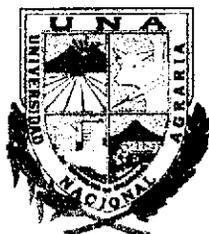


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**RESPUESTA DE 49 GENOTIPOS DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) A  
FERTILIZACION MINERAL BAJO CONDICIONES DE LA COMPAÑÍA,  
CARAZO**

**AUTORES:**

**Br. LEONEL DEMÓCRITO LARA ESTRADA  
Br. JIMMY ANTONIO HERNÁNDEZ RIZO**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. JOSE VIDAL MARIN FERNANDEZ  
Ing. M.Sc. AURELIO LLANO**

**MANAGUA, NICARAGUA  
FEBRERO, 2002**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE DE ANEXO.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iv</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.- Ubicación de Experimento .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.- Material Biológico .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.- Diseño Experimental .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.- Manejo Agronómico .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.- Variables a Evaluar .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.1.- El Rendimiento sus componentes y variables relacionas .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.2.- Componentes Fenológicos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.3.- Información Adicional .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6.- Análisis de la Información .....</b>	<b>11</b>
<b>III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.- Variables Fenológicas .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1.- Días a Floración .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.2.- Días a Madurez Fisiológica .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.- Rendimiento y sus Componentes .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.1.- Vainas por Planta .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2.- Granos por Vaina .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3.- Peso de 100 Granos (g) .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.4.- Número de Plantas Cosechadas .....</b>	<b>22</b>

<b>3.2.5.- Rendimiento (kg/ha) .....</b>	<b>24</b>
<b>IV.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>V.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>VI.- LITERATURA CONSULTADA .....</b>	<b>32</b>
<b>VII.- ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>pag.</b>
Tabla 1. Propiedades químicas del suelo del Centro Experimental La Compañía, Carazo.....	6
Tabla 2. Material biológico evaluado y su rigen.....	7
Tabla 3. Valores de $Pr > F$ para las diferentes variables .....	13
Tabla 4. Días a Floración bajo condiciones sin fertilizante y con fertilizante.....	14
Tabla 5. Madurez Fisiológica bajo condiciones sin fertilizante y con fertilizante.....	16

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>pag.</b>
Figura 1. Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) expresados en promedios por pentada del 26 de mayo al 19 de agosto de 2001. Estación metereológica de Campos Azules, Carazo.....	5
Figura 2. Precipitación (mm) expresada en promedios por pentada del 26 de mayo al 19 de agosto de 2001. Estación metereológica de Campos Azules, Carazo...6	
Figura 3. Respuesta de 49 genotipos en el número de vainas por planta bajo 2 dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de formula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	18
Figura 4. Respuesta de 49 genotipos en el número de granos por vaina bajo 2 dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de fórmula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	20
Figura 5. Respuesta de 49 genotipos en el peso de cien de grano bajo 2 dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de formula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	21
Figura 6. Número de plantas cosechadas bajo 2 dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de formula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	23
Figura 7. Rendimiento de grano de 49 genotipos bajo 2 dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de formula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	26
Figura 8. Grafica de eficiencia a la absorción de nutrientes nativo y respuesta a la aplicación de fertilizante (18-46-00). En suelos de origen volcánicos del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.....	28

## INDICE DE ANEXO

<b>Tabla</b>	<b>pag.</b>
Tabla 1. Caracteres cualitativos de los 49 genotipos evaluados.....	37
Tabla 2. Coeficientes de Correlación Pearson.....	41
Tabla 3. Análisis de varianza para las variables evaluadas bajo la condición sin fertilizante.....	42
Tabla 4. Análisis de varianza para las variables evaluadas bajo la condición con fertilizante.....	42
Tabla 5. Valores promedios de rendimiento, componentes de rendimiento y variables fenológicas.....	43

## RESUMEN

El ensayo se realizó en el Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera (Junio-Agosto) del 2001, los suelos se caracterizan por ser de origen volcánico y con bajo contenido de fósforo (11.0 ppm). Se evaluaron 49 genotipos de frijol con y sin fertilización, con el objetivo de seleccionar genotipos eficientes al fósforo y nitrógeno nativo; y que además presenten respuesta a la aplicación de fertilizantes. El ensayo se estableció en parcelas pareadas en un diseño de latice 7 x 7 con 6 repeticiones de las que 3 fueron fertilizadas y 3 no fertilizadas. Se estudio el rendimiento, sus componentes y las variables fenológicas días a floración y días a madurez fisiológica, se realizó análisis de varianza para las variables en estudio y se clasifico a los genotipos según su eficiencia a fósforo y nitrógeno y su respuesta a la aplicación de dos dosis de fertilizante mineral (0 y 129 kg/ha de la formula 18-46-00). Los genotipos en estudio mostraron diferentes tipos de respuesta a la aplicación de fertilizantes, que incluyen comportamientos superior, similar e inferior al compararse con la condición sin fertilizante para las distintas variables estudiadas. Las variables fenológicas no presentaron diferencias bajo ambas condiciones de fertilización. El rendimiento de grano vario entre 1 883 kg/ha hasta 3 353 kg/ha en condiciones con fertilizante y 1 591 kg/ha hasta 2 878 kg/ha en condiciones sin fertilizante. El genotipo EAP 9508-41 mostró los mayores rendimientos en ambas condiciones. En el sistema sin fertilizante 18 genotipos superaron en rendimiento promedio al INTA Jinotepe, 26 al INTA Canela, 30 al INTA Masatepe, y 34 al DOR 364. En el sistema con fertilizante 15 genotipos superaron en rendimiento promedio al DOR 364, 31 al INTA Jinotepe, 33 al INTA Canela y 46 al INTA Masatepe. Según la eficiencia en la absorción de fósforo y nitrógeno nativo y respuesta a aplicaciones de fertilizante se identifican 12 genotipos eficientes con respuesta, 13 genotipos eficientes sin respuesta, 11 genotipos ineficientes con respuesta y 13 genotipos ineficientes sin respuesta.

## I.- INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es un cultivo típico entre los pequeños productores de América Central y del Sur, y su principal fuente proteica ( y en muchos casos única ) para una parte significativa de la población, en gran número de zonas en las que la agricultura de subsistencia es la principal actividad productiva (Verissimo, 1999); en el mismo sentido Puerta (1989), menciona que el 77% de la producción de frijol para los 80's era producido por pequeños productores en Latinoamérica. Dentro del rubro de los granos básicos, en los últimos años el frijol ha mostrado ser el cultivo que más genera ingresos en la finca (Viana, 1999).

La superficie dedicada al cultivo del frijol en el mundo es de 26.25 millones de hectáreas con una producción de 18.10 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 627.27 kg/ha. Siendo los mayores productores La India, Brasil, México y Los Estados Unidos (Claridades Agropecuarias, 2000a).

La superficie cultivada con frijol en todos los países Centroamericanos tubo un crecimiento acelerado en la década de los 80's siendo este más notable en Costa Rica, Guatemala y Honduras. Está tendencia positiva se mantuvo en la década de los 90's en algunos países, como Nicaragua, Honduras y Panamá. En contraste, los otros países de la región registraron una disminución en la superficie cultivada (Viana, 1999).

En Nicaragua para el ciclo agrícola 1999-2000 el área cultivada de frijol fue de 168 552 ha con una producción total de 120 000 t, obteniéndose un rendimiento medio de 627.26 kg/ha (BCN, 1999), y un consumo per cápita de 15 kg/año (López, 2000). Teniendo un precio promedio de \$ 727.98 /t (Claridades Agropecuarias, 2000b).

Según Verissimo (1999), el frijol es cultivado para autoconsumo en pequeñas explotaciones teniendo como consecuencia bajos niveles de productividad. En América latina los principales factores ambientales que limitan la producción del cultivo del frijol son la baja fertilidad de los suelos, la sequía y las altas temperaturas (Acosta *et al*, 1997).

En el caso particular de Nicaragua los bajos rendimientos se deben en parte al uso de variedades con bajo potencial de rendimiento y a las enfermedades, adicionalmente existen limitantes edáficas en la producción de frijol en Nicaragua destacándose la baja disponibilidad de nutrientes principalmente de Fósforo (P) y Nitrógeno (N) (Llano y Marín, 2000); confirmando lo planteado por Fassbender, et al (1968), que la mayor parte de los suelos frijoleros en Centro América son extremadamente deficiente en fósforo (66%) y solo el 15% presenta un nivel adecuado. Centro América presenta una capacidad de fijación de fósforo ofrecido de hasta el 94.1 % (Fassbender, 1969), de tal forma que, las plantas solo absorben un 10 % o menos hasta un máximo de 30 % del total de fosfato y un 50 % del nitrógeno aplicado en cualquier año (Ortiz, 1977; Christiansen y Lewis, 1991).

Según Domínguez (1997), la capacidad de absorción varía considerablemente de unos cultivos a otros e incluso entre variedades de una misma especie, lo que sugiere que esta característica está controlada por el genotipo. Grime (1982), plantea que los diferentes genotipos pueden diferir en cuanto a la susceptibilidad a formas particulares de restricción y, en consecuencia, cada una puede ejercer un efecto diferente sobre la composición de la vegetación. En este sentido Llano y Marín (2000) mencionan que las diferencias genotípicas en rendimiento del grano del frijol común en suelos volcánicos fijadores de fósforo y pobres en nitrógeno podrían relacionarse con diferencia en la absorción y uso de nutrientes para el transporte de foto asimilados que influye en el desarrollo del grano.

En el caso del frijol varios autores han planteado que existe una variación genética en la habilidad de utilizar el fósforo bajo condiciones de deficiencias de este elemento. Existen cultivares que con pequeñas cantidades de fósforo disponible en el suelo, pueden producir rendimientos razonables, o por el contrario, hay variedades que no producen bien bajo condiciones de poca disponibilidad de fósforo en el suelo, pero que responden bien a adiciones de fertilizantes fosfatados (Thung, 1991).

Por tal razón se han venido desarrollando investigaciones en Latino América con el fin de identificar germoplasma eficientes en la absorción y utilización del fósforo nativo y que

responda positivamente a aplicaciones de fósforo y nitrógeno, teniendo como resultado la selección de ciertos materiales que a su vez se están validando en diferentes regiones agroclimáticas de Latinoamérica para luego ser incluidos en el programa de mejoramiento regional de frijol (Rao *et al.*, 2000; Llano y Marín, 2000).

Durante los últimos 5 años se han obtenido avances significativos en el mejoramiento del frijol en la región de Centro América y El Caribe. Un aspecto relevante ha sido la evaluación viveros de mejoramiento en condiciones de bajos insumos, a través del empleo de localidades y técnicas que aseguren una adecuada presión de selección. Teniendo como resultado un grupo selecto de línea promisorias siendo evaluadas en varios países, así como también líneas avanzadas en procesos de desarrollo que garantiza un flujo continuo de germoplasma para los próximos años (Rosas y Castro, 2000).

En base a la problemática descrita sobre el bajo potencial genético de rendimiento de muchas de las variedades disponibles, la baja disponibilidad de nutrientes en gran parte de los suelos utilizados para la producción de frijol común, la ineficiencia de los fertilizantes fosforicos consecuencia de la fijación química-física dada en la solución del suelo; y por ultimo un factor determinante como es la poca accesibilidad de los productores al uso de fertilizantes minerales, se realiza esta investigación, planteándose los siguientes objetivos:

1. Evaluar 49 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de fertilización y no fertilizados, considerando el rendimiento y variables relacionadas.
2. Seleccionar genotipos eficientes al P nativo y con respuesta a la aplicación de fertilizantes.
3. Evaluar componentes fenológicos de 49 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

### **Hipótesis:**

Basado en las diferencias genóticas en la absorción de fósforo mostrada por el frijol común y la respuesta diferenciada de estos a las aplicaciones de fertilizantes, se espera encontrar al menos de los 49 genotipos en estudio un genotipo que muestre capacidad de utilizar eficientemente el fósforo nativo bajo condiciones sin fertilizar, así como genotipos capaces de responder satisfactoriamente a las aplicaciones de fertilizantes en suelos de origen volcánico fijadores de fósforo.

## II.- MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1.- Ubicación de Experimento

El experimento se realizó durante la época de primera (Junio-Agosto) del 2001, en el centro experimental La Compañía ubicada en el municipio de San Marcos, Carazo (IV Región), con coordenadas 11°54'00'' latitud norte y 86°09'00'' longitud oeste y elevación de 480 msnm. En las Figuras 1 y 2 se muestran los datos registrados en la estación metereologica de Campos Azules, ubicada a 5 Km de la Estación Experimental La Compañía.

El suelo de la zona esta clasificado como Durandep<sub>t</sub> tip<sub>c</sub>, perteneciente a la serie Masatepe clase II el suelo es de textura franco-limosa, con buen drenaje, retención moderada, presenta relieve ondulado y pendientes moderada (MAG, 1971). Estos suelos son ricos en potasio y materia orgánica, pero bajos en fósforo (Guharay *et al*, 2000). Las propiedades químicas del suelo se reportan en la Tabla 1.

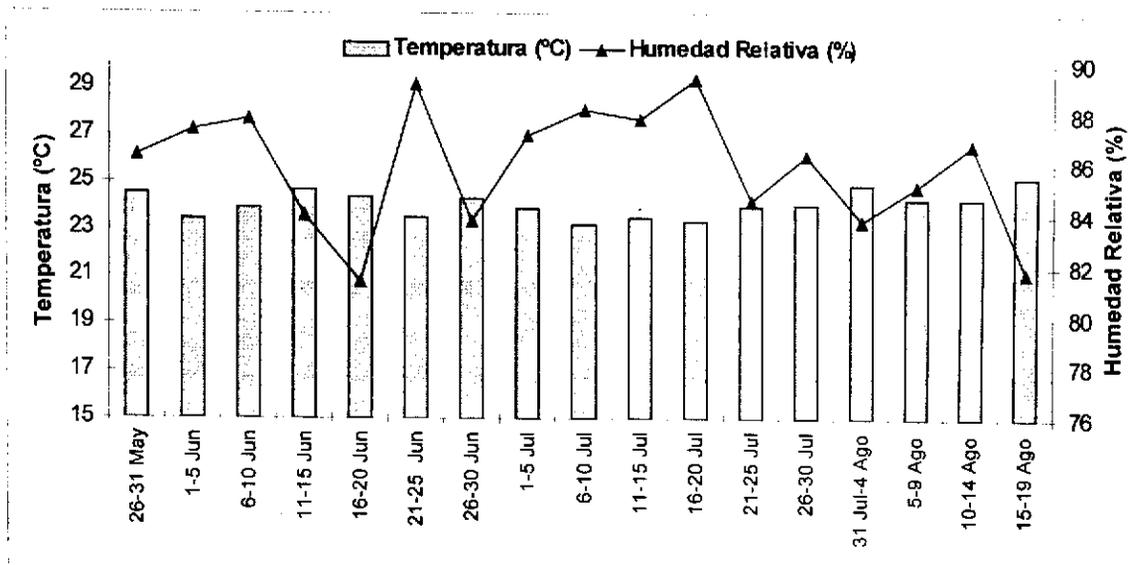


Figura 1. Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) expresados en promedios por pentada del 26 de mayo al 19 de agosto de 2001. Estación metereológica de Campos Azules, Carazo.

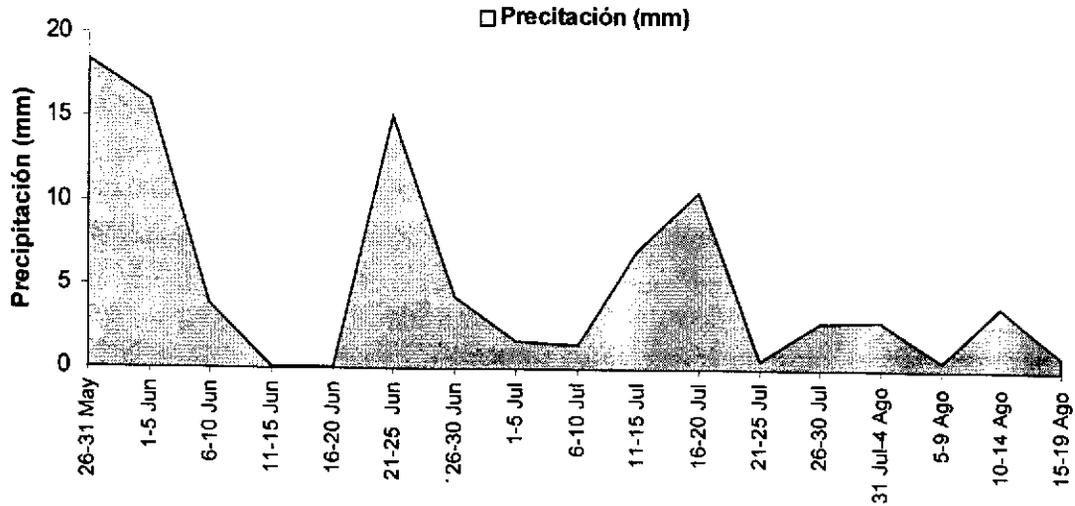


Figura 2. Precipitación (mm) expresada en promedios por pentada del 26 de mayo al 19 de agosto de 2001. Estación metereológica de Campos Azules, Carazo.

**Tabla 1 Propiedades químicas del suelo de La Compañía, Carazo.**

Propiedad	Cantidad
pH	6.9
Materia Orgánica (%)	11.6
N total (%)	0.57
P olsen (ppm)	11.0
K (meq/100 g)	5.6
CIC (meq/100 g)	46.3
Saturación Bases (%)	99

Fuente: Laboratorio Suelo UNA-1998

## 2.2.- Material Biológico

En este estudio se evaluaron 49 genotipos de frijol común. Estos materiales son el resultado de una serie de investigaciones realizadas por los programas de mejoramiento de frijol en Latinoamérica (Tabla 2).

**Tabla 2 Material biológico evaluado y su origen.**

No	Genotipo	Origen	No	Genotipo	Origen
1	PRF 9657-53-1	Honduras/EAP-Zamorano	26	PRF 9657-61-3	Honduras/EAP-Zamorano
2	MR 1231586A	Honduras/EAP-Zamorano	27	DOR 500	CIAT
3	EAP 9505-14B	Honduras/EAP-Zamorano	28	PRF 9657-81-6	Honduras/EAP-Zamorano
4	EAP9505-7 A	Honduras/EAP-Zamorano	29	EAP 9504-30B	Honduras/EAP-Zamorano
5	PRF 9659-25B-1	Honduras/EAP-Zamorano	30	PRF 9659-35-2	Honduras/EAP-Zamorano
6	A774	CIAT	31	CARIOCA	Brasil
7	PRF 9654-45-2	Honduras/EAP-Zamorano	32	EAP 951-7	Honduras/EAP-Zamorano
8	PTC 9558-96	Honduras/EAP-Zamorano	33	EAP9504-3 A	Honduras/EAP-Zamorano
9	PRF 9651-71-3A	Honduras/EAP-Zamorano	34	TACANA	CIAT
10	EAP 9503-46	Honduras/EAP-Zamorano	35	PRF 9659-35-8	Honduras/EAP-Zamorano
11	EAP 9508-41	Honduras/EAP-Zamorano	36	EAP 9503-35	Honduras/EAP-Zamorano
12	PRF 9652-57-1	Honduras/EAP-Zamorano	37	EAP 9508-93	Honduras/EAP-Zamorano
13	G 21212	CIAT	38	PTC 9557-98	Honduras/EAP-Zamorano
14	DOR 364	CIAT	39	MAM 38	México
15	INTA-Masatepe	CIAT	40	EAP 9508-48	Honduras/EAP-Zamorano
16	INTA-Jinotepe	CIAT	41	PTC 9557-10	Honduras/EAP-Zamorano
17	INTA-Canela	CIAT	42	PTC 9558-17	Honduras/EAP-Zamorano
18	PRF 96-53-16B-2A	Honduras/EAP-Zamorano	43	EAP 9509-29	Honduras/EAP-Zamorano
19	MR 13041-323	Honduras/EAP-Zamorano	44	EAP 9510-1	Honduras/EAP-Zamorano
20	G 3513	CIAT	45	PRF 9653-16B-1	Honduras/EAP-Zamorano
21	EAP 9508-4	Honduras/EAP-Zamorano	46	INIFAP	México
22	PRF 9657-53-14	Honduras/EAP-Zamorano	47	DICTA 117	Honduras
23	EAP 9506-14A	Honduras/EAP-Zamorano	48	MR 13041-294	Honduras/EAP-Zamorano
24	RS 4-1	Honduras/EAP-Zamorano	49	MR 13041-328	Honduras/EAP-Zamorano
25	MR 12315-99A-3	Honduras/EAP-Zamorano			

### 2.3.- Diseño Experimental

El ensayo consistió en dos experimentos establecidos bajo el diseño de latices tripe 7 x 7 con 3 repeticiones cada uno, de los cuales uno fue fertilizado y otro no fertilizado. El número de unidades experimentales fue de 147 por experimento, la parcela experimental fue constituida por 4 surcos de 5 m de longitud separados entre sí por 0.46 m obteniendo un área de 9.2 m<sup>2</sup>, la parcela útil fue conformada por 2 surcos centrales eliminando 0.5 m en cada extremo obteniendo un área de 3.68 m<sup>2</sup>. En el experimento fertilizado se aplicó la dosis de 129 kg/ha del fertilizante completo 18-46-00.

## **2.4.- Manejo Agronómico**

El suelo se preparo mediante un pase de subsoleo y 2 de grada, luego se utilizo un rayador al momento de la siembra.

La siembra se realizó en la época de primera (Junio) del 2001, de forma manual en chorrillo a razón de 20 granos por metro lineal.

La fertilización se hizo al momento de la siembra al fondo del surco. Las dosis a utilizar fue 0 kg/ha para las parcelas sin fertilizante y 129 kg/ha del fertilizante completo 18-46-00 (23 kg/ha de N y 59 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para las parcelas con fertilización.

Con respecto al manejo de malezas se aplico un preemergente (pendimetadin) a los 2 DDS a razón de 1.5 l/ha y luego se aplico un herbicida de contacto (glifosato) con pantalla a los 20 DDS a razón de 1.5 l/ha. No se aplico ningún insecticida y/o funguicida.

La cosecha fue manual y se realizo de la madurez fisiológica de cada genotipo. Posterior a la cosecha se realizó el presecado en campo seguido del aporreo y secado.

## **2.5.- Variables a Evaluar**

### **2.5.1.- El Rendimiento sus componentes y variables relacionadas.**

#### **1. Rendimiento (kg/ha)**

El rendimiento se estimó en base a los 2 surcos centrales eliminándose 0.5 m en cada extremo en cada una de las parcelas. Se realizo un ajuste de humedad del grano al 14 %, luego se calculo el rendimiento en kg/ha.

#### **2. Número de plantas a la cosecha**

Se contó el número de plantas a la cosecha en cada parcela útil.

### **3. Número de vainas por planta**

Se tomó datos de un total de siete plantas por parcela, se contaron las vainas que tenían por lo menos una grano viable.

### **4. Número de granos por vaina**

Se tomó datos de siete vainas por cada planta y se contó el número de granos viables que tenían.

### **5. Peso de 100 granos (g)**

Se tomó 100 granos por parcela y se pesaron, después se ajustó el peso al 14 % de humedad.

## **2.5.2.- Componentes Fenológicos**

### **1. Días a la Floración**

Se tomo como días a floración los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que se observó la apertura de la primera flor en el 50% de la población en cada parcela.

### **2. Días a Madurez Fisiológica**

Se tomo como días a madurez fisiológica al período comprendido desde la siembra del grano hasta el momento en que se observó un cambio de color en las vainas en el 50% de la población en cada parcela.

## **2.5.3.- Información Adicional**

### **1. Color del Grano Primario**

Se clasificaron los colores tomando en cuenta la tabla de colores propuesta por Muñoz *et al* (1993).

## **2. Color Grano Secundario**

Se observo en las manchas o vetas que se forman en la testa del grano sobre el color primario. Se clasifico tomando en cuenta la tabla de colores propuesta por Muñoz *et al*, (1993).

## **3. Habito de Crecimiento**

Los genotipos se clasificaron según su habito de crecimiento siguiendo la siguiente clasificación:

- I = arbustivo determinado
- IIa = arbustivo indeterminado, con guía corta
- IIb = arbustivo indeterminado, con guía más o menos larga
- IIIa = postrado indeterminado, con guía no trepadora
- IIIb = postrado indeterminado, con guía trepadora
- IVa = trepador intermedio, con carga a lo largo de la planta
- IVb = trepador indeterminado, con carga en los nudos superiores

## **4. Color Predominante de las Vainas**

Para evaluar el color de las vainas es necesario observar la población hasta que se note un cambio general de coloración y las granos están completamente desarrolladas. Se tomo en cuenta la tabla de colores propuesta Muñoz *et al*, (1993).

## **5. Aspecto Predominante de la Testa**

Para determinarlo se utilizaron los mismos granos que se analizaron para determinar el color y se clasifico utilizando el modelo siguiente:

- 1 = Opaco
- 2 = Brillante

## **6. Forma Predominante del Grano**

Las granos se observaron longitudinalmente, y se determino toda similitud en sus formas. Se tomo en cuenta las formas propuestas por Muñoz *et al*, (1993).

## **7. Tamaño del Grano**

Se califico según el método siguiente:

1 = Grano pequeño, si su peso es menor de 25 g.

2 = Grano mediano, si su peso está entre 25 y 40 g.

3 = Grano grande, si su peso es mayor de 40 g.

## **8. Presencia o Ausencia de Venaciones en la semilla.**

Se determinaron la presencia o ausencia de venaciones utilizando el siguiente modelo:

1 = Presente

2 = Ausente

## **2.6.- Análisis de la Información**

Se realizó análisis de varianza (utilizando S.A.S, Ver. 4.0, año 1998) para las variables descritas. El rendimiento de los 49 genotipos evaluados se sometió a análisis mediante la gráfica de eficiencia y respuesta a aplicaciones de fertilizantes de acuerdo a la metodología desarrollada por Rao *et al*, (2000); la cual consiste en graficar sobre el eje de las "X" el rendimiento de los genotipos con fertilizantes (CF) y sobre el eje de las "Y" los rendimientos de esos genotipos pero sin fertilizante (SF). Graficando las medias de los rendimientos en sus respectivos ejes, la grafica queda dividida en cuatro recuadros; donde los genotipos eficientes con respuesta (ECR) estarán situados en el recuadro superior derecho, los ineficientes con respuesta (ICR) en el recuadro inferior derecho, los eficientes sin respuesta (ESR) en el recuadro superior izquierdo y los ineficientes sin respuesta (ISR) en el recuadro inferior izquierdo.

### III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1.- Variables Fenológicas

##### 3.1.1. Días a Floración

La floración corresponde a la etapa de desarrollo R6, la que inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta (White, 1985; García *et al* 1998) y, en un cultivo, cuando el 50 % de las plantas presentan esta característica (White, 1985). Esto sucede generalmente entre los 25 y 40 días después de la siembra (García *et al*, 1998).

La variable días a floración es reportada como una característica controlada por pocos genes (Wallace citado por Cerna y Beaver, 1990), y además, depende de la variedad, altura sobre el nivel del mar, de las horas luz que reciben las plantas (García, et al 1998) y las temperaturas (Schwartz y Galvez, 1980; White, 1985; Wallace citado por Cerna y Beaver, 1990). Somarriba (1998) plantea que la altura optima sobre el nivel del mar para el frijol oscila entre los 450-800 msnm.

El frijol se considera como una planta de días cortos, días largos tienden a causar demoras en la floración y la madurez (White, 1985). En Nicaragua la luz del día oscila en el año de 11 horas en febrero a 13 horas en junio, ninguna de las variedades usadas se ha visto afectada negativamente por el fotoperíodo (Somarriba, 1998).

Otros factores que inciden en la floración son la alta intensidad lumínica al producir aborto de flores y vainas, el viento por su acción abrasiva y por el arrastre de partículas del suelo en el aire (Schwartz y Galvez, 1980), y por deficiencias nutricionales de fósforo (Fassbender, 1967; Howeler, 1980).

La variable días a floración presento una diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.0001$ ) bajo ambas condiciones de fertilización (Tabla 3).

El promedio de días a floración de los genotipos osciló entre 32 a 41 días bajo ambas condiciones, con una media de 37 días bajo la condición sin fertilizante (SF) y una media de 36 días bajo la condición con fertilizante (CF).

Al comparar los resultados obtenidos bajo ambas condiciones se encontró que los genotipos presentaron un comportamiento similar bajo ambas condiciones de fertilización, eliminando el posible efecto de floración tardía por stress de fósforo (Thung *et al*, 1985).

Bajo ambas condiciones los genotipos mas precoces fueron PRF 9657-53-14, PRF 9659-35-2 y PRF 9659-35-8 al iniciar floración a los 32 días y el genotipo mas tardío fue G 3513 a los 41 días después de la siembra (Tabla 4).

**Tabla 3. Valores de Pr > F para las diferentes variables evaluadas bajo la condición sin fertilizante y con fertilizante**

Fuente de Variación	gl	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	C.V
Condición sin fertilizante					
Vaina/planta	48	7.53	2.91	0.0001	21.39
Granos/vaina	48	0.51	1.78	0.0113	11.14
Peso 100 granos	48	6.62	5.54	0.0001	5.18
Rendimiento	48	156212.03	1.65	0.0240	14.79
Plantas cosechadas	48	1269.94	4.46	0.0001	14.88
Días a Floración	48	11.68	17.71	0.0001	2.21
Días a Madurez Fisiológica	48	36.43	13.04	0.0001	2.40
Condición con fertilizante					
Vaina/planta	48	16.47	3.71	0.0001	23.71
Granos/vaina	48	0.62	1.70	0.0182	12.03
Peso 100 granos	48	7.33	5.38	0.0001	5.33
Rendimiento	48	208643.40	1.43	0.0786	15.87
Plantas cosechadas	48	807.67	4.00	0.0001	13.41
Días a Floración	48	10.06	12.03	0.0001	2.53
Días a Madurez Fisiológica	48	36.59	10.75	0.0001	2.65

gl: grados de libertad, C.V: coeficiente de variación,

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio para los genotipos Carioca, A774 , G21212 y DOR364 con los reportados por Rao (1998) en las condiciones del Valle de Darien, Colombia, se observa mayor precocidad (por el orden de 5 días) en las condiciones de Nicaragua, al respecto Singh (1991) menciona que el control genético de floración temprana

versus floración tardía depende de las temperaturas prevaecientes en el día y la noche, foto periodo y los genotipos utilizados en el estudio.

**Tabla 4. Días a Floración bajo condiciones sin fertilizante y con fertilizante.**

No	Genotipo	DF		No	Genotipo	DF	
		SF	CF			SF	CF
1	PRF 9657-53-1	37	35	26	PRF 9657-61-3	36	35
2	MR 1231586A	36	34	27	DOR 500	38	38
3	EAP 9505-14B	37	35	28	PRF 9657-81-6	39	38
4	EAP 9505-7 A	37	35	29	EAP 9504-30B	37	36
5	PRF 9659-25B-1	37	35	30	PRF 9659-35-2	32	32
6	A774	35	34	31	CARIOCA	38	38
7	PRF 9654-45-2	38	38	32	EAP 951-7	36	36
8	PTC 9558-96	37	36	33	EAP 9504-3 A	36	36
9	PRF 9651-71-3 <sup>a</sup>	36	35	34	TACANA	38	37
10	EAP 9503-46	37	35	35	PRF 9659-35-8	32	32
11	EAP 9508-41	40	37	36	EAP 9503-35	36	36
12	PRF 9652-57-1	38	38	37	EAP 9508-93	37	36
13	G 21212	35	37	38	PTC 9557-98	36	36
14	DOR 364	39	38	39	MAM 38	40	40
15	INTA-Masatepe	35	35	40	EAP 9508-48	36	36
16	INTA-Jinotepe	38	36	41	PTC 9557-10	38	38
17	INTA-Canela	36	35	42	PTC 9558-17	39	37
18	PRF 96-53-16B-2A	36	36	43	EAP 9509-29	37	37
19	MR 13041-323	33	32	44	EAP 9510-1	38	37
20	G 3513	41	41	45	PRF 9653-16B-1	38	37
21	EAP 9508-4	37	37	46	INIFAP	39	37
22	PRF 9657-53-14	32	32	47	DICTA 117	38	37
23	EAP 9506-14 <sup>a</sup>	38	37	48	MR 13041-294	33	33
24	RS 4-1	38	37	49	MR 13041-328	33	34
25	MR 12315-99A-3	36	37				
SF/DMS (0.05)=1.37				CF/DMS(0.05)=1.48			

DF: días a floración; SF: sin fertilizante; CF: con fertilizante

### 3.1.2. Días a Madurez Fisiológica

La madurez fisiológica (MF) corresponde a la etapa de desarrollo R9, la que se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de vainas (White, 1985; Muñoz et

*al*, 1993; García *et al*, 1998), continua con el amarillamiento y caída de las hojas (White, 1985; García *et al*, 1998), seguido por una desecación total (White, 1985).

La madurez fisiológica en todas las plantas es la finalización del proceso reproductivo en las plantas superiores y se identifica en términos de acumulación máxima de materia seca en el grano como sitio de almacenamiento de los fotoasimilados (Tapia, 1982). En el frijol la madurez fisiológica podría considerarse como una característica de heredabilidad moderadamente alta (Singh, 1985).

Existe una amplia variabilidad entre los cultivos de frijol en lo que respecta al número de días a madurez, el cual varía en un rango entre 70 y 300 días según el hábito de crecimiento y la región de cultivo. La diferencia no solo es varietal sino que existe influencia de muchos factores, entre los cuales la duración del día y la temperatura son los más importantes (Voystest, 1985). Sin embargo, Thung *et al*, (1985) plantea que las deficiencias de fósforo producen una floración tardía y una madurez fisiológica precoz.

La variable madurez fisiológica presentó una diferencia entre genotipos altamente significativa ( $P < F = 0.0001$ ) bajo ambas condiciones de fertilización (Tabla 3). El rango de madurez fisiológica bajo ambas condiciones osciló entre 63 y 79 días, con una media de 69 días. Sin embargo, estos resultados difieren un poco de lo planteado por Voystest (1985), quien afirma que en climas cálidos (23 – 25 °C) los hábitos de crecimiento indeterminado tipo II, los días a madurez fisiológica para variedades precoces es de 75 días.

Al comparar los resultados obtenidos se encontró que los genotipos presentaron un comportamiento similar bajo ambas condiciones de fertilización, eliminando el posible efecto de madurez tardía por stress de fósforo descrito por Thung *et al*, (1985). El efecto negativo por stress de fósforo sobre la madurez fisiológica solo se expresa cuando las concentraciones de este oscilan entre 3 – 4 ppm, y concentraciones de 11 ppm como es el caso de La Compañía, no afectan floración ni madurez fisiológica (Rao, 2001 comunicación personal<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup>Rao, LM/ 2001/Fisiología Frijol/Cali, Colombia/Comunicación personal

El genotipo PRF 96589-35-2 resulto ser el mas precoz bajo ambas condiciones, al llegar a madurez fisiológica a los 63 días. El genotipo PRF 9659-35-8 también lleo a madurez fisiológica a los 63 días bajo la condición SF. El Genotipo MAM 38 resulto ser el mas tardío 79 con días a madurez fisiológica bajo ambas condiciones (Tabla 5).

**Tabla 5. Madurez Fisiológica bajo condiciones sin fertilizante y con fertilizante.**

No	Genotipo	MF		No	Genotipo	MF	
		SF	CF			SF	CF
1	PRF 9657-53-1	68	66	26	PRF 9657-61-3	66	67
2	MR 1231586A	67	67	27	DOR 500	72	74
3	EAP 9505-14B	69	69	28	PRF 9657-81-6	74	73
4	EAP 9505-7 A	68	69	29	EAP 9504-30B	69	70
5	PRF 9659-25B-1	66	68	30	PRF 9659-35-2	63	63
6	A774	65	66	31	CARIOCA	73	75
7	PRF 9654-45-2	75	75	32	EAP 951-7	69	67
8	PTC 9558-96	69	69	33	EAP 9504-3 A	65	67
9	PRF 9651-71-3A	66	66	34	TACANA	74	75
10	EAP 9503-46	68	68	35	PRF 9659-35-8	63	64
11	EAP 9508-41	74	75	36	EAP 9503-35	68	67
12	PRF 9652-57-1	71	72	37	EAP 9508-93	70	70
13	G 21212	73	74	38	PTC 9557-98	70	70
14	DOR 364	76	73	39	MAM 38	79	79
15	INTA-Masatepe	69	68	40	EAP 9508-48	67	70
16	INTA-Jinotepe	68	68	41	PTC 9557-10	74	74
17	INTA-Canela	67	66	42	PTC 9558-17	74	72
18	PRF 96-53-16B-2A	68	69	43	EAP 9509-29	68	67
19	MR 13041-323	67	65	44	EAP 9510-1	70	70
20	G 3513	76	75	45	PRF 9653-16B-1	70	69
21	EAP 9508-4	72	71	46	INIFAP	75	75
22	PRF 9657-53-14	64	64	47	DICTA 117	71	69
23	EAP 9506-14A	71	72	48	MR 13041-294	65	64
24	RS 4-1	70	69	49	MR 13041-328	64	64
25	MR 12315-99A-3	68	67				
SF/DMS(0.05)=2.85				CF/DMS(0.05)=2.98			

MF: madurez fisiológica; SF: sin fertilizante; CF: con fertilizante

Bajo la condición sin fertilizante el genotipo A774 fue el más precoz de los testigos internacionales al alcanzar la madurez fisiológica a los 65 días después de la siembra, le siguen Carioca y G 21212 con 73 días, y G 3513 76 días. El Genotipo A774 también resulto ser el

más precoz bajo la condición con fertilizante al llegar a madurez fisiológica a los 66 días después de la siembra, le siguieron el G 21212 con 74 días, el Carioca y el G 3513 con 75 días. Estos resultados difieren con los obtenidos por Rao (1998) en el valle de Darien, Colombia; el cual reporta datos de madurez fisiológica mayores a los expuestos anteriormente por el orden de 10 días, posiblemente la precocidad mostrada en el presente estudio se deba a las diferencias en las condiciones ambientales existente entre ambos sitios tanto en altitud como en temperatura y horas luz.

### **3.2.- Rendimiento y sus Componentes**

#### **3.2.1. Vainas por Planta**

El número de vainas por planta es un componente cuantitativo del rendimiento y difiere entre las variedades por ser poligénico y además altamente influenciado por el ambiente (White, 1985).

La variable vaina por planta presentó diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) para ambas condiciones de fertilización (Tabla 3).

Al comparar ambas condiciones se detectó que el 83.72 % de los genotipos mostraron mayor número de vainas bajo la condición con fertilizante, ósea, se presentó respuesta a la fertilización. Los genotipos restantes mostraron mayor número de vainas bajo las condiciones no fertilizadas (Figura 3). La condición con fertilizante resultó con una media de 8.88 vainas por planta en comparación con la condición sin fertilizante con una media de 7.52 vainas por planta. Estos resultados coinciden con los expuestos por Yan *et al.* (1995), quien observó incremento en el número de vainas por planta con el incremento de fósforo, así como una variación genotípica significativa.

Para ambas situaciones con fertilizante y sin fertilizante los mayores valores promedios para la variable vainas por planta lo obtuvo el genotipo EAP 9508-41 con 17.7 y 14.32

respectivamente. Los genotipos G 3513 (11.66) y DOR 364 (10.61) le siguen al EAP 9508-41 bajo la condición sin fertilizante. El genotipo PRF 9654-45-2 (17.5) y el G 21212 (13.3) le siguen al EAP 9508-41 bajo la condición con fertilizante. El Genotipo CARIOCA obtuvo en ambas condiciones los menores valores con 5.66 vainas por planta bajo la condición con fertilizante y 4.71 vainas por planta bajo la condición sin fertilizante. Estos resultados coinciden con lo planteado por Thung, (1991), que en zonas con deficiencias de fosforó, el incremento en la producción se debe directamente a la fertilización, esta es básicamente un incremento en el número de vainas por planta.

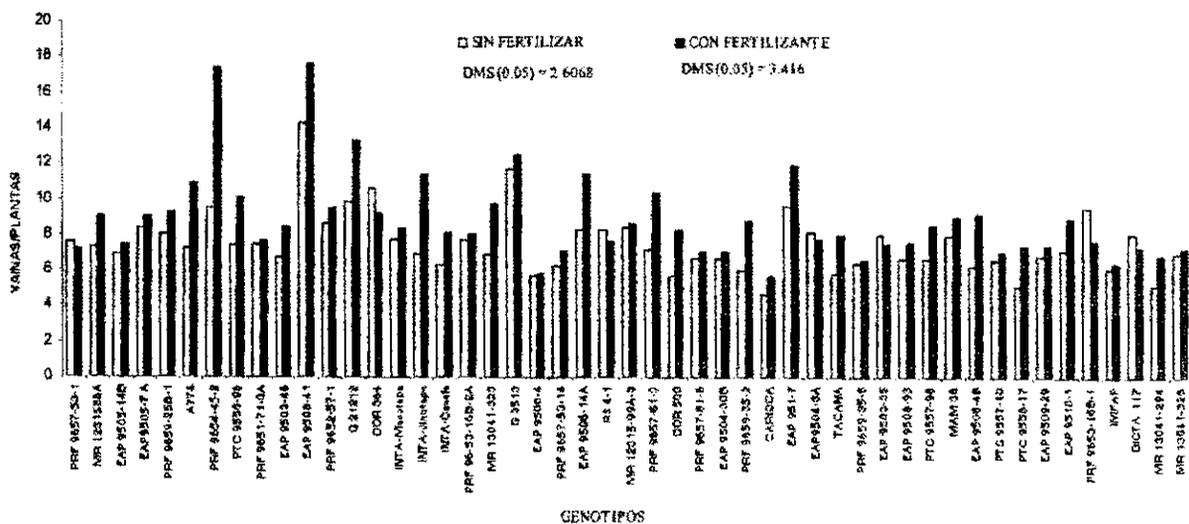


Figura 3. Respuesta de 49 genotipos en el número de vainas por planta bajo dos dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de fórmula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

El fenómeno que se presentan en los genotipos en donde el número de vainas por planta es mayor para la condición sin fertilizante en comparación con la condición con fertilizante se puede atribuir al efecto de compensación que se da en las plantas (CIAT, 1983; White, 1985; White 1991).

### 3.2.2. Granos por Vaina

Los granos por vaina es una variable determinada por sus caracteres genéticos propios de cada variedad que varía con las condiciones ambientales que existen en cada región, dicho componente es heredable (Bonilla, 1990).

La variable granos por vaina presentó diferencia estadística significativa ( $P > F = 0.0113$ ) bajo la condición fertilizada y ( $P > F = 0.0182$ ) sin fertilizar (Tabla 3).

Bajo la condición sin fertilizante el rango de granos por vaina osciló entre 3.8 y 5.66 con un valor promedio de 4.82 granos por vaina. Para la condición con fertilizante el rango osciló entre 3.8 y 6.18 con un valor promedio de 5.01 granos por vaina.

La mayor media de granos por vainas para la condición sin fertilizante la obtuvo el genotipo DOR 500 (5.66). Bajo la condición con fertilizante se destacó el genotipo PRF 9657-53-14 (6.18). Los menores valores promedio los obtuvieron los genotipos MR 13041-294 (3.8) bajo la condición SF y el EAP 951-7 (3.8) bajo la condición con fertilizante. Sin embargo, los genotipos con mayores valores para esta variable no obtuvieron los mayores rendimientos. Según White e Izquierdo (1991), existe la posibilidad de encontrar una óptima combinación de componentes y de esta manera variedades de alto rendimiento, lo que no parece ser el caso para los genotipos mencionados.

El 61.23 % de los genotipos mostró tendencias a responder a la fertilización. Un 26.53 % de los genotipos mostraron mayores valores promedio en las condiciones sin fertilizante y un 12.24 % de los genotipos se comporta de igual forma para ambas condiciones (Figura 4). Este comportamiento se podría explicar con lo planteado por González (1995), que el carácter granos por vaina es muy variable, inclusive a lo interno de cada variedad. Así como también al fenómeno de compensación (White, 1985, White, 1991).

En general el número de granos por vainas presentó un incremento en la condición con fertilizante, en comparación con la condición sin fertilizante. Esto coincide con los resultados

obtenidos por Yan *et al.*, (1995); Aguilar y Altamirano (2001), en donde el factor fertilizante presento diferencia significativa en la variable granos por vaina, generando mayor cantidad de granos por vaina cuando el cultivo fue fertilizado con químicos.

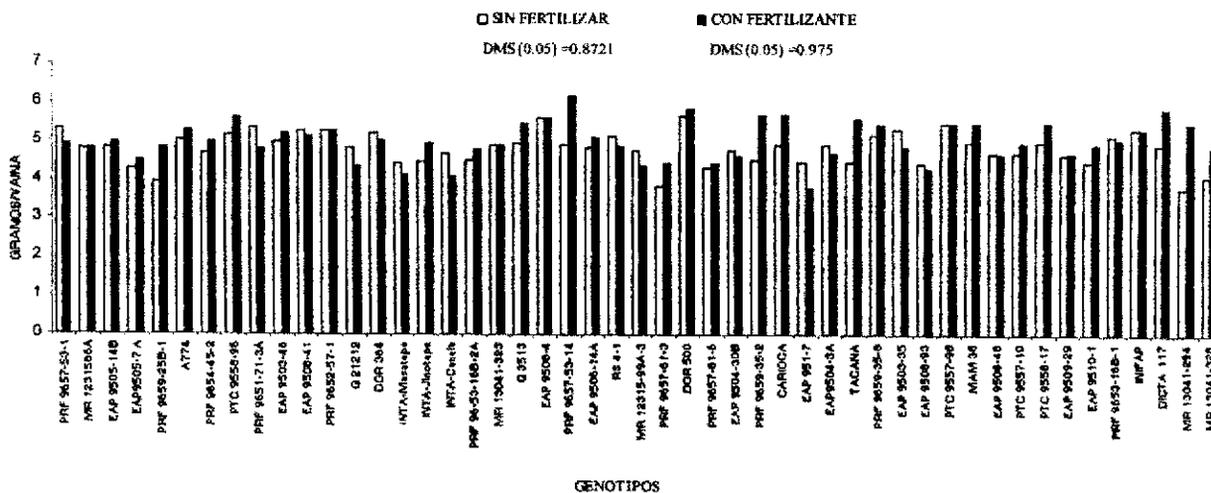


Figura 4. Respuesta de 49 genotipos en el número de granos por vaina bajo dos dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de fórmula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

### 3.2.3. Peso de 100 Granos (g)

En el frijol el tamaño del grano “peso” se considera como una característica de heredabilidad moderadamente alta (Singh, 1985).

El CIAT (1983), plantea que los cultivares de frijol arbustivo de grano pequeño presenta un alto potencial de rendimiento, lo que se deba posiblemente al alto número de vainas, que a su vez se asocia al grado de indeterminación, ramas laterales y nudos por m<sup>2</sup>.

Las variedades sometidas a estudio mostraron diferencia estadística significativa ( $P < F = 0.0001$ ) bajo ambas condiciones (Tabla 3).

Los valores para la variable peso de 100 granos oscilaron entre 16.99 g a 26.64 g, con una media de 21.03 g bajo la condición sin fertilizante. Bajo la condición con fertilizante los valores oscilaron entre 17.45 g a 27.94 g, con una media de 21.86 g. Según estos valores y siguiendo la metodología propuesta por Muñoz *et al.*, (1993) se clasificaron 48 genotipos como grano pequeño y 1 genotipo como grano mediano para ambas condiciones.

El 83.72 % de los genotipos presentaron mayores valores promedios bajo la condición con fertilizante. El 14.28 % de los genotipos restantes obtuvieron mayores valores promedios bajo las condiciones sin fertilizante (Figura 5). De lo anteriormente descrito podemos concluir que la mayoría de las variedades presentan respuesta a la fertilización química contrastando con los resultados obtenidos por Chow (1990), el cual plantea que la fertilización fosfórica no tiene efecto sobre el peso de grano. Las variedades que no respondieron a la fertilización y que a la vez obtuvieron mayores promedios en rendimiento de grano bajo la condición sin fertilizante posiblemente se deba al efecto de compensación descrito por White, (1985); White, (1991).

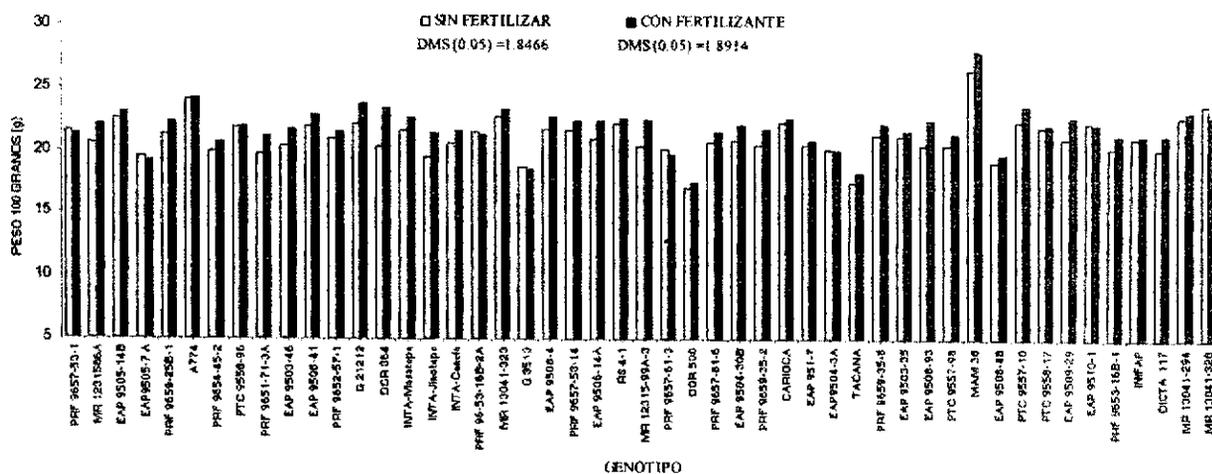


Figura 5. Respuesta de 49 genotipos en el peso de cien de grano bajo dos dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de fórmula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

El genotipo que obtuvo los mejores valores promedios bajo ambas condiciones fue MAM 38. El Genotipo DOR 500 presento los menores valores bajo ambas condiciones. Sin embargo, los genotipos con mayor peso de 100 granos no resultaron ser los más sobresalientes en cuanto a

rendimiento de grano, coincidiendo con lo planteado por el CIAT (1983), que los materiales de grano grande generalmente tienen rendimientos inferiores que los materiales de grano pequeño de habito de crecimiento indeterminado.

#### **3.2.4. Número de Plantas Cosechadas**

La densidad poblacional del cultivo esta relacionada con las condiciones del suelo (susceptibilidad del suelo a la erosión), el manejo agronómico, factores climáticos (altas precipitaciones, temperaturas, fuertes vientos, etc.) y la indisponibilidad de nutrientes crea plantas con una débil estructura, pero dificilmente la pérdida de la planta (Zimdahal citado por Aguilar y Altamirano, 2001).

Los genotipos sometidos a estudio bajo ambas condiciones mostraron una diferencia estadística altamente significativa  $Pr > F = 0.0001$  (Tabla 3).

La variable plantas cosechadas mostró correlaciones negativas y significativas bajo ambas condiciones con las variables peso de 100 granos y vainas por plantas. Esto puede estar relacionado con los efectos de compensación mencionados por White (1985, 1991)

El número de plantas cosechadas oscilo entre 65 y 167, con una media de 113 plantas cosechadas bajo la condición sin fertilizante. Bajo la condición con fertilizante los valores oscilaron entre 61 y 153, con una media de 106 plantas cosechadas. Estos resultados indican que la condición sin fertilizante presento mayor número de plantas cosechadas (Ver Figura 6).

Una de las posibles causas es efecto tóxico que pudo haber tenido la fertilización efectuada al fondo del surco al entrar en contacto con la grano, afectando de esta forma la germinación del grano en las replicas fertilizadas obteniendo así, un menor número de plantas por parcela y por consiguiente un menor número de plantas cosechas en comparación con la condición sin fertilizante (Fassbender, 1967; Aguilar y Altamirano, 2001), en donde, los granos germinaron sin este tipo de estrés, teniendo como resultado un mayor número de plantas por parcela.

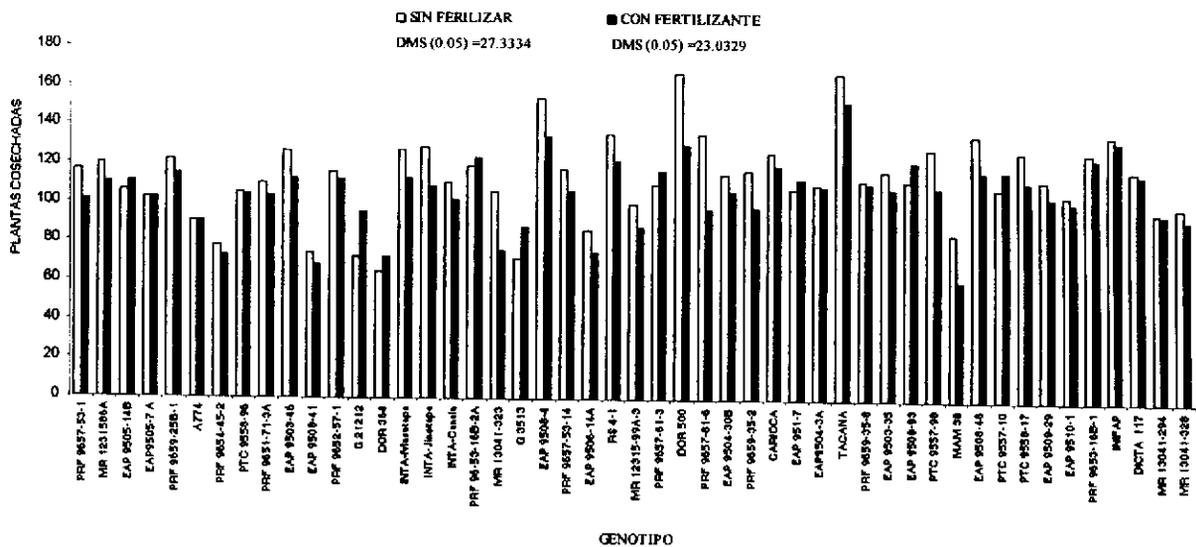


Figura 6. Número de plantas cosechadas bajo dos dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de fórmula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

Los genotipos con mayor número de plantas cosechadas por parcela para la condición sin fertilizante fueron el DOR 500 (167), TACANA (167) y el EAP 9508-4 (154). Los genotipos TACANA (153), EAP 9508-4 (134) e INIFAP (134) presentaron el mayor número de plantas cosechadas bajo la condición con fertilizante. El menor número de plantas cosechadas bajo la condición sin fertilizante lo presentó el genotipo DOR 364 (65). Bajo la condición con fertilizante el menor número de plantas cosechadas lo presentó el genotipo MAM 38 (62). Los genotipos que presentaron mayor cantidad de plantas cosechadas bajo ambas condiciones no presentaron los mayores rendimientos de grano bajo ambas condiciones, lo que se podría explicar por lo expuesto por White (1985) que la cantidad de plantas está asociada con el rendimiento pero no puede esperarse que de acuerdo a la cantidad de plantas cosechadas en un cultivo le corresponda el rendimiento, sino que existen muchos elementos determinantes.

Es importante señalar que si bien es cierto que, el número de plantas cosechadas en la condición sin fertilizante fue superior que la condición con fertilizante por razones antes descritas, la condición con fertilizante obtuvo rendimientos promedios de grano superiores a

la condición sin fertilizante, debido posiblemente al efecto de mayor disponibilidad fósforo y nitrógeno.

Según Díaz y Aguilar (1976) un valor alto en esta variable es perjudicial ya que a mayor número de plantas cosechadas disminuye el peso seco total de la planta y que esta disminución es más drástica en órganos reproductivos principalmente en vainas y granos. Lo que se puede atribuir a la competencia por nutrientes, agua, luz, etc, que existe en densidades poblacionales altas.

Los genotipos EAP 9508-41 y G 21212 presentaron valores menores a la media de plantas cosechadas bajo ambas condiciones. El genotipo RS 4-1 presento valores mayores a la media bajo ambas condiciones. A pesar que estos genotipos no obtuvieron valores elevados de plantas cosechadas, estos fueron los que presentaron los mayores rendimientos de grano, coincidiendo con lo planteado por White (1985); Amaya y Cruz (1993), que no se puede afirmar que la variable plantas cosechadas sea determinante en el rendimiento.

### **3.2.5. Rendimiento (kg/ha)**

La producción de frijol, al igual que otros cultivos, depende de factores internos y externos. Los factores internos son los gobernados por el potencial genético de la planta. Los factores externos son los factores ambientales que varían gradualmente de un sitio a otro (Thung, 1991).

En el frijol el rendimiento del grano se considera como una característica de heredabilidad moderadamente baja (Singh, 1985). Además, Davis (1985) plantea que el rendimiento es un carácter cuantitativo, el cual es controlado por varios o muchos genes, y a la vez es afectado de forma directa por el medio ambiente. Por ello, la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo, así como el manejo agronómico y el habito de crecimiento entre otros (Voysest, 1985).

El Rendimiento es el resultado final de la acumulación y distribución de peso seco que se da en la fase de crecimiento en la planta de frijol. Donde la acumulación de peso seco en las plantas de frijol es el resultado directo del balance entre fotosíntesis, respiración y las pérdidas causadas por senescencia y la abscisión (White e Izquierdo, 1991), así como por efectos de plagas y enfermedades en donde cada uno de estos procesos varía en intensidad según las condiciones ambientales (White, 1985). La distribución de nutrientes, se refiere al equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo durante el desarrollo del frijol, resultando como producto final el rendimiento (White e Izquierdo, 1991). Ósea, la eficiencia con la cual la planta usan los nutrientes que han absorbido (Christiansen y Lewis, 1991).

Los genotipos en estudio mostraron diferencia estadística significativa ( $Pr>F= 0.0240$ ) en la condición sin fertilizante y no significativa ( $Pr>F= 0.0786$ ) en la condición con fertilizante (Tabla 3).

La variable rendimiento mostró correlación positiva y significativa en ambas condiciones para la variable vainas por planta de igual forma se correlaciono con la variable granos por vainas en la condición sin fertilizante. White e Izquierdo (1991), Yan *et al*, (1995) y Rao (1998) obtuvieron correlaciones positivas y significativas para las variables en mención.

El rendimiento de grano bajo la condición con fertilizante supero al rendimiento de grano bajo la condición sin fertilizante, confirmando lo planteado por Thung (1991), que en zonas con deficiencias de fosforó, el incremento en la producción se debe directamente a la fertilización. De igual manera Rao (1998); Rao *et al*, (2000), encontró mayores rendimiento de grano al adicionar fertilización mineral.

El rendimiento de grano oscilo entre 1 883 kg/ha hasta 3 353 kg/ha, con una media de 2 405 kg/ha bajo la condición con fertilizante y 1 591 kg/ha hasta 2 878 kg/ha, con una media de 2 079 kg/ha bajo la condición sin fertilizante.

Es importante hacer notar que el genotipo EAP 9508-41 resulto ser el mas destacado en ambas condiciones, seguido por el G 21212 (3 298 kg/ha) bajo la condición con fertilizante y el RS 4-1 (2 504 kg/ha) bajo la condición sin fertilizante. Siendo todos ellos genotipos de grano pequeño (Anexo, Tabla 1). El genotipo CARIOCA produjo la menor cantidad de grano en la condición sin fertilizante. El genotipo MR 13041-328 produjo la menor cantidad de grano en la condición con fertilizante (Ver Figura 7). Estos resultados coinciden con los planteado por CIAT (1983); Voyses (1985), que en frijol arbustivo, las variedades indeterminadas de grano pequeño generalmente superan en rendimiento a las variedades de grano mediano y grande.

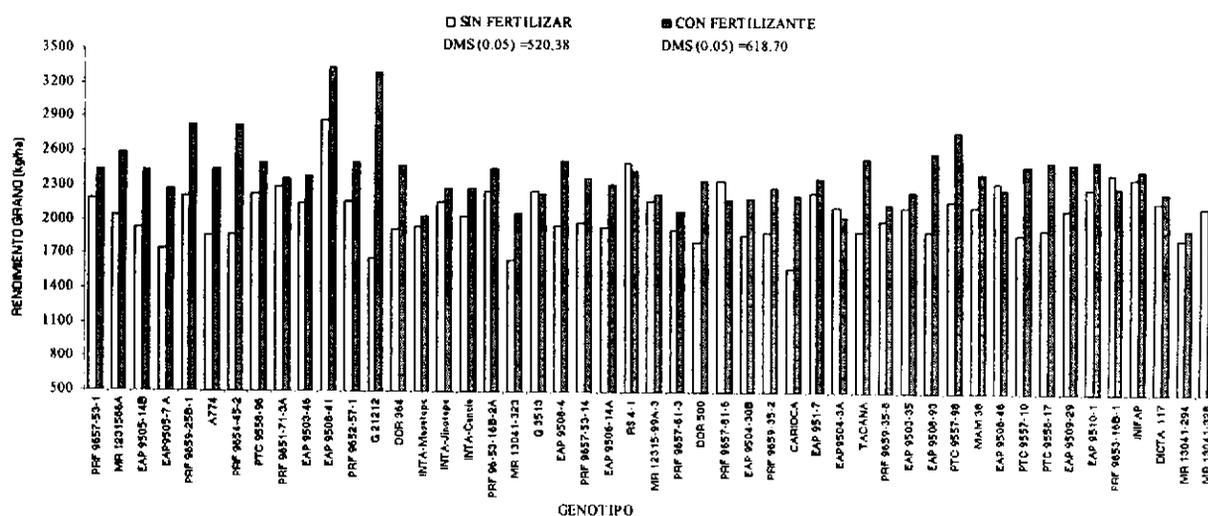


Figura 7. Rendimiento de grano de 49 genotipos bajo dos dosis de fertilizante (0 y 129 kg/ha de formula 18-46-00). En suelos de origen volcánico del Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

Tomando como referencia las variedades comerciales de Nicaragua, en el sistema sin fertilizante 18 genotipos superaron en promedio al INTA Jinotepe, 26 al INTA Canela, 30 al INTA Masatepe, y 34 al DOR 364. En el sistema con fertilizante 15 genotipos superaron en promedio al DOR 364, 31 al INTA Jinotepe, 33 al INTA Canela y 46 al INTA Masatepe.

Comparando los rendimientos obtenidos en ambos experimentos estos superan sustancialmente al promedio nacional de 627 kg/ha según los reportado por el BCN (1999).

Según White e Izquierdo (1991) el máximo rendimiento o rendimiento potencial para frijol arbustivo es de 4 a 6 t/ha y para hábitos de crecimientos trepadores con tutores es de 8 t/ha. Estas diferencias entre rendimientos promedios nacionales y el rendimiento potencial pueden ser atribuidas a problemas por enfermedades y plagas, y en gran parte a problemas relacionados al suelo y condiciones ambientales (Thung, 1991).

Los testigos internacionales en general presentaron rendimientos similares, superiores a los planteados por Rao *et al.* (2000) en suelos andosoles. El genotipo Carioca y G 3513 bajo la condición con fertilizante obtuvo rendimientos similares. Los genotipos A 774 y G 21212 presentaron rendimientos superiores. El genotipo MAM 38 presentó rendimientos inferiores.

El testigo internacional G 3513 bajo la condición sin fertilizante presentó rendimientos superiores a las variedades comerciales INTA Jinotepe, INTA Canela e INTA Masatepe y que el testigo local DOR 364. El testigo internacional G 21212 bajo la condición con fertilizante presentó rendimientos superiores al testigo local DOR 364, INTA Jinotepe, INTA Canela e INTA Masatepe.

A través de la gráfica de eficiencia de absorción de nutrientes nativos y respuesta a aplicaciones de fertilizante se identifican 12 genotipos eficientes con respuesta (ECR), 13 genotipos eficientes sin respuesta (ESR), 11 genotipos ineficientes con respuesta (ICR) y 13 genotipos ineficientes sin respuesta (ISR). El genotipo más sobresaliente fue EAP 9508-41 y se clasificó como ECR (Figura 8).

Según Thung *et al.* (1985) las plantas de la categoría ISR se descartan, los genotipos ESR se pueden usar directamente para agricultores que no tienen la costumbre o no son capaces de fertilizar, las variedades calificadas como ICR se pueden entregar a los agricultores que usan fertilizantes si el valor económico de los fertilizantes es aceptable y las variedades en la categoría ECR se pueden usar directamente por pequeños agricultores.

De acuerdo a los resultados obtenidos las variedades comerciales de Nicaragua se pueden clasificar según su eficiencia y respuesta de la manera siguiente: INTA Masatepe e INTA Canela como ISR, DOR 364 como ICR e INTA Jinotepe como ESR.

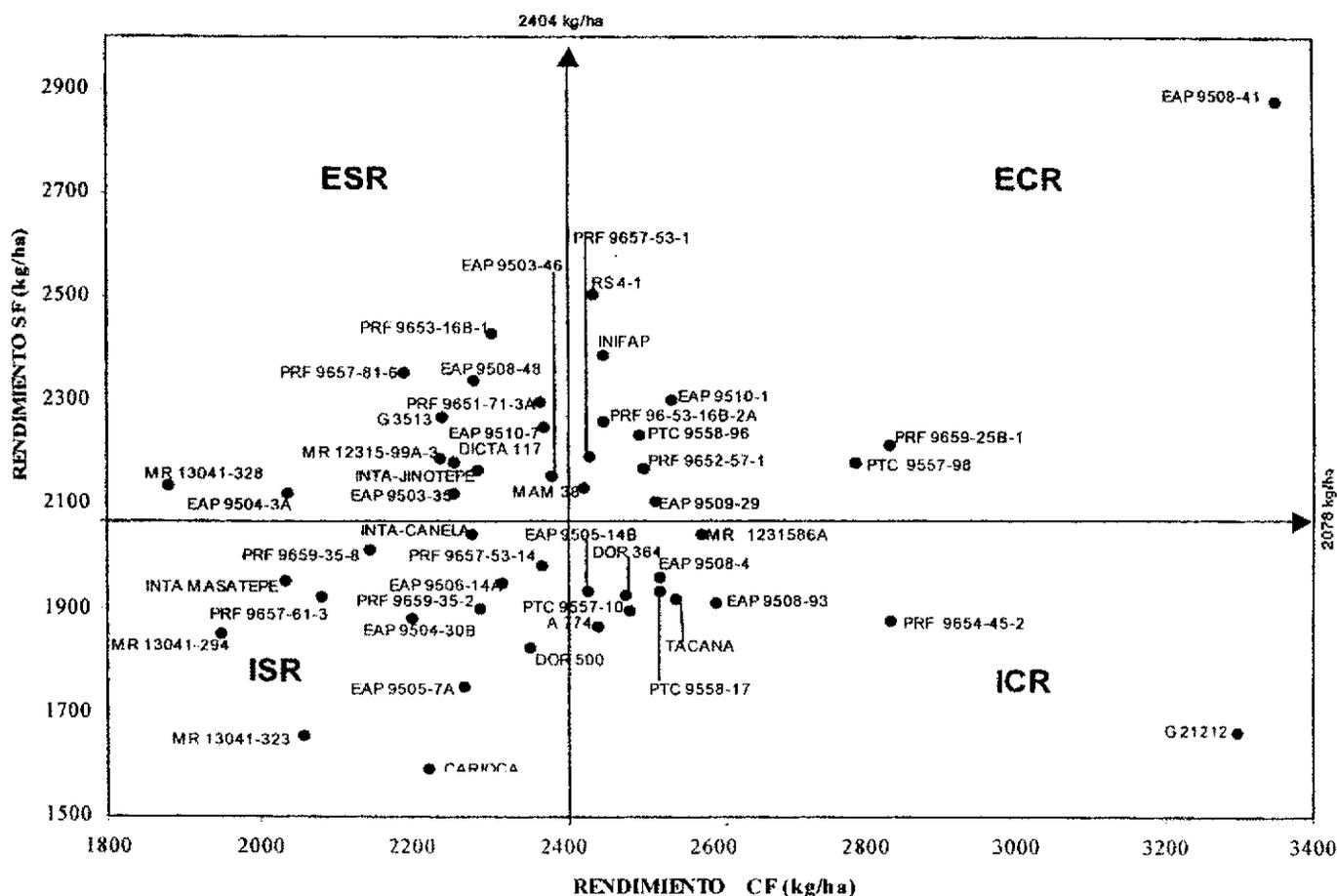


Figura 8. Grafica de eficiencia a la absorción de nutrientes nativos y respuesta a la aplicación de fertilizante (18-46-00). En suelos de origen volcánicos del Centro Experimental la Compañía, San Marcos, Carazo en la época de primera del 2001.

Los testigos internacionales se clasificaron, MAM 38 como ECR, A774 y G 21212 como ICR, G 3513 como ESR y CARIOCA como ISR. Estos resultados difieren con los obtenidos con Rao (1998), lo que se deba posiblemente a la diferencia del potencial genético de los genotipos utilizados entonces y el potencial de los genotipos que se utilizaron en el presente experimento; así como también a las diferencias ambientales existentes entre ambos sitios.

Al analizar la grafica de eficiencia de absorción de nutrientes nativos y de respuesta a la aplicación de fertilizante mineral; podemos mencionar que las diferencias entre las medias para rendimiento de grano bajo las dos condiciones no son tan grandes, posiblemente esto se deba a que los nutrientes existentes en el suelo bajo la condición sin fertilizante fueron suficientes (Ver Tabla 2) para que el cultivo los absorbiera, se desarrollara y produjera rendimientos aceptables, sin embargo, estos mismos genotipos respondieron a la aplicación de fertilizante con rendimientos superiores, a demás, es importante tener en cuenta que los materiales evaluados en su mayoría son resultado de programas de mejoramiento con características ventajosas ante factores bióticos y abióticos adversos.

#### IV.- CONCLUSIONES

- ❖ Los genotipos en estudio mostraron diferentes tipos de respuesta a la aplicación de fertilizante, que incluyen comportamientos superior, similar e inferior al compararse con la condición sin fertilizante para las distintas variables estudiadas.
- ❖ El rendimiento de grano vario entre 1 883 kg/ha hasta 3 353 kg/ha en condiciones con fertilizante y 1 591 kg/ha hasta 2 878 kg/ha en condiciones sin fertilizante. El genotipo EAP 9508-41 mostró los mayores rendimientos en ambas condiciones.
- ❖ En el sistema sin fertilizante 18 genotipos superaron en promedio al INTA Jinotepe, 26 al INTA Canela, 30 al INTA Masatepe, y 34 al DOR 364.
- ❖ En el sistema con fertilizante 15 genotipos superaron en promedio al DOR 364, 31 al INTA Jinotepe, 33 al INTA Canela y 46 al INTA Masatepe.
- ❖ Según la eficiencia y respuesta a aplicaciones de fertilizante se identifican 12 genotipos eficientes con respuesta, 13 genotipos eficientes sin respuesta, 11 genotipos ineficientes con respuesta y 13 genotipos ineficientes sin respuesta.
- ❖ Las variables fenológicas días a floración y días a madurez fisiológica no presentaron mayores diferencias bajo ambas condiciones de fertilización, los promedios de días a floración oscilaron entre 32 a 41 días y el rango de madurez fisiológica oscilo entre 63 y 79 días.

## V.- RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar experimentos similares en zonas con ambientes contrastantes del país con el fin de ejercer una mejor presión de selección sobre los genotipos evaluados.
- ❖ Seguir el proceso de mejoramiento y selección con los genotipos que resultaron sobresaliente en el presente estudio.
- ❖ Tomar en cuenta en experimentos futuros variables de crecimiento y de orden bromatológico con el fin de describir mejor los mecanismos de absorción, distribución y acumulación de nutrientes de los genotipos evaluados.

## VI.- LITERATURA CONSULTADA

1. **Acosta, G. J.; López, S.D; Araya V. M; Acosta, D. E; Cumpean, J./1997./Reunión Anual del PCCMCA./XLIII - 1997; Panamá./ Tolerancia a estrés abiótico en frijol bajo fósforo./ P 100.**
2. **Aguilar R, V. R; Altamirano T, A./ 2001./ Efecto de fuentes de fertilización (química y orgánica) y control de maleza sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laderas, Ticuantepe, Postrera 1999./ Tesis Ing. Agrónomo./ Managua, Nicaragua./ Universidad Nacional Agraria./ P 19-36.**
3. **Amaya H, R; Cruz M, J./ 1993./ Evaluación de 7 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su respuesta a dosis crecientes de fertilizantes (N-P)./ Tesis Ing. Agrónomo./ Managua, Nicaragua./ Universidad Nacional Agraria./ P15-26.**
4. **Banco Central de Nicaragua./1999./Informe Anual./Managua, Nic./ P 29.**
5. **Bonilla, J.A./ 1990./ Efecto del 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. Agrónomo./ Universidad Nacional Agraria./ 32 p.**
6. **CIAT./ 1983./ Programa de Frijol./ In. Informe CIAT 1983./ Cali Colombia./ P 1-26.**
7. **Claridades Agropecuarias./2000a./No.78./D.F, México./ P 28.**
8. **Claridades Agropecuarias./2000b./No.88./D.F, México./ P 32-33.**
9. **Chow W, Z./ 1990./ Efecto de la Fertilización Fosforica sobre el Crecimiento y Rendimiento de cuatro Variedades de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.)/ Managua, Nicaragua./ Universidad Nacional Agraria./ P 15-20.**
10. **Christiansen, M.L; Lewis, C.F./ 1991./ Mejoramiento de las Plantas en Ambientes poco Favorables./ Ed. LIMUSA, S.A./ México, D.F./ P 113.**
11. **Davis, J./ /1985./ Conceptos Básicos de Genética de Frijol./In. CIAT: Frijol: Investigación y Producción./ CIAT./Cali, Colombia./ P 81-88.**
12. **Diaz, M; Aguilar, F./ 1976./ Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)/ Revista Turrialba./ vol. 34./ No. 1./ P 63-76.**
13. **Domínguez, V./ 1997./Tratado de Fertilización./ 3ed./ Ed. Grupo Mundi-Presa./Madrid, España./ P 47, 319.**

14. **Fassbender, H.W./1967/** La fertilización del Frijol (*Phaseolus sp.*)/ Rev. Turrialba./ No. 1./ vol. 17./ Turrialba, Costa Rica./ P 46-51.
15. **Fassbender, H.W./1969/** Estudio del Fósforo en Suelos de América Central./ IV. Capacidad de Fijación de Fósforo y su Relación con Características Edáficas./ Rev. Turrialba./ No. 4./ vol. 12./ Turrialba, Costa Rica./ P 497-505.
16. **Fassbender, H.W; Müller, L; Balerdi, F./1968./** Revista Turrialba./ Estudio del fósforo en suelos de América Central: II Formas y su Relación con las Plantas./ Vol. 18./ No.4./ IICA./ Turrialba, Costa Rica./ P 346.
17. **García, C. M; Conrado, A; Rivas, F. E; Meneses, D./ 1998./** Producción de Grano de Frijol de Calidad./ Manual para el Agricultor./ No. 4./ PRIAG./ San José, Costa Rica./ 15-37 p.
18. **Gonzalez V, N./1995./** Evaluación sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento de 14 accesiones criollas de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) y el testigo comercial Revolución 84 en La Compañía, Carazo. Postrera 1993./ Tesis de Ing. Agrónomo./Universidad Nacional Agraria./ Managua, Nicaragua./ P 32-50.
19. **Grime, J. P./ 1982./** Estrategias de Adaptación de las Plantas y Procesos que Controlan la Vegetación./ Editorial LIMUSA, S.A./ México, D.F./ P 36-53.
20. **Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, Charles./ 2000./** Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo del Café./ Serie Técnica-Manual Técnico./ CATIE./ No. 4./ Managua, Nicaragua./ P 20-24.
21. **Howeler, R.H./ 1980./** Desordenes Nutricionales /In. Schwartz, H.F; Galvez, G: Problemas de Producción de Frijol./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 343-358.
22. **López, N./ La Prensa./ 5 oct 2000./** Déficit en la producción y consumo de alimentos./ Pag 3C.
23. **Llano, A; Marín, V./2000./**Reunión Anual del PCCMCA./XVLI- 2000; San Juan, Puerto Rico./2000./ Genotipos de Frijol Adaptados al Pacífico Sur de Nicaragua Eficientes al Uso de Nutrientes./ Universidad Nacional Agraria/ Managua, Nicaragua./ P 81.
24. **Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ./ 1971./** Manual Práctico para interpretación de suelos./ Catastro e inventario de recursos naturales./ Managua, Nicaragua.
25. **Molestina, C./ 1988./** Fundamentos de Comunicación Científica y Redacción Técnica./ 1 ed./ San José, Costa Rica./ IICA./ P 211-248.

26. **Muñoz, G; Giraldo, G; Fernández de Soto, J./** 1993./ Descriptores Varietales: Arroz, Fríjol, Maíz y Sorgo./ CIAT./ Cali, Colombia/ P 52 – 79.
27. **Ortiz, V. B./**1977./Fertilidad de Suelos./ Universidad Autónoma de Chapingo./ D.F, México./ P 75.
28. **Puerta, R./** 1989./ El Pequeño Agricultor en Honduras./ El Zamorano, Honduras./ P 43.
29. **Rao, I. M./** 1998./ Estudio Fisiológico de Tolerancia a Bajo Fósforo./ Informe Técnico Anual CIAT 1997-1998./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 15-38.
30. **Rao, I.M; Robert, S; Drevon, J; Ricaure, J./**2000./ Informe Técnico Anual CIAT 1999-2000./ Estudio Fisiológico de Tolerancia a Baja Fertilidad en Fríjol Común (*Phaseolus vulgaris* L.)/2000./ P 41-58.
31. **Rosas, J. C; Castro, A./**2000./Reunión Anual del PCCMCA./XVLI- 2000; San Juan, Puerto Rico./2000./ Mejoramiento Genético del Frijol Rojo Mesoamericano en Centro América y El Caribe./ Tegucigalpa, Honduras./ P 49.
32. **Schwartz, H.F./** 1980./ Problemas Misceláneos./In. Schwartz, H.F; Galvez, G: Problemas de Producción de Frijol./ CIAT./Cali, Colombia./ P 329-339.
33. **Schwartz, H.F; Galvez, G./** 1985./ Problemas de Producción de Frijol./ Cali, Colombia./ CIAT./ P 424.
34. **Singh, S.P./** 1985./ Conceptos Básicos para Mejoramiento del Fríjol por Hibridación./In. CIAT: Frijol: Investigación y Producción./ CIAT./ Cali, Colombia./ P109-126.
35. **Singh, S.P./** 1991./ Bean Genetics./ In. Common Beans: Research for crop improvement./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 199-249.
36. **Somarriba, C./**1998./ Granos Básicos./Texto Básico./ Universidad Nacional Agraria./ Managua, Nicaragua./ P 101-151.
37. **Tapia, H.B./** 1982./ Un Método Practico para Determinar Madurez Fisiológica en Frijol Común *Phaseolus vulgaris* L./ DGTA-MIDINRA./ Managua, Nicaragua./ 5 p.
38. **Thung, M./** 1991./ Bean Agronomy in Monoculture./ In. Common Beans: Research for crop improvement./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 737-816.
39. **Thung, M; Ortega, J; Erazo, O./** 1985./ Tamizado para Identificar Frijoles Adaptados a Suelos Ácidos./ In. Frijol: Investigación y Producción./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 313-345.

40. **Verissimo, L./**1999./Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería./ Leguminosas de Grano./ Barcelona, España./ Ed Océano Centrum./ P 355.
41. **Viana, R. A. /**1999./Memorias Taller Regional de Granos./1999; San José, Costa Rica./ Experiencias en la Producción Artesanal de Granos de Frijol en Centro América./ EPA El Zamorano, Honduras./ P 99.
42. **Voysesst, O./**1985./ Mejoramiento del Frijol por Producción y Selección./In. CIAT: Frijol: Investigación y Producción./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 89-107.
43. **Wallace, D.H./** 1985./ Physiological Genetics of Plant Maturity, Adaptation, and Yield./ Plant Breed. Rev./ 2:21-167p. CITADO POR: **Cerna, J; Beaver, J. S./** 1990./ Inheritance of Early Maturity of Indeterminate Dry Bean./Crop Science./ No. 30./ 1215-1218 p.
44. **White, J. W./**1985./ Conceptos Básicos de Fisiología Vegetal de Frijol./In. CIAT: Frijol: Investigación y Producción./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 42-60.
45. **White, J; Izquierdo, J./**1991./ Physiology of yield potential and stress tolerance./ In. Common Beans: Research for crop improvement./ CIAT./ Cali, Colombia./ P 287-382.
46. **Yan, X; Beebe, S. E; Lynch, J. P./** 1995./ Genetic variation for phosphorus of common bean in contrasting soil types: II Yield Responde./ Crop Science./ 35: 1004-1009 p.
47. **Zindahal, L./** 1980./ Weed Crop Competition./ A review; International Plant Protection Center./ Corvallis, O.R, Oregon State University./ 196 p. CITADO POR **Aguilar R, V. R; Altamirano T, A./** 2001./ Efecto de fuentes de fertilización (química y orgánica) y control de maleza sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laderas, Ticuantepe, Postrera 1999./ Tesis Ing. Agrónomo./ Managua, Nicaragua./ Universidad Nacional Agraria./ P 19-36.

## **VII.- ANEXOS**

**Tabla 1 Caracteres cualitativos de los 49 genotipos evaluados**

No.	Genotipo	HC	CV	CGP	CGS	Ven	AT	TG	FG
1	PRF 9657-53-1	IIA	1	9		2	2	1	7
2	MR 1231586A	IIA	1	3		2	1	1	2
3	EAP 9505-14B	IIB	1	9		2	2	1	8
4	EAP9505-7 A	IIA	1	9		2	2	1	9
5	PRF 9659-25B-1	IIA	1	9		2	2	1	8
6	A774	IIB	2	6		1	1	1	8
7	PRF 9654-45-2	IIB	1	9		2	2	1	9
8	PTC 9558-96	IIB	1	9		2	2	1	8
9	PRF 9651-71-3A	IIA	1	9		2	2	1	8
10	EAP 9503-46	IIA	1	13		2	2	1	7
11	EAP 9508-41	IIA	1	9		2	2	1	8
12	PRF 9652-57-1	IIA	1	13		2	2	1	5
13	G 21212	IIA	6	15		2	1	1	8
14	DOR 364	IIA	1	9		2	2	1	9
15	INTA-Masatepe	IIB	1	9		2	1	1	8
16	INTA-Jinotepe	IIB	1	3		2	2	1	5
17	INTA-Canela	IIB	1	9		2	2	1	8
18	PRF 96-53-16B-2A	IIB	1	9		2	2	1	7
19	MR 13041-323	IIB	4	9		2	1	1	8
20	G 3513	IIA	1	15		2	1	1	5
21	EAP 9508-4	IIB	1	6		2	1	1	9
22	PRF 9657-53-14	IIA	3	9		2	2	1	8
23	EAP 9506-14A	IIB	1	9		2	2	1	3
24	RS 4-1	IIA	3	9		2	2	1	8
25	MR 12315-99A-3	IIA	1	13		2	2	1	8
26	PRF 9657-61-3	IIA	3	13		2	2	1	8
27	DOR 500	IIA	1	15		2	1	1	4
28	PRF 9657-81-6	IIA	1	9		2	2	1	5
29	EAP 9504-30B	IIA	3	9		2	2	1	8
30	PRF 9659-35-2	IIA	3	13		2	2	1	8
31	CARIOCA	IIB	2	6		1	1	1	8
32	EAP 9510-7	IIA	3	13		2	2	1	8
33	EAP9504-3A	IIA	3	13		2	2	1	8
34	TACANA	IIA	6	15		2	1	1	4
35	PRF 9659-35-8	IIA	3	13		2	2	1	8
36	EAP 9503-35	IIB	3	9		2	2	1	7
37	EAP 9508-93	IIA	1	13		2	2	1	7
38	PTC 9557-98	IIB	1	9		2	2	1	8
39	MAM 38	IIB	6	6	12	2	2	2	8
40	EAP 9508-48	IIB	1	9		2	2	1	5
41	PTC 9557-10	IIB	1	9		2	2	1	5
42	PTC 9558-17	IIB	1	9		2	2	1	8
43	EAP 9509-29	IIA	1	9		2	2	1	5
44	EAP 9510-1	IIB	1	9		2	2	1	8
45	PRF 9653-16B-1	IIB	1	13		2	2	1	8
46	INIFAP	IIB	5	15		2	1	1	8
47	DICTA 117	IIB	1	9		2	2	1	8
48	MR 13041-294	IIB	1	9		2	2	1	7
49	MR 13041-328	IIB	4	9		2	2	1	7

HC: Habito de Crecimiento; CV: Color de vaina a madurez fisiológica; PV: Perfil de la vaina; CGP: Color de grano primario; CGS: Color de grano secundario; Ven: Venación; AT: Aspecto de la testa; TG: Forma de grano.

### **1. Habito de Crecimiento (HC)**

Los genotipos se clasificaron según su habito de crecimiento siguiendo la siguiente clasificación:

- I = arbustivo determinado
- IIa = arbustivo indeterminado, con guía
- IIb = arbustivo indeterminado, con guía más o menos larga
- IIIa = postrado indeterminado, con guía no trepadora
- IIIb = postrado indeterminado, con guía trepadora
- IVa = trepador intermedio, con carga a lo largo de la planta
- IVb = trepador indeterminado, con carga en los nudos superiores

### **2. Color Predominante de las Vaina a Madurez Fisiológica (CV)**

Se tomo en cuenta la tabla de colores propuesta Muñoz et al (1993).

- 1 = crema
- 2 = café
- 3 = morado
- 4 = crema con pigmento morado
- 5 = café con pigmento morado
- 6 = habano o café claro

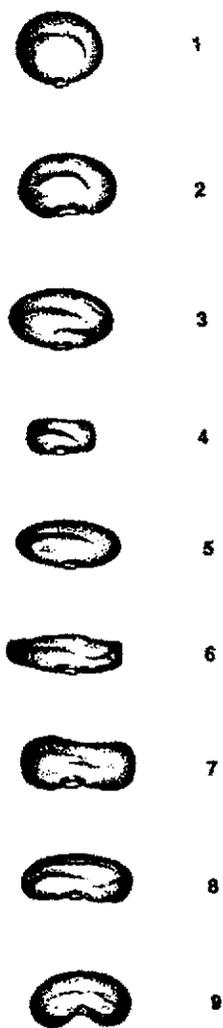
### **3. Aspecto Predominante de la Testa (AT)**

Se clasifican utilizando el modelo siguiente:

- 1 = Opaco
- 2 = Brillante

### **4. Forma Predominante del Grano (FG)**

Las granos se observaron longitudinalmente, y se determino toda similitud en sus formas. Se tomo en cuenta las siguientes formas propuestas por Muñoz et al (1993).



Código	Color
1	Redonda
2	Ovoide
3	Elíptica
4	Pequeña, casi cuadrada
5	Alargada, ovoide
6	Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro
7	Alargada, casi cuadrada
8	Arriñonada, recta en el lado del hilo
9	Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo

### 5. Tamaño del Grano (TG)

Se califica según el método siguiente:

- 1 = Grano pequeño, si su peso es menor de 25 g.
- 2 = Grano mediano, si su peso está entre 25 y 40 g.
- 3 = Grano grande, si su peso es mayor de 40 g.

## 6. Color Grano Primario

Se clasificaran los colores tomando en cuenta la tabla de colores propuesta por Muñoz et al (1993).

Código	Color	Código	Color
1	blanco limpio	10	Café oscuro
2	blanco sucio	11	café casi verde
3	Amarillo	12	rosado
4	amarillo dorado	13	rojo
5	amarillo azufrado	14	morado
6	crema suave	15	negro
7	crema oscuro	16	gris
8	café	17	azul
9	Café rojizo	18	Verde

## 7. Color Grano Secundario

Se observa en las manchas o vetas que se forman en la testa del grano sobre el color primario.

Se clasifica tomando en cuenta la tabla de colores propuesta por Muñoz et al (1993).

Código	Color	Código	Color
1	blanco limpio	10	café oscuro
2	blanco sucio	11	café casi verde
3	amarillo	12	rosado
4	amarillo dorado	13	rojo
5	amarillo azufrado	14	morado
6	crema suave	15	negro
7	crema oscuro	16	gris
8	café	17	azul
9	Café rojizo	18	Verde

## 8. Presencia o ausencia de Venaciones en la semilla (Ven)

Se clasifico utilizando el modelo siguiente:

1 = presente

2 = ausente

**Tabla 2 Coeficientes de Correlación Pearson / Prob > | R | under Ho: Rho=0 / N = 147**

	VP	GV	P100	REN	PC
VP	-	0.1528 0.0646	0.0164 0.8434	0.3920 0.0001	-0.4885 0.0001
GV	-0.0170 0.8376	-	0.0127 0.8787	0.2419 0.0032	0.0183 0.8255
P100	-0.0198 0.8117	-0.0749 0.3670	-	0.1463 0.0770	-0.2899 0.0004
REN	0.3322 0.0001	0.0076 0.9266	0.0834 0.3148	-	0.0047 0.9548
PC	-0.4209 0.0001	0.0203 0.8063	-0.3646 0.0001	0.09339 0.2605	-

VP: vainas por planta, GV: granos por vaina, P100: peso de cien granos, REN: Rendimiento, PC: plantas cosechadas. Las correlaciones y probabilidades que se encuentran por encima de la diagonal corresponden a la condición Sin Fertilizante y las que se ubican por debajo corresponden a la condición Con Fertilizante.

**Tabla 3 Análisis de varianza para las variables evaluadas bajo la condición sin fertilizante.**

Fuente	gl	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F	gl	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
<b>Vainas por Planta</b>						<b>Granos por Vaina</b>				
Repeticiones	2	7.86				2	0.08			
Bloques(dentro reps) *	18	127.01				18	6.94			
Tratamiento **	48	361.76	7.53	2.91	0.0001	48	24.79	0.51	1.78	0.0113
Error Intrabloque	78	201.79	2.58			78	22.58	0.28		
Total	146	698.44				146	54.41			
CV=21.39 R=0.71						CV= 11.14 R=0.58				
<b>Peso 100 granos</b>						<b>Rendimiento</b>				
Repeticiones	2	13.52				2	364290.74			
Bloques(dentro reps) *	18	72.18				18	4017047.38			
Tratamiento **	48	318.19	6.62	5.54	0.0001	48	7498177.54	156212.03	1.65	0.0240
Error Intrabloque	78	93.25	1.19			78	7375342.6	94555.7		
Total	146	497.17				146	19254858.1			
CV= 5.18 R=0.81						CV= 14.79 R=0.61				
<b>Plantas Cosechadas</b>						<b>Días a Floración</b>				
Repeticiones	2	1846.29				2	4.20			
Bloques(dentro reps) *	18	113547.38				18	89.87			
Tratamiento **	48	60957.18	1269.94	4.46	0.0001	48	561.08	11.68	17.71	0.0001
Error Intrabloque	78	22185.10	248.42			78	51.48	0.66		
Total	146	96335.97				146	706.65			
CV= 14.88 R=0.76						CV= 2.21 R=0.92				
<b>Días a Madurez Fisiológica</b>										
Repeticiones	2	12.34								
Bloques(dentro reps) *	18	285.34								
Tratamiento **	48	1748.63	36.42	13.04	0.0001					
Error Intrabloque	78	217.93	2.79							
Total	146	2264.25								
CV= 2.40 R=0.90										

\* Bloques (dentro de repeticiones) ignorando tratamientos

\*\* Tratamientos eliminando bloques

**Tabla 4 Análisis de varianza para las variables evaluadas bajo la condición con fertilizante.**

Fuente	gl	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F	gl	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
<b>Vainas por Planta</b>						<b>Granos por Vaina</b>				
Repeticiones	2	23.49				2	0.55			
Bloques(dentro reps) *	18	189.23				18	9.75			
Tratamiento **	48	790.76	16.47	3.71	0.0001	48	29.56	0.61	1.70	0.0182
Error Intrabloque	78	346.62	4.44			78	28.23	0.36		
Total	146	1350.11				146	68.11			
CV= 23.71 R=0.74						CV= 12.03 R=0.58				
<b>Peso 100 granos</b>						<b>Rendimiento</b>				
Repeticiones	2	2.24				2	2680618.1			
Bloques(dentro reps) *	18	80.34				18	4292762.2			
Tratamiento **	48	351.92	7.33	5.38	0.0001	48	10014882.6	208643.4	1.43	0.0786
Error Intrabloque	78	106.23	1.36			78	1136.6741.2	145727.5		
Total	146	540.75				146	28355004.1			
CV= 5.33 R=0.80						CV= 15.87 R=0.59				
<b>Plantas Cosechadas</b>						<b>Días a Floración</b>				
Repeticiones	2	548.17				2	5.06			
Bloques(dentro reps) *	18	12134.24				18	67.38			
Tratamiento **	48	38768.10	807.66	4.00	0.0001	48	482.80	10.05	12.03	0.0001
Error Intrabloque	78	15753.32	201.96			78	65.19	0.83		
Total	146	67203.85				146	620.44			
CV= 13.41 R=0.76						CV= 2.53 R=0.89				
<b>Días a Madurez Fisiológica</b>										
Repeticiones	2	12.09								
Bloques(dentro reps) *	18	332.73								
Tratamiento **	48	1756.28	36.58	10.75	0.0001					
Error Intrabloque	78	265.42	3.40							
Total	146	2366.54								
CV= 2.65 R=0.88										

\* Bloques (dentro de repeticiones) ignorando tratamientos

\*\* Tratamientos eliminando bloques

**Tabla 5 Valores promedios de rendimiento, componentes del rendimiento y variables fenológicas.**

No	GENOTIPO	VP		GV		P100		RENDIMIENTO		PC		DF		MF	
		SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	PRF 9657-53-1	7.61	7.18	5.33	4.90	21.47	21.34	2,191.47	2,438.44	116.33	101.00	37.00	35.33	68.23	65.66
2	MR 1231586A	7.33	9.09	4.80	4.80	20.66	22.13	2,042.98	2,586.86	120.00	110.33	36.33	34.33	66.56	67.33
3	EAP 9505-14B	6.90	7.52	4.85	4.99	22.49	23.11	1,931.11	2,434.80	106.33	110.66	36.66	35.00	68.62	68.66
4	EAP9505-7 A	8.37	9.04	4.28	4.52	19.56	19.18	1,749.29	2,272.49	102.66	102.66	36.66	35.33	68.42	69.33
5	PRF 9659-25B-1	8.09	9.33	3.94	4.85	21.33	22.28	2,215.78	2,835.19	122.00	115.33	37.00	35.00	65.86	68.00
6	A774	7.23	10.95	5.04	5.28	24.03	24.17	1,864.83	2,448.80	91.00	91.00	34.66	33.66	64.76	66.33
7	PRF 9654-45-2	9.51	17.47	4.71	4.99	19.97	20.73	1,876.89	2,834.79	78.33	73.00	38.00	38.00	74.52	75.00
8	PTC 9558-96	7.42	10.11	5.18	5.61	21.81	22.00	2,234.35	2,503.77	105.66	104.33	36.66	36.33	68.62	68.66
9	PRF 9651-71-3A	7.47	7.61	5.37	4.80	19.69	21.19	2,295.79	2,371.28	110.00	104.00	36.33	35.33	66.02	66.33
10	EAP 9503-46	6.71	8.47	4.99	5.23	20.38	21.72	2,155.97	2,388.17	126.66	113.00	37.33	35.33	67.54	67.66
11	EAP 9508-41	14.32	17.71	5.28	5.14	21.95	22.86	2,877.63	3,352.73	74.33	68.66	39.66	37.00	74.06	75.00
12	PRF 9652-57-1	8.66	9.52	5.28	5.28	20.92	21.48	2,167.38	2,510.11	116.00	112.33	38.33	37.66	71.21	71.66
13	G 21212	9.90	13.33	4.85	4.37	22.22	23.73	1,661.59	3,298.07	72.33	95.66	35.33	36.66	73.24	73.66
14	DOR 364	10.61	9.19	5.23	5.04	20.36	23.44	1,924.43	2,484.88	65.00	72.66	39.00	38.00	75.77	73.00
15	INTA-Mnsatepe	7.71	8.42	4.42	4.14	21.60	22.64	1,949.71	2,035.83	128.00	113.33	35.33	35.00	68.60	68.00
16	INTA-Jinotepe	6.95	11.42	4.47	4.94	19.50	21.40	2,164.93	2,290.81	129.00	109.00	37.66	36.33	68.47	68.33
17	INTA-Canela	6.37	8.19	4.71	4.09	20.65	21.66	2,041.79	2,281.96	110.66	102.00	36.33	35.33	67.06	66.00
18	PRF 96-53-16B-2A	7.71	8.04	4.52	4.80	21.55	21.26	2,257.67	2,456.16	119.33	123.66	36.33	35.66	68.37	69.00
19	MR 13041-323	6.95	9.76	4.90	4.90	22.71	23.32	1,653.47	2,059.63	106.33	76.00	32.66	32.00	67.25	65.00
20	G 3513	11.66	12.52	4.95	5.47	18.72	18.51	2,265.68	2,242.35	71.66	87.66	40.66	41.33	76.32	75.33
21	EAP 9508-4	5.66	5.85	5.61	5.61	21.69	22.70	1,960.15	2,530.40	154.33	134.33	37.33	36.66	71.97	71.33
22	PRF 9657-53-14	6.28	7.04	4.90	6.18	21.60	22.37	1,982.29	2,373.87	118.00	106.66	32.00	32.00	64.38	64.33
23	EAP 9506-14A	8.28	11.42	4.85	5.09	20.97	22.45	1,945.72	2,321.33	86.66	75.33	38.33	37.00	70.69	72.33
24	RS 4-1	8.33	7.61	5.14	4.89	22.16	22.58	2,503.76	2,442.80	136.33	122.33	37.66	37.00	70.09	69.00
25	MR 12315-99A-3	8.47	8.66	4.75	4.37	20.44	22.48	2,186.36	2,240.98	99.66	87.66	36.33	37.00	67.80	67.33
26	PRF 9657-61-3	7.14	10.38	3.85	4.42	20.15	19.78	1,919.80	2,083.89	110.00	117.33	35.66	34.66	66.14	66.66
27	DOR 500	5.71	8.28	5.66	5.85	17.03	17.45	1,823.37	2,359.39	167.33	130.66	38.00	38.00	72.26	74.00
28	PRF 9657-81-6	6.66	7.04	4.33	4.42	20.71	21.48	2,351.64	2,192.92	136.00	97.33	38.66	38.33	74.29	73.00
29	EAP 9504-30B	6.66	7.09	4.75	4.61	20.87	22.05	1,879.97	2,203.95	115.33	107.00	37.33	36.33	68.51	70.33
30	PRF 9659-35-2	5.99	8.80	4.51	5.71	20.46	21.74	1,898.97	2,292.95	117.33	98.33	32.00	32.00	63.27	63.00
31	CARIOCA	4.71	5.66	4.90	5.70	22.34	22.67	1,590.90	2,223.07	127.00	119.66	38.00	37.66	73.11	74.66
32	EAP 951-7	9.66	11.95	4.47	3.80	20.56	20.84	2,249.67	2,377.01	108.00	113.00	36.00	36.00	68.97	66.66
33	EAP9504-3A	8.14	7.71	4.90	4.70	20.16	20.03	2,119.22	2,039.15	110.00	109.33	36.33	36.00	64.71	67.33
34	TACANA	5.81	7.99	4.47	5.57	17.48	18.29	1,915.71	2,552.23	167.33	153.00	38.33	37.33	73.96	74.66
35	PRF 9659-35-8	6.38	6.57	5.18	5.42	21.28	22.15	2,009.90	2,148.12	112.33	111.00	32.00	32.00	63.38	63.66
36	EAP 9503-35	7.95	7.52	5.33	4.85	21.13	21.66	2,118.62	2,258.62	117.33	108.33	35.66	36.00	67.65	66.66
37	EAP 9508-93	6.66	7.56	4.42	4.28	20.46	22.55	1,908.70	2,604.16	112.66	122.33	37.33	36.00	69.79	69.66
38	PTC 9557-98	6.66	8.56	5.47	5.46	20.51	21.39	2,178.70	2,790.79	129.33	109.00	36.00	36.00	70.09	69.66
39	MAM 38	7.99	9.09	4.99	5.47	26.58	27.94	2,133.15	2,430.45	85.33	61.66	40.00	40.33	79.05	79.00
40	EAP 9508-48	6.23	9.23	4.70	4.66	19.14	19.69	2,340.09	2,285.68	136.33	117.33	36.00	36.33	66.59	69.66
41	PTC 9557-10	6.57	7.09	4.70	4.94	22.38	23.62	1,894.48	2,492.35	108.66	117.66	38.00	37.66	73.92	73.66
42	PTC 9558-17	5.09	7.38	4.99	5.47	21.91	22.12	1,932.85	2,530.43	127.66	112.33	39.33	37.00	73.80	72.00
43	EAP 9509-29	6.85	7.42	4.66	4.70	21.06	22.78	2,105.86	2,524.66	113.33	104.66	37.00	36.66	67.92	66.66
44	EAP 9510-1	7.14	8.99	4.47	4.90	22.32	22.17	2,299.56	2,546.60	105.33	102.00	37.66	36.66	70.45	69.66
45	PRF 9653-16B-1	9.52	7.66	5.14	5.04	20.31	21.26	2,426.87	2,309.31	127.66	125.00	38.00	36.66	70.46	69.00
46	INIFAP	6.09	6.42	5.33	5.33	21.05	21.35	2,387.03	2,457.53	137.00	134.00	38.66	37.33	75.22	75.00
47	DICTA 117	8.09	7.33	4.90	5.85	20.16	21.25	2,181.17	2,259.24	118.33	116.66	38.33	36.66	70.87	69.33
48	MR 13041-294	5.19	6.81	3.80	5.47	22.72	23.15	1,851.09	1,950.98	96.66	96.00	32.66	33.33	65.00	63.66
49	MR 13041-328	6.99	7.28	4.09	4.85	23.71	22.89	2,134.33	1,883.03	99.66	93.33	32.66	33.66	64.28	63.66
	DMS (0.05)	2.60	3.41	0.87	0.97	1.84	1.89	520.38	618.7	27.33	23.03	1.37	1.48	2.85	2.98

VP: vainas por planta; GV: granos por vaina; P100: peso 100 granos (g); Rendimiento (kg/ha), PC: plantas cosechadas; DF: días a floración; MF: madurez fisiológica.