, San Marcos, Carazo Primera, 2002**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Rdto. kg/ha	2666.88	2627.20	1666.63	1418.37	2301.44	1918.92	1237.59
Ajuste 20%	533.38	525.44	333.33	283.67	460.29	383.78	247.52
Rdto. Ajust.	2133.50	2101.76	1333.30	1134.70	1841.15	1535.14	990.07
Cost. Fert + Tran	186.48	93.24	49.85	24.93	45.43	22.72	-
Cost. Aplic.	13.38	6.69	13.38	6.69	3.25	1.63	
C.V.T US\$	199.86	99.93	63.23	31.62	48.68	24.35	
B.B US\$	1386.78	1366.14	866.65	737.56	1196.75	997.84	643.55
B.N US\$	1186.98	1266.21	803.42	705.94	1148.07	973.49	643.55

Rdto. = Rendimiento kg/ha

Ajuste = 20%

Rdto. Ajust.= Rendimiento ajustado

Cost. Trans.= Costo de transporte

Cost. Aplic. = Costo de aplicación

Cost. Fert. = Costo de fertilizante

C.V.T. US\$ = Costos variables totales

B.B US\$ = Beneficio bruto

B.N. US\$ = Beneficio neto

T1 = Gallinaza alta

T2 = Gallinaza media

T3 = Estiércol alto

T4 = Estiércol medio

T5 = Fertilizante mineral alto

T6 = Fertilizante mineral medio

T7 = Testigo

### 6.8.2 Análisis de dominancia

Según la metodología recomendada por el CIMMYT (1988), para realizar un análisis de dominancia se deben ordenar los totales de los costos que varían en orden ascendente y así determinar cuales de los tratamientos son dominados. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

En este ensayo para el análisis de dominancia encontramos 3 tratamientos que se comportan como no dominados correspondientes a las aplicaciones de fertilizante mineral en dosis alta y media y fertilizante orgánico gallinaza dosis media por medio de esta metodología podemos determinar la rentabilidad económica de los tratamientos.

**Tabla 14. Análisis de dominancia a los resultados evaluados en el experimento, ``La Compañía San Marcos, Carazo Primera, 2002**

Tratamiento	Costos Variables	Beneficios Netos	Dominancia
T7 Testigo	00.00	643.55	ND
T6 Químico 129.38kg/ha	24.35	973.49	ND
T4 Estiércol 10t/ha	31.62	705.94	D
T5 Químico 258.78kg/ha	48.68	1148.07	ND
T3 Estiércol 20 t/ha	63.23	803.42	D
T2 Gallinaza 10t/ha	99.93	1266.21	ND
T1 Gallinaza 20 t/ha	199.86	1186.92	D

ND = No Dominado  
D = Dominado

### 6.8.3 Análisis de retorno marginal

El análisis de retorno marginal realizado a los tratamientos no dominados se presenta en la Tabla 15. El resultado muestra que al cambiar del tratamiento testigo al tratamiento aplicación de fertilizante mineral dosis media se obtiene una tasa de retorno marginal de 1354.99 % al pasar de este tratamiento al tratamiento con fertilizante mineral dosis alta se obtiene una tasa de retorno marginal de 717.55 %, luego al pasar de este tratamiento al tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media se obtiene una tasa de retorno marginal de 230 %. Esto significa que al invertir US\$ 24.35 en el tratamiento aplicación de fertilizante mineral dosis media se obtiene una ganancia de US\$ 13.54 por cada dólar invertido, y al invertir US\$ 48.68 en el tratamiento con fertilizante mineral dosis

alta genera una ganancia de US\$ 7.17 por cada dólar invertido. Luego al invertir US\$ 99.93 en el tratamiento aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media, este genera una ganancia de US\$ 2.30 por cada dólar invertido.

Desde el punto de vista económico es rentable y a través de los resultados podemos decir que el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis media es más rentable que el tratamiento con aplicación de fertilizante mineral dosis alta, ya que en este la inversión en US\$ 24.35 es recuperable con un beneficio neto de US\$ 973.49 o sea que por cada dólar invertido se obtienen US\$ 13.54 de utilidad neta. Luego al invertir US\$ 48.68 en el tratamiento fertilizante mineral dosis alta se obtiene un beneficio neto de US\$ 1148.07, no obstante, por cada dólar invertido solo se recuperan US\$ 7.17, esto nos indica que una mayor inversión en este tratamiento a pesar de que genera una mayor utilidad neta su rentabilidad se ve reducida en comparación con el fertilizante mineral dosis media. Cabe mencionar que en el tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media, la inversión de US\$ 99.93 es recuperable con una ganancia de US\$ 2.30 por cada dólar invertido generando una utilidad neta de US\$ 1266.21.

Es notable observar que la mayor inversión de dinero en el tratamiento de fertilizante orgánico gallinaza dosis media trae consigo mayores beneficios netos, US\$ 1266.21, aún cuando realizando la tasa de retorno marginal del tratamiento el beneficio económico es de US\$ 2.30 por cada dólar invertido. Esto nos indica que con el uso de esta tecnología se puede lograr rentabilidad inmediata la cual puede mejorar si se le continúa utilizando.

Aumentar los costos de producción con esta tecnología aumenta el beneficio neto. Además, también se debe tomar en cuenta que este tipo de fertilización es más saludable por lo que se puede obtener productos de mejor calidad y sanidad alimenticia. Según INTA- FAO (1999), ensayos con abonos orgánicos indican que los rendimientos son iguales o ligeramente inferiores a los obtenidos con fertilizantes químicos, con la diferencia que estos mejoran la estructura física de los suelos, aunque tienen el inconveniente de altos costos de adquisición, transporte y aplicación.

Los resultados del presente experimento demuestran que la tecnología que tuvo los mayores beneficios netos es la tecnología de aplicación del fertilizante orgánico gallinaza dosis media, seguido por la aplicación del fertilizante orgánico gallinaza dosis alta.

**Tabla 15. Análisis de Retorno Marginal ``La Compañía San Marcos, Carazo Primera, 2002**

<b>Tratamiento</b>	<b>C.V. USS</b>	<b>C.V.M. USS</b>	<b>B.N. USS</b>	<b>B.N.M. USS</b>	<b>T.R.M. USS</b>
Testigo	0	-	643.55	-	-
18-46-0 Dosis Media	24.35	24.35	973.49	329.94	1,354.99 %
18-46-0 Dosis Alta	48.68	24.33	1148.07	174.58	717.55 %
Gallinaza Dosis Media	99.93	51.25	1266.21	118.14	230 %

CV = Costos variables  
 CVM = Costos variables marginales  
 BN = Beneficios netos  
 BNM = Beneficios netos marginales  
 TRM = Tasa de retorno marginal

## VII. CONCLUSIONES

Una vez que se han realizado los análisis de los resultados obtenidos en el experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

Los resultados del análisis estadístico realizado sobre la variable altura de planta presentaron diferencias altamente significativas para todos los tratamientos. De acuerdo a la toma de datos desde los 19 hasta los 39 dds, los mejores resultados correspondieron a las aplicaciones del fertilizante mineral en dosis alta no obstante al final del ciclo de producción (46–53 dds), los mejores resultados se presentaron con las aplicaciones del fertilizante orgánico gallinaza dosis alta. Es notorio observar que los tratamientos con aplicaciones de fertilizantes orgánico gallinaza dosis media y fertilizante mineral dosis media, ocuparon los terceros y cuartos lugares respectivamente durante todo el ciclo del cultivo, encontrándose en los últimos lugares los tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico estiércol ambas dosis el tratamiento testigo.

Para la variable hojas por planta, los resultados del análisis estadístico demuestran que existen diferencias altamente significativas para todos los tratamientos en estudio, encontrándose los mejores resultados con las aplicaciones de los fertilizantes orgánico gallinaza dosis alta y media, seguido de las aplicaciones de fertilizantes minerales dosis alta y media, cerrando con las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos estiércol alto y medio y en último lugar el tratamiento testigo.

El análisis de varianza realizado sobre la variable área foliar del folíolo central, establece que existen diferencias altamente significativas para todos los tratamientos evaluados en donde las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos gallinaza dosis alta y media muestran los mejores resultados, y al igual que en la variable hojas por planta, los resultados muestran que el segundo y tercer lugar lo ocupan los tratamientos con aplicación de fertilizante mineral en ambas dosis, encontrándose en los últimos lugares los tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico dosis alta y media para cerrar con el tratamiento testigo.

En la variable de rendimiento vainas por planta, los resultados demuestran diferencias altamente significativas para todos los tratamientos, ubicándose en los primeros lugares los tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta y media, seguido de los tratamientos con aplicaciones de fertilizantes minerales en ambas dosis.

En el siguiente parámetro de rendimiento granos por vaina, los análisis muestran resultados altamente significativos para todos los tratamientos, encontrándose un comportamiento similar al que se presentó en la variable vainas por planta. Los primeros lugares en cuanto al promedio de granos encontrados en las vainas muestreadas favorecen a los tratamientos con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza en ambas dosis, siguiendo con los tratamientos fertilizante mineral dosis alta y media y en último lugar el tratamiento testigo.

En la variable peso de 100 granos, el análisis estadístico presenta diferencias altamente significativas para todos los tratamientos, reportándose el mayor peso en 100 granos para el tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza en dosis alta y media.

El análisis estadístico realizado sobre la variable rendimiento del grano presentó diferencias altamente significativas en donde el mayor rendimiento en kg/ha se registra con las aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza en ambas dosis, seguido por los fertilizantes minerales y en último lugar el tratamiento testigo.

El análisis de presupuesto parcial realizado para todos los tratamientos del ensayo, muestra que los mayores beneficios netos se alcanzaron en los tratamientos con aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza dosis alta y media, respectivamente. Posteriormente se ubican los tratamientos con fertilizante mineral en ambas dosis para finalizar con los tratamientos fertilizante orgánico estiércol alto y medio y en último lugar el tratamiento testigo.



El análisis de dominancia al cual se sometieron todos los tratamientos, muestra que al ordenarlos de acuerdo a sus costos variables, se logran establecer tres tratamientos que se comportan como no dominados y estos corresponden a las aplicaciones de los fertilizantes mineral dosis media y alta y al tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza en dosis media.

El análisis de retorno marginal realizado a los tratamientos no dominados, permitió determinar que los tratamientos que tuvieron mayores beneficios económicos corresponden a los tratamientos con aplicaciones de fertilizante mineral dosis media y alta, y en tercer lugar, el tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media. Cabe mencionar que a pesar de que el tratamiento orgánico gallinaza dosis media no obtuvo los mayores resultados económicos. Su rentabilidad es positiva lo que nos permite tener como perspectivas que en otras condiciones en donde los costos variables puedan reducirse, esta tecnología estará garantizada desde el punto de vista rentable.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

A través de los resultados obtenidos en esta investigación y en investigaciones anteriores, darle más seguimiento a estos estudios no solo a nivel de ensayo sino también a nivel de experimentos en las localidades en donde el campesino se ve involucrado directamente.

Promover este tipo de agricultura orgánica (fertilización) en todas aquellas zonas en donde se pueda encontrar materia prima para la elaboración de los abonos, dando así uso a los subproductos de la industria pecuaria.

Realizar trabajos de investigación de este tipo no solo en granos básicos sino también que abarque productos hortícolas para tratar de encontrar fuentes alternas de fertilizantes para estos cultivos.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, V. R. & Altamirano, J. A. 2001. Efecto de fuentes de fertilizantes (químico, orgánicos) y control de malezas sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de ladera, Ticuantepe. Postrera, 1999. Trabajo de Diploma UNA FARENA. Managua, Nicaragua. 48p.
- Alemán, F & Tercero, I. 1991. Inventario de la información generada en agronomía (Relaciones-Clima-Suelo-Planta-Hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y frijoles. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43p.
- Alemán, F. 1997. Manejo de malezas en el trópico. Primera edición, multiformas R.L. Managua, Nicaragua. 227p.
- Blandón A. & Arvizú, 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 cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) soya (*Glycine max* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 66 p.
- Bonilla, J.1988. Efecto de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Rev. 81. Tesis Ing. Agr. ISCA, Managua, Nicaragua. 44p.
- Catastro, 1971. Levantamiento de suelo de la región del pacífico de Nicaragua. Parte 2, Descripción de suelos. Volumen 11. Managua, Nicaragua. 591 p.
- CENTA- FAO- HOLANDA. 2000. Manejo integrado de fertilizantes orgánicos. Primera edición. Editorial Científico-Técnico. Holanda. 206p.
- Cairo, P. 1995. La fertilidad física del suelo y la Agricultura orgánica en el trópico. Universidad Central de las Villas, Cuba. 233p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).1991. Frijol: Investigación y Producción. Editores. Marcelino L, G. & Fernando Fernández. Art. Van Schoonhoven. 22 p.
- CIMMYT. (1988). Las formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente Revisada. México D. F. México: CIMMYT. 78 p.
- FAO, 1991. Materias Orgánicas; fertilizantes, informe de la consulta de expertos. FAO/SIDA. Roma, Italia. 183p.

- Fundación Guilombé, 1994. Texto y coordinación de edición Cileke Comanne. Primera Edición. San José, Costa Rica. 100p.
- Fornos, C .D & Meza, A. J. P. 2001. Comparación del efecto de la fertilización mineral, orgánica y control de malezas en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) establecido en callejones de madero negro (*Gliricidia sepium*) y convencional. Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 60p.
- Espinoza, R. C. 2002. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y fertilizante mineral sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común establecido en Postrera 2001. Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 52p.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-Barcelona-México. 206 p.
- García, J. E. 1999. Agricultura orgánica en Costa Rica. Primera reimpresión: Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 100p.
- García, J. E. & Monje, N. J. 1999. Agricultura orgánica. Memorias sobre el simposio C. A. 123 p.
- García, C. L. 2001. Texto Básico. Fertilidad del suelo y fertilización de los cultivos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 182p.
- García, J. E. 1999. Agricultura orgánica memorias sobre el simposio C. A. 123 p.
- García Trujillo. 1995. Agricultura orgánica. Boletín del grupo gestor de la asociación cubana de agricultura orgánica. 28 p.
- Gómez, O. Minelli, M. 1990. La producción de semillas. Texto básico para el desarrollo de curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua ISCA. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 76 p.
- INTA-FAO. 1999. Manejo integrado de fertilidad de los suelos de Nicaragua. INPASA. Managua, Nicaragua. 130 p.
- INTA-FAO, 2000. Primer taller regional de intercambio en fertilidad del suelo, síntesis y valoración de resultados del proyecto. Primera edición. Managua, Nicaragua. 180p.
- INTA-USAID-MAGFOR. 2002. Catálogo de Semilla. Nicaragua. 41p.
- INTA. 2000. Revista guía tecnológica revista N° 3.
- INETER. 2002. Departamento de estadística de meteorología. Managua, Nicaragua.

- Larios, R. C. & García, C M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 92p.
- Laboratorio de Suelos Y Agua. 2001. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Labrador. J. & Altieri M. 2001. Agro ecología y desarrollo. Aproximación a los fundamentos agros ecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos. Casa Editora. Madrid, España. 128p.
- Marín, V. 1994. Insulation of improved lines from eight local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nicaragua Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 19p.
- MAG, 1995. Análisis situacional de los productores e insumos agropecuarios, Dirección de Análisis Económico. Boletín N° 9. Managua, Nicaragua. 118p.
- Morales, M. J. 1996. Conservación de suelos y agua. Tramedia especial. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 154 p.
- Martínez, A. G. 1993. Manual integrado de abonos orgánicos. Segunda edición. Escuela de Agricultura y Ganadería (EAGE). Estelí, Nicaragua. 41p.
- Morgan, R.P.C. 1997. Erosión y Conservación del suelo. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 343p.
- PROCADE. 1999. Proyecto de capacitación para el desarrollo agroempresarial BID. Techno Serve. 84 p.
- Quintana, B. O. ; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA) y Consultoría Profesional Indígena (INDOCONSUL S.A.). Managua, Nicaragua. 127p.
- Rava, 1991. Producción artesanal de semilla mejorada de fríjol. Segunda edición. Managua, Nicaragua. 197p.
- Restrepo, R. J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. Aportes y Recomendaciones. Cali, Colombia. 149p.
- Restrepo, R. J. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Aportes y recomendaciones. Cali, Colombia. 86p.
- Rosas, J. C. 1998. El cultivo del fríjol común en América Latina. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.

- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial México. Tercera Edición. México D. F. 350p.
- Somarriba, C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Tapia, H. & Camacho, A. 1998. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Eschon. 188 p.
- Talavera, S. F. T. 1989. Manual de fertilidad de los Suelos. Primera impresión en español. 85p.
- Vivancos, A. 1997. Tratado de fertilización. Tercera edición revisada y ampliada. N° 187.
- Veríssimo. 2000. Leguminosas de grano. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. 1028p.
- Yágodin, 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. UNA, ESAVE Managua, Nicaragua. 59p.