

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION ADAPTATIVA DE 16 GENOTIPOS DE FRIJOL COMUN NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EPOCA DE POSTRERA, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LA COMPAÑÍA, CARAZO"

AUTORES: Br. ANGELA MARIA PINEDA SOMARRIBA
Br. ALEYDA RAMONA SELVA CALERO

ASESORES: Ing. Agr. MSc. JUAN JOSE AVELARES SANTOS
Ing. Agr. MSc. AURELIO LLANO GONZALES

MANAGUA, NICARAGUA
MAYO, 2004

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION ADAPTATIVA DE 16 GENOTIPOS DE FRIJOL COMUN NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EPOCA DE POSTRERA, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “LA COMPAÑÍA, CARAZO”

AUTORES: Br. ANGELA MARIA PINEDA SOMARRIBA
Br. ALEYDA RAMONA SELVA CALERO

ASESORES: Ing. Agr. MSc. JUAN JOSE AVELARES SANTOS
Ing. Agr. MSc. AURELIO LLANO GONZALES

PRESENTADO AL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO
AGRONOMO

MANAGUA, NICARAGUA
MAYO, 2004

DEDICATORIA

A DIOS mi tabla de salvación, quién me dio vida, salud y permitió llegar a graduarme.

A mi esposo Mario Alberto Castillo Acevedo, quién con su amor, cariño y apoyo incondicional me ha brindado una oportunidad de culminar uno de mis mayores logros, como es la finalización de mi carrera, así como el trabajo de diploma.

A mis padres Ana Evelyng Somarriba y Aníbal Pineda Gonzáles, quienes me dieron la vida, amor, cariño y consejos que me han servido para alcanzar una de mis metas.

A mi abuelita Gregoria Rugama por estar siempre a mi lado brindándome su cariño y apoyo en todo momento, aconsejándome de manera positiva, para poder realizar todas mis metas.

Angela María Pineda Somarriba

DEDICATORIA

Antes que todo dedico la realización de este trabajo a Dios por sobre todas las cosas por darme la vida, guiarme en todo momento dándome la voluntad y fuerza de seguir adelante siempre a lo largo de toda la trayectoria de mi carrera.

A mi madre Ramona Calero Mora, por su apoyo incondicional ya que con su esfuerzo he podido alcanzar unas de mis metas como es la finalización de mis estudios; gracias te doy por estar a mi lado dándome todas las fuerzas de seguir siempre adelante.

A mis hermanos Denis, Martha, René, Raúl, y Adrián Selva, que con su apoyo me han ayudado durante todo el transcurso de mis estudios.

Aleyda Ramona Selva Calero

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos ante todo al creador nuestro Dios, que con su luz nos guió para hacer posible la realización de este trabajo.

Es para nosotras un honor haber sido asesoradas por los Ing. Agr. M.Sc. Juan José Avelares Santos. Ing. Agr. M.Sc. Aurelio Llano por dedicarnos su tiempo y apoyo incondicional para poder realizar nuestro presente trabajo de diploma; así mismo les agradecemos por facilitarnos toda la información y material para hacer posible este trabajo.

Al personal del CENIDA y al CEDOC por su valiosa cooperación en la búsqueda de información necesaria para la elaboración del documento.

Al claustro de docentes de la Universidad Nacional Agraria el mejor en el ámbito agropecuario en el país, por nuestra formación profesional.

A todas las personas involucradas en la realización de este trabajo nuestro más sincero agradecimiento.

Angela María Pineda Somarriba
Aleyda Ramona Selva Calero

INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	
2.1 Descripción del lugar del ensayo	5
2.1.1 Ubicación del ensayo	5
2.1.2 Condiciones edafoclimáticas	5
2.2 Diseño experimental	6
2.2.1 Descripción del experimento	7
2.2.2 Material genético utilizado	8
2.3 Variables evaluadas	10
2.3.1 Componentes fenológicos	10
2.3.1.1 Días a floración	10
2.3.1.2 Días a madurez fisiológica	10
2.3.1.3 Hábito de crecimiento	10
2.3.1.4 Días a cosecha	11
2.3.2 Componentes del Rendimiento	11
2.3.2.1 Número de plantas cosechadas	11
2.3.2.2 Número de vainas por plantas	12
2.3.2.3 Número de granos por vainas	12
2.3.2.4 peso de 100 granos(g)	12
2.3.2.5 Rendimiento en kg/ha	12
2.3.3 Evaluación de enfermedades	13
2.4 Análisis estadístico	15
2.5 Manejo agronómico	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. Variables fenológicas	18
3.1.1 Días a floración	18
3.1.2 Días a madurez fisiológica	21
3.1.3 Hábito de crecimientos	25
3.1.4 Días a cosecha	28
3.2 Componentes del rendimiento	30
3.2.1 Número de plantas cosechadas en 4.80 m ²	30
3.2.2 Número de vainas por plantas	33
3.2.3 Número de granos por vainas	36
3.2.4 Peso de 100 granos (g)	38
3.2.5 Rendimiento en kg/ha	41
3.3 Evaluación de enfermedades	45
3.3.1 Mustia hilachosa	45
IV. CONCLUSIONES	49
V. RECOMENDACIONES	49
VI. BIBLIOGRAFÍA	50

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1-	Genealogías de 16 genotipos de frijol negro estudiados en el ciclo de postrera del 2003 en la estación experimental “La compañía. Carazo”.	9
2 -	Escala general para evaluar la reacción del germoplasma de frijol negro a <i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank) Donk.	14
3 -	Días a floración de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluados en época de postrera 2003, “La compañía, Carazo”.	20
4 -	Días a madurez fisiológica de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluado en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”.	24
5 -	Hábito de crecimiento de 16 Genotipos de frijol negro, (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluados en época de postrera del 2003, “La Compañía, Carazo”.	27
6 -	Días a cosecha de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> , L.) evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”.	29
7 -	Número de plantas cosechadas, de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> , L.) evaluados en época de postrera 2003. “La Compañía, Carazo”.	32
8 -	Vainas por plantas, de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Evaluados en época de postrera 2003. “La Compañía, Carazo”.	35
9 -	Granos por vainas, de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”.	37
10 -	Peso en gramos de 100 granos de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”.	40
11 -	Rendimiento en kg/ha de 16 Genotipos de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”.	44
12 -	Evaluación de 16 Genotipos de frijol negro a la reacción de la enfermedad Mustia hilachosa <i>Thanatephorus cucumeris</i> . (Frank)Donk, evaluados en época de postrera del 2003, “La Compañía, Carazo”.	48

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Precipitación, temperatura y humedad relativa transcurrida durante todo el año 2003 en el Centro Experimental “La Compañía, Carazo” (INITER 2004).	6
Figura 2. Distribución de 16 tratamientos de frijol común de testa negra, experimento realizado en época de postrera, “La Compañía, Carazo,” 2003.	8

RESUMEN

El ensayo se realizó en el Centro Experimental La Compañía, San Marcos, Carazo, en la época de postrera (Octubre—Diciembre) del 2003. Se evaluaron 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), con el objetivo de seleccionar genotipos promisorios que se adapten a los sistemas de producción del departamento de Carazo y agro ecosistemas similares, en aras de presentarles alternativas de producción a los agricultores de esta zona. El presente ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques completamente al azar (BCA), con tres repeticiones. Se estudió el rendimiento y sus componentes; variables fenológicas como días a floración, días a madurez fisiológica y hábito de crecimiento. Se realizó un análisis de varianza para las variables en estudio y la separación de medias por Tukey según la severidad. En cuanto a las variables fenológicas se observó variabilidad de las poblaciones en estudio para los caracteres de días a floración y madurez fisiológica, sobresaliendo por precocidad los genotipos como Guaymí y PRF 9809 – 6. En el hábito de crecimiento se observó que en su mayoría fueron indeterminados IIb, ya que solo un genotipo presentó indeterminado IIa el EAP 9712 – 13, donde los componentes del rendimiento, el número de granos por vainas y el peso de 100 granos presentaron diferencias significativas; los mejores rendimientos los obtuvieron los genotipos PRF 9924– 50N y B 2037 con 779.33 y 714.67 kg/ha, respectivamente, y el que presentó bajo rendimiento fue el genotipo ICTA Ligero con 205.33 kg/ha. A nivel de campo la mayoría de los materiales en estudio presentaron síntomas catalogados como una categoría intermedia a la enfermedad Mustia hilachosa *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.

I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de mesoamérica y las zonas Andinas. Según material fósil los cultivos de esta leguminosa se iniciaron hace 7000 años en México y Perú constituyendo un alimento básico en la dieta de los nativos (Ospina y Aldana, 1998).

Así mismo se puede decir que dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes debido a su contenido nutricional indispensable en la dieta alimenticia distribuida en los cinco continentes, principalmente Centro y Sudamérica (INTA, 2002). La importancia de este cultivo radica en la fuente principal de proteínas de su grano; según Rosas (1998), esta leguminosa contiene 22.1% de proteínas, 1.7% de grasas, 61.4% de carbohidratos, así como otros elementos esenciales en la dieta humana; además de contener un alto porcentaje de aminoácidos (8.457 mg/100g de frijol).

Desde un punto de vista general, es preciso mencionar que los problemas más urgentes en este cultivo son la necesidad de mejorar su capacidad de rendimiento a lo largo de amplias regiones, sin descuidar los aspectos de mejoramiento, sobre todo en el valor biológico de la semilla. En relación con esta característica y la calidad, debe enfocarse estrategia de mejoramiento con la expectativa de poder lograr niveles más altos en estos aspectos (CIAT, 1986).

Durante los últimos cinco 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 el mejoramiento de viveros en condiciones de utilización de bajos insumos a través del empleo de localidades y técnicas que aseguren una adecuada selección, teniendo en cuenta como resultado un grupo selecto de líneas promisorias evaluadas en varios países, así como también líneas avanzadas en procesos de desarrollo que garanticen un flujo continuo de germoplasma para los próximos años (Rosas y Castro, 2000). Por otro lado, si bien es cierto que la producción de frijol color negro es un cultivo que se ha comenzado a promocionar en Nicaragua, su sistema de producción no difiere del frijol rojo, en el cual el pequeño productor ha acumulado una vasta experiencia, pues tradicionalmente este cultivo ha estado en manos de este sector.

La importancia de la producción de frijol común de color negro para exportación ha incrementado en los últimos años, ya que países como México y Costa Rica están demandando grandes volúmenes de este cultivo (INTA, 1998; MAG, 1992).

1.1 ANTECEDENTES

A pesar de la importancia alimenticia del frijol en América Central y el Caribe, este cultivo no ha alcanzado un desarrollo tecnológico comparable al de otros granos, la producción de semilla de frijol de buena calidad no escapa a ese subdesarrollo tecnológico. Los agricultores que tradicionalmente se dedican a este cultivo producen su semilla y el escaso progreso logrado en el mejoramiento genético de genotipos de altos rendimientos ha desalentado la producción y la comercialización organizada de la semilla de frijol. (CIAT, 2002).

La gran diversidad existente en las preferencias locales por tipo, color y tamaño de grano, así como la presencia de enfermedades devastadoras en cada localidad, son obstáculos para el establecimiento de programas de mejoramiento de frijol y de producción de semillas. Esta situación está cambiando radicalmente con el desarrollo de genotipos que son resistentes a las principales enfermedades. Poseen un buen potencial agronómico y pertenecen a los tipos más populares, los cuales han surgido de proyectos de cooperación internacional de algunos tipos de frijol, principalmente de grano negro, que está ampliando el interés por este cultivo entre agricultores y empresarios. (CIAT, 2002).

La Comisión Nacional de Productores no Tradicionales y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), comparten el criterio que el frijol negro es una alternativa viable para aquellas zonas productoras que disponen de condiciones agroecológicas potenciales para su producción; de igual forma sostienen que esta producción debe ser destinada para la exportación ya que el pueblo Nicaragüense no tiene hábitos de consumo para este tipo de grano (Manual del frijol negro, recopilado por el Fondo Nicaragüense de Inversiones, junio ,1993).

El cultivo de frijol negro es similar al frijol rojo, incluso se dice que es más resistente a plagas y enfermedades y que da mejores rendimientos; además, en Nicaragua existen las condiciones agroecológicas adecuadas para su producción (MAG, 1992). No obstante, se carece de suficiente información sobre los rendimientos de este cultivo a nivel comercial. (INTA, 2000).

En base a lo expuesto se propuso el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Generar información que contribuya a la selección de genotipos de frijol de testa negra mejor adaptados a “La Compañía, Carazo”.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar las principales características fenológicas de 16 genotipos de frijol negro en el Centro Experimental “La Compañía, Carazo”.
- Evaluar el rendimiento de 16 genotipos de frijol con semilla testa negra en época de postrera en el Centro Experimental “La Compañía, Carazo”.
- Determinar la severidad de las principales enfermedades presentes en estado natural durante el desarrollo del experimento en el Centro Experimental “La Compañía, Carazo”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del lugar del ensayo

2.1.1 Ubicación del Ensayo

El experimento se realizó durante la época de postrera (Octubre - Diciembre) del 2003, en el Centro Experimental La Compañía, ubicada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo, cuyas coordenadas son 11°54'00'' latitud norte, 86°09' 00'' longitud oeste, con altitud de 480 metros sobre el nivel del mar (msnm).

2.1.2 Condiciones edafoclimáticas

El suelo de la zona pertenece a la serie Masatepe, clase II, de textura franco – limoso, con buen drenaje, retención moderada, presenta relieve ondulado y pendiente moderada (MAG, 2000). Estos suelos presentan un pH de 6.4, son ricos en potasio y materia orgánica, pero bajos en fósforo (UNA, 1999). La precipitación anual es de 1200 a 1500 mm, con temperatura media anual de 24°C y humedad relativa de 85% (INETER, 2003). La clasificación ecológica del lugar, basada en las zonas de vida según Holdridge (1987) pertenece a un bosque seco tropical, transición a bosque húmedo premontano. En la Figura 1 se muestran los datos registrados de las condiciones climáticas durante todo el año en la zona en que se realizó el estudio.

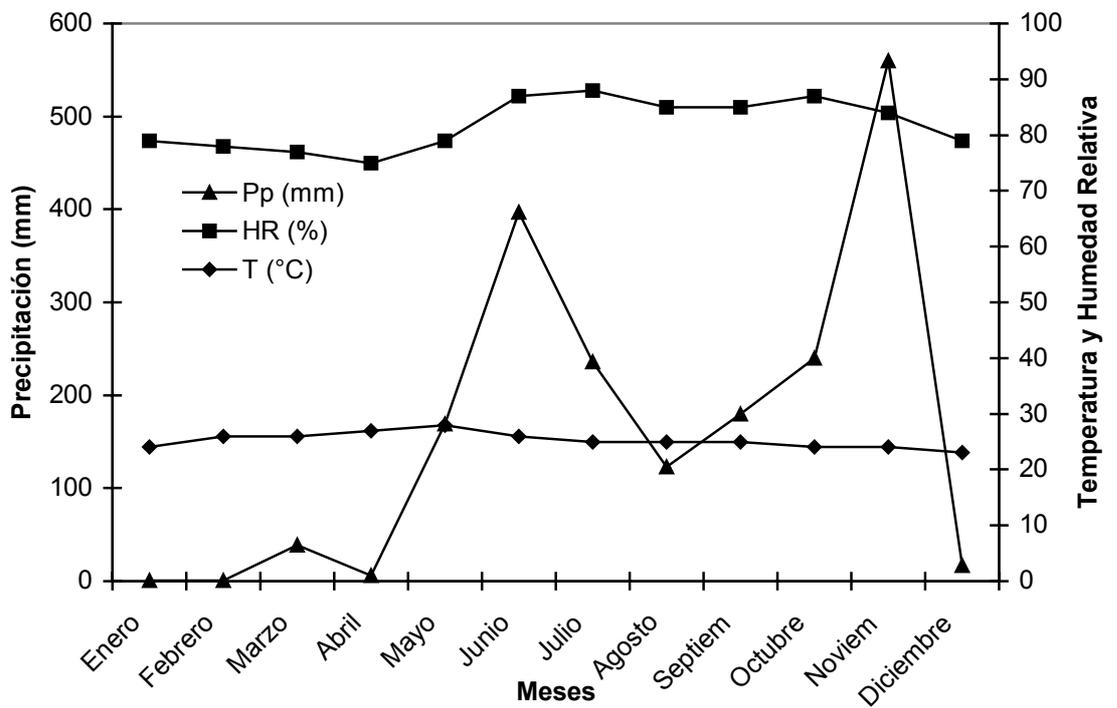


Figura 1. Comportamiento de la precipitación (mm) acumulada y promedios mensuales de temperatura ($^{\circ}$ C) y humedad relativa (hr) calculados durante el año 2003, en el Centro Experimental “La Compañía, Carazo”, (INETER, 2004).

2.2 Diseño experimental

Para el estudio se utilizó un diseño experimental unifactorial en bloques completamente al azar (BCA), con 3 repeticiones y 16 tratamientos, que consistieron en 16 genotipos de frijol negro. En la Figura 2 se indica su distribución en el terreno.

2.2.1 Descripción del experimento

El área experimental estuvo constituida por la parcela experimental que consistió en 4 surcos de 5 m de longitud, con separación de 0.6 m entre sí, la parcela útil estuvo conformada por los 2 surcos centrales donde se eliminaron 0.5 m de cada extremo para un área útil $1.20 \times 4 \text{ (m}^2\text{)} = 4.8 \text{ m}^2$

- Área de la unidad experimental = 12 m^2
- Área de cada repetición = 192 m^2
- Área para las 3 repeticiones = 576 m^2
- Área entre repeticiones y borde de 1 m de ancho = 191.6 m^2
- Área total para el ensayo (40.4 m por 19 m) = 767.6 m^2

El modelo estadístico según Cubero *et al* (1994) para el diseño planteado es:

$$Y_{ij} = \mu + v_i + B_j + E_{ij}.$$

donde:

Y_{ij} = es el dato del genotipo i ésimo, en el bloque j ésimo

μ = es la media general

g_i = es el efecto del genotipo i –ésimo.

B_j = es el efecto del bloque j –ésimo

E_{ij} = es el efecto del error aleatorio del experimento

i = 1, 2, 15, 16 genotipos

j = 1, 2,3 bloques.

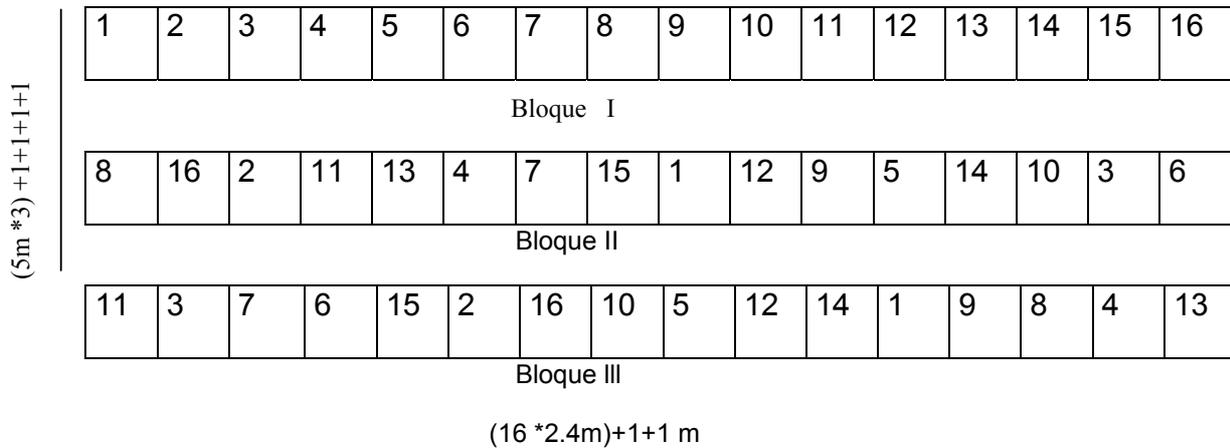


Figura 2. Arreglo de campo de 16 tratamientos de frijol común de testa negra en el experimento realizado en la época de postrera, “La Compañía, Carazo”. 2003.

2.2.2 Material genético utilizado

En el presente estudio se evaluaron 16 genotipos de frijol negro, de los cuales 14 líneas avanzadas (una línea promisorio Haití; 12 líneas del VIDAC NEGRO 2002 y una línea comercial precoz, ICTA Ligero), el testigo universal (DOR 390) y un testigo regional (GUAYMÍ) que es un genotipo más cultivado en la zona donde se realizó el ensayo. Su identificación, origen y sus progenitores se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Genealogía de 16 genotipos de frijol negro estudiados en el ciclo de postrera del 2003 en la estación experimental “La Compañía, Carazo”

Genotipo	Identificación	Origen	Progenitores
1	EAP 9712-13	Haití	TC-75/DICTA105//B612/WB12///TC-
2	B 2067	VIDAC NEGRO	MUS181/MD 30-75
3	B 2009	VIDAC NEGRO	MD 30-75/ICTA ostua
4	B 2015	VIDACNEGRO	DOR 390/JU 93-1
5	B 2037	VIDAC NEGRO	NDB 62510-6/DOR 482
6	PRF 9805-3JA	VIDAC NEGRO	(MD 23-24/MD 30-37//EAP9021-14MD 30-35)(MD23-2002 24/MD30-37//VPR9177-214-1/MD30-
7	PRF 9809-6	VIDAC NEGRO	(UPR 9177-241-1/MD30-75//UPR9356-26/MD30-2002 75)(EAP9021-141/MD3075//UPR935626/MD3075///A429/pintoU1114//N31/Redemex 36)(AND1007/MAR1//RAB485/G5686)
8	MR13079-28-2	VIDAC NEGRO	DICTA/CIAT(D. Escoto) 2002
9	PRF9922-29N	VIDAC NEGRO	SRC1-12-1 Tío canela-75//MUS132HT1683-6
10	B2118	VIDAC	Ligero 32
11	MR13051-65	VIDAC NEGRO	A801/Negro INIFAP//Tío Canela –75
12	PRF9924-50N	VIDAC NEGRO	MD23-24/Tío Canela-75//MUS132-HT1683-6
13	B 2018	VIDAC NEGRO	MD 30-75/C619-9
14	ICTA Ligero	HONDURAS	Genotipo ICTA/Guatemala
15	DOR 390	CIAT	DOR 364/G185221//DOR365/IN100
16	GUAYMÍ	CIAT	Varios

VIDAC : Vivero de Adaptación Centroamericano.

CIAT : Centro Internacional de Agricultura Tropical.

2.3 Variables evaluadas

2.3.1 Componentes fenológicos

2.3.1.1 *Días a floración*

Se tomó el período de tiempo en días desde la siembra hasta el momento que se observó la apertura de la primera flor, en el 50% de la población, en cada parcela, lo que coincide con la etapa de desarrollo R6 (CIAT, 1987).

2.3.1.2 *Días a madurez fisiológica*

Se tomó el 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.

2.3.1.3 *Hábito de crecimiento*

Se efectuó al final de la floración, según el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT, 1987). Los genotipos se clasificaron según su hábito de crecimiento siguiendo la siguiente clasificación:

I = arbustivo determinado

II a = arbustivo indeterminado, con guías cortas

II b = arbustivo indeterminado con guías mas o menos larga.

III a = prostrado indeterminado con guías no trepadora.

III b = postrado indeterminado con guías trepadora.

IV a = trepador indeterminado con carga a lo largo de la planta.

IV b = trepador indeterminado con carga en los nudos superiores.

2.3.1.4 Días a la cosecha

Se contó el número de días comprendidos entre el momento de la siembra hasta el momento que la semilla alcanzó la madurez de campo, esto se hizo cuando la semilla tuvo un contenido de humedad entre 16 y 18% y las plantas presentaron amarillamiento de vainas y follaje.

2.3.2 Rendimiento y sus componentes

El rendimiento se estimó en base a los 2 surcos centrales de 5 m de longitud eliminándose 0.5 m en cada extremo de cada una de las parcelas, quedando la parcela útil de 4.80 m². Se realizó un ajuste de humedad del grano al 14%, luego se calculó el rendimiento en kg/ha.

3.3.2.1 Número de plantas cosechadas

Se determinó basándose en el número de plantas cosechadas de la parcela útil, para cada genotipo

3.3.2.2 *Número de vainas por plantas*

Se contaron las vainas de 10 plantas, tomadas al azar dentro de la parcela útil que tenía por lo menos un grano formado, luego se hizo un promedio para obtener la variable vaina por planta.

3.3.2.3 *Número de granos por vaina*

Se calculó el número de granos por vaina, tomando 10 vainas al azar de las plantas dentro de la parcela útil, después se contó el número de granos formados por cada vaina y se sacó el promedio.

3.3.2.4 *Peso de 100 granos*

Se hizo en la muestra obtenida de cada parcela útil en cinco muestreos de 100 granos cada uno, luego se pesó y el promedio se ajustó al 14% de humedad.

3.3.2.5 *Rendimiento en kg/ha*

La producción de granos de cada parcela útil (4.80 m²) se ajustó a un 14% de humedad mediante la formula propuesta por el y se estimó el rendimiento en kg/ha

$$PI(100-HI) = Pf(4100-Hf)$$

PI = Peso inicial de la muestra con la humedad de cosecha del grano.

HI = % contenido de humedad inicial del grano a la cosecha.

Pf = Peso final de la muestra con la humedad del grano.

Hf = % contenido de humedad final del grano

2.3.3 Evaluación de enfermedades.

Se evaluó la enfermedad Mustia hilachosa *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. La evaluación se realizó en la etapa R6, se hizo por observación visual, utilizando la escala del sistema estándar para la evaluación del germoplasma del frijol según Schoonhoven *et al*, (1987). En la Tabla 3 se presenta la escala general para su evaluación.

Tabla 2. Escala general para evaluar la reacción del germoplasma del frijol negro a *Thanatephorus cucumeris*.(Frank) Donk,(CIAT, 1987).

Clasificación	Categoría	Descripción	Comentarios
1		Síntomas no visibles	germoplasma útil
2	Resistente	o muy leves	Como progenitor o
3			Como genotipo comercial
4		Síntomas visibles y	germoplasma
5	Intermedio	Conspicuos que	Utilizable como genotipo
6			comercial
		Solo ocasionan daño económico limitado.	o como fuente de resistencia a cierta enfermedad
7	Susceptible	Síntomas severos o	En la mayoría de los casos
8		Muy severos que	germoplasma útil ni aún como
9		causan pérdidas considerables en rendimiento o la muerte de la planta	genotipo comercial

2.4 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de la información se realizó el análisis de varianza seguido de separación de medias en aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia, utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System), versión 6.08 (SAS Institute, 1997), para las variables días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha, plantas cosechadas, vainas por plantas, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento.

Para la evaluación del hábito de crecimiento y enfermedades, los datos obtenidos en el campo se presentan en tablas, se agruparon por características comunes.

2.5 Manejo agronómico

Preparación del suelo

En la preparación del suelo se utilizó el sistema de labranza convencional, realizándose un pase de arado y dos pases de grada. Se hizo un rallado o surcado al momento de la siembra, dejando 0.6 m entre surcos.

Siembra

Se hizo de forma manual depositando los granos a una distancia de 10 cm entre golpe, y una distancia entre surco de 0.6 m para una densidad poblacional teórica inicial de 166,666 plantas por hectárea.

Fertilización.

La fertilización se realizó al momento de la siembra aplicando la fórmula completa 18-46-0 a razón de 129 kg/ha y a los 25 días después de la siembra, se aplicó Urea 46% a razón de 65 kg/ha.

Manejo de malezas

Para el control de malezas se utilizó un herbicida de contacto (paraquat) a los 20 días después de la siembra con una dosis de 1 l/ha; a los 45 días después de la siembra se efectuó un control de maleza de forma manual.

Manejo de plagas insectiles

Las plagas se controlaron con los insecticidas sintéticos, la primera aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra con Cipermetrina 25 EC en dosis de 1.5 l/ha para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*_Genn); la segunda aplicación a

los 35 días después de la siembra con Terbusag SGR (12.2 kg/ha) para el control de plagas de suelo como Gusano alambre (*Aeolus* spp); una tercera aplicación a los 45 días después de la siembra con malathion 57 EC (1.5 l/ha) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn).

Manejo de enfermedades

No se realizó control de enfermedades ya que se evaluó severidad en su estado natural.

Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual una vez que el cultivo presentó la madurez de cosecha de cada genotipo, iniciando a los 70 días después de la siembra cuando los granos presentaron alrededor de un 16 y 18% de humedad y finalizando a los 76 días después de la siembra, seguido de un periodo de secado y el aporreo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

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, 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).

El análisis de varianza efectuado sobre esta variable para los datos obtenidos en el campo, muestran que existe diferencias altamente significativas ($Pr > F = 0.009$) entre tratamientos y no significativas ($Pr > F = 0.200$) entre bloques en el período en que florecen los genotipos. Al realizar la separación de medias de Tukey al 99.9% de confianza separa los genotipos en 3 categorías estadísticas diferentes. Los genotipos más precoces fueron Guaymí, MR 13051-65, B2118, PRF 9805-31A, y B2067 al iniciar la floración a los 36 días después de la siembra, los genotipos más tardíos fueron ICTA Ligerero, PRF9922-29 N y MR 13079-28-2 que tardaron 38 días después de la siembra en florecer (Tabla 3).

El promedio de días a floración de los genotipos oscila entre los 36 a 38 días después de la siembra, presentando un rango de 2 días de separación entre el más precoz y el más tardío. Blanco (1991), señala que la precocidad influye en la duración de las

etapas por causar diferencias importantes en el desarrollo de las plantas aún pertenecientes a un mismo hábito de crecimiento.

Este comportamiento de días a floración no presentó diferencias considerables, ya que es un carácter que presentó una desviación estándar y un coeficiente de variación muy bajos. Podría ser un carácter útil para la selección y puede indicar una madurez temprana.

Cuando la floración es tardía la madurez también es tardía y viceversa (Singh, 1991 y Ortega, 1971). Los factores ambientales que afectan tanto a la floración como a la madurez son el foto período y la temperatura bajas o altas prevalecientes de días y noches (Singh, 1991 y Fernández *et al*, 1985). Los genotipos estudiados fueron influenciados por los factores antes mencionados, siendo sus características genéticas la principal causa de las variaciones encontradas entre los genotipos.

Cerrato (1992) encontró once días de diferencia en cuanto al genotipo más precoz y al más tardío, presentando diferencias con el presente estudio; en cambio con el ensayo de Hernández (1995), que encontró cinco días de diferencias, se presenta similitud con el presente estudio; sin embargo, estos autores trabajaron con genotipos de frijol rojo, ya que las similitudes encontradas con el trabajo de Hernández (1995) se deben a que los viveros han ido buscando como enviar genotipos parecidos en cuanto a su ciclo de vida para ser evaluación en los diferentes experimentos (Hernández, 1995).

Tabla 3. Días a floración de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L), evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Media (Días)	Categoría
9	PRF 9922-29N	38.00	a
14	ICTA Ligero	38.00	a
8	MR 13079-28-2	38.00	a
3	B 2009	37.33	ab
5	B 2037	37.33	ab
12	PRF 9924-50N	37.33	ab
1	EAP 9712-13	37.33	ab
13	B 2018	37.33	ab
4	B 2015	36.66	ab
7	PRF 9809-6	36.66	ab
15	DOR 390	36.66	ab
2	B 2067	36.00	b
10	B 2118	36.00	b
6	PRF 9805-31A	36.00	b
11	MR 13051-65	36.00	b
16	GUAYMÍ	36.00	b

Andeva para Genotipo
 Pr>F = 0.009
 C.V = 2.16 %
 R² = 0.59

Andeva para Bloques
 Pr > F = 0.200

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si, según Tukey al 5% de error,

3.1.2 Días a madurez fisiológica

La madurez fisiológica corresponde a la etapa R9, se considera como la última en la escala de desarrollo donde ocurre la maduración. Se caracteriza por que las plantas inician el cambio de coloración en el follaje pasando de verde a amarillo. Las vainas pasan de verde a roja, morado ó blanco, según el genotipo, continuando con la pérdida de humedad del grano y la defoliación de más del 50% de las plantas (White, 1985. Muñoz *et al*, 1993 y García *et al*, 1998).

La madurez fisiológica en todas las plantas es la finalización del proceso reproductivo en las plantas superiores y se identifican en términos de acumulación máxima de materia seca en el grano como sitio de almacenamiento de los fotosimiladores (Tapia, 1982).

Singh, (1985) señala que la madurez fisiológica en el frijol podría considerarse como una característica de heredabilidad moderadamente alta. Según Voyset, (1985) existe una amplia variabilidad entre los cultivos del frijol en lo que respecta al número de días a madurez, el cual varía en un rango de 70 a 300 días, según el hábito de crecimiento y la región de cultivo.

El análisis de varianza efectuado a los datos obtenidos de los genotipos estudiados mostraron diferencias altamente significativas ($Pr > F = 0.002$) entre tratamientos y no significativa ($Pr > F = 0.973$) entre bloques en el período en que se dio la madurez fisiológica en los genotipos. Al realizar la separación de medias de Tukey a 99.9% de

confianza separa los genotipos en 3 categorías, variando los días a madurez fisiológica de 65 a 70 días después de la siembra. Los genotipos B2067, PRF 9809-6 y B 2118 fueron los más precoces, alcanzando su madurez fisiológica a los 65 días después de la siembra y el PRF9922-29N el más tardío alcanzando su madurez fisiológica a los 70 días después de la siembra (Tabla 4).

Los resultados obtenidos en esta variable de días a madurez fisiológica de los genotipos estudiados se presentaron entre los 65 y 70 días después de la siembra, obteniendo un rango de 5 entre el más precoz y el más tardío al alcanzar la madurez fisiológica donde los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Tapia y Camacho (1988), quienes afirman que los genotipos de frijol alcanzan su madurez entre los 56 y 79 días después de la siembra. Resultó una diferencia de 23 días entre el primer y último genotipo en alcanzar la madurez fisiológica.

Resultados similares fueron encontrados por Argüello (1992), Hernández (1995), Barrera y Álvarez (1998), Ara y Hernández (2002), estos autores trabajaron con genotipos de frijol rojo y Barquero y Hernández (2003), que trabajaron con genotipos de frijol negro, obtuvieron los siguientes resultados; 65 días los genotipos más precoces y 70 días los genotipos más tardíos para alcanzar su madurez fisiológica, coincidiendo estos resultados con los del presente estudio.

INTA, (2001) señala que los genotipos precoces van de los 55 a los 70 días después de la siembra. Según este criterio, los 16 genotipos evaluados se pueden considerar precoces a la madurez fisiológica. Según Thung *et al*, (1985) las deficiencias de fósforo

producen una floración tardía y una madurez fisiológica precoz; tomando en cuenta esta opinión podemos decir que en el presente estudio se observó dicha situación al obtener una floración tardía y una madurez fisiológica precoz, ya que el suelo donde se estableció el ensayo en estudio tenía deficiencia en fósforo, por ende tenía que presentarse el criterio antes mencionado.

Singh (1992), señala que la demanda del frijol va en aumento cada año, donde esta variable es importante ya que los fitomejoradores han hecho énfasis en cultivares con una madurez fisiológica precoz con el fin de que puedan ser cultivadas en áreas que presenten una sequía pronunciada.

Las diferencias encontradas en los genotipos de esta variable, aunque mostró diferencias significativas, el rango fue tan solo 5 días entre el genotipo más precoz y el más tardío. Voyset (1985) señala que las diferencias encontradas en los genotipos entre los días a madurez fisiológica están asociadas con los diferentes hábitos de crecimientos, grado de sensibilidad al fotoperíodo y a la temperatura y al ambiente. El hábito de crecimiento y la respuesta de la planta a temperatura y al foto período está bajo control genético (Singh, 1992). Además de esto, hay que tomar en cuenta que todos los genotipos fueron sembrados bajo las mismas condiciones ambientales, lo que también influyó en que no hubiera diferencias más pronunciadas en cuanto al número de días entre el primero y el último genotipo en madurar.

Tabla 4. Días a madurez fisiológica de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L), evaluado en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamientos	Genotipos	Medias (Días)	Categorías
9	PRF 9922-29N	70.00	a
14	ICTA Ligero	69.33	ab
1	EAP 9712-13	69.33	ab
5	B 2037	68.33	ab
6	PRF 9805-31A	68.00	ab
16	GUAYMÍ	67.00	ab
3	B 2009	67.00	ab
15	DOR 390	67.00	ab
4	B 2015	66.00	ab
12	PRF 9924-50N	66.00	ab
11	MR 13051-65	66.00	ab
8	MR 13079-28-2	66.00	ab
13	B 2018	66.00	ab
2	B 2067	65.00	b
7	PRF 9809-6	65.00	b
10	B 2118	65.00	b

Andeva para Genotipos
 $Pr > F = 0.002$
 C.V = 2.27%
 $R^2 = 0.62$

Andeva para Bloques
 $Pr > F = 0.973$

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si, según Tukey al 5 % de error

3.1.3 Hábito de crecimiento

Fernández *et al*, (1985), menciona, que el hábito de crecimiento es una característica arquitectónica de la planta que determina el crecimiento determinado e indeterminado de ésta, lo que está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y las ramas. Según Blanco (1991), que se considera determinado si el tallo termina en una inflorescencia e indeterminado si hay tejido terminal de crecimiento (meristemo vegetativo) que deja crecer más a la planta formando nuevos nudos.

Singh (1992), señala que el hábito de crecimiento indeterminado tipo II es el que más predomina en la zona más baja de América Central; en tanto el hábito de crecimiento determinado tipo I predomina en la zona de América del Sur. Esto coincide con Tapia y Camacho (1988), quienes señalan que la mayoría de los materiales en el ámbito nacional presentan hábitos de crecimiento indeterminado, los cuales son utilizados para ser asociados con maíz por competir con la maleza. Singh (1992), menciona que esta variable es de importancia en la descripción de genotipos ya que responde de forma diferente a las densidades de plantas.

Los genotipos se clasificaron según su hábito de crecimiento en:

II a = Arbustivo indeterminado con guías corta.

II b = Arbustivo indeterminado con guías mas o menos larga.

El que se presentó con mayor frecuencia, fue el tipo IIb con un total de 15 genotipos, mientras que solo un genotipo presentó el tipo IIa. (Tabla 5).

El hábito de crecimiento tiene una alta heredabilidad por tanto se puede seleccionar fácilmente y obtener así la arquitectura de las plantas deseadas (Singh, 1985). Según Tapia y Camacho, (1988), las altas temperaturas en combinación con la altitud modifican el tipo de hábito de crecimiento de la planta de frijol. Por otro lado Singh (1985) menciona que no deberían esperarse cambios sustanciales en el hábito de crecimiento cuando estos genotipos se siembran en otros ambientes, este criterio contradice lo que mencionó Tapia y Camacho, (1988).

Barquero y Hernández (2003), trabajaron con genotipos de frijol de testa negra, obteniendo resultados similares a los del presente estudio. Los resultados de Barquero y Hernández (2003), a partir de 16 genotipos: 13 presentaron hábitos de crecimiento IIb y 3 presentaron hábitos de crecimiento IIa; en el presente estudio se obtuvieron 15 genotipos con hábitos de crecimiento IIb y 1 presentó hábito de crecimiento IIa.

Tabla 5. Hábito de crecimiento de los genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), evaluados en la época de postrera del 2003. “La Compañía Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Hábito de crecimiento
1	EAP9712-13	II a
2	B2067	II b
3	B2009	II b
4	B2015	II b
5	B2037	II b
6	PRF9805-31A	II b
7	PRF9809-6	II b
8	MR13079-28-2	II b
9	PRF9922-29N	II b
10	B2118	II b
11	MR13051-65	II b
12	PRF9924-50N	II b
13	B2018	II b
14	ICTA Ligero	II b
15	DOR 390	II b
16	Guaymí	II b

3.1.4 Días a la cosecha

El número de días comprendido entre el momento de la siembra hasta el final de la madurez, cuando las plantas han perdido el 90% de hojas por defoliación, las vainas han cambiado de pigmentación y los granos han obtenido una humedad entre el 16 y 18% (Fernández *et al*, 1985).

El análisis de varianza realizado a los datos días de cosecha mostró diferencias altamente significativas. ($Pr > F = 0.004$) entre los tratamientos y no significativas ($Pr > F = 0.828$) entre los bloques en el periodo en que se dio los días a cosecha de los genotipos, al realizar la separación de media de Tukey al 99.9% de confianza separa los genotipos en 3 categorías estadísticamente diferentes. Los genotipos se cosecharon entre 70 y 76 días obteniendo un rango de 6 días entre los genotipos más precoces y el más tardío al llegar al día de cosecha. Tabla 6.

Los genotipos más precoces fueron B2118, PRF9809 y B2067 llegando a los 70 días a la cosecha y el más tardío fue PRF9922-29N llegando a los 76 días a la cosecha, se observó que el genotipo B2118 fue el más precoz y el genotipo PRF9922-29N fue el más tardío para la variable fenológica, días a floración, días a madurez fisiológica y en días a cosecha teniendo una respuesta similar o igual para esta variable.

Se observó que el genotipo B 2118 se comportó de manera similares o igual para las variables fenológicas, días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha, ya que el genotipo mas precoz alcanzando los días a floración a los 36 días, la madurez

fisiológica a los 65 días y días a cosecha a los 70 días, por lo que se puede decir que es un genotipo que se comportó de manera estable en el ambiente de estudio.

Tabla 6. Días a cosecha de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), evaluados época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Medias (días)	Categoría
9	PRF 9922-29N	76.00	a
14	ICTA LIGERO	75.33	ab
5	B 2037	75.33	a b
1	EAP 9712-13	75.33	a b
6	PRF 9805-31A	74.00	a b
16	GUAYMÍ	72.66	a b
3	B 2009	72.66	a b
15	DOR 390	72.66	a b
4	B 2015	71.33	a b
12	PRF 9924-50N	71.33	a b
11	MR 13051-65	71.33	a b
8	MR 13079-28-2	71.33	a b
13	B 2018	71.33	a b
2	B 2067	70.00	b
7	PRF 9809-6	70.00	b
10	B 2118	70.00	b
Andeva para Genotipo		Andeva para Bloque	
Pr > F = 0.0004		Pr > F = 0.828	
C. V = 2.41 %			
R ² = 0.67			

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5% de error.

3.2 Rendimiento y sus componentes

3.2.1 Número de plantas cosechadas

White,(1985) menciona que, la densidad poblacional de plantas cosechadas está relacionada al rendimiento; pero no puede esperarse que esta sea directamente proporcional, ya que existen otros componentes que determinan el rendimiento, tales como: Vainas por planta, granos por vaina, tamaño y peso del grano, ya que estas variables no pueden considerarse independientes unas de otras, donde Aguilar y Altamirano, (2001) plantean que 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) y la disponibilidad de nutrientes crea plantas con una débil estructura, pero difícilmente la pérdida de la planta.

El análisis de varianza efectuado a los datos de plantas cosechadas muestran que existen diferencias altamente significativas ($Pr > F = 0.0147$) entre tratamientos y no significativas ($Pr > F = 0.4541$) entre bloques, en el periodo en que se realizó el número de plantas cosechadas en 4.80 m^2 de los genotipos, al realizar la separación de media de Tukey al 99.9% de confianza separa los genotipos en 3 categorías estadísticamente diferentes.

El genotipo con mayor número de plantas cosechadas fue Guaymí con 64 plantas en 4.80 m² y los genotipos que obtuvieron menores números de plantas cosechadas fueron los genotipos B 2009, ICTA Ligeró, B 2067, con 37, 39 y 40. Cabe recordar que el Guaymí fue testigo local. Estos resultados fueron muy bajos de lo esperado (80 plantas en 4.80 m²). Tabla 7.

Los bajos resultados obtenidos para esta variable se debieron al ataque severo del hongo Mustia hilachosa *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, el que ocasionó defoliación de la mayoría de las plantas en todas las parcelas útiles de todos los genotipos evaluados.

El número de plantas cosechadas osciló entre 37 y 64 plantas. 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, y luz, que existe en densidades poblacionales altas.

Tabla 7. Número de plantas cosechadas, de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), evaluados en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Media (n°)	Categoría
16	GUAYMÍ	64.33	a
12	PRF 9924-50N	55.00	a b
5	B 2037	54.66	a b
6	PRF 9805-31A	53.66	a b
8	MR 13079-28-2	53.00	a b
11	MR 13051-65	52.33	a b
13	B 2018	51.66	a b
9	PRF 9922-29N	48.66	a b
1	EAP 9712-13	48.33	a b
10	B 2118	48.00	a b
15	DOR 390	46.00	a b
4	B 2015	45.66	a b
7	PRF 9809-6	44.33	a b
2	B 2067	40.66	B
14	ICTA LIGERO	39.33	b
3	B 2009	37.66	b

Andeva para Genotipo	Andeva para Bloque
Pr > F = 0.014	Pr > F = 0.454
C. V = 15.11 %	
R ² = 0.56	

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5% de error.

3.2.2 Número de vainas por plantas

Parsons, (1981) menciona que se considera vainas por plantas a la cantidad de vainas que produce una planta. Somarriba, (1997) señala que número de nudos, hojas y la altura de la planta se relaciona positivamente con el número de vainas y por ende con el rendimiento de la semilla.

White, (1985), señala que el número de vainas por planta es un componente cuantitativo de rendimiento y difiere entre los genotipos por ser poligénico ya que es un carácter de tipo discontinuo donde sus valores pueden ser expresados en números enteros y es altamente influenciado por el ambiente.

El análisis estadístico realizado a la variable vainas por planta no muestra diferencias significativas ($Pr > F = 0.5073$) entre tratamientos de igual forma no significativas ($Pr > F = 0.0887$) entre bloques.

El genotipo con tendencia a presentar mayor número de vainas por planta fue B2037 que obtuvo 26 vainas y el que tuvo menor número de vainas por planta fue el genotipo PRF9809-6 que obtuvo 13 vainas. (Tabla 8).

El número de vainas por planta osciló entre 13 y 26 vainas por planta obteniendo un rango de 13 vainas por planta encontrándose una diferencia numérica bastante

marcada entre los genotipos a pesar que no se encontró diferencias estadísticamente significativas para esta variable, una de las razones que se le atribuye esta variación es al ataque de la enfermedad Mustia hilachosa.

Según White (1985). El mayor número de vainas puede provocar reducción en el número de granos por vaina y peso de granos, lo que se conoce como compensación, esto significa que aunque la variable vaina por planta es un componente importante al rendimiento no significa que la planta con mayor cantidad de vainas va a poseer el mejor rendimiento. Esto no ocurrió para el genotipo B2037 que tuvo la mayor cantidad de vainas por planta con 26 ya que no quedó en el primer nivel de rendimiento, pero si en un segundo lugar con un rendimiento de 714.67 kg/ha. En cambio con el genotipo ICTA Ligerito que fue el que quedó en segundo lugar con 21 vainas por plantas y en el último lugar en rendimiento con 205.33 kg/ha, entonces el presente estudio nos demuestra una vez mas que esta variable incide en el rendimiento pero no lo define.

Los genotipos estudiados presentaron resultados similares a los encontrados por Chavarría y Escoto (2003). EL genotipo con mayor número de vainas obtuvo 21 y el que presentó menor número de vainas por planta con 10.

Tabla 8. Vainas por plantas de 16 genotipos de frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluados en época de postrera 2003. “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Media (n°)
5	B 2037	26.00
14	ICTA LIGERO	21.66
1	EAP 9712-13	21.66
3	B 2009	20.00
12	PRF 9924-50N	18.66
13	B 2018	18.33
16	GUAYMÍ	18.00
8	MR 13079-28-2	17.33
15	DOR 390	17.00
6	PRF 9805-31 ^a	17.00
10	B 2118	16.66
2	B 2067	16.33
4	B 2015	16.33
11	MR 13051-65	15.33
9	PRF 9922-29N	15.00
7	PRF 9809-6	13.33

Andeva para Genotipo
Pr > F = 0.507
C. V = 30.11 %
R² = 0.39

Andeva para Bloque
Pr > F = 0.088

3.2.3 Número de granos por vainas

Granos por vainas, es el número de granos contenidos en la vaina (Parsons, 1981). Bonilla, (1990), señala que los granos por vaina es una variable determinada por sus caracteres genéticos propios de cada genotipo, ya que es altamente heredable pero puede presentar variación debido a las condiciones ambientales que existen en cada región. El número de granos por vainas es un factor determinante del rendimiento (Masaya, 1987).

El análisis de varianza de los genotipos estudiados no mostraron diferencias significativas ($Pr > F = 0.7700$) tanto en los tratamientos como en los bloques ($Pr > F = 0.4302$), aunque existen tendencias de variación entre los distintos genotipos, observándose un pequeño rango de esta variación entre 5 y 7 granos por vaina. El genotipo que obtuvo mayor número de granos por vaina fue MR 13079-28-2 con 7 granos por vainas y el que obtuvo menor número de granos por vaina fue PRF 9805-31, con 5 granos por vainas. Obteniéndose una variación de dos granos entre el que obtuvo mas granos por vaina y el que obtuvo menos. (Tabla.9). Los genotipos estudiados presentaron resultados similares a los encontrados por Llano y Herrera (1983). García (1991), Martínez (1994), Zeledón *et al*, (1997). Estos autores trabajaron con distintos genotipos de frijol rojo pero Barquero y Hernández (2003) trabajaron con frijol negro obteniendo los mismos resultados en el presente estudio.

Tabla 9. Granos por vaina de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), evaluados en época de postrera 2003. “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Promedio
8	MR 13079-28-2	7.00
9	PRF 9922-29N	6.66
15	DOR 390	6.66
10	B 2118	6.66
4	B 2015	6.66
12	PRF 9924-50N	6.66
5	B 2037	6.33
3	B 2009	6.33
1	EAP 9712-13	6.33
14	ICTA LIGERO	6.33
13	B 2018	6.33
16	GUAYMÍ	6.33
11	MR 13051-65	6.00
2	B 2067	6.00
7	PRF 9809-6	6.00
6	PRF 9805-31A	5.66

Andeva para Genotipo Pr > F = 0.770 C. V = 11.13 % R ² = 0.28	Andeva para Bloque Pr > F = 0.430
---	--------------------------------------

3.2.4 Peso de 100 granos

Singh (1985) señala que el peso de 100 granos es un carácter que está determinado por el tamaño de los granos y el peso del grano, que a su vez está determinado con el largo, grueso y densidad del mismo. Por ende el peso promedio del grano tiene efectos similares al número de vainas por planta y número de granos por vainas, ya que el peso de 100 granos es un componente importante para la determinación del rendimiento, (García, 1991).

El análisis de varianza efectuado a los datos obtenidos muestra que en los genotipos existen diferencias significativas en cuanto al peso de 100 granos ($Pr > F = 0.0001$) entre los tratamientos y no significativas ($Pr > F = 5042$) entre los bloques. La separación de media de Tukey al 99.9% de confianza separados los genotipos en 7 categorías estadísticas, siendo los genotipos PRF 9922-29N con 23.47g, PRF 9809-6 con 23.35g y el MR 13079-28-2 con 23.27g los que obtuvieron mejores pesos y el genotipo B 2009 fue el que obtuvo menos peso con 17.65g, (Tabla 10).

Singh, (1992) señala que el peso del grano varía entre 15 y 60g por cada 100 granos pesados. El frijol por su peso se clasifica en tres categorías: pequeño, mediano y grande. El grano pequeño corresponde a un peso de 25g ó inferior, el grano mediano a un peso entre 25 y 40g y el grano grande a un peso mayor de 40g, (CIAT, 1987).

De acuerdo a los resultados obtenidos, los genotipos estudiados serían clasificados en granos pequeños. Según Singh, (1992), esto se debe a que la mayoría de países de América Latina, Estados Unidos, demandan este tipo de frijol para su consumo. Marini *et al* (1993) señala que el peso del grano aparte de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente es también un carácter influenciado por factores hereditarios, tomando en cuenta este criterio se le puede atribuir a las diferencias encontradas entre los genotipos en el ensayo.

Tabla 10. Peso en gramos de 100 granos de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluados en época de postrera 2003, "La Compañía, Carazo"

Tratamiento	Genotipo	Promedio (g)	Categoría
9	PRF 9922-29N	23.47	a
7	PRF 9809-6	23.35	a
8	MR 13079-28-2	23.27	a
11	MR 13051-65	22.22	ab
10	B 2118	22.21	ab
1	EAP 9712-13	21.53	b
2	B 2067	21.47	b
12	PRF 9924-50N	21.00	bc
5	B 2037	20.83	bc
15	DOR 390	19.72	cd
14	ICTA LIGERO	19.59	cd
4	B 2015	19.58	cd
16	GUAYMÍ	19.53	cd
13	B 2018	19.40	cd
6	PRF 9805-31A	19.12	de
3	B 2009	17.65	e

Andeva para Genotipos Andeva para Bloques
 Pr > F = 0.001 Pr > F = 0.504
 C. V = 2.59%
 R² = 0.93

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si, según Tukey al 5% de error.

3.2.5 Rendimiento (kg/ha)

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

Singh,(1985) menciona que el rendimiento del grano en el frijol se considera como una característica de heredabilidad moderadamente baja, ya 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 (Davis,1985). Además Voyses (1985), plantea que la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realizó el experimento así como el manejo agronómico y el hábito de crecimiento entre otros.

White e Izquierdo, (1991) señalan que 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. La acumulación de peso seco en la planta de frijol es el resultado directo del balance entre fotosíntesis, respiración y las pérdidas causadas por senescencia y la abscisión. Así como por efecto de plagas y enfermedades en donde cada uno de estos procesos varia en intensidad según las condiciones ambientales (White, 1985).

Según, White e Izquierdo, (1991), la distribución de nutrientes se refiere al equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo durante el desarrollo del frijol resultando como producto final la eficiencia con la cual la planta usa los nutrientes que han absorbido.

El rendimiento del frijol es función de varias características anatómicas y morfológicas que tiene que ver con el número de vainas por rama, el número de ramas por planta, número de granos por vaina y el peso del grano. (Marquéz, 1991).

White, (1985) menciona que no se puede aumentar el rendimiento seleccionando un solo componente, debido a que estos están sujetos al fenómeno de compensación, lo que indica que al aumentar un componente, los demás pueden ser reducidos.

El análisis de varianza realizado en los datos obtenidos muestra que en los genotipos existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento en kg/ha ($Pr > F = 0.0001$) entre los tratamientos y no significativos ($Pr > F = 0.7238$) entre bloques.

La separación de medias según Tukey con un 99.9% de confianza, separa los genotipos en 7 categorías estadísticas, siendo el genotipo PRF 9924-50N el que presentó mayor rendimiento con 779.33 kg/ha y el genotipo ICTA Ligero fue el que presento menor rendimiento con 205.33 kg/ha.

Estos rendimientos se encuentran por debajo de los promedios que menciona PROMESA (2002) en su catalogo, en el cual los rendimientos varían entre 1293.8 y 1617.4 kg/ha y los resultados obtenidos en el experimento no alcanzaron ni los 800 kg/ha por lo que se puede concluir que los genotipos estudiados sufrieron del ataque de la enfermedad Mustia hilachosa que ataco fuertemente a los genotipos en la fase de desarrollo de las plantas.

White, (1985) señala que un aumento del rendimiento no se consigue mejorando únicamente uno de sus componentes, ya que todos ellos están correlacionados entre si por lo que al aumentar uno de ellos no se aumentara en la misma medida el rendimiento, ya que se podría mencionar que el genotipo PRF 9924-50 N fue el que presento mayores promedios para las variables de rendimiento y quedando en segundo lugar para la variable plantas cosechadas, mientras que el genotipo B 2037 que fue el que quedó en un segundo lugar para la variable de rendimiento y quedando en un primer lugar en la variable vainas por planta, por lo que se puede asegurar que fueron los genotipos que mejor se comportaron en el ambiente de estudio.

Tabla 11. Rendimiento en kg/ha de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L), evaluado en época de postrera 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamiento	Genotipo	Promedio (kg/ha)	Categoría
12	PRF 9924-50N	779.33	A
5	B 2037	714.67	Ab
10	B 2118	618.00	Abc
1	EAP 9712-13	513.33	Abcd
9	PRF 9922-29N	494.33	Abcd
4	B 2015	492.67	Abcd
16	GUAYMÍ	480.33	Abcd
8	MR 13079-28-2	467.33	Abcd
7	PRF 9809-6	444.67	Abcd
13	B 2018	438.33	Abcd
6	PRF 9805-31A	433.67	Abcd
2	B 2067	416.33	Cd
11	MR 13051-65	391.00	Cd
15	DOR 390	326.00	Cd
3	B 2009	299.00	D
14	ICTA Ligero	205.33	D

Andeva para Genotipos
 $Pr > F = 0.0001$
 C.V = 22.93 %
 $R^2 = 0.71$

Andeva para Bloques
 $Pr > F = 0.723$

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si, según Tukey al 5% de error.

3.3 Evaluación de enfermedad

3.3.1 Mustia hilachosa

La Mustia hilachosa del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye una enfermedad de gran importancia en países de América Latina, principalmente en regiones tropicales húmedas y lluviosas con temperaturas de 20-30°C y HR de 60-80% (Mora y Galvez, 1986).

En las zonas húmedas y cálidas del trópico, la Mustia hilachosa puede causar rápida defoliación y algunas veces completamente pérdidas del cultivo del frijol. En 1980 una epidemia de Mustia ocurrió en Guanacaste, región de la parte Norte de Costa Rica resultando en un 90% de reducción del rendimiento del frijol (Galindo, 1982). En Nicaragua se han reportado pérdidas económicas de hasta 70%, (Tapia y Camacho, 1988).

El organismo causante de la enfermedad es el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (estado sexual) cuyo estado imperfecto o estado asexual es *Rhizoctonia Solani* Kuhn. Esta enfermedad es conocida con otros nombres tales como: Telaraña, chasporria, *Rhizoctonia* del follaje murcha-du—Tela-micelia, la maladie de la toile (CIAT, 1982). *Thanatephorus cucumeris* ataca aproximadamente unas 200 especies de plantas (Schwartz y Galvez, 1980); tales como algodón, tabaco, hortalizas, curcubitáceas, crucíferas, pastos, forraje y puede infectar un gran número de especie

de malezas (CIAT, 1982). En las especies antes mencionadas la Mustia se presenta como pudrición radical .mientras que en el frijol la *Thanatephorus cucumeris* ataca principalmente el follaje, tallo, ramas, y vainas de la planta en cualquier estado de desarrollo, pero no causa lesiones en las raíces (Schwartz y Gálvez, 1980).

Los síntomas de la enfermedad *Thanatephorus cucumeris*, comienzan en las hojas como pequeñas manchas necróticas de 2.3 mm de diámetro en los cuales, al necrosarse el tejido, este se puede desprender formando lo que consistentemente se denomina ojo de gallo (Tapia y Camacho, 1988). A medida que se desarrolla la infección por medio de las lesiones van adquiriendo una coloración café delimitada por un halo oscuro y pueden comenzar a aparecer lesiones leves en las vainas, las manchas de las hojas adquieren un color verde brillante a gris y después a café oscuro donde la apariencia de ser resultado de escaldaduras (Tapia y Camacho, 1988). Los síntomas que aparecen en la hoja son generalmente causados por las lluvias, ya que cuando la gota del agua salpica los esclerosis y micelios (estado asexual del hongo) que se encuentran en el suelo se suben con el agua salpicada, presentándose como pequeñas lesiones acuosas circulares de 1-3 mm de diámetro y de coloración mas clara que la hoja (Tapia y Camacho, 1988).

La mayoría de los genotipos del ensayo presentaron síntomas en la categoría intermedia a excepción de 5 genotipos que son: PRF 9924-50N y B 2037, obtuvieron una clasificación de 2 y 3 siendo el mas resistente a la enfermedad Mustia hilachosa.

También se presentaron como los mejores genotipos en la variable de rendimiento, obteniendo los mas altos rendimientos en kg/ha, el genotipo PRF 9924-50N quedó en segundo lugar en la variable plantas cosechadas obteniendo 55 plantas cosechadas.

Esta enfermedad a pesar de ser la única que se manifestó fue capaz de diezmar muchas plantas, afectan de manera drástica el rendimiento, situación que no hace adecuados a los genotipos evaluados cuando se tiene el inóculo en el suelo, por lo que se deben sembrar nuevos materiales que presenten al menos tolerancia ante esta enfermedad.

Tabla 12. Evaluación de 16 genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) a la reacción de la enfermedad Mustia hilachosa *Thanatephorus cucumeris* (Frank)Donk. evaluados en época de postrera de 2003, “La Compañía, Carazo”

Tratamientos	Genotipos	Clasificación
12	PRF 9924-50N	2
5	B 2038	3
6	PRF 9805-31A	3
10	B 2118	3
16	GUAYMÍ	3
4	B 2015	4
8	MR 13079-28-2	4
1	EAP 9712-13	4
13	B 2018	4
7	PRF 9809-6	5
9	PRF 9922-29N	5
11	MR 13051-65	5
2	B 2067	5
15	DOR 390	5
3	B 2009	5
14	ICTA LIGERO	6

Clasificación 2 y 3 corresponden a la categoría resistente, presentando síntomas no visibles o muy leves; utilizando como progenitor o genotipo comercial (CIAT, 1987).

Clasificación 4, 5 y 6, corresponde a la categoría intermedia presentando síntomas visibles y conspicuos que solo ocasionan un daño económico limitado; como genotipo comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades (CIAT, 1987)

IV. CONCLUSIONES

Los materiales difirieron en características fenológicas, en general se vieron afectados severamente por la Mustia hilachosa sin embargo los resultados de rendimientos en general estuvieron debajo, posiblemente a su composición genética que no están adaptados alas condiciones de la zona donde se estableció el ensayo.

V. RECOMENDACIONES

En base a los rendimientos obtenidos el material evaluado muestra rendimientos muy pobres a nivel experimental por lo tanto no se recomienda continuar investigaciones o liberarlos. Introducir materiales genéticos distintos a los evaluados en el presente estudio.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Argüello, X. 1992. Caracterización y Evaluación Preliminar de 28 Accesiones de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. UNA. 51p.
- Ara, E. D Y Hernández, R.J. 2002. Respuesta de 49 Genotipos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). La Fertilización Mineral Bajo Condiciones de “La Compañía, Carazo”. Tesis Ing. Agr. Managua. Nic. UNA. 43P.
- 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. Agr. UNA. 32p.
- Blanco, M. 1991a. Características Generales de las Etapas de Desarrollo del frijol En: II Seminario del Programa de Ciencias de las Plantas (UNA – SLU, Plant Science Program). Managua, Nic. 29 – 34p.
- Barrera, T Y Álvarez, A .1998. Caracterización y Evaluación Preliminar de 261 Accesiones de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Recolectadas en Diferentes Localidades de Nicaragua. Tesis .Ing. Agr. Managua, Nic UNA. 123 p.
- Barquero, E Y Hernández, L. 2003. Evaluación de 16 Genotipos de Frijol común Negro (*Phaseolus vulgaris* L.). En Época de Primera en “La Compañía, Carazo”. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. UNA. 43p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1982. La Mustia Hilachosa de Frijol y su Control; Guía de Estudio para ser Usada Como Complemento de la Unidad Audiotutorial Sobre el Mismo Tema. Contenido Científico: Gálvez, GE; Galilendo, J .J. y Bonilla y M.Cali. Colombia CIAT. 20p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1986. Etapas de Desarrollo de la Planta de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Fernando Fernández Paúl Gepts, Marcelino López, Cali, Colombia. 34p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2002. Acerca de Frijol. Ciat. C. Giar. Org / Beans / htm.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1987. Sistema estándar para la Evaluación de germoplasma de Frijol. Aart. Van Schooohoven y Marcial A. Pastor – corrales (Comps). Cali, Colombia. 56p.

- Cerrato, J. E. 1992. Evaluación de 16 Genotipos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) . Colectadas en Diversas Zonas de Nicaragua. Tesis. Ing, Agr. Managua, Nic. UNA. 47p.
- Cubero, I, Flores, F. Y MiLLan T. 1994. Complementos de Mejora Vegetal. Servicios de Publicaciones Universidad de Córdoba. Pp. 75 –90.
- Chavarría y Escoto. 2003. Evaluación de 16 Genotipos de Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.). En Época de Postrera, CEO, Chinandega 2002. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. U N A. 39p.
- Díaz, M Y 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. P63 – 76.
- Davis, J. 1985. Conceptos Básicos de Genética de Frijol. IN. CIAT: Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. P 81-88.
- Fernández, F. Gepts, P. Y López M. 1985. Morfología de la Planta de Frijol. I N M. López F. Fernández y A. Van Schoohoven eds. Frijol: Investigación y Promoción. CIAT, Cali, Colombia. P 61-68.
- Fondo Nicaragüense de Inversiones (FNI) 1993. Manual de frijol negro, Managua, Nicaragua. 53p.
- Galindo, M. 1982. Epidemiology and Control of Web Blight in Costa Rica. Ph. D. Thesis Cornell Univ. Ithaca; N. Y. 141p.
- 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, C.R. 15-37p.
- García, I. P. 1991. Comportamiento Agronómico de Once Genotipos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Y su Tolerancia a la Roya. Tesis Ing. Agr Managua, Nic. 27p.
- Holdridge, L.R. 1987. Ecología Basada en Zona de Vida. IICA. Colección de Libros Materiales Educativos. No. 83. 216p
- Hernández, C. R. 1995. Evaluación de 20 Acciones Criollas de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Bajo Condiciones Naturales en “La Compañía, Carazo”. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nic. UNA. 71p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2000. Boletín Informativo Cultivo de Frijol. Managua, Nic. 20p.

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).2001. Cultivo de Frijol, Guía Tecnológica No 3. Managua, Nic. 15p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2002. Boletín Informativo Cultivo de Frijol. Managua, Nic. 25p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1998. Boletín Informativo Cultivo de Frijol. Managua, Nic. 20p.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).2003. Departamento de Estadística de Meteorología. Managua, Nic.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) 2004. Departamento de Estadística de Meteorología. Managua, Nic.
- López, M.A. 2003. "Portazo" Mexicano al Frijol Nica. En: La Prensa, 28 de Febrero. Managua, Nic. Sección Negocios y Economía. Pág. 8A.
- Llano, A Y Herrera, M. 1983. Evaluación de 23 Genotipos de Frijol común Rojo. Dos Años de Cooperación para el Mejoramiento del Frijol común. (*Phaseolus vulgaris* L.). En Nic. P 15-16.
- Mora y Galvez 1986. La Mustia hilachosa del Frijol. En: Segundo Taller de Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) San José, Costa Rica. P 5-65.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1992. El Frijol común. Guía Técnica.. NIBS Managua, Ni c. 59p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2000. Manual Practico para la Interpretación de Suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales . Managua, Nic.
- Muñoz,G. Giraldo, G. Fernández de Soto, J. 1993. Descripciones Varietales: Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo. CIAT. Cali, Colombia. P 52-79.
- Masaya. P. N. 1987. Genetic and Environmental Control Of Flowering in *Phaseolus vulgaris* L. DISS. Abstr 39: 1625, b 1626 bin: Lonmon Bean Research for Crop Improment Edited by A art Van Schoonhoven y Ovoysest. CIAT. Cali.Colombia.
- Martínez, F. 1994. Evaluación de 20 Genotipos Criollos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Recolectados en Nic. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. UNA. 47 p

- Marini, D; Vega, I Y Maggionini, L, 1993. Genética Agraria. Facultad de Agronomía. Molisv. Universidad Nacional Agraria. UNA. Managua, Nic. 346p.
- Marquéz, S. F. 1991. Genotecnia Vegetal. Métodos Teóricos: Resultados. Primera Edición. A. G.T. Editor, México, D.F. 500p.
- Ospina, J. E y N. Aldana. 1998. Producción Agrícola En: Terranova. Enciclopedia Agropecuaria Terranova Editores Ltda. Santa Fé de Bogotá, Colombia. P 130-133.
- Ortega, S. 1971. Herencia de la Época de Florecimiento de la Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomía Tropical. Vol.. XXI No 319-329pp.
- Parsons, 1981. Frijol y Chícharo. Editorial Trillas. México. D.F. México 58p.
- PROMESA, 2002. Catalogo de Granos: Variedades e Híbridos. INTA / .USAID. MAG-FOR. Managua, Nic. 41p.
- Rosas 1998. EL Cultivo del Frijol común en América Latina. Tegucigalpa, Honduras. 52p.
- Rosas, J. C; Castro., A 2000. Reunión Anual del PCCMCA XLVI . 2000; San Juan Puerto Rico 2000. Mejoramiento Genético del Frijol Rojo Mesoamericano en Centro América y el Caribe. Tegucigalpa, Honduras. P49.
- Statiscal Análisis System (SAS). 1997. Programa Estadístico. Versión 6.08.
- Schwartz, H. F. 1980. Problemas Misceláneos. In. Schwartz H. F; Galvez. G: Problemas de Producción del Frijol. CIAT. Cali, Colombia. P 329-339.
- Schoonhoven, A y Pastor – Corrales, M. 1987. Sistema estándar para la Evaluación de germoplasma de Frijol . CIAT. Cali, Colombia. 56p.
- Singh, S. P. 1991. Bean Genetics. In. Common Beans: Research for Crop Improvemen CIAT. Cali, Colombia. P 199- 249.
- Singh, S. P. 1985. Conceptos Básicos para Mejoramiento del Frijol por Hibridación. In. CIAT: Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. P 109-125.
- Singh, S. P. 1992. Common Bean Improvement in the Tropics. Volumen 10, CIAT. Cali, Colombia. 202 p.
- Somarriba, R.C. 1997. Texto de Granos Básicos UNA. Managua, Nic. 197p.

- Tapia, H. B. 1982. Un Método Practico Para Determinar Madurez Fisiológica en Frijol común. (*Phaseolus vulgaris* L.). DGTA- MIDINRA. Managua, Nic. 5p.
- Tapia, H Y Camacho, A. 1988. Manejo Integrado de Producción de Frijol Basado En Labranza Cero: GTZ. Managua, Nic. 35- 44p.
- 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.
- Thung, M. 1991. Bean Agronomy in Monoculture. In. Common Beans: Research for Crop Improvement. CIAT. Cali, Colombia. P 737 – 816.
- Universidad Nacional Agraria (UNA). Laboratorio de suelos y aguas 1999. Managua, Nicaragua.
- Voysest, O 1985. Mejoramiento del Frijol por producción y selección. In. CIAT: Frijol investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. P 89 – 107.
- Valdivia, R. 1997. Caracterización y Evaluación Preliminar de 19 Acciones de Frijol Tepani (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. UNA. 88 p.
- White, J. W. 1985. Conceptos Básicos de Fisiología Vegetal de Frijol. In. CIAT: Frijol: Investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. P 42 – 60.
- White, J. Izquierdo. 1991. Physiology of Yield Potential and stress Tolerance. In. Common Beans: Research for Crop Improvement. CIAT. Cali, Colombia. P 287 – 382.
- Zeledón, R. Membreño, F y Gómez, A. 1997. Evaluación de Adaptabilidad y Rendimiento de 14 Líneas de Frijol Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Comunidad la Angélica, Jalapa, Nueva Segovia. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. UNA. 65 p.