

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



*"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"*

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÁNICO (GALLINAZA Y ESTIÉRCOL VACUNO) Y UN MINERAL EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD DOR – 364, POSTRERA 2001**

**AUTORES**

**Br. MARVIN EUGENIO ESTRADA GUTIERREZ**  
**Br. JUAN RAMÓN PERALTA CASTILLO**

**ASESORES**

**Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RIOS**  
**Ing. Agr. ROBERTO LARIOS GONZÁLEZ**

**Managua, Nicaragua. Diciembre del 2004**

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



*"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"*

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÁNICO (GALLINAZA Y ESTIÉRCOL VACUNO) Y UN MINERAL EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD DOR – 364, POSTRERA 2001**

**AUTORES**

**Br. MARVIN EUGENIO ESTRADA GUTIERREZ**  
**Br. JUAN RAMÓN PERALTA CASTILLO**

**ASESORES**

**Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RIOS**  
**Ing. Agr. ROBERTO LARIOS GONZÁLEZ**

**Presentado a la consideración del excelentísimo tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado profesional de Ingeniero Agrónomo fitotecnista**

**Managua, Nicaragua. Diciembre del 2004**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo con el cual concluyo mis estudios a DIOS todopoderoso, fuente inagotable de luz, supremo gobernante de la paz y el amor, guía de la humanidad hacia los buenos caminos, separándonos del mal que nos lleva hacia los grandes errores de nuestras vidas para que reflexionemos ante ellos y hacer buenas obras para el bienestar de ti mismo y de tu prójimo.

Con mucho amor y cariño a mis padres GERMAN EMILIO ESTRADA y MARIA EULALIA GUTIERREZ, hacedores de mi existencia, por brindarme seguridad, confianza y apoyo en los momentos más difíciles, por los valores y principios inculcados y por darme el tesoro más preciado de mi vida como es mi educación, obtenido a través del gran esfuerzo y sacrificio por parte de ustedes.

A mis hermanos: GERMAN, CARLOS, BYRON, LESBIA Y YESSSENIA, que estuvieron de cerca y me apoyaron en todo momento y se preocuparon porque alcanzara mi meta.

Y por último a mis sobrinos GERMAN STEVEN Y ALLISON MAYERLING que son muy especiales y han logrado brindarme alegría y motivación a seguir alcanzando nuevas metas.

Para todos ellos muchas gracias.

**Br. MARVIN EUGENIO ESTRADA GUTIERREZ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este pequeño trabajo pero significativo en mi vida a DIOS por saberme iluminar en las buenas y en las malas y siempre conducirme por el camino correcto de la vida, por que sin la fe y perseverancia que depositaste en mí no hubiera llegado a las metas que hoy estoy cruzando.

Con mucho amor a mi madre: ROSA VIRGINIA CASTILLO, hacedora de mi existencia y que mi triunfo sea recompensa de sus múltiples esfuerzos por su apoyo moral, económico, sin interés alguno, quien ha sabido guiar mis pasos correctamente enseñándome a ser un hombre de bien del cual hoy puede sentirse orgullosa, por todo su amor y cariño y brindarme seguridad y confianza en los momentos más difíciles y como toda buena madre dejarme el tesoro más preciado como es mi educación.

Dedico este trabajo a mis tías MARIANA y URSULA CASTILLO, por preocuparse y haberme brindado su apoyo, a mi tío FLAVIO CASTILLO, por sus consejos, a mis abuelos: HUMBERTO CASTILLO e IGNACIA GUEVARA.

A mi hermana VERÓNICA PICADO, a mis primos: VALESKA, JAIRO, EDWAR ARGÜELLO, BISMARCK JOSE, que mi triunfo sirva como ejemplo y estímulo para seguir adelante.

Para todos ellos muchas gracias.

**Br. JUAN RAMON PERALTA CASTILLO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a DIOS, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida, como es la coronación de mis estudios.

A la Facultad de Agronomía (FAGRO) y sus docentes por transmitirme sus conocimientos ya que sin su ayuda no hubiera sido posible la culminación de esta obra.

A UNA-SLU PhD Program de Suecia por haber financiado este trabajo investigativo desde su fase de campo hasta su publicación.

Al Ing. MSc. Francisco Salmerón, por todo el apoyo brindado desde el establecimiento del experimento y durante el desarrollo del mismo.

Al departamento de BECAS, ya que fue la pieza principal para terminar mis estudios.

A servicios estudiantiles y en especial a la Lic. IDALIA CASCO, gracias por su motivación y consejos.

Al departamento de DEPORTES, dirigido por el Lic. SERGIO RAMÍREZ, que influyeron en la formación profesional.

A mis compañeros de clase: FELIX, WALTER, JAIME, AMILCAR, ROSARIO, ROBERTO, VIDAL, RODRIGO, que nos apoyamos mutuamente para llegar al final.

A mis asesores Ing. Miguel Ríos e Ing. Roberto Larios González, por ayudarme en esta etapa final.

Y a todos aquellos que de una u otra forma incidieron en mi formación y que formaron parte de un conjunto de elementos importantes para coronar mis estudios con éxito, a todos ellos muchas gracias.

**Br. MARVIN EUGENIO ESTRADA GUTIERREZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a DIOS por haberme dado las fuerzas de culminar mi Trabajo de Diploma, porque me ha iluminado durante toda mi vida y alcanzar la meta que hoy estoy cruzando como es la coronación de mis estudios.

A la Facultad de Agronomía y sus docentes, por transmitirme sus conocimientos ya que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar mis estudios.

A UNA-SLU PhD Program de Suecia por haber financiado en todas sus fases este trabajo investigativo.

Al Ing. MSc. Francisco Salmerón, por todo el apoyo brindado desde el establecimiento del experimento y durante el desarrollo del mismo.

A mis compañeros de clases: ROGER OLIVARES, YUBRAHAM TÉLLEZ, GERALD MEMBREÑO, VICENTE REYES, IGOR UBEDA, ALVARO PRIETO, por apoyarnos mutuamente para alcanzar esta meta.

A mi compañero de este trabajo de diploma MARVIN ESTRADA, ya que juntos estamos cruzando esta meta.

A mis asesores: Ing. Miguel Ríos e Ing. Roberto Larios González, quienes con su asesoría y ayuda me guiaron correctamente hasta darle fin a este trabajo de investigación.

**Br. JUAN RAMON PERALTA CASTILLO.**

# INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	v
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPOTESIS.....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 Importancia socioeconómica del cultivo del frijol.....	5
2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol.....	5
2.3 Características agronómicas de la variedad DOR – 364.....	6
2.4 Exigencias minerales del frijol.....	6
2.5 Materia orgánica.....	7
2.5.1 Gallinaza.....	7
2.5.2 Estiércol vacuno.....	8
2.6 Fertilización química.....	9
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	10
3.1 Localización o ubicación del ensayo.....	10
3.2 Condiciones climáticas de la zona.....	10
3.3 Tipo de suelo.....	11
3.4 Descripción del trabajo experimental.....	11
3.4.1 Diseño experimental.....	11
3.4.2 Descripción de los tratamientos.....	11
3.4.3 Análisis estadístico.....	12
3.4.4 Dimensiones del análisis.....	12
3.5 Manejo agronómico del ensayo.....	13
3.5.1 Preparación de suelo.....	13
3.5.2 Análisis de suelo.....	13
3.5.3 Siembra.....	13
3.5.4 Fertilización.....	13
3.5.5 Control de malezas.....	14

3.5.6 Control de plagas.....	14
3.5.7 Cosecha.....	15
3.6 Variables evaluadas.....	15
3.6.1 Variables de crecimientos.....	15
3.6.1.1 Altura de planta.....	15
3.6.1.2 Promedio de hojas por plantas.....	15
3.6.1.3 Promedio de área foliar.....	15
3.6.1.4 Altura de inserción de la primera vaina.....	16
3.6.2 Variables de rendimiento.....	16
3.6.2.1 Promedio de vainas por plantas.....	16
3.6.2.2 Promedio de granos por vainas.....	16
3.6.2.3 Promedio de ramas por planta.....	16
3.6.2.4 Peso de cien granos en gramos (g).....	16
3.6.2.5 Rendimiento en kg/ha.....	16
3.7 Análisis económico.....	17
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Altura de plantas (cm).....	19
4.2 Promedio de hojas por planta.....	21
4.3 Promedio de área foliar.....	23
4.4 Promedio de ramas por planta.....	26
4.5 Altura de inserción de la primera vaina.....	27
4.6 Promedio de vainas por planta.....	27
4.7 Promedio de granos por vaina.....	28
4.8 Peso de cien granos en gramos (g).....	29
4.9 Rendimiento en kg/ha.....	30
4.10 Análisis económico de los tratamientos evaluados.....	33
4.10.1 Análisis de presupuesto parcial.....	33
4.10.2 Análisis de dominancia.....	34
4.10.3 Análisis de retorno marginal.....	35
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
1. Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de frijol.....	5
2. Características agronómicas de la Variedad DOR-364.....	6
3. Exigencias minerales del frijol.....	7
4. Algunas características químicas de los suelos de La compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001.....	9
5. Descripción de los tratamientos, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, Postrera 2001.....	12
6. Dimensiones del ensayo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, Postrera 2001.....	13
7. Algunas características químicas de la gallinaza utilizada en el estudio.....	14
8. Algunas características químicas del estiércol utilizado en el estudio.....	14
9. Alturas de plantas (cm) del frijol en diferentes etapas fenológica del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera (2001).....	21
10. Promedios de hojas de la planta del frijol en diferentes etapas fenológicas del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001.....	23
11. Promedio de área foliar de la planta del frijol en diferentes etapas fenológicas del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San marcos, postrera 2001.....	25
12. Comportamiento del promedio de ramas por planta, altura e 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 de frijol común, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001.....	32

13.	Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del frijol común en el Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, Municipio de San Marcos, postrera 2001.....	34
14.	Análisis de dominancia a los resultados evaluados en el experimento, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001.....	35
15.	Análisis de retorno marginal, Centro Experimental La compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001.....	36

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el departamento de Carazo municipio de San Marcos en El Centro Experimental La Compañía, ubicado en el km 45 de la carretera San Marcos-Masatepe, durante la época lluviosa de postrera del año 2001. Los suelos de esta zona son de origen volcánico (Andisol), pertenecen a la serie Masatepe, con textura franco limosa, presentando alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio, pero deficiente en fósforo. Este suelo puede ser considerado adecuado para la mayoría de los cultivos. En La Compañía las precipitaciones varían entre 1200 y 1500 mm/año. El propósito del experimento fue evaluar la respuesta del cultivo frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a tres fuentes de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y mineral) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Se empleó un arreglo unifactorial en diseño de bloques completos al azar (BCA), definiendo siete tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por un área de 20 m<sup>2</sup>. La variedad en estudio fue la DOR – 364. Los tratamientos consistieron en dosis media y alta de cada material fertilizante. La dosis media se calculó basado en los requerimientos del cultivo por hectárea. La dosis media y alta usadas del fertilizante orgánico gallinaza fueron 3181 kg ha<sup>-1</sup> y 6362 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, para el estiércol vacuno (5286 kg ha<sup>-1</sup> como dosis alta y 2643 kg ha<sup>-1</sup> como dosis media). La fórmula empleada como fertilizante mineral fue la 18-46-00 con aplicaciones media de 130 kg ha<sup>-1</sup>, según recomendaciones del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), y 260 kg ha<sup>-1</sup>. Las dosis alta se seleccionaron a discreción considerando el doble de las media. Las variables evaluadas se dividieron en dos categorías: variables de crecimiento como altura de planta (cm), número de hojas, área foliar (cm<sup>2</sup>) y altura de inserción de la primera vaina (cm), y las variables del rendimiento constituidas por número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de ramas por planta, peso de cien granos (g) y rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>). Los datos provenientes del experimento se procesaron usando análisis de varianza ANDEVA, considerando además la prueba de rangos múltiple de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) mediante el programa estadístico (MINITAB, 1998). El análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988) fue aplicado para estimar la viabilidad económica financiera de los tratamientos. Los resultados obtenidos indicaron una respuesta significativa diferente a la aplicación de las fuentes de fertilizante, resultando estadísticamente iguales la fertilización mineral y gallinaza en dosis alta, superando a todos los tratamientos con rendimientos promedios de 2823.27 kg ha<sup>-1</sup> y 2712.82 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, seguido por los tratamientos estiércol vacuno alto con rendimiento de 2528.47 kg ha<sup>-1</sup> y gallinaza media con 2505.58 kg ha<sup>-1</sup> en una segunda categoría estadística. En cuanto al comportamiento vegetativo, los resultados indican que estadísticamente existe significancia al evaluar el promedio de hojas a los 15, 29 y 36 días después de la siembra y promedio de área foliar a los 15, 36 y 43 días después de la siembra. La variable altura de planta ostentó los mayores promedios con los tratamientos gallinaza alta y fertilizante mineral dosis alta en una misma categoría estadística únicamente a los 36 días después de la siembra. El análisis económico muestra que el tratamiento con fertilización orgánica gallinaza con dosis media obtuvo los mayores beneficios económicos con U\$ 4.76 por cada dólar invertido, sin embargo, agrónomicamente los mayores rendimientos se producen con la fertilización mineral dosis alta.

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es cultivado por pequeños y medianos productores en todo el país. La producción está destinada principalmente para satisfacer las necesidades de consumo interno del país y en menor proporción se destina a la exportación hacia Centro América (INTA, 2004).

El cultivo de frijol común ocupa el segundo lugar en importancia después del maíz, no sólo por la superficie dedicada y por su producción, sino también por su tradición y gran potencial como fuente de proteínas para la alimentación. Aproximadamente un 33% de la proteína es proporcionada por el frijol. Además, posee un alto contenido de lisina (Bressani, 1993).

En nuestro país el 95 % de este cultivo es producido por pequeños y medianos productores frecuentemente ubicados en áreas marginales (suelos de laderas y erosionadas) los que utilizan mano de obra familiar, no utilizan mecanización ni insumos como fertilizantes, insecticidas, funguicidas y semilla de buena calidad y los que lo usan hacen un gasto irracional o inadecuado de la tecnología lo que conlleva a problemas como bajos rendimientos y altos costos de producción que inciden directamente en los costos al consumidor (Somarriba, 1997).

El grano del frijol es un componente esencial en la dieta de la mayoría de la población rural y en muchos casos la urbana, de los países productores más pobres o en vías de desarrollo. En estos casos representa la fuente principal de proteínas. El contenido proteico de este valioso grano supera al de muchos alimentos incluyendo a los huevos y la carne de res. El valor nutricional de esta proteína es muy alto debido al mayor contenido de aminoácidos esenciales si se le compara con el maíz y la papa, además, es ligeramente superior en estos componentes que la carne de pollo (Rosas, 1998).

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 suelos 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 (Morales, 1996).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el comportamiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de fertilizante mineral y orgánico durante su ciclo biológico.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Evaluar el efecto en dos dosis de fertilización mineral y orgánica sobre las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo del frijol.
2. Evaluar la rentabilidad de los tratamientos en estudio con el fin de brindar información desde el punto de vista económico para el productor.

## **1.2 HIPÓTESIS**

Ho = La aplicación de fertilizantes orgánicos y mineral no permiten mejor crecimiento e incremento en los rendimientos del cultivo del frijol común.

Ha = La aplicación de fertilizantes orgánicos y mineral permiten mejor crecimiento e incremento en los rendimientos del cultivo del frijol común.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia socioeconómica del cultivo del 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 el 22.7 % superada únicamente por la soya (38 %) y es también fuente importante de hierro (7.9 %) y vitamina B (2.2 %). 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).

### 2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol

Los requerimientos se presentan en la siguiente tabla

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

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

Fuente: Fornos y Meza (2001).

## 2.3 Características agronómicas de la variedad DOR-364

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

Progenitores	DOR-1215 x (IRAB – 166 x DOR 125)
Floración (dds)	36-38
Color de 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
Época 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, maquinarias
Zonas recomendadas	Carazo, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Jalapa y Santa Lucía

Fuente: INTA (1999).

## 2.4 Exigencias minerales del frijol

En América Latina el frijol se cultiva en diferentes tipos de suelos con diversas deficiencias y/o toxicidades nutricionales que pueden limitar el desarrollo de la planta y su capacidad de rendimiento. La nutrición coadyuva a mejorar la producción de grano en calidad y cantidad al influir en la producción de clorofila y la elaboración de carbohidratos, proteínas, etc. La deficiencia o exceso de uno o más elementos pueden mermar en forma considerable los rendimientos del cultivo. Para lograr beneficios en la producción de frijol, resultado 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.

Según Quintana *et al.*, (1992), las exigencias minerales del cultivo del frijol para producir 1.5 ton ha<sup>-1</sup> son las siguientes:

**Tabla 3. Exigencias minerales del frijol**

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento (ton ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Frijol	1.5	80	30	60

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

## **2.5 Materia orgánica**

Se entiende por materia orgánica en el suelo a todos los residuos de plantas y animales en sus diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana, que está sometida a factores edáficos, climáticos y biológicos para un constante proceso de transformación y mineralización de la materia orgánica (Labrador, 1996).

Los niveles de materia orgánica suelen ser más alto en tierras arcillosa que en suelos arenosos, porque la falta de aireación hace que el proceso de mineralización sea menos eficiente (Arzola *et al.*, 1986).

El proceso de mineralización de la materia orgánica, se realiza lentamente por acción enzimática de los microorganismos que van fraccionando poco a poco las unidades de materia orgánica en unidades más simple hasta llegar a la producción final de ácidos orgánicos, anhídrido carbónico y el amonio, por eso se les conoce como proceso de amonificación (Vivancos, 1997).

### **2.5.1 Gallinaza**

La gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico relativamente concentrado y de rápida acción, lo mismo que el estiércol de ganado. Contienen todos los nutrientes básicos indispensables para la planta pero en mucha mayor cantidad, todos los nutrientes en la gallinaza se encuentran en compuestos asimilables por la planta (Yagodin, 1982).

La gallinaza es más rica en nutrientes que otros estiércoles, se obtiene de dos formas, pura y seca, a veces con cal y gallinaza mezclada con 60 – 70% de materiales de cama. En el primer caso se pierde mucho nitrógeno por volatilización (Salmerón y García, 1994).

Un material que muy frecuentemente se utiliza como material de cama es la granza de arroz y en algunos casos materiales que se descomponen lentamente como el aserrín.

El estiércol de aves, es un subproducto de la industria avícola y su riqueza en nutrientes varía según el tipo de la cama que se utiliza, el tiempo de descomposición, etc. Sus concentraciones oscilan entre 2.5 % a 3 % para nitrógeno, menos de 1 % para el fósforo y alrededor de 3 % para el potasio (en base a materia seca) (INTA, 2000).

### **2.5.2 Estiércol vacuno**

El estiércol almacena una buena parte de los nutrientes ingeridos por el animal, el estiércol vacuno es el más importante en cantidad pero no es muy rico en nutrientes (2.5 % de macro nutrientes). La palabra estiércol se emplea para designar a todos los desechos 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 es uno de los residuos más importantes de la finca, una parte de nutrientes no utilizables por los cultivos puede entrar en el sistema suelo-planta-animal y ejercer una función mucho más importante de lo que se cree. El estiércol consta de 2 componentes originarios, uno sólido y otro líquido en relación aproximada 3:1. Un poco más de la mitad del nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico y alrededor del 35 % de potasio se encuentran en el componente sólido, además, contiene cantidades menores de calcio, magnesio, azufre y trazas de micronutrientes, no obstante, ésta 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, 2000).

## 2.6 Fertilización Química

El objetivo primordial de la fertilización consiste en suministrar al suelo los elementos nutritivos que se precisan para obtener la máxima rentabilidad en la producción (Fuentes, 1994).

La fertilización, una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas, constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy no se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las condiciones climatológicas en cada caso, a pesar de que durante años se ha investigado y desarrollado esta técnica con cierta independencia de otras técnicas agrícolas, nunca se ha dejado de destacar que después del agua la fertilización es el factor de producción más importante en la explotación agrícola (Domínguez, 1997).

Los fertilizantes minerales representan la fuente 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 de mano de obra para su manejo (INTA, 2000).

**Tabla 4. Algunas características químicas de los suelos de La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera (2001)**

<b>Profundidad (cm)</b>	<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>MO (%)</b>	<b>Da (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (ppm)</b>	<b>K (meq/100g)</b>
20	6.48	10.846	1	0.54	8.65	1.50
<b>Rango</b>		Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua (UNA).

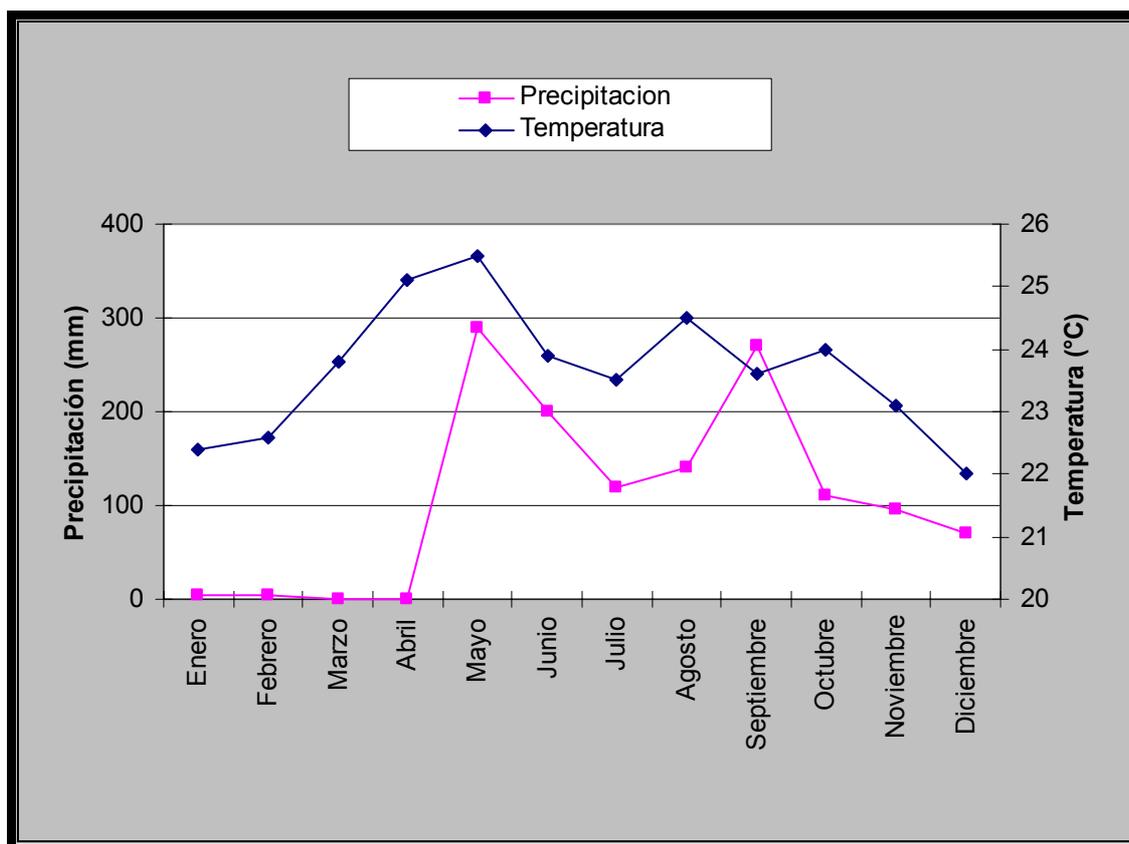
### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización o ubicación del ensayo

Esta investigación se realizó durante la estación lluviosa del 2001 en la época de postrera, en El Centro Experimental La Compañía ubicada en la IV región departamento de Carazo en el municipio de San Marcos, situado entre las coordenadas geográficas 11° 54' 30" de latitud norte y 86° 10' 50" de longitud oeste con una altitud de 480 msnm.

#### 3.2 Condiciones climáticas de la zona

La temperatura promedio anual es de 24 °C, presentando una precipitación anual de 1200 a 1500 mm, con una humedad relativa promedio de 85 % y el clima es del tipo tropical estacional con dos ciclos de producción de frijol común, el de primera entre mayo y agosto y postrera entre septiembre y diciembre.



**Figura 1. Precipitación y temperatura de la zona en estudio**

Fuente: INETER (2001).

### **3.3 Tipo de suelo**

El suelo de la estación experimental La Compañía es de textura franco limoso, desarrollados a partir de cenizas volcánicas. Desde hace tiempo estos suelos han estado siendo cultivados con frijol y maíz principalmente (Talavera, 1989).

Estos suelos pertenecen a la serie Masatepe, son suelos moderadamente profundos a profundo, bien drenado, su pH está considerado de medianamente ácido a neutro, se encuentra en pendientes casi planas a moderadamente escarpadas, tienen permeabilidad y capacidad de humedad disponible moderada, zona radicular moderadamente profunda y densidad aparentemente baja. El contenido de materia orgánica es alto y los suelos están bien provistos con bases, pero son deficientes en fósforo, su contenido de potasio asimilable es de alto a medio (Catastro, 1971).

### **3.4 Descripción del trabajo experimental**

#### **3.4.1 Diseño experimental**

Para este estudio se utilizó un arreglo unifactorial en diseño de bloques completo al azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 28 unidades experimentales. La distribución de los tratamientos se presenta en la tabla 5.

#### **3.4.2 Descripción de los tratamientos**

Los tratamientos estudiados consistieron en dos niveles de aplicación para cada uno de los fertilizantes orgánicos utilizados (gallinaza y estiércol vacuno) y dos niveles de aplicación de fertilizante mineral de fórmula completa 18-46-0 más un tratamiento testigo sin aplicación de fertilizante para un total de siete tratamientos. Los tratamientos fueron fijados de acuerdo a los contenidos nutricionales del suelo, a la riqueza nutricional de los abonos orgánicos y a la demanda del cultivo señalada en la tabla 3, correspondiéndose de esta forma las dosis medias. Las dosis altas fueron seleccionadas a discreción duplicando las dosis indicadas anteriormente, y

así esperar obtener respuesta de los fertilizantes, con el propósito de explorar un posible incremento en las variables a evaluar en especial los rendimientos.

**Tabla 5. Descripción de los tratamientos, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo municipio de San Marcos, postrera 2001**

<b>Tratamiento</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>Dosis kg ha<sup>-1</sup></b>
T <sub>1</sub>	Gallinaza alta	6362
T <sub>2</sub>	Gallinaza media	3181
T <sub>3</sub>	Estiércol alto	5286
T <sub>4</sub>	Estiércol medio	2643
T <sub>5</sub>	Químico alto	260
T <sub>6</sub>	Químico medio	130
T <sub>7</sub>	Testigo	Sin aplicación

El factor de estudio concierne a la fertilización orgánica y química. El abono orgánico gallinaza procede de la granja avícola La Esperanza, ubicada en el mismo sector del centro experimental La Compañía, y es originada por la producción de gallinas ponedoras. El abono orgánico estiércol vacuno proviene de la recolección de excremento de los mismos. La fertilización química se realizó mediante la aplicación de fertilizante mineral de fórmula 18-46-00 y un testigo absoluto sin aplicación de fertilizante.

### **3.4.3 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 95% de confiabilidad.

### **3.4.4 Dimensiones del ensayo**

El ensayo experimental establecido consta de siete tratamientos y cuatro repeticiones, separados dos metros entre bloque y un metro entre cada unidad experimental.

**Tabla 6. Dimensiones del ensayo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo municipio de San Marcos, postrera 2001**

<b>Componentes</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Unidad Experimental	5	4	20
Parcela útil	4	2.4	9.6
Bloque	41	4	164
Área Total	43	24	1032

### **3.5 Manejo agronómico del ensayo**

#### **3.5.1 Preparación de suelo**

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

#### **3.5.2 Análisis de suelo**

Se realizó un muestreo para el análisis de suelo previo al establecimiento del ensayo, con el fin de obtener información de las propiedades químicas (nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, potencial de hidrógeno) y una propiedad físicas (densidad aparente.)

#### **3.5.3 Siembra**

La siembra se realizó de manera manual el día 05 de Octubre del 2001, depositando la semilla a chorrillo con una distancia entre surco de 0.4 m para una densidad de siembra aproximada de 250,000 plantas por hectáreas. La variedad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizada fue DOR- 364, sus características se presentan en la tabla 2.

#### **3.5.4 Fertilización**

La fertilización se realizó al momento de la siembra tanto para los fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) como para el fertilizante mineral. Las dosis medias de aplicación de los abonos orgánicos fueron ajustadas a los requerimientos del cultivo del frijol común basado en la cantidad de nitrógeno presente en el suelo, determinado a través del análisis químico de suelo realizado en el laboratorio de suelos y agua de la UNA. Las dosis altas se seleccionaron a

discreción duplicando las dosis medias. La demanda fue basada en la producción de 1.5 ton/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.

$$\text{Dosis} = \frac{(\text{Demanda del cultivo} - \text{Suministro})}{\text{Eficiencia del fertilizante}}$$

**Tabla 7. Algunas características químicas de la gallinaza utilizada en el estudio**

<b>Nutriente</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
<b>Gallinaza</b>	<b>1.62</b>	<b>2.18</b>	<b>0.24</b>	<b>0.45</b>	<b>0.25</b>	<b>250</b>	<b>625</b>	<b>375</b>	<b>1750</b>

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2001).

**Tabla 8. Algunas características químicas del estiércol utilizado en el estudio**

<b>Nutriente</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Estiércol</b>	<b>1.95</b>	<b>2.27</b>	<b>0.95</b>

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2001).

### 3.5.5 Control de malezas

Se realizó un primer control de malezas a los 15 días después de la siembra, siendo este el periodo más crítico del cultivo en que puede ser afectado por las malezas, y se efectuó un segundo control a los 30 días después de la siembra. El método de control usado fue el mecánico, mediante la utilización del azadón.

### 3.5.6 Control de plagas

Se realizó a los 20 días después de la siembra con el objetivo de prevenir el ataque de crisomélidos. El producto aplicado fue methamidofos (tamarón 600 SL) con dosis de 1 l/ha y para prevenir enfermedades fungosas se usó Benomyl (0.5 kg/ha).

### **3.5.7 Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual ya concluido el ciclo del cultivo a los 78 días después de la siembra, 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 por que la densidad de siembra era homogénea en cada tratamiento.

## **3.6 Variables evaluadas**

### **3.6.1 Variables de crecimiento**

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

Para evaluar la variable altura de planta, se tomaron 5 plantas al azar por cada parcela útil, basándose en la longitud de la planta, midiendo desde el nivel del suelo hasta la última hoja trifoliada bien formada mediante el uso de cinta métrica.

#### **3.6.1.2 Promedio de hojas por planta**

El conteo de número de hojas fue realizado en varios momentos durante el ciclo del cultivo tomando 5 plantas al azar por parcela útil.

#### **3.6.1.3 Promedio de área foliar (cm<sup>2</sup>)**

La evaluación se realizó en diferentes etapas durante el ciclo del cultivo tomando al azar 5 plantas por parcela útil utilizando una cinta métrica y midiendo el largo y ancho de la hoja, lo que nos dio como resultado el área foliar expresada en cm<sup>2</sup> después de multiplicarlo por un factor de corrección estimado en 0.75.

Las variables mencionadas anteriormente fueron evaluadas en varios momentos 15, 22, 29, 36, 43, 50 y 57 días después de la siembra durante el ciclo biológico.

#### **3.6.1.4 Altura de inserción de la primera vaina (cm)**

Esta fue tomada desde la base de la planta hasta la inserción de la primera vaina utilizando una cinta métrica. Se tomaron 5 plantas al azar por parcela útil y fue realizado a los 76 días después de la siembra.

### **3.6.2 Variables de rendimiento**

#### **3.6.2.1 Promedio de vainas por planta**

El conteo de número de vainas fue realizado en el campo a los 76 días después de la siembra, tomando 5 plantas al azar por parcela útil y determinando su promedio.

#### **3.6.2.2 Promedio de granos por vaina**

Esta variable fue registrada a los 76 días después de la siembra, contándose los granos de las vainas en las cinco plantas tomadas al azar por parcela útil y luego se determinó un promedio.

#### **3.6.2.3 Promedio de ramas por planta**

Esta variable fue evaluada en el campo a los 76 dds, haciendo un conteo de ramas en cada una de las cinco plantas tomadas al azar por parcela útil.

#### **3.6.2.4 Peso de cien granos en gramos (g)**

De la producción de granos obtenidos de cada parcela útil se tomaron las muestras para el peso de cien granos, los cuales fueron ajustados a un 13% de humedad.

#### **3.6.2.5 Rendimiento en kg/ha**

Esta variable fue obtenida una vez cosechado el frijol extraído del área de la parcela útil (9.6 m<sup>2</sup>) a los 78 dds. La producción de grano fue pesada y ajustada a un 13 % de humedad mediante la fórmula propuesta por Gómez y Minelli (1990).

$$\mathbf{Pf (100-Hf) = Pi (100-Hi)}$$

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

### 3.7 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 y poder determinar que alternativa es la más adecuada desde el punto de vista económico para el productor.

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

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

**Rendimiento medio:** Expresado en kg/ha.

**Rendimiento ajustado:** el rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

**Costos variables:** Implican los costos particulares de los tratamientos, incluyen costos de: semilla, fertilización, cosechas y transporte.

**Beneficio bruto:** Obtenido a través del producto del rendimiento ajustado por el precio del grano al momento de la cosecha.

**Beneficio neto:** El beneficio neto se calcula restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

**Dominancia:** Se ordenan los costos variables de los tratamientos en orden ascendente con su respectivo beneficio neto. Se considera que un tratamiento es dominado cuando tiene 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 calcula 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:** Esta indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica o conjunto de prácticas por otra, y es igual a la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales expresados en porcentaje.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de planta (cm)

La altura de la planta es una característica varietal genética y ambiental, es el resultado de números de nudos y longitud de los entrenudos (Reyes, 1992).

En el frijol la altura es muy importante, ya que algunos autores refieren de la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo sobre la altura de las plantas, indican que en condiciones de alta presión de competencia las plantas de frijol común, elongan sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Alemán, 1989, citada por Pallavicini y Valverde, 2000).

Para las observaciones realizadas en la variable altura de planta, comprendida de los 15 a los 29 dds, el ANDEVA no presentó diferencias significativas al evaluar el factor fertilización, momento en el cual comienza el desarrollo rápido vegetativo de la planta, formándose el tallo, ramas y hojas trifoliadas (tabla 9).

Es hasta los 36 dds que la altura del cultivo muestra efecto altamente significativo, ocupando la primera categoría estadística el tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza alta y la aplicación de fertilizante químico con dosis alta, y la menor altura obtenida por el tratamiento testigo.

En este período la gallinaza libera suficientes nutrientes disponibles para que la planta manifieste su potencial de crecimiento. Algunos estudios indican que no es la cantidad de nutrientes en el suelo la que determina su productividad, sino la capacidad del suelo para renovar la existencia de nutriente una vez que han sido removidos de la solución del suelo (Arzola *et al.*, 1986).

Thienhaus (1988), determinó que los abonos maduros obtenidos por medios de compostage poseen mayor efecto estructural sobre el suelo y puede lograr una acumulación de las huminas, porque su mineralización es más lenta, a la vez esto significa que los nutrientes de un abono de menor tiempo de compostage sufren en el campo una mineralización más rápida, proporcionando a las plantas elementos nutritivos a corto plazo, en esta etapa los componentes de nutrientes

contenidos en el suelo, suministradas por el fertilizante químico decrecen como consecuencia de las pérdidas por lixiviación y por volatilización principalmente de nitrógeno.

La gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción, el período transcurrido desde su aplicación hasta la floración del cultivo, es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrimentos que pueden coincidir con el período de mayor demanda de nutrientes.

Los resultados obtenidos son mayores en relación a los obtenidos por Fornos y Meza (2001) quienes obtuvieron alturas de 22.25 cm pero menores en comparación que las obtenidas por Navarro (1997) que reportó altura de 30.16 y 41.28 cm.

Los resultados reflejados en la tabla 9 muestran que la variable altura de plantas de los 43 a los 57 dds no presentaron diferencias significativas al evaluar el factor fertilización, sin embargo, existieron diferencias numéricas en los tratamientos evaluados obteniendo la mayor altura a los 43 dds, el tratamiento con fertilizante mineral químico alto y a los 50 y 57 dds, la mayor altura la obtuvo el tratamiento con fertilizantes orgánicos gallinaza alta.

**Tabla 9. Alturas de plantas (cm) del frijol en diferentes etapas fenológica del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera (2001)**

OBSERVACIONES							
Tratamiento	15 dds	22 dds	29 dds	36 dds	43 dds	50 dds	57 dds
G. ALT	6.09 a	8.38 a	17.72 a	24.40 a	70.75 a	85.8 a	94.3 a
G. MED	6.11 a	8.26 a	15.86 a	23.16 ab	58.9 a	85.3 a	94.2 a
ES. ALT	6.07 a	7.89 a	15.21 a	22.16 ab	61.58 a	81.05 a	93. a
ES. MED	6.03 a	8.21 a	15.44 a	18.99 c	55.75 a	75.7 a	84.7 a
Qx. ALT	5.92 a	8.02 a	17.09 a	24.27 a	72.4 a	83.5 a	91.5 a
Qx. MED	5.93 a	8.19 a	16.46 a	20.97 bc	58.9 a	75.7 a	82.4 a
TESTIGO	6.23 a	8.16 a	14.67 a	18.42 c	54.7 a	75.2 a	84.45 a
ANDEVA	NS	NS	NS	* *	NS	NS	NS
% CV.	7.09	4.77	9.66	18.68	13.98	13.43	14.95

G. ALT : Gallinaza Alta                      Qx. ALT: Químico Alto  
G. MED : Gallinaza Media                  Qx. MED: Químico Medio  
ES. ALT : Estiércol Alto                      CV: Coeficiente de Variación  
ES. MED: Estiércol Medio                    dds: Días después de la siembra  
\* \*: Altamente significativo.

#### 4.2 Promedio de hojas por planta

Las hojas son órganos verdes que salen del tallo y que ejecutan importantísimas funciones en la vida del vegetal, por ejemplo, la fotosíntesis que está destinada a la elaboración de materia orgánica y la transpiración destinada a eliminar el exceso de agua.

En condiciones normales hay suficiente cantidad de clorofila que a algunas plantas se les puede quitar hasta un 25 % de las hojas sin que ello cause perjuicio, sin embargo, la deficiencia de algunos minerales en el suelo pueden ocasionar una disminución peligrosa en la cantidad de clorofila como en el caso del hierro y el magnesio (Fuentes, 1994).

El análisis estadístico realizado para la variable promedio de hoja por planta a los 15 y 29 dds nos refleja que existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados, obteniendo el mayor

promedio de hojas por planta a los 15 dds el fertilizante orgánico gallinaza alta y a los 29 dds el fertilizante mineral químico alto.

Por otra parte las observaciones realizadas a la variable promedio de hoja a los 36 dds muestran diferencias altamente significativas al evaluar el factor fertilización ocupando el mayor promedio de hojas el fertilizante orgánico gallinaza alta.

Estas diferencias se deben al grado de absorción de elementos nutritivos de tal manera que estén disponibles para ser asimilados por la planta para hacerlo llegar a las zonas de crecimiento y desarrollo, así mismo por las estructuras vegetativas donde se empieza a distinguir claramente como tallos, ramas y otras hojas. También es importante señalar el cambio de fase de una etapa vegetativa a una reproductiva sufriendo la planta transformaciones.

El periodo transcurrido desde la aplicación de gallinaza hasta los 36 dds del cultivo es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrientes que puede coincidir con el periodo de mayor demanda de nutrientes lo cual permite obtener mayor promedio de hojas por planta en comparación con los demás tratamientos.

Por otra parte, el análisis estadístico no presentó diferencias significativas a los 22, 43, 50 y 57 dds obteniendo el mayor promedio de hojas el tratamiento con fertilizante mineral químico alto a los 22 y 43 dds y gallinaza media a los 50 dds, en cambio a los 57 dds el tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza alta superó a todos los tratamientos. Hay que señalar que todos los tratamientos superaron al tratamiento testigo el que obtuvo menor promedio de hojas por planta en todo el ciclo del cultivo, lo cual ratifica la respuesta de esta variable a los tratamientos.

**Tabla 10. Promedios de hojas de la planta del frijol en diferentes etapas fenológicas del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

OBSERVACIONES							
Tratamiento	15 dds	22 dds	29 dds	36 dds	43 dds	50 dds	57 dds
G. ALT	6.15 a	8.75 a	12.92 ab	15.68 a	19.65 a	20.80 a	23.45 a
G. MED	5.30 bc	8.00 a	11.73 abc	13.40 bc	19.46 a	20.95 a	21.00 a
ES. ALT	5.90 ab	8.42 a	11.71 bc	13.95 bcd	17.01 a	19.45 a	22.05 a
ES. MED	5.15 c	7.77 a	11.53 abc	12.83 bcd	17.04 a	20.45 a	22.90 a
Qx. ALT.	5.80 ab	8.90 a	13.46 a	14.71 ab	20.19 a	21.75 a	21.10 a
Qx. MED	5.30 bc	8.05 a	12.08 ab	12.62 cd	17.29 a	22.35 a	22.48 a
TESTIGO	5.15 c	7.67 a	10.98 c	11.22 d	16.33 a	18.85 a	19.80 a
ANDEVA	*	NS	*	**	NS	NS	NS
% CV.	7.43	6.85	13.38	12.91	13.63	13.58	16.6

G. ALT : Gallinaza Alta  
 G. MED: Gallinaza Media  
 ES. ALT: Estiércol Alto  
 ES. MED: Estiércol Medio  
 Qx. ALT: Químico Alto

Qx. MED: Químico Medio  
 CV: Coeficiente de Variación  
 dds: Días después a la siembra  
 \*: Significativo  
 \*\*: Altamente significativo

#### 4.3 Promedio de área foliar

Según el CIAT (1991) 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 CO<sub>2</sub>.

Es uno de los parámetros más importantes en la evaluación de 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 área foliar es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido basado en parámetros como ancho, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos e índice de área foliar (Rosas, 1998).

Los resultados reflejados en la tabla 11 muestran diferencias altamente significativas a los 15 y 43 dds y diferencias significativas a los 36 dds al evaluar los tratamientos en estudios, obteniendo el fertilizante orgánico gallinaza alta y fertilizante químico con dosis alta el mayor promedio de área foliar a los 15 dds y el fertilizante mineral químico alto a los 36 y 43 dds.

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, al 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).

Las diferencias significativas son de suma importancia por lo que, el desarrollo del área foliar es un 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 ambiente específico, se caracterizan por tener hojas con mayor desarrollo y otras características que hacen que estas tengan un buen aspecto general, es decir, que estas presentan un mayor área foliar.

Los suelos con un alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta (Secretaría de educación pública, México 1990).

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 produce 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 consecuencia la desaparición de la clorofila.

En cambio a los 22, 29, 50 y 57 dds el análisis estadístico no muestra diferencias significativas en los tratamientos, pero si ligera diferencia numérica obteniendo el mayor promedio por área foliar

el fertilizante mineral químico medio a los 22 y 50 dds, habiendo un ligero cambio a los 29 y 57 dds donde el mayor área foliar fue obtenida por el tratamiento mineral químico alto.

El valor más alto del área foliar es necesario para que el cultivo tenga una mayor fotosíntesis durante el periodo y por tanto mayor capacidad de producción de fotosintato, los cuales forman nuevas estructuras y en la etapa de formación del fruto emigren hacia el grano para incrementar su peso (Vásquez, 1999).

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).

**Tabla 11. Promedio de área foliar de la planta del frijol en diferentes etapas fenológicas del cultivo, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

OBSERVACIONES							
Tratamiento	15 dds	22 dds	29 dds	36 dds	43 dds	50 dds	57 dds
G. ALT	10.77 a	28.11 a	52.65 a	57.02 ab	54.48 b	52.33 a	50.67 a
G. MED	9.14 ab	28.74 a	48.46 a	52.53 abc	48.90 b	53.88 a	49.38 a
ES. ALT	9.42 ab	27.83 a	48.92 a	52.66 abc	53.24 b	50.62 a	50.15 a
ES. MED	6.65 c	23.17 a	48.62 a	51.13 bc	48.70 b	50.05 a	46.85 a
Qx. ALT.	10.67 a	30.44 a	53.81 a	58.02 a	64.14 a	54.34 a	52.38 a
Qx. MED	8.00 bc	31.47 a	51.01 a	52.37 abc	51.48 b	55.00 a	49.19 a
TESTIGO	7.76 bc	26.3 a	44.45 a	46.98 c	49.18 b	45.43 a	43.87 a
ANDEVA	**	NS	NS	*	**	NS	NS
% CV.	16.56	13.66	10.59	8.48	8.32	9.15	8.4

G. ALT : Gallinaza Alta  
 G. MED: Gallinaza Media  
 ES. ALT: Estiércol Alto  
 ES. MED: Estiércol Medio  
 Qx. ALT: Químico Alto

Qx. MED: Químico Medio  
 CV: Coeficiente de Variación  
 dds: Días después a la siembra  
 \*: Significativo  
 \*\*: Altamente significativo

#### **4.4 Promedio de ramas por planta**

El número de ramas por planta es propio de cada variedad, aunque el número de ramificaciones, no necesariamente está asociado a un alto rendimiento. Las ramas son una variable en el cultivo de frijol común, y de su cantidad por planta, se espera un número mayor o menor de vainas y por ende de granos y que serán reflejados en el rendimiento alcanzado (MIDINRA, 1986).

Las aplicaciones de fertilizante tanto orgánicos como químicos, además de las concentraciones encontradas en el suelo proporcionan un buen desarrollo vegetativo y una buena generación de ramas, además son indispensables para estimular el crecimiento y propiciar plantas vigorosas y de buen desarrollo (Arzola, 1984).

Los resultados reflejados en la tabla 12 muestran que los tratamientos en estudio no ejercieron efectos significativos para la variable promedio de ramas por planta, sin embargo, existen diferencias numéricas obteniendo el mayor promedio de ramas cuando se aplicó fertilizante orgánico gallinaza media seguido por el tratamiento fertilizante orgánico estiércol alto.

Según Tapia (1987), citado por Jiménez (1996), reporta un rango de 2 - 4 ramas por planta y el 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.

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, sino a la información genética que la variedad DOR – 364 contiene. 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 rama y que el tipo de ramificación, el número y longitud de ramas dependen de factores como el genotipo.

#### **4.5 Altura de inserción de la primera vaina**

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

El análisis de varianza para la variable altura de inserción de la primera vaina a los 76 dds no presentó diferencias significativas, sin embargo, se pueden apreciar diferencias numéricas en los tratamientos teniendo la mayor altura de inserción el tratamiento con fertilizante orgánico gallinaza alta.

Según Giszner (1993), citado por Solórzano y Robleto (1994) la altura de inserción de las primeras vainas debe ser como mínimo de 10 cm. Esto quiere decir que las alturas obtenidas por cada uno de los tratamientos obedecen a diferentes factores genéticos obteniéndose alturas de inserción de vainas desde 18.85 hasta 16.3 centímetros, que fue el mayor promedio.

CNIA (1995) reportó para la variedad DOR – 364 una altura de inserción de vaina de 14 cm, esto en condiciones de manejo óptimo del cultivo.

#### **4.6 Promedio de vainas por planta**

Es influenciado por los factores ambientales (temperatura, viento y agua), en la época de floración y por el estado nutricional durante la fase de formación de vainas y granos y siempre está relacionado con el rendimiento (Moraga & López, 1993).

El Número de vainas por planta, está en dependencia del número de flores que tengan las plantas. Sin embargo, 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. Además, se menciona

que el número de vainas por planta es uno de los parámetros que mayor relación tiene con el rendimiento (Tapia, 1987).

Como se puede apreciar en la tabla 12 los resultados indican que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados en cuanto al promedio de vainas por planta, obteniendo el mayor promedio la fertilización orgánica gallinaza alta y el menor promedio fue para el tratamiento testigo siendo superado por los demás tratamientos.

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).

Se afirma que el número de vainas por planta es uno de los componente del rendimiento más fuertemente influenciado por la competencia, un aumento en el número de vainas por planta se interpreta como capacidad competitiva, el promedio de vaina por planta para la variedad DOR – 364 es de 14.4 (Marín, 1994).

Según los datos obtenidos al observar las diferencias numéricas en los tratamientos, el mayor promedio de vainas por planta fue de 12.25 vainas, ubicándose por debajo del que asegura Marín (1994) para esta variedad, por lo que esto reduce los rendimientos, aunque estará en dependencia del número de granos por vainas que tenga cada planta para la obtención de buenos resultados.

Según Herrera (1981) el número de vainas por planta es diferente para cada variedad presentando cada uno un comportamiento característico de ello.

#### **4.7 Promedio de granos por vaina**

Los granos por vaina es una variable determinada por sus características genéticas propias de cada variedad, que varía con las condiciones ambientales existentes de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente (Bonilla, 1990).

El número de granos por vaina siempre se asocia con el rendimiento, es un componente de rendimiento que es menos influenciado por factores externos como el número de vainas por planta (Mezquita, 1973).

En las observaciones realizadas a la variable promedio de granos por vaina a los 76 dds, el ANDEVA no presentó diferencias significativas al evaluar el factor fertilización, obteniendo el mayor promedio el fertilizante mineral químico alto y con el menor promedio el tratamiento 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 granos en las vainas llegando hasta 8 mm por día. Estas necesidades son mayores en época seca y en regiones de temperaturas altas (Rosas, 1998).

Marín (1994), reporta en la variedad DOR – 364 un promedio de 5.5 granos por vaina, presentándose pequeñas diferencias con los obtenidos en el trabajo.

Estos resultados no concuerdan con los de Aguilar y Altamirano (2001), quienes demuestran a través de sus datos diferencias significativas, sobresaliendo la fertilización mineral.

#### **4.8 Peso de cien granos en gramos (g)**

El peso de cien granos, es una variable importante que demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano del frijol en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco, 1991).

Esta variable es influenciada por factores como: nutrientes, humedad, luz y espacio, los que condicionan que no se demore el crecimiento de las partes del órgano de la flor, dando como resultado un mayor desarrollo del grano y un mayor peso del mismo (Palma, 1993).

Se puede observar en la tabla 12 que el ANDEVA muestra efecto significativo entre los tratamientos evaluados en esta variable, existiendo tres categorías estadísticas, siendo la primera bajo el tratamiento gallinaza dosis alta con 23.54 gramos seguido por los tratamientos químico alto con 22.23 gramos, estiércol alto (22.22) y gallinaza media con 21.71 gramos. En una última categoría se ubican los tratamientos químico medio, testigo y estiércol medio.

Esto es debido a que durante el desarrollo vegetativo la planta acumuló gran cantidad de nutrientes los cuales fueron trasladados durante la etapa reproductiva al grano donde el fertilizante mineral y la gallinaza con dosificaciones altas proporcionaron suficientes nutrientes para el cultivo, superando de esta manera al resto de los tratamientos. En los fertilizantes orgánicos una parte del nitrógeno está disponible inmediatamente a la planta como urea, mientras el resto se libera lentamente (Morales, 1996).

Marín (1994), señaló que el peso de cien granos para la variedad DOR- 364 es de 21 gramos, existiendo una pequeña diferencia en relación a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

#### **4.9 Rendimiento en kg/ha**

Son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo ya que los valores altos y bajos reflejan, las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes (Voysesst, 1985).

En el rendimiento se refleja la efectividad del manejo agronómico que el hombre le ha dado al cultivo, antes de su establecimiento como a lo largo de su ciclo (Zapata & Orozco, 1991).

La formación del rendimiento tiene lugar a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo, desde la emergencia de la planta hasta la formación del último órgano con la influencia de los factores ambientales (Binder, 1997).

Avelares (1992), indicó que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otros actúan en forma contraria compensándolo, por la 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 sus componentes, sino que existe relación entre ellos (Cérrato, 1992).

Se puede observar en la tabla 12 que el análisis estadístico para la variable rendimiento presentó diferencias altamente significativas, ubicando en una sola categoría estadística a los tratamientos con dosis de fertilizante químico dosis alta y al fertilizante orgánico gallinaza también con dosis alta, con rendimientos de 2823.27 kg/ha y 2712.82 kg/ha, respectivamente, seguido en una segunda categoría estadística por los tratamientos con fertilizante orgánico estiércol alto (2528.47 kg/ha) y gallinaza media con 2505.58 kg/ha. Una tercer categoría la conforman las dosis de fertilizante químico y estiércol vacuno con dosis media con rendimientos de 2267.20 y 2149.45 kg/ha, respectivamente. Por último los menores rendimientos los presentó el tratamiento testigo ubicado en una cuarta y última categoría con un rendimiento de 1914.9 kg/ha.

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.

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 el caso del frijol común, significa un buen rendimiento (Jiménez, 1996).

Los fertilizantes orgánicos aportan diferentes cantidades de nitrógeno y fósforo, así como pequeñas cantidades de potasio y elementos menores en una porción menor que la aportada por los fertilizantes minerales, sin embargo, no sólo debe verse como portadora de elementos

nutritivos asimilables sino además como compuesto de una acción multifacético que actúa directamente en el mejoramiento de los suelos.

Sin embargo, se debe mencionar que los rendimientos obtenidos en el presente trabajo superaron los rendimientos alcanzados por Aguilar & Altamirano (2001) que llegaron a 591.77 kg/ha para gallinaza y 1,075.49 kg/ha para aplicación de fertilizante mineral. Estos resultados fueron obtenidos en un estudio realizado en la zona de Ticuantepe.

**Tabla 12. 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 de frijol común, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

OBSERVACIONES						
Tratamiento	PRP	AIPV	PVP	PGV	PCG (g)	RDTO. kg/ha
G. ALT	2.40 a	18.85 a	12.25 a	5.20 a	23.54 a	2712.82 a
G. MED	2.65 a	18.05 a	10.10 a	5.23 a	21.71 ab	2505.58 ab
ES. ALT	2.60 a	18.06 a	11.15 a	5.13 a	22.22 ab	2528.47 ab
ES. MED	2.35 a	17.15 a	10.95 a	5.01 a	19.89 b	2149.45 bc
Qx. ALT.	2.35 a	18.65 a	10.20 a	5.33 a	22.23 ab	2823.27 a
Qx. MED	2.45 a	16.30 a	10.15 a	5.24 a	20.41 b	2267.20 bc
TESTIGO	2.40 a	16.60 a	9.25 a	4.99 a	20.03 b	1914.90 c
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	*	**
CV	14.23	13.46	16.9	7.15	8.00	11.82

G. ALT : Gallinaza Alta  
 G. MED: Gallinaza Media  
 ES. ALT: Estiércol Alto  
 ES. MED: Estiércol Medio  
 Qx. ALT: Químico Alto  
 Qx MED: Químico Medio  
 CV : Coeficiente de Variación

PRP: Promedio de ramas por planta  
 AIPV: Altura de inserción de la primera vaina  
 PVP: Promedio de vainas por planta  
 PGV: Promedio de granos por vaina  
 PCG (g): Peso de cien granos en gramos.  
 RDTO. Kg/ha: Rendimiento Kilogramos por Hectáreas

## **4.10 Análisis económico de los tratamientos evaluados**

### **4.10.1 Análisis de presupuesto parcial**

Según CIMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en campo es calcular los costos que varían por cada tratamiento, en otras palabras los costos relacionados con los insumos, 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, costo de aplicaciones y costos de fertilizantes. Los rendimientos fueron reducidos en un 20 % con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr utilizando las mismas tecnologías.

El rendimiento ajustado fue multiplicado por el precio del producto (US\$ 0.43 por kg) en ese momento el dólar americano estaba oficialmente a 13.84 córdoba por unidad, para obtener el beneficio bruto, al valor obtenido se le restó el total de los costos que varían para obtener los beneficios netos, (tabla 13).

Los resultados reflejados en la tabla 13 indican que en el análisis de presupuesto parcial en el presente experimento, los mayores costos variables se obtuvieron en los tratamientos con la aplicación de fertilizante orgánico gallinaza alta y estiércol alto. En este mismo análisis los mayores beneficios netos se obtuvieron con los tratamientos fertilizante mineral químico alto y fertilizante orgánico gallinaza alta.

**Tabla 13. Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del fríjol común en El Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<b>Rdto. kg/ha</b>	2712.82	2505.58	2528.47	2149.45	2823.27	2267.2	1914.9
<b>Ajuste 20 %</b>	542.564	501.116	505.694	429.89	564.654	453.44	382.98
<b>Rdto. Ajustado</b>	2170.256	2004.464	2022.776	1719.56	2258.616	1813.76	1531.92
<b>Cost. Tran.</b>	18.85	9.43	18.85	9.43	1.81	2.53	0
<b>Cost. Aplic.</b>	7.22	3.61	5.41	3.61	1.81	3.61	0
<b>Cost. Fert.</b>	44.49	22.25	45.86	22.93	62.00	31.00	0
<b>CVT U\$</b>	70.56	35.29	70.12	35.97	65.62	37.14	0
<b>Bb U\$</b>	933.21	861.92	869.79	739.41	971.20	779.92	658.72
<b>BN U\$</b>	862.65	826.63	799.67	703.44	905.58	742.78	658.72

Rdto kg/ha = Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Rdto. Ajust. = Rendimiento ajustado.

Cost. Trans.= Costo de Transporte.

Cost. Aplic.= Costo de Aplicación.

Cost. Fert.= Costo de Fertilizante.

CVT U\$ = Costos Variables totales.

Bb U\$ = Beneficio Bruto.

BN U\$ = Beneficio Neto.

T1 = Gallinaza Alta

T2 = Gallinaza Media

T3 = Estiércol Alto

T4 = Estiércol Medio

T5 = Químico Alto

T6 = Químico Medio

T7 = Testigo

#### 4.10.2 Análisis de dominancia

El siguiente paso en el análisis económico es determinar cuáles de los tratamientos han sido dominados y cuáles no. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene beneficio netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1998).

El análisis de dominación muestra que existen dos tratamientos no dominados (ND) siendo estos la dosis media del fertilizante orgánico gallinaza y el fertilizante mineral con dosis alta. El resto de los tratamientos se presentan como dominados, ver tabla 14.

**Tabla 14. Análisis de dominancia a los resultados evaluados en el experimento, Centro Experimental La Compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

Tratamientos	Costos variables US\$	Beneficios Netos US\$	DOMINANCIA
Testigo	0	658.72	
G. MED	35.29	826.63	ND
Est. MED	35.97	703.44	D
Qx MED	37.14	742.78	D
Qx ALT	65.62	905.58	ND
Est. ALT	70.12	799.67	D
G. ALT	70.56	862.65	D

Qx MED = Químico medio  
 Qx ALT = Químico alto  
 Est. MED = Estiércol medio  
 G. MED = Gallinaza medio

Est ALT = Est. Alto  
 G. ALT = Gallinaza alta  
 ND = No dominado  
 D = Dominado

#### 4.10.3 Análisis de retorno marginal

El análisis del 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 con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media se obtiene una tasa de retorno marginal de 476 %; al pasar de este tratamiento al tratamiento con fertilizante mineral dosis alta se obtiene una tasa de retorno marginal de 260 %.

Esto significa que al invertir US\$ 35.29 en el tratamiento con aplicación de fertilizante gallinaza dosis media, se obtiene una ganancia de US\$ 4.76 por cada dólar invertido, al invertir US\$ 65.62 en el tratamiento con fertilizante mineral dosis alta, genera una ganancia de US\$ 2.60 por cada dólar invertido.

Desde el punto de vista de la rentabilidad económica, los resultados muestran que es conveniente el tratamiento con aplicación de fertilizante orgánico gallinaza dosis media ya que la inversión US\$ 35.29 es recuperada con un beneficio neto de US\$ 826.64 es decir que por cada dólar invertido podemos obtener US\$ 4.76 de utilidad neta. Esto en caso de reducir los costos en comparación con el tratamiento bajo la 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 US\$ 65.62 trae consigo mayores beneficios netos US\$ 905.58 con una tasa de retorno marginal de US\$ 2.60

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\$ 4.76.

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

Para obtener mejores resultados económicos como es de esperar, hay que realizar una determinada inversión que pueda generar mejores beneficios para poder sobrepasar el dinero invertido inicialmente y obtener ganancias superiores a los reflejados en este trabajo de investigación.

El tratamiento que obtuvo el más bajo nivel económico en cuanto a beneficios netos es el testigo sin aplicación de fertilizante, igual en lo referente a costos variables (tabla 15).

**Tabla 15. Análisis de retorno marginal, Centro Experimental La compañía, departamento de Carazo, municipio de San Marcos, postrera 2001**

TRATAMIENTOS	CV. US\$	CVM US\$	BN US\$	BNM US\$	TRM US\$
<b>Testigo</b>	0		658.72		
<b>G. MED</b>	35.29	35.29	826.64	167.92	476 %
<b>Qx ALT</b>	65.62	30.33	905.58	78.94	260 %

G. MED = Gallinaza media  
 Qx ALT = Químico alto  
 CV = Costos variables

CVM = Costos variables Marginales  
 BN = Beneficios netos  
 BNM = Beneficios netos Marginales  
 TRM = Tasa de retorno Marginal.

## V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente experimento realizado en el centro experimental La Compañía, evaluando dos fuentes de abonos orgánicos y un mineral, llegamos a las siguientes conclusiones.

- El factor fertilización presentó diferencias significativas en la variable altura de planta únicamente a los 36 días después de la siembra bajo las dosificaciones altas del abono orgánico gallinaza y la fertilización mineral.
- La variable promedio de hojas por planta presentó diferencias estadísticas a los 15 y 36 días después de la siembra, presentando el mayor promedio con el tratamiento gallinaza alta, y a los 29 dds con la aplicación del fertilizante mineral dosis alta.
- En cuanto a los componentes del rendimiento; promedio de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina, promedio de vainas por planta y promedio de granos por vaina no existieron diferencias estadísticas, sin embargo, el mayor número de ramas por planta se presentó con la dosis de gallinaza media, la mayor altura de inserción de la primera vaina y vainas por planta con la dosis de gallinaza alta (6362 kg/ha) y granos por vaina con el tratamiento químico dosis alta (260 kg/ha ) 18-46-00.
- Con la fertilización gallinaza dosis alta (6362 kg/ha) se obtuvo el mayor peso de cien granos con 23.54 gramos.
- Estadísticamente iguales fueron los tratamientos con dosis altas del fertilizante mineral y el abono orgánico gallinaza para la variable rendimiento, presentando valores de 2,823.27 kg ha<sup>-1</sup> y 2712.82 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, ubicándose así en una primer categoría estadística.

- La mayor rentabilidad económica de los tratamientos evaluados se obtuvo con la fertilización orgánica gallinaza dosis media debido a que por cada dólar invertido se obtienen US\$ 4.76 de ganancia.

## VI. RECOMENDACIONES

- Fundamentados en los resultados obtenidos, se recomienda continuar la realización de experimentos de este tipo, evaluando el comportamiento de las variables de crecimiento y rendimiento, comparando los resultados, lo que permitirá observar si con la fertilización orgánica se logra determinar mejores beneficios en un tiempo preciso.
- Llevar a cabo otras investigaciones con productos orgánicos bajo distintos niveles de aplicación para valorar su incidencia en cuanto al comportamiento de las producciones y disminuir las cantidades de fertilizantes químicos.
- Realizar experimentos con variedades de frijol común y otros cultivos, tomando en consideración variables no evaluadas como características físicas y biológicas del suelo y así poder generar mayores conocimientos que se puedan transmitir a los productores.
- Desde el punto de vista económico se recomienda aplicar 3181 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante orgánico gallinaza que corresponde a la dosis media, y de esta manera y considerando la práctica de una agricultura sostenible, el uso de este abono orgánico permitirá que los rendimientos sean perdurables en el tiempo.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 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. Tesis Ing. Agr. UNA – FARENA Managua, Nicaragua. 32 p.
- ARZOLA, A. 1984. Efecto de espaciamiento entre surco, densidad y control de maleza en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. ISCA – Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 32 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. La Habana, Cuba. 460 p.
- AVELARES, J. J. 1992. Evaluación comparativa de ocho variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Recolectadas en Nicaragua; Germoplasma. Revista Informativa Anual del REGEN. UNA – FAGRO.
- BINDER, U. 1997. Leguminosas: simbiosis; bacterias fijadoras del nitrógeno, sistema de cultivo; leguminosas forrajeras; biodiversidad; Nicaragua. p II p 197 p 521.
- 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. UNA. Escuela de Sanidad Vegetal. 32 p.
- BRESSANI, R. 1993. Composición Química y Digestibilidad In Vitro, frutos de árboles tropicales y leguminosas no convencionales, Guatemala. p 294 p295.
- CATASTRO e inventario de recursos naturales de Nicaragua. 1971. Levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua. Parte 2. Descripción de suelo. Volumen II. Managua, Nicaragua. 591 p.
- (CIAT) Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1991. Frijol: Investigación y producción. Editores. Marcelino L, G. & Fernando Fernández. Art. Van Schoonhoven. 22 p.
- CERRATO, J. E. 1992. Evaluación de seis variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colectadas en diversas zonas de Nicaragua REGEN – UNA, Managua, Nicaragua. p. 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. 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.
- DIAZ, A. 1991. Frijol. Labranza cero versus métodos convencionales. Primer seminario sobre generación y transferencia de tecnología agropecuaria. UNA/ FINNIDA. 50 p.
- DOMÍNGUEZ, V. A 1997. Tratado de Fertilización. 3ra ed. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 613 p.
- FORNOS; D. MEZA; J. 2001. Comparación del Efecto de la Fertilización Mineral, Orgánico y Control de Malezas en el Cultivo del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.). Establecido en callejones de madera negro (*Gliricidia sepium*) y convencional. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua 59 p.
- FUENTES, Y. J. L. 1994. El suelo y los fertilizantes. 4ta. Ed. Mundi – Prensa. Madrid, España. p 187.
- FUENTES, Y. J. L. 1998. Botánica agrícola. Casa editora Mundi – Prensa. Madrid España. 315 p.
- GÓMEZ, 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. 76 p.
- HERRERA; M. F. LL. 1981. Combate Químico de (*Rottboella exaltata* L.) y otras malezas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en upsala. Tesis Ing. Agr. San José Universidad de Costa Rica 89 p.
- INETER. 2001. Departamento de estadísticas de meteorología. Managua, Nicaragua.
- INTA. 1999. Catálogo de variedades mejoradas de granos básicos. Managua, Nicaragua 11 p.
- INTA. 2000. Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua. 47 p.
- INTA. 2004. Cultivando Frijol con menos Riesgo.2 ed. PASA/DANIDA. P 3.
- JIMÉNEZ, J. 1996. Efectos de labranza y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas. Tesis Ing. Agr. UNA. Escuela de sanidad vegetal. Managua, Nicaragua. 46 p.
- LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA. 2001. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- LABRADOR, M. J. 1996. La materia orgánica en los agros 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.
- LOPEZ, M. F. & SCHOONHOVEN. 1985. Frijol: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Colombia. 419 p.
- MARIN, V. 1994 Insolation of improved lines from eight local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nicaragua. Swidish University 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.
- MIDINRA, 1986. Guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Dirección de granos básicos. Managua, Nicaragua. 4 p.
- MORAGA; P & LOPEZ, R. 1993. Efectos de la labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas, crecimiento desarrollo y rendimiento de los cultivos del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max.* L. Merr). Tesis Ing. Agr. UNA Managua, Nicaragua. 74 p.
- MORALES, M. J. 1996. Conservación de suelos y agua. Tramedia especial. UNA. Managua, Nicaragua. 154 p.
- NAVARRO, B. 1997. Influencia de cobertura muerta y fertilización sobre el comportamiento de las malezas y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agro. UNA, Managua, Nicaragua. 41 p.
- OROZCO; C. M. E. 1996. Efecto de tres niveles de gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*. L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 54 p.
- PALLAVICCINI, A. C; Valverde, J. 2000. Evaluación del efecto de fertilización de diferentes niveles de fósforo y la extracción de macro y micro nutrientes en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agr. UNA/EPV Managua, Nicaragua 56 p.
- PALMA; R. O. 1993. Influencia de diferentes métodos de control y espaciamiento entre surcos sobre la cenosis y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). C. V. Revolución 79 – A en ciclo postrero 1990. Tesis Ing. Agr. UNA.
- QUINTANA, B. O; BLANDON, J; FLORES, A, MAYORGA, E. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA y consultora profesional indígena. (INDOCONSUL S. A.) Managua, Nicaragua. 33 p.

- 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 suelo Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141 p.
- SECRETARIA EDUCACIÓN PÚBLICA MÉXICO 1990. Casa editora Trillas. 58 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. Merr). Tesis Ing. Agr. UNA/EPV. Managua, Nicaragua. 92 p.
- SOMARRIBA; C. 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 191 p.
- TALAVERA; S. F. T. 1989. Assessment of the impacts of P and N fertilizer on common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in a volcanic soil in pot and field experiments. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (Suecia). Tesis (MSc.). 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, Extensión y Post – grado (DIEP). Managua, Nicaragua. 20 p.
- THIENHAUS; S. 1988. INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Efecto de diferentes dosis de tres tipos de abonos orgánicos en maíz como planta indicadora. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 70 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.
- VIVANCOS, A. 1997. Tratado de fertilización. 3 edición revisada y ampliada. 187 p.
- VOYSEST. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección: frijol, investigación y producción. Editorial xyz Cali, Colombia P 96.
- WILD; A. 1992. Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. 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; PETEROVRSKI, A 1986. Agroquímico 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.). Variedad revolución 81 en el ciclo postrera 1989. Tesis de Ing. Agr. UNA. Escuela de sanidad vegetal Managua, Nicaragua. 72 p.