



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de 16 genotipos de frijol común de color negro (*Phaseolus vulgaris*, L.) en época de apante, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa

Autor: Br. Olga Maricela Gutiérrez García

Asesor: MSc. Juan José Avelares Santos

Managua, Nicaragua

2007



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de 16 genotipos de frijol común de color negro (*Phaseolus vulgaris*, L.) en época de apante, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa

Autor: Br. Olga Maricela Gutiérrez García

Asesor: MSc. Juan José Avelares Santos

Este trabajo es presentado al tribunal examinador como requisito parcial para adquirir el grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

Managua, Nicaragua

2007

DEDICATORIA

A mi madre, Olga García Obando:

Gracias, por su amor, apoyo y comprensión.

A mi tía, Lic. Loyda García Obando:

Por alentarme a crecer en mi formación profesional y por el apoyo que me dio durante largos años.

A mis hermanas(os), Maria José, Carolina, Araceli, Alejandro y Karla:

Por sus consejos y cariño que me han brindado cada uno de ellos.

Al Ing. Alex Castellón Meyrat:

Por ser muy especial en mi vida.

Olga Maricela Gutiérrez García

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente al *Ing.MSc. Juan José Avelares Santos*, por su amplia colaboración, por la paciencia y esmero que me transmitió durante la elaboración de este documento.

A la cooperativa *ADEC* de San Ramón, Matagalpa, en especial al *Sr. César Dávila Escorcía*, por facilitarme los medios durante la fase de campo.

Al personal del *CENIDA*, por facilitarme el material bibliográfico para la realización del documento.

A los profesores de la Universidad Nacional Agraria por compartir sus conocimientos, especialmente al *Ing.MSc. Digno Marvin Fornos Reyes*.

A mis compañeras de estudio y amigas *Tania Teller de León, Isayana Blandón, Diana Díaz* y a mis amigos *Alex Castellón, Alam Salvador Ramírez, Raúl Gutiérrez, Glenn Arnesto, Eric Escoto, Ernesto Chavarría, René Detrinidad y René Carballo* por regalarme su amistad y momentos inolvidables durante años.

A *Ing. MSc. Martina Meyrat N.* por su colaboración e incondicional amistad que me ha brindado durante estos años.

A la familia Martínez García, *Eleonora, Shakira, Xochilt, Xavier, Emerson y Loyda*, por largos años de convivencia y apoyo proporcionado durante los años de mi carrera.

Olga Maricela Gutiérrez García

INDICE GENERAL

Contenido	Páginas
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice General	iii
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
I. INTRODUCCION	
Antecedentes	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis	3
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Descripción de lugar del experimento	4
2.1.1 Condiciones edafoclimáticas	4
2.1.2 Ubicación del ensayo	5
2.2 Diseño Experimental	5
2.2.1 Área experimental	6
2.2.2 Descripción del material biológico utilizada	6
2.3 Variables evaluadas	8
2.3.1 Fenológicas	8
2.3.1.1 Días a floración	8
2.3.1.2 Hábito de crecimiento	8
2.3.1.3 Días a madurez fisiológicas	8

Contenido	Páginas
2.3.1.4 Días a cosecha	8
2.3.2 Del rendimiento y sus componentes	9
2.3.2.1 Plantas cosechadas	9
2.3.2.2 Vainas por planta	9
2.3.2.3 Grano por vaina	9
2.3.2.4 Peso de 100 granos(g)	9
2.3.2.5 Rendimiento en kg/ha	9
2.3.3 Evaluación de enfermedades	9
2.4 Análisis estadístico	10
2.5 Manejo agronómico	11
III. RESULTADOS Y DISCUSION	
3.1 Variables Fenológicas	12
3.1.1 Días a floración	12
3.1.2 Habito de crecimiento	14
3.1.3 Días a maduras fisiológica	16
3.1.4 Días a cosechas	18
3.2 Del rendimiento y sus componentes	20
3.2.1 Plantas cosechadas	20
3.2.2 Vainas por plantas	21
3.2.3 Granos por vainas	22
3.2.4 Peso de 100 gramos	23
3.2.5 Rendimiento	24
3.3 Correlación del rendimiento y sus componentes	25
3.4 Evaluación de enfermedades	29
3.4.1 Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> . Pers.Unger)	29
3.4.2 Mancha angular (<i>Isariopsis griseola</i> Sacc)	31
3.4.3 Tizón bacteriano (<i>Xanthomona campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>).	33
IV. Conclusiones	35
V Recomendaciones	37
VI Referencias bibliográficas	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Genealogía de 16 genotipos de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de grano negro evaluados en época apante Yasica sur, San Ramón, Matagalpa 2002-2003.	7
2	Escala General para la Reacción del Germoplasma de Frijol a Patogenos Bacterianos y Fungosos.	10
3	Días a floración de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa.	13
4	Hábito de crecimiento de 16 genotipos de frijol común grano color negro, en época de apante bajo condiciones de Yasica Sur, San Ramón-Matagalpa. 2002-2003.	15
5	Días a madurez fisiológicas de 16 variedades de frijol negro, evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa.	17
6	Días a cosechas de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa.	19
7	Plantas cosechadas de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa	26
8	Vainas por plantas de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa	26
9	Granos por vainas de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur.	26

Continuación...

Cuadro No.		Página
10	Peso en gramos de 100 granos de 16 variedades de frijol común color grano negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa	26
11	Rendimiento en kg/ha. de 16 variedades de frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), evaluadas en época de apante del 2002-2003, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa	26
12	Correlación de Person de 16 genotipos de frijol común color grano negro, en época de apante bajo condiciones de Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa. 2002-2003	28
13	Reacción de 16 genotipos de frijol común color grano negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a la infección causada por Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> . Pers Unger) en Yasica Sur, periodo 2002-2003.	30
14	Reacción de 16 genotipos de frijol común color grano negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a la infección causada por <i>mancha foliar angular</i> (<i>Isariopsis griseola</i> . Sacc) en época de apante, Yasica Sur, periodo 2002-2003.	32
17	Reacción de 16 genotipos de frijol común color grano negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a la infección causada por tizón bacteriano (<i>Xanthomona campestris</i> Pv. <i>Phaseoli</i>) en época de apante, Yasica Sur, período 2002-2003.	34

INDICE DE FIGURA

Figura No.		Página
1	Condiciones climáticas: Temperaturas (TM, °C), Humedad relativa (Hr%) y Precipitaciones (Ppmm) Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa. 2002-2003.	4
2	Distribución azarizada de los 16 tratamientos del experimento de frijol común de grano color negro. En la Finca Las Rosas, yasica Sur, San Ramón Matagalpa.	6
3	Mapa de ubicación del sitio de estudio en La Finca las Rosas, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa.2002-2003.	38

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa, en época de apante del 23 de Noviembre del 2002 al 24 de Febrero del 2003, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de 16 genotipos de frijol común de grano color negro (*Phaseolus vulgaris* L.) a las condiciones de la localidad, a fin de encontrar alternativas de materiales genéticos para pequeños y medianos productores de frijol común. Para el estudio se utilizó un diseño experimental unifactorial en bloques completos al azar (B.C.A) con 4 repeticiones y 16 tratamientos. Los resultados de campo se procesaron mediante el programa sistema análisis estadístico (SAS V. 8), la prueba de rango múltiple de Tukey al 0.01 por ciento de error para las variables evaluadas y correlación de Person para las mismas variables. Con base en los datos obtenidos se puede afirmar que, los componentes del rendimiento grano por vainas, vainas plantas y peso de 100 granos presentaron diferencias significativas; sin embargo, la variable del rendimiento de los genotipos no muestra diferencias significativas entre sí. El análisis de correlación múltiple efectuado a las variables fenológicas mostró diferencias significativas en días a flor, madurez fisiológica y días a cosechas. Los principales hábitos de crecimiento que se presentaron entre los materiales fueron indeterminados IIb y IIIb, a diferencia del genotipo B2059 con hábito indeterminado Ib. Los genotipos evaluados con relación a enfermedades fúngicas mostraron resistencia a Roya (*Uromyces appendiculatus*. Pers.Unger.), Mancha angular (*Isariopsis griseolas* Sacc) y Tizón bacteriano o bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*).

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el frijol común (*Phaseolus vulgaris*. L) es el segundo grano en importancia después del maíz (*Zea mays* L.), debido a que constituye la fuente de proteínas más importante y barata en la dieta popular. El consumo per cápita es alto pero varía mucho año con año, dependiendo de la producción, las importaciones, exportaciones, precios y existencias (Somarriba, 1997).

Hidalgo (1991) afirma que “Dentro del grupo de las leguminosas comestible, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los más importantes debido a su amplia distribución y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en el centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria.

A pesar de la importancia del frijol en Centroamérica, su cultivo no ha alcanzado un buen desarrollo tecnológico y los niveles de productividad son relativamente bajos, señalándose entre las razones que la siembra está en manos de pequeños productores, quienes cuentan con pocos recursos y bajos niveles de tecnología, entre ellas el uso de semilla. Por otro lado, el frijol es un cultivo muy susceptible a eventos climáticos; las lluvias aunque sean ligeras o moderadas, en el momento de maduración y cosecha pueden provocar el deterioro del grano; al igual, un periodo de sequía en la época de desarrollo del grano puede ocasionar disminuciones en los niveles de productividad (MAGFOR, 2002).

En Nicaragua la producción de esta leguminosa ha dependido mucho del uso de materiales criollos de color rojo, susceptibles a pestes, que sumado a numerosas áreas que no presentan las condiciones adecuadas para su cultivo viene a ocasionar inconsistencias en los rendimientos entre ciclo (Avelares, 1992).

La producción de frijol negro para exportación ha tomado mayor importancia en los dos últimos años, cuando países como Costa Rica, México y Venezuela, demandan grandes volúmenes de este grano, avistándose como una posibilidad para su producción, aún en zonas donde no es rentable la producción del grano rojo (Olivas, 2002). Para el ciclo agrícola 2003/2004, la Dirección de Estadísticas del MAG-FOR (Ministerio de Agricultura Agropecuario y Forestal) en su informe menciona que se ejecutó la siembra de 17.4 milies de manzanas, de las cuales se perdieron 2.3 miles de manzanas lográndose cosechar 15.1 miles de manzanas. Aproximadamente el 72% de la superficie cosechada de frijol negro se ubicó en la región I (Somoto, Nueva Segovia), siendo de mayor importancia a nivel regional, los mejores rendimientos promedios se obtuvieron en la región V (Chontales) con 12.5 quintales por manzana. A nivel nacional se alcanzó un volumen de producción de 140.6 miles de quintales, correspondiendo aproximadamente el 53% de la producción (MAG-FOR, 2005).

ANTECEDENTES

Con el Tratado de Libre Comercio (TLC) con México, Nicaragua puede exportar toda su producción de frijol negro. En un período inicial, México pudo importar 4,000 toneladas e incrementar 10% por año. Entre Enero y Diciembre del 2001 Nicaragua exportó a Costa Rica 665.04 toneladas y a Honduras 62.25 toneladas, para un total 727.24 toneladas (CEI, 2000). De Enero a Julio del 2002 se exportó a Costa Rica 676.03 toneladas; a El Salvador 22.73 t y a Guatemala 41.40 t para un total de 740.16 toneladas, solamente en seis meses, lo que significa que Nicaragua podría entrar a un mercado seguro en la producción de frijol negro para exportación a países consumidores de este color de grano, como en el sur de México que lo consumen en un 90%. (CEI, 2000)

Una de las características relevantes de la actividad frijolera es su marcada estacionalidad y los altos costos financieros para su almacenamiento y conservación. En Nicaragua se logra cosechar tres veces al año con

volúmenes importantes en cada cosecha, el 46% de la producción nacional se obtiene en la tercera cosecha denominada *apante*, entre febrero y abril (CEI, 2000), razón por la cual es conveniente valorar los materiales durante esta época.

Lo anteriormente expuesto pone en evidencia la importancia de la evaluación de nuevos materiales de frijol negro en el país, a fin de identificar los más promisorios en términos del comportamiento agronómico, por lo que se realizó el presente trabajo con los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento agronómico de 16 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano color negro, en época de apante en Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Evaluar características fenológicas de importancia de 16 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) color negro en época de apante de 2002-2003 en Yasica Sur.
- Determinar el rendimiento y sus componentes en 16 genotipos de frijol común de color negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa, en la época de apante del 2002-2003.
- Determinar la incidencia y severidad de enfermedades comunes bajo la infección natural de los 16 genotipos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de color negro estudiados en Yasica Sur.

HIPÓTESIS:

Ho: 16 genotipos de frijol común de grano color negro presentan igualdad de medias en las variables a evaluar. ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \dots \mu_n = \dots = \mu_{16}$)

Ha: Las medias de los 16 genotipos de frijol común, de grano color negro, presentan diferencias en al menos dos variables. ($\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \dots \mu_n \neq \dots \neq \mu_{16}$)

II. MATERIALES Y METODOS:

2.1 Descripción de lugar del experimento

La topografía del lugar está formada por cerros, montañas y lomerías con pendientes desde 5 hasta el 75%, con elevaciones de 600 hasta 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar). Los suelos de la finca Las Rosas se clasifican como suelos pardos oscuros y rojizos, pocos profundos y con limitaciones de pedregosidad. En la figura 3 se muestra la ubicación de la finca Las Rosas (ver anexo). Alcaldía de Matagalpa-CETADER, 2000

2.1.1 Condiciones climáticas

El comportamiento de las condiciones climáticas durante el período del ensayo en Yasica Sur se estimaron entre 20 °C a 26 °C, la humedad relativa oscilaron de 74% a 84% y las precipitaciones fluctuaron entre 1500 a 1900 milímetros bien distribuida durante todo el año, ver figura 1. Alcaldía de Matagalpa-CETADER, 2000.

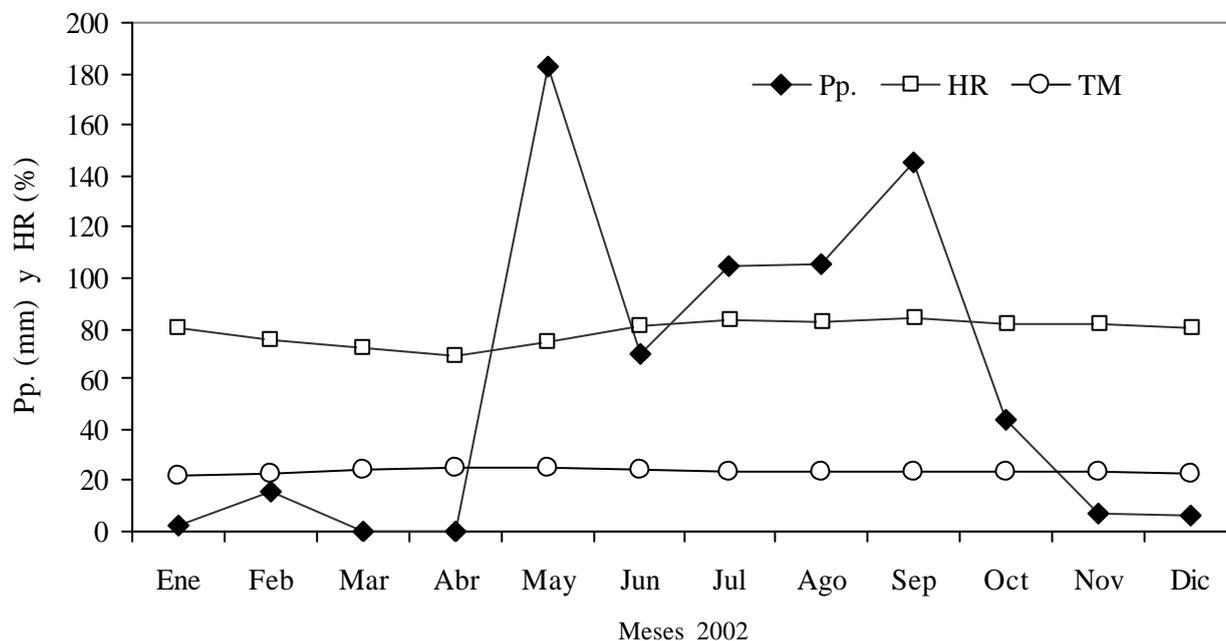


Figura 1. Condiciones climáticas: Temperatura métrica (TM °C), Humedad relativa (HR%) y Precipitaciones (Ppmm), ocurridas en el ensayo, Yasica Sur-San Ramón, Matagalpa.2002-2003. Alcaldía de Matagalpa, CETADER, 2000

2.1.2 Ubicación del ensayo

El experimento se estableció en época de apante entre el 23 de Noviembre 2002 y el 24 de Febrero del 2003, en la finca Las Rosas, en la comunidad de Yasica Sur localizada en el municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa, situada en las coordenadas 12° 57' 34" segundos latitud norte y 85° 47' 50" segundos longitud oeste, a 705 metros sobre el nivel del mar de altitud. (Tomado con GPS-GARMIN y altímetro electrónico).

2.2 Diseño experimental

Para el estudio se utilizó un diseño experimental unifactorial en bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones y 16 tratamientos consistentes en 16 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) con granos de coloración negro. Utilizándose el modelo aditivo lineal del diseño que es un modelo matemático que representa la constitución de una observación como una media general más un elemento aleatorio de variación, donde se representa así:

Modelo aditivo lineal del diseño (MAL)

$Y_{ij} = \mu + \bar{U}_i + b_j + e_{ij}$ donde

Y_{ij} es el dato en el Bloque j-ésimo, del genotipo i-ésimo

μ es la media general

\bar{U}_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.

$i = 1, 2, \dots, 15, 16$ genotipos

$j = 1, \dots, 4$ bloques

(Cubero et al, 1997).

2.2.1 Área experimental

El área experimental constituida por parcelas experimentales consistió en 4 hileras de 5m de longitud espaciados a 0.5m entre sí, el área de la unidad experimental fue de 10m²

- Área de la unidad experimental: 10 m²
- Área de cada repetición: 160 m²
- Área de 4 repeticiones: 640 m²
- Área entre repeticiones y borde de 1 m de ancho: 210 m²
- Área total para el ensayo (34 m x 25 m): 850 m²

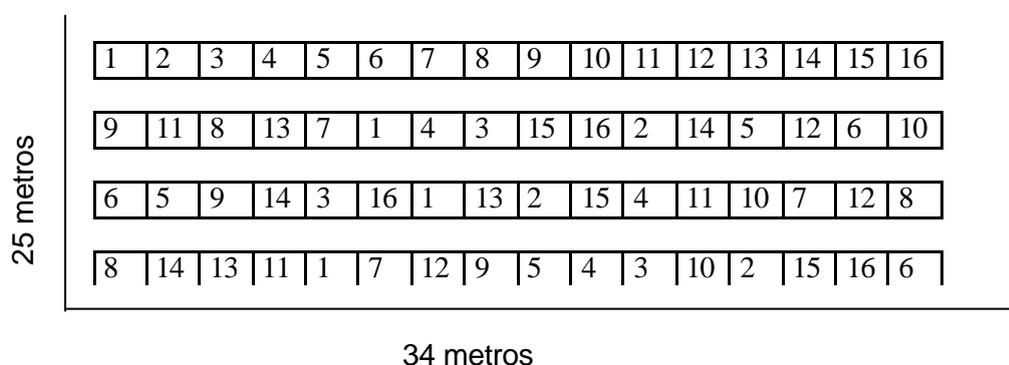


Figura 2. Distribución azarizada de los 16 tratamientos del experimento de frijol común de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca Las Rosas, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa 2002-2003.

2.2.2 Descripción del material biológico

Los tratamientos en estudio fueron 16 genotipos de frijol negro, de las cuales 7 provienen del vivero de adaptación centroamericano negro; 7 del proyecto de resistencia múltiple, 1 variedad comercial de México y 1 variedad de amplia adaptación conocida por los cultivadores de frijol negro como testigo local. En el cuadro. 1 se presenta la identificación de los genotipos estudiados, su procedencia y progenitores usados para su obtención.

Cuadro 1. Genealogía de 16 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro evaluados en época apante Yasica sur, San Ramón, Matagalpa 2002-2003.

Tratamiento	Identificación	Origen	Progenitores
1	MN 13326-48	ERRM 2001	DOR500/MUS181/SAM1/F1(NN)Q-(NN)D-(NN)C
2	MN 13074-4	ERRM 2001	INTA OSTUA/VAX3/TURBO3//A247/DOR500
3	MN13337-26	ERRM 2001	VAX4/A801/F1//DOR500/-(NN)Q-4P-(NN)D-(NN)C
4	INTA Cárdenas	ERVIVAC 2001	DOR 364/G18521//DOR 365/LM30630
5	MN13071-56	ERVIVAC 2001	DOR500///A216/G727//VAX3/G5207
6	BRUNCA	Testigo local	PORRILLO SINT/COMP CHIMALTECO
7	B 2020	EAP/ZVIDAC 2001	MD3075/ICTA OSTUA
8	MN 13324-14	ERRM 2001	A774/DOR 390/SAM1/F1(NN)Q-6P-(NN)D-(NN)C
9	B 2028	VIDAC/Z2000/1	NDBG20510-6/MD3075
10	B 2056	VIDAC/Z2000/1	DOR 390/MUS 181
11	B 2067	ERVIDACN2001	MUS 181/MD3075
12	B 2053	ERRM 2001	ICTA OSTUA/DOR 390
13	B 2059	ERVIDACN2001	JU-90-7/MUS 181
14	MN 13336-20	ERRM 2001	VAX2/COM.CHIMALTECO-2/DOR500/(NN)Q-4P-(NN)D-(NN)C
15	MN 13332-38	ERRM 2001	A774/VAX1/E1//DOR 500/(NN)1-4P-(NN)D-(NN)C
16	NEGRO INIFAP	TLVARMEX	DOR 149/1397

ERRM: Ensayo de resistencia múltiple.

ERVIVAC: Ensayo de rendimiento del vivero de adaptación centroamericano.

EAP/ZVIDAC: Escuela agrícola Panamericana/Zamorano, vivero de adaptación centroamericano.

ERVIDAC: Ensayo de rendimiento. Vivero de adaptación centroamericano.

TL VARMEX: Testigo local genotipo mexicana.

2.3 Variables evaluadas

2.3.1 Fenológicas

2.3.1.1 Días a floración

Se calculó como días después de la siembra que coinciden con el inicio de la etapa de desarrollo R6, cuando el 50% de las plantas tienen una o más flores abiertas (Somarriba, 1997).

2.3.1.2 Hábito de crecimiento

La evaluación se realizó al final de la floración; para su observación se utilizó el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol (CIAT, 1987). Las categorías presentadas son de hábito de crecimiento:

Tipo Ib (hábito determinado tallo y ramas débiles).

Tipo IIb (hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectas; con guías y habilidad para trepar).

Tipo IIIb (hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreras; guías largas con capacidad para trepar).

Tipo IVb (hábito de crecimiento voluble, con tallo y ramas débiles, largas y torcidas; vainas concentradas en la parte superior de la planta).

2.3.1.3 Días a madurez fisiológica

Se evaluó como el número de días después de la siembra que coinciden con el inicio de la etapa R9, cuando el 50 % de las plantas inician su decoloración y secado de las vainas. Al menos el 50% de las plantas coinciden con esta etapa.

2.3.1.4 Días a cosechas

Se evaluó cuando las vainas perdieron su pigmentación quedando completamente seca y los granos desarrollaron su color típico. Días a cosechas es el número de días desde el momento de la siembra hasta la cosecha. Esta etapa se efectuó a través de conteo, en el momento que los granos presentaron el 14% de humedad.

2.3.2 Variables del rendimiento y sus componentes

2.3.2.1. Plantas cosechadas

Es el número de plantas en la parcela útil al momento de la cosecha.

2.3.2.2 Vainas por plantas

Se obtuvo a través de conteo de las vainas por planta en 10 plantas elegidas al azar de la parcela útil al momento de la cosecha, donde se utilizó el promedio.

2.3.2.3 Granos por vainas

Se contó el número de granos por vainas en 10 vainas tomadas al azar dentro de la parcela útil al momento de la cosecha, y se utilizó el promedio.

2.3.2.4 Peso de 100 granos (g)

Se determinó en laboratorio, con balanza a una precisión de 0.1 de gramo utilizando, el promedio de 4 repeticiones de 100 granos para cada una de las unidades experimentales, ajustándose al 14 % de humedad.

2.3.2.5 Rendimiento en kg/ha

La producción obtenida en cada parcela útil fue reflejada en kg/ha y se ajustó al 14% de humedad mediante la fórmula propuesta por el CIAT 1997. ($R = P1 \times (100 - \% H) / 86$)

R = Rendimiento al 14 % de Humedad

P1 = Peso inicial de la muestra con la humedad de la cosecha

% H = % humedad de cosecha determinada en el instrumento Dole 400.

86 = Resultado de restarle 14% de ajuste al 100 %

2.3.3 Evaluación de enfermedades

Se evaluó la incidencia y la severidad presentada en las enfermedades de Mancha Angular (*Isariopsis griseola* Sacc), Roya (*Uromyces appendiculatus* Pers.Unger) y Bacteriosis común (*Xanthomona campestris* pv. *phaseoli*), para su observación se

auxilió del Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol (CIAT 1987). En el cuadro 2 se expone la escala general para su evaluación.

Cuadro 2. Escala General para la Reacción del Germoplasma de Frijol a Patógenos Bacterianos y Fungos

Clasificación	Categoría	Descripción	Comentarios
1	Resistente	Síntomas no visibles o muy leves.	Germoplasma útil como progenitor o variedad comercial.
2			
3			
4	Intermedio	Síntomas visibles y conspicuos que sólo ocasionan un daño económico limitado.	Germoplasma utilizable como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades.
5			
6			
7	Susceptible	Síntoma severo a muy severo que causan pérdidas considerables en rendimiento o la muerte de la planta.	En la mayoría de los casos, germoplasma no útil, ni aún como variedad comercial.
8			
9			

2.4 Análisis estadístico

Se usó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, versión 6.08 de 1989) para el análisis de las variables fenológicas, las variables del rendimiento y sus componentes, a excepción del variable hábito de crecimiento y la evaluación de enfermedades en las cuales no se hizo análisis estadístico. La correlación múltiple de Pearson se realizó a las variables fenológicas, el rendimiento y sus componentes para determinar su relación.

2.5 Manejo agronómico

2.5.1 Preparación de suelo

Se realizó labranza mínima; solamente se limpió el terreno y se establecieron las parcelas realizándose el surcado con azadón.

2.5.2 Siembra

Se realizó en época de apante el 23 de noviembre del año 2002 a Febrero del año 2003, de forma manual, colocando los granos a una distancia de 0.10 m entre golpe y una distancia entre surco de 0.5 m para una densidad poblacional teórica inicial de 200,000 plantas por hectárea

2.5.3 Fertilización

Se efectuó al momento de la siembra, en el fondo del surco a chorrillo, a razón de 130kg/ha de la fórmula completo NPK 18-46-0, según las recomendaciones del INTA (1995).

2.5.4 Manejo de malezas o arvense

Se realizó a los 24 días después de la siembra de forma química; para maleza de hoja ancha se aplicó el herbicida Difenilo FOMESAFEN (25 SL) a razón de 1.015 lts/ha. de producto comercial.

2.5.5 Manejo de enfermedades

A partir de los 45 días después de la siembra, se observaron las enfermedades presentes en el ensayo pero no se realizó ningún tipo de control, con el fin de observar su comportamiento natural.

2.5.6 Cosechas

Se efectuó de forma manual de acuerdo a la madurez de cada genotipo, iniciando a los 79 días después de la siembra, cuando los granos presentaron alrededor de un 18% de humedad.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables fenológicas

Las variables fenológicas comprenden el estudio de los organismos y de sus actividades en relación con las estaciones del año en este caso, el ciclo biológico del frijol varía según el genotipo y las condiciones ambientales, es decir, que está influenciado por factores climáticos, edáficos y bióticos, que afectan los cambios morfológicos y fisiológicos de las variables días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosechas, que experimenta la planta durante el desarrollo (White, 1995).

3.1.1 Días a floración

Masaya (1987), menciona que la floración, momento de apertura de la flor, es un componente en el tiempo, y se considera como una característica importante en el cultivo del frijol común. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1987), define a ésta como el período transcurrido desde la siembra de la semilla, hasta que más del 50% de la planta tenga al menos una flor abierta.

El análisis de varianza efectuado a los datos obtenidos muestra que entre los genotipos evaluados existen diferencias significativas en cuanto a los días a floración ($Pr < F = 0.0001$) cuadro 3. La prueba de rango múltiple de Tuckey al 1% de error separa el conjunto de dieciséis genotipos en diez categorías estadísticas diferentes. En Yasica Sur, la floración osciló entre los 35 y 45 días; el genotipo B2059 y Brunca demostraron precocidad, siendo las primeras en florecer a los 35 días, los genotipos MN13324-14, MN13337-26 florecieron a los 37 y 39 días y los materiales restantes a los 41-45 días.

La diferencia en las categorías en cuanto a días a floración fundamentan la hipótesis alternativa porque de acuerdo al estudio se comportan estadísticamente diferentes entre sí.

Cuadro. 3 Promedio de Días a Floración en 16 genotipos de Frijol Color Negro bajo las condiciones de Yasica Sur, Matagalpa, época de apante 2002-2003

Tratamiento	Genotipo	D/Floración	Categoría
6	BRUNCA	35.25	a
13	B2059	35.50	a b
8	MN13324-14	37.50	a b
3	MN13337-26	39.75	a b c
5	MN13071-56	40.00	a b c d
10	B2056	40.75	a b c d
15	MN13332-38	40.75	a b c d
9	B2028	41.25	a b c d
12	B2053	41.75	a b c d e
4	INTA Cárdenas	41.75	b c d e
1	MN 13326-48	42.25	b c d e
11	B2067	42.75	c d e
7	B2020	44.00	d e
14	MN 13336-20	44.75	e f
16	NEGRO INIFAP	44.75	e f
2	MN13074-4	45.00	f

Probabilidad Genotipo: 0.0001

$R^2 = 0.780$

Bloque: 0.0054

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 1% de error.

En cuanto al número de días para iniciar el periodo de floración, de los dieciséis genotipos evaluados, catorce florecieron más tarde que el testigo local BRUNCA y B2059 presentó 35 días, acercándose al testigo local. El comportamiento días a floración y la duración de ésta es un componente esencial de los días a madurez fisiológica, donde el control genético de temprano a tardío depende de la temperatura prevaleciente en el día y la noche de los genotipos utilizados (Singh 1985), datos similares coinciden con estudios realizados en el departamento de Carazo, en el proyecto de mejoramiento de semilla (PROMESA, 2002) donde el material vegetativo de grano color negro INTA Cárdenas e INTA Nueva Guinea, florecen entre los 35-40 días, por lo que se obtuvo resultados similares en cuanto a los genotipos evaluados, demostrando precocidad (cuadro 3).

Por otra parte, el estudio realizado por Barquero y Hernández (2002), en la estación experimental La Compañía, departamento de Carazo, en donde se evaluaron los mismos 16 genotipos, obtuvieron también como resultado, que el Testigo Local Brunca y B2059 fueron los genotipos más precoces en florecer, por lo que se puede decir que, los genotipos en este estudio de acuerdo a su genealogía siguieron el mismo patrón y las mismas características acorde a su origen de procedencia. Sin embargo, la precocidad puede ser una ventaja para los productores de la zona norte del país, ya que según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2000), en su estudio de la cadena de comercialización del frijol menciona que, las mayores zonas de producción están en Matagalpa, Jinotega, RAAN y RAAS, por lo que podrían introducirse en estos departamentos.

3.1.2 Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es una característica relacionada directamente con el tallo y ramas, donde es el resultado de las interacciones de algunas características que determinan finalmente la arquitectura de la planta del frijol; esta puede ser hábito de crecimiento determinado o indeterminado lo cual está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y ramas (Fernández *et al.*, 1985).

Cuadro 4. Hábito de crecimiento de 16 genotipos de frijol común grano color negro, en época de apante bajo condiciones de Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa 2002-2003

Hábito Ib	Hábito IIb	Hábito IIIb
B2059	MN 13326-48	B2020
	MN 13074-4	B2028
	MN 13337-26	
	INTA Cárdenas	
	MN 13071-56	
	BRUNCA	
	MN 13324-14	
	B2056	
	B2067	
	B2053	
	MN 13336-20	
	MN 13332-38	
	NEGRO INIFAP	

Los genotipos evaluados en este ensayo presentaron hábito de crecimiento determinado I b, e indeterminado II b y III b; de los dieciséis genotipos en estudio, 13 variantes pertenecen al tipo II b hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectas, con guías y habilidades para trepar (ver pág. 8) mientras que dos presentaron hábito de crecimiento indeterminado III b y el restante (uno) presentó crecimiento determinado de tipo I b (cuadro 4).

En Yasica Sur, el hábito de crecimiento que mas predominó fue indeterminado II b, esto se debe a que el desarrollo de la planta presenta características indeterminadas, no obstante esto puede estar influenciado por las altas temperaturas en combinación con la altitud y estas pueden modificar el tipo de hábito de la planta de Frijol, según Tapia y Camacho (1988) por otra parte el ensayo realizado en la compañía por

Hernández y Barquero utilizando los mismos genotipos (cuadro 1) mencionan que el hábito de crecimiento más predominante en Carazo fue el hábito de crecimiento indeterminado arbustivo con tallo y ramas erectas, con guías y habilidad para trepar siendo el mismo tipo de hábito presentado en los mismos genotipos dominante en esta zona, por lo tanto Signh (1985) expone que el hábito de crecimiento indeterminada tipo II predomina en las zonas bajas de América Central y que no debería de esperarse cambios sustanciales en el hábito de crecimiento cuando estas variedades se siembren en otros ambientes.

3.1.3 Madurez fisiológica

La madurez fisiológica corresponde al comenzar el llenado de las primeras vainas, continuando con la decoloración y secado de la planta donde ha acumulado su mayor contenido de materia seca (Fernández et al; 1985); por otra parte, se puede decir que es el período de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de la planta presenta un cambio en el color en las vainas de las plantas y en el cultivo, (CIAT, 1987).

El análisis de varianza efectuado a los datos obtenidos muestra que entre los genotipos evaluados existen diferencias significativas en cuanto días a madurez fisiológicas ($P < F = 0.0001$) cuadro 5; la diferencia en el número de días a madurez fisiológica depende del genotipo y del medio ambiente, donde se puede decir que los genotipos que florecieron más temprano no precisamente maduran más temprano, sino que se comportaron de igual forma con los días a floración. En la separación de medias por Tukey al 99% de confianza se obtuvo cuatro categorías, donde el genotipo B2059 ocupa el primer lugar con 68.50 días, presentándose como el más precoz, mientras que el genotipo más tardío en madurez fue el NEGRO INIFAP ocupando la última categoría con 78.25 días; la diferencia fue de 10 días entre los genotipos más precoces y el más tardío (Cuadro 5.) Estos resultados coinciden con estudios realizados por el proyecto de mejoramiento de semilla (INTA, 2002), donde la variedad INTA Cárdenas maduró a los 76 días bajo condiciones del departamento de Carazo al igual que el genotipo INTA Cárdenas en nuestro ensayo, (Cuadro 5) bajo

condiciones del departamento de Matagalpa; ello permite decir que los distintos genotipos de Frijol maduran de acuerdo a las características de cada genotipo y a las condiciones ambientales que se presente en una localidad.

Cuadro 5. Promedio de madurez fisiológica en 16 genotipos de frijol común color negro bajo condiciones de Yasica Sur, Matagalpa, época de apante 2002-2003

Tratamiento	Genotipo	D/M. Fisiológica	Categoría
13	B 2059	68.50	a
6	BRUNCA	74.25	a b
10	B2056	75.25	a b
11	B 2067	75.50	a b
12	B 2053	75.50	a b
9	B 2028	75.50	a b
8	MN 13324-14	76.00	a b
15	MN 13332-38	76.25	a b
7	B 2020	76.25	a b
3	MN 13337-26	76.25	a b
2	MN 13074-4	76.50	a b
5	MN 13071-56	76.50	a b
1	MN 13326-48	76.50	a b
14	MN 13336-20	76.75	a b
4	INTA Cárdenas	77.00	b
16	NEGRO INIFAP	78.25	c

Probabilidad genotipo: 0.0001

$R^2 = 0.780$

Bloque: 0.0054

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 1% de error.

3.1.4 Días a cosechas

La cosecha se realiza al final de la madurez, cuando las plantas han perdido casi todas sus hojas, las vainas han perdido su pigmentación y los granos se han secado hasta cerca del 15% de humedad, se caracteriza porque en ella, la planta inicia la decoloración y secado de las vainas (Fernandez et al; 1985).

Como se puede observar en el cuadro 6; el análisis de varianza efectuado a los datos días a cosecha presentó diferencias significativas ($Pr < F = 0.0016$); en la separación de medias por Tukey al 99% de confianza se obtuvo 3 categorías.

El genotipo B2059 se encuentra en la primera categoría siendo el más precoz por presentar 79.75 días y los más tardíos fueron los genotipos MN13336-20 y Negro INIFAP que se encuentran en la última categoría con 84.75 días. Con una diferencia de cinco días a la cosecha entre los más precoces y más tardíos (cuadro 5).

Por otra parte se puede mencionar que el genotipo B2059 se comportó de manera similar para las variables fenológicas y de igual forma sucedió con éste genotipo en el estudio realizado por Chavarria y Escoto (2002) donde se evaluaron los mismos genotipos en época de postrera en la localidad de Chinandega. Por tanto, el comportamiento de este genotipo al madurar en tiempo y forma será semejante de acuerdo al espacio y medio ambiente donde se sitúe. Lo anterior concuerda con lo descrito por Somarriba (1997) que los diferentes genotipos de frijol maduran conforme a su ciclo vegetativo, y estos períodos son inconstantes en función de la época de siembra y la región en que se siembre.

Cuadro 6. Promedio de Días a Cosechas en 16 genotipos de frijol común color negro bajo condiciones de Yasica Sur, Matagalpa, época de apante 2002-2003

Tratamientos	Genotipo	D/Cosecha	Categoría
13	B 2059	79.75	a
11	B 2067	82.00	a b
12	B 2053	82.75	a b
6	BRUNCA	83.25	a b
10	B 2056	83.25	a b
7	B 2020	83.25	a b
5	MN 13071-56	83.25	a b
3	MN 13337-26	83.25	a b
8	MN 13324-14	84.00	a b
4	INTA Cárdenas	84.00	a b
2	MN 13074-4	84.00	a b
9	B 2028	84.00	a b
15	MN 13332-38	84.00	a b
1	MN 13326-48	84.50	a b
16	NEGRO INIFAP	84.75	a b
14	MN 13336-20	84.75	a b

Probabilidad Genotipo: 0.0016

$R^2 = 0.540$

Bloque: 0.1261

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 1% de error.

3.2 DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

Son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón, en la evaluación tuvo que considerarse el ambiente específico en el cual se realizó el ensayo, de tal manera que los valores reflejaran las posibilidades reales del genotipo, según las condiciones presentes (Voyses 1985). Por otra parte es esencial mencionar que el rendimiento es un componente determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación según Blandón Arbizú (1992).

El rendimiento varía según su ciclo, número de vaina por plantas, grano por vaina y peso del grano, se encuentran determinados por muchos genes e influenciados por el medio ambiente (Tapia, 1987). Con respecto a estos componentes, se obtuvieron los siguientes resultados:

3.2.1 Plantas cosechadas

La cantidad de plantas cosechadas está asociada con el rendimiento, pero no puede esperarse que estos sean directamente proporcionales, ya que existen otros componentes que determinan el rendimiento, tales como: vainas por plantas, granos por vainas, tamaño y peso del grano; estos componentes no pueden considerarse independientes unos de otros. (White, 1985).

El análisis de varianza efectuado a los datos de plantas cosechadas muestran que no existen diferencias significativas entre las medias ($P > F = 0.3006$) cuadro 12, aunque se presentó con menor valor de variación el genotipo B2059 con 32 plantas/4m² equivalente a 80,000 plantas/ha y con mayor valor el genotipo B2056 con 68 plantas/4m² equivalente a 170,000 plantas/ha tabla 7.

Como se puede observar en el cuadro 12, hubo una variación de plantas cosechadas de 32 plantas/cos a 68 plantas/cos; con una diferencia de 36 plantas. Esta variación se debe a que el número de plantas cosechadas está directamente relacionada con la emergencia, el manejo agronómico y las condiciones ambientales existentes en la zona, estos factores en conjunto hacen que el número de plantas cosechadas carácter cuantitativo varíe con relación a la cantidad de semilla que se sembró (CIAT, 1978).

Para las variables fenológicas evaluadas en el capítulo tres se observó que el genotipo B2059 en la mayoría de las variables manifestó precocidad, esto influye en la duración de las etapas por causar diferencias importantes en el proceso de desarrollo de las plantas, aún perteneciendo a un mismo hábito de crecimiento.

La no diferencia en las categorías en cuanto a plantas cosechadas no fundamentan la hipótesis alternativa porque de acuerdo al estudio los 16 genotipos de frijol común de grano color negro presentan igualdad de medias en las variables evaluadas cuadro 12. Por otra parte está claro que el efecto de bloque (0.0001) fue significativo en el número de plantas a ser cosechadas debido a las condiciones del terreno en donde se estableció el ensayo.

3.2.2 Vainas por plantas

El número de vainas por plantas es un componente cuantitativo del rendimiento y difiere entre las variedades por ser poligénico. Es un carácter de tipo discontinuo ya que sus valores pueden expresarse en números enteros (White, 1985). Mezquita et al, (1973) dice que el número de vainas por plantas siempre está relacionado con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1990).

En Yasica Sur el análisis estadístico realizado a esta variable indica que no hay diferencias significativas $P < F 0.9543$ entre genotipos. Las variaciones encontradas

entre genotipo oscilaron de 6.75 a 8.75 vainas/plantas, los menores promedios los obtuvo MN13326-48, NEGRO INIFAP y el mayor número de vainas por planta lo obtuvo MN 13337-26, B2056, B2053 y B2059 (Cuadro 8).

En la localidad donde se realizó el ensayo, no hubo diferencias estadísticas significativas para el número de vaina por planta; ya que según Blandón & Arvizú (1991) afirman que ésta es una variable determinada por el genotipo, la ecología y el manejo agronómico; a su vez, Llano & Herrera (1986) afirman que el número de vainas por plantas difiere entre cada variedad presentando un comportamiento propio; estos resultados coinciden con el estudio ya que se manifestó que el genotipo MN13326-48 obtuvo 6.75 vainas/plantas y MN13337-26 obtuvo 8.75 vainas/plantas, las variaciones en el número de vainas por plantas en lo general se debe a la gran diversidad genética y a un efecto del medio ambiente.

El número de vainas/plantas en este caso puede estar influenciado por el número de plantas por espacio que permitió un mayor desarrollo de vainas. Esto nos verifica que el genotipo B2059 obtuvo menor número de plantas cosechadas, pero dio mayor número de vainas por plantas con 8.50 ver cuadro 12, de estos resultados pueden deberse al fenómeno de compensación; no es posible aumentar el rendimiento seleccionado a un solo componente ya que al aumentar un componente los demás son afectados, (White, 1985).

3.2.3 Granos por vainas

Tapia (1987) afirma que el número de granos por vainas es característica propia de cada variedad y que es uno de los factores determinantes en el rendimiento, por lo tanto es deseable tener mas vainas por plantas, con el fin de incrementar los rendimientos (White, 1985).

Los genotipos mostraron diferencias significativas en cuanto a número de granos por vainas ($P < F = 0.0624$) existiendo una variación entre 5.50 y 6.50 granos para los

genotipo B2028 e INTA Cárdenas (cuadro 12). La separación de medias con Tukey al 99% de error para granos/vainas, los genotipos presentaron una misma categoría estadística lo que indica que entre los genotipos con base en esta variable no difieren estadísticamente.

Los genotipos en estudio presentaron resultados similares a los encontrados por PROMESA (2002), quienes en su catálogo de semilla presentan variedades de frijol negro, INTA Cárdenas e INTA Nueva guinea, con un número de granos por vainas que oscilan de entre 6 y 8 granos, también se puede señalar que en el ensayo de Blandón y Rodríguez en la estación de San Ramón-Matagalpa (2002) en época de postrera los genotipos presentaron número de granos por vainas entre 5 y 6 obteniendo los mismos resultados (cuadro 12) esto verifica que los resultados obtenidos en este ensayo ponen en evidencia las características genéticas específicas de cada genotipo, partiendo que los genotipos descienden de progenitores, que en su mayor parte están relacionadas entre sí. A pesar que el genotipo INTA Cárdenas no fue el que originó mayor número de vainas por plantas, proporcionó mayor número de granos por vainas por lo que se puede señalar que un mayor número de vainas en las plantas puede provocar reducción en el número de granos por vainas y viceversa (Marini et al 1993).

3.2.4 Peso de 100 granos

El peso del grano es una característica controlada por un gran número de factores genéticos, además de ser influenciado por factores ambientales (Verneti, 1983).

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su importancia radica en la relación peso y volumen según Zapata y Orozco (1991).

El análisis de varianza realizado a esta variable indica que hay diferencia significativa ($P < F = 0.0001$) entre los genotipos. La prueba de rangos múltiples de Tuckey

separa al conjunto de dieciséis genotipos en cinco categorías estadísticas diferentes. (Cuadro 12). La diferencia en las categorías en cuanto a peso de 100 granos fundamentan la hipótesis alternativa porque de acuerdo al estudio se comportan estadísticamente diferentes entre sí.

Al analizar esta variable se encontró diferencias estadísticas significativas entre los genotipos, siendo los menores promedios el genotipo B2059 con 17.10 gramos/100 granos, INTA Cárdena con 18.04 gramos/100 granos y los mayores promedio el genotipo Brunca con 21.15 gramos/100 granos y MN 13324-14 con 22.42 gramos/100 granos, presentando el mayor peso; Esto se debe a que, el peso del grano es un componente que varía entre genotipos, y puede estar influenciado por factores genéticos (Cuadro 12); tal es el comportamiento de los genotipos evaluados en la compañía, Carazo en época de primera por Hernández y Barquero 2002, donde se obtuvo datos similares entre 15 gramos/100 granos y 20 gramos/100 granos.

3.2.5 Rendimiento kg/ha:

El rendimiento es un componente determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación; en el caso del frijol, es un cultivo notoriamente susceptible a muchos factores adversos que pueden disminuir considerablemente su productividad. (Blandón y Arvizú, 1991).

Sin embargo, el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA, 1994) establece en su informe anual de grano rojo y grano negro, que el rendimiento no es necesariamente un factor importante para destacar materiales, debido a que en los ensayos las parcelas son pequeñas. Por lo tanto, los materiales que se seleccionen no pueden ser inferiores al testigo local, ya que el objetivo final de los trabajos de mejoramiento genético es encontrar materiales que sean más eficientes que aquellos en uso actual y por tanto, el patrón de comparación será la variedad mas difundida en la región donde se lleva a cabo el experimento.

Para este estudio los genotipos no mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza en cuanto a su rendimiento en kg/ha ($P < F = 0.2108$) cuadro 12, a pesar de no encontrar diferencias se puede notar que existen genotipos que sobresalen como el INTA Cárdenas, que presentó mayor promedio de rendimiento 1,391 kg/ha, y el menor promedio fue el genotipo B2059 con 757kg/ha. (Cuadro 12)

Haciendo una comparación de los resultados de grano por vainas y rendimiento, se puede observar en el cuadro 12 donde el genotipo INTA Cárdenas tiene mayor promedio de grano por vaina con 6.50 y el primer mejor en rendimiento con 1391.2 kg/ha, cabe mencionar también que para las variables plantas cosechadas y vainas por plantas se mantuvo en el sexto lugar lo cual se puede argumentar que el rendimiento no solo depende de un componente sino que existe una relación entre variables. Las variables número de vainas por plantas y granos por vainas manifestaron diferencias estadísticas, sin embargo no tuvieron la suficiente influencia como para provocar diferencias estadísticas significativas en el rendimiento, esto se debe, según Avelares (1992) a que, cuando un componente se ve afectado en forma negativa, el otro actúa en forma contraria, compensándolo por lo que se vuelve difícil predecir que la reducción en un componente, afectará en esa misma vía el rendimiento final.

3.3 Correlación del rendimiento y sus componentes

La importancia del análisis de correlación lineal indica una tendencia en la relación existente entre dos variables; la correlación r puede tomar valores de -1 a 1, un valor $r = 1$ denota una correlación positiva perfecta, por el contrario, un valor de $r = -1$ denota una correlación negativa perfecta (Alemán, 2003).

La correlación múltiple de Pearson realizada a los componentes del rendimiento y variables fenológicas, permitió analizar como influyeron sobre el rendimiento de acuerdo a cada genotipo. White (1985) menciona que un aumento del rendimiento no

Cuadro 12. Variables del Rendimiento de 16 genotipos de frijol común *Phaseolus vulgaris* L, bajo condiciones de Yasica Sur, San Ramón Matagalpa, época de apante 2002-2003

Tratamientos	Genotipos	Plantas/ Cos	Vainas/ Plantas	Granos/ Vainas	P/100 Granos	Rendimiento /kg/ha
1	MN-13326-48	44.00	6.75	6.50	19.61	1078.50
2	MN-13074-4	50.75	7.50	6.25	20.89	1242.50
3	MN13337-26	52.00	8.75	6.50	19.52	1218.30
4	INTA CAEDENAS	58.00	8.50	6.50	18.04	1391.20
5	MN-13071-56	60.00	8.25	6.50	20.72	1118.30
6	BRUNCA	41.00	7.50	5.75	21.15	1083.70
7	B2020	46.50	8.50	6.25	20.25	1134.80
8	MN-13324-14	55.25	7.25	5.75	22.42	1084.70
9	B 2028	50.25	8.25	5.50	19.31	1221.30
10	B 2056	68.75	8.75	6.00	18.40	1190.70
11	B 2067	36.00	7.50	6.00	19.65	998.50
12	B 2053	56.50	8.75	6.25	18.56	1072.90
13	B 2059	32.00	8.50	6.00	17.10	757.80
14	MN- 13336-20	60.00	7.50	6.00	19.25	829.10
15	MN-13332-38	66.50	7.50	6.50	20.15	1116.10
16	NEGRO INIFAP	61,50	7.00	6.25	18.60	1057.10
Probabilidad=		0.3006	0.9543	0.0624	0.0001	0.3006
R²=		0.790	0.790	0.403	0.688	0.790
Bloque=		0.0001	0.0001	0.3794	0.0986	0.0001

se consigue mejorando únicamente uno de sus componentes, ya que todos ellos están correlacionados entre sí; por lo que al aumentar uno de ellos no se aumentará en la misma medida el rendimiento. Por lo tanto la salida del análisis estadísticos produjo una matriz, donde se plasma que el coeficiente de correlación entre días a madurez fisiológica y días a flor es de 0.5668 (coeficiente de correlación) por consiguiente existe una correlación positiva entre estas variables, si bien es cierto que la floración, días a floración y la duración de ésta es un componente esencial de los días a madurez fisiológica.

Por otra parte se puede decir que la variable días a cosechas correlacionada con días a madurez fisiológica presentó una correlación de 0.6336 (coeficiente de correlación) siendo significativa (ver cuadro 13) la variable días a madurez fisiológica incide en precocidad, esto demuestra que a mayor o menor días a madurez fisiológica en los genotipos así serán los días a cosechas.

La variable vaina por planta presenta correlación baja con la variable día a madurez fisiológica (coeficiente de correlación = 0.1081) pero media correlación con plantas cosechadas (coeficiente de correlación = 0.5601) y un $r = 0.0000$ donde se demuestra que es significativo y están relacionadas ver cuadro 13, demostrando que hay interdependencia entre estas variables.

La variable peso de 100 granos esta correlacionada con la variable días a madurez fisiológica presentando un coeficiente de correlación = 0.2990 y un $r = 0.0082$ siendo significativo lo que indica que hay influencia entre variables, al igual que la variable días a cosechas muestra ser significativa con un $r = 0.0493$ determinando dependencia entre variables.

Para el rendimiento en Kg/ha la correlación realizada a las variables días a madurez fisiológica $r = 0.0082$, días a cosechas $r = 0.0859$, plantas cosechadas $r = 0.0139$, vainas plantas $r = 0.0040$ y peso de 100 granos $r = 0.0221$ fueron significativas lo que aclara que existe una relación entre ellas (cuadro 13) se puede considerar que la variable kg/ha con la variables días a madurez fisiológica, días a cosechas, vainas plantas y peso de 100 granos fueron significativas obteniendo una correlación de forma positiva, esto se debe a que las variables estudiadas no pueden considerarse independientes unos de otros,

ya que todas están asociadas directamente a la variable del rendimiento (ver cuadro 13).

Cuadro 13. Correlación de Pearson en 16 genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) color grano negro, en época de apante, Yasica Sur, San Ramón, Matagalpa 2002-2003

	DiaFlor	DiaMFis	Discos	PlaCos	VaiPlan	GraVai	P100Gra
D.Mad.Fis.							
Coeficiente de correlación	0.5668						
Significancia	0.0000*						
Discos							
Coeficiente de correlación	0.3651	0.6336					
Significancia	0.0015*	0.0000*					
Vaipla							
Coeficiente de correlación	-0.0053	0.1081	-0.1280	0.5601			
Significancia	0.4835	0.1976	0.1567	0.0000*			
Gravai							
Coeficiente de correlación	0.0354	0.1056	0.0141	-0.0074	0.0981		
Significancia	0.3906	0.2031	0.4561	0.4769	0.2203		
P100gra							
Coeficiente de correlación	-0.1019	0.2990	0.2083	-0.0559	-0.0290	-0.0598	
Significancia	0.2115	0.0082*	0.0493*	0.3304	0.4101	0.3193	
KgHa							
Coeficiente de correlación	0.0086	0.2988	0.1729	0.2751	0.3287	0.0801	0.2524
Significancia	0.4730	0.0082*	0.0859*	0.0139*	0.0040*	0.2646	0.0221*

Coeficiente de correlación: mientras más cercano a 1, la correlación es más alta

*Significancia: menor o igual que 0.1 es significativa.

DiaFlor (Días a flor)

Garvai (Granos por vainas)

P100gra (Peso de 100 granos)

Discos (Días a cosecha)

Kg/Ha (Kilogramos por Hectáreas)

Vaipla (Vainas por plantas)

D.Mad.Fis (Días a madurez fisiológicas)

3.4 Evaluación de enfermedades

3.4.1 Roya (*Uromyces appendiculatus*. Pers.Unger)

Esta enfermedad es común a nivel mundial y se considera como uno de los problemas más importante que afecta la producción de frijol en muchas regiones de América Latina. Las pérdidas en rendimientos son mayores, cuando las plantas son infectadas durante los periodos de prefloración o floración, aproximadamente 30-45 días después de la siembra, los estimativos sobre pérdidas producidas por la enfermedad en el campo son de un 40-50 % en reducción de peso seco de la planta y disminuciones en el rendimiento de 18-28%. (Vargas, 1972)

Los síntomas de esta enfermedad causada por el hongo *Uromyces appendiculatus*. Pers.Unger, puede infectar hojas, vainas y en ocasiones tallos y ramas. Los primeros síntomas aparecen en el envés en forma de mancha diminuta, blanquecina y levemente levantada. (Canessa, 1977)

En el estudio, los resultados obtenidos en relación a la incidencia de la enfermedad a los materiales muestran que no hubo genotipos afectados, presentando dos tipos de categoría, en el primer grupo se encuentran 15 genotipos de categoría resistente e NEGRO INIFAP de categoría intermedia (ver cuadro 14), sin embargo no fue favorecida por la temperatura presentada en el departamento de Matagalpa, estas fueron moderadas y estables a una temperatura de 20 °C ver figura 1 condiciones climáticas.

Muchos investigadores han observado que las variedades de frijol reaccionan de diversas maneras a la infección ocasionada por *Uromyces appendiculatus* y que el patógeno tiene mucha variabilidad patogénica, por lo tanto cabe mencionar que existen muchas variedades que tienen resistencia a una o mas razas del patógeno. No obstante, hasta la fecha, no se conoce una sola variedad o fuente de germoplasma (ver cuadro 2) que sea inmune o tenga resistencia a todas las razas o poblaciones de roya.

El genotipo NEGRO INIFAP manifestó ser de categoría intermedia lo que indica que puede ejercer daños si se presentan las condiciones óptimas para el desarrollo total de esta enfermedad. Cabe enfatizar que esta enfermedad se controla mediante genotipos o variedades resistentes, por tal razón en el ensayo no hubo defoliación drástica. (ver cuadro 14)

Cuadro 14. Reacción de 16 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*. L) grano color negro, a la infección causada por Roya (*Uromyces appendiculatus*. Pers Unger) en Yasica Sur, Matagalpa, periodo 2002-2003

Genotipos	Clasificación	Categoría	Comentarios
MN13326-48	3		
MN13074-4	3	Resistente	Materiales resistentes, útil como progenitor o variedad comercial.
MN13337-26	3		
INTA Cárdenas	3		
MN13071-56	3		
BRUNCA	3		
B2020	3		
MN13324-14	3		
B2028	3		
B2056	3		
B2067	3		
B2053	3		
B2059	3		
MN13336-20	3		
MN13332-38	3		
NEGRO INIFAP	4	Intermedio	Material intermedio, utilizable como variedad comercial o fuente de resistencia a esta enfermedad.

3.4.2 Mancha foliar angular (*Isariopsis griseola* Sacc.)

Esta enfermedad se encuentra en regiones tropicales y subtropicales, las pérdidas en el rendimiento ocasionadas por esta enfermedad pueden ser bastante elevadas y han alcanzado hasta un 50 % en los Estados Unidos de Norte América. (CIAT, 1979).

Los síntomas de infección, son más comunes en las hojas y generalmente aparecen dentro de los seis días siguientes a la inoculación. Las lesiones pueden aparecer en las hojas primarias, pero generalmente no afectan las nuevas hojas pasada la floración o cuando se empieza a formar las vainas. Inicialmente las lesiones son de color gris o café y pueden estar cubiertas por un halo clorótico. Nueve días después de la infección, las lesiones se vuelven necróticas y toman la forma angular típica posteriormente puede aumentar de tamaño y las hojas se tornan amarillas, seguido de una defoliación prematura, en el ensayo estas características no se presentaron en los genotipos, sino que mostraron ser materiales resistentes, útil como variedad comercial (cuadro 15).

Cabe mencionar que, variedades de grano color negro han identificado fuente de resistencia a la mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.). Brock, 1951 encontró que Navy Bean Negro Costa Rica, Mexico 12 y Monteigao Preto son resistentes a esta enfermedad; Los estudios sobre la herencia de la resistencia han demostrado que esta es conferida por genes recesivos y dominantes, según la variedad progenitora. (Santos – Filho, et al. fuente: Howard F. Shuwartz, 1980)

En el estudio los genotipos presentaron tres tipos de clasificación de 1 a 3, catalogándose como categorías resistentes útiles como progenitor, sin embargo estudios realizados por Blandón & Rodríguez (2004) mencionan que el genotipo B2053 y Brunca mostraron ser de categoría susceptibles (clasificación 9) lo que origina síntomas y pérdidas considerables en el rendimiento, la precipitación y temperaturas de 20 °C a 26 °C favorecieron el desarrollo de esta enfermedad.

Cuadro 15. Reacción de 16 genotipos de *frijol común* (*Phaseolus vulgaris*. L) *color negro*, a la infección causada por *mancha foliar angular* (*Isariopsis griseola*. Sacc) en época de apante, Yasica Sur, periodo 2002-2003

Genotipos	Clasificación	Categoría	Comentarios
MN13326-48	2		
MN13074-4	2		
MN13337-26	2	Resistente	Materiales resistentes, útil como
INTA Cárdenas	2		progenitor o variedad comercial.
MN13071-56	2		
B2020	2		
B2028	2		
B2056	2		
B2053	2		
MN13336-20	2		
B2067	1		
B2059	1	Resistente	Materiales resistentes, útil como
BRUNCA	1		progenitor o variedad comercial.
MN13332-38	1		
NEGRO INIFAP	1		
MN13324-14	3	Resistente	Materiales resistentes, útil como progenitor o variedad comercial.

3.4.3 Tizón Bacteriano (*Xanthomona campestris* pv. *phaseoli*)

Los síntomas foliares iniciales son manchas húmedas en el envés de las hojas, luego estas manchas aumentan irregularmente de tamaño, las lesiones con frecuencia coalescen (se unen). La región infectada se ve flácida y con frecuencia rodeada por un área estrecha de color amarillo, la cual posteriormente se torna necrótica y de color café (Campos, 2001).

En el estudio se presentaron lesiones en las vainas, se ven como manchas húmedas que crecieron gradualmente y se tornaron oscuras, rojas y levemente deprimidas. Sin embargo, no se llegó a la etapa de infección de la vaina cuando se está formando la semilla, normalmente ocurre pudrición y arrugamiento en la misma. La bacteria causal del añublo común se puede encontrar dentro de la semilla o la testa. La infección de la semilla es difícil de detectar cuando ésta es oscura, pero en semillas claras o blancas se ven manchas de color amarillo.

Los genotipos evaluados presentaron clasificación de 2 y 3 (tabla 15); para la categoría dos se encuentran los genotipo MN13326-48 y Negro INIFAP, para la categoría tres se encuentran los genotipos MN13324-14 y B2059 ambas con categoría resistente, según la escala general para la evaluación de germoplasma de frijol, significa que para los genotipos resistentes se dan síntomas no visibles o muy leves y son utilizables como progenitor o variedad comercial. Cuadro 16

El genotipo MN 13324-14 presentó para las tres enfermedades (Roya, Mancha foliar angular, Tizón bacteriano) siendo categoría resistente demostrando que su comportamiento fue muy similar en comparación con los demás genotipos estudiados (cuadro 16).

Cuadro 16. Reacción de 16 genotipos de frijol común grano color negro, a la infección causada por Tizón bacteriano (*Xanthomona campestris* pv. *Phaseoli*.) en época de apante, Yasica Sur, periodo 2002-2003

Genotipos	Clasificación	Categoría	Comentarios
MN13326-48	2		
NEGRO INIFAP	2	Resistente	Materiales resistentes, útil como progenitor o variedad comercial.
MN13336-20	2		
INTA Cárdenas	2		
B2067	2		
B2053	2		
B2020	2		
B2056	2		
B2028	3		
MN13324-14	3		
B2059	3	Resistente	Materiales resistentes, útil como progenitor o variedad comercial.
BRUNCA	3		
MN13332-38	3		
MN13071-56	3		
MN13074-4	3		
MN13337-26	3		

IV. CONCLUSIONES

Después de la realización del ensayo se puede afirmar que las variables fenológicas días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosechas presentaron diferencia significativa fundamentando la hipótesis alternativa.

Los rendimientos entre los genotipos estudiados en Yasica Sur, en época de apante 2002-2003, no fueron significativamente diferentes entre sí aunque presentaron diferencias significativas en algunos componentes del rendimiento como son número de granos/vainas, número de vainas/plantas y peso de 100 granos.

En cuanto a los rendimientos obtenidos en el ensayo, oscilaron entre 757.8 kg/ha a 1,391.2 kg/ha respectivamente, para los genotipos B2059 e INTA Cárdenas, acercándose éste último al promedio nacional de variedades de Frijol negro (1,488 kg/ha); por tanto puede decirse que INTA Cárdenas es un material promisorio, con rendimientos relativamente altos, hábito de crecimiento II b (arbustivo indeterminado, tallo y ramas erectas) relativamente tardío en su madurez fisiológica pero medio en el promedio de días cosechas (84 días); basa su rendimiento más en el número de granos por vainas (6.5 granos) que en el peso de sus granos (18.04 granos/100gramos).

Los genotipos B2059 y BRUNCA fueron los más rápidos en florecer con 35 días y 68 días, la más precoz en alcanzar su madurez fisiológica para el genotipo B2059.

De los 16 materiales evaluados, 13 genotipos presentaron crecimiento IIb (arbustivo indeterminado, con tallos y ramas erectas) que contribuyen a la resistencia a enfermedades al reducir los efectos del salpique de las gotas de lluvias y el tipo IIIb (arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreras); favorecen a las enfermedades, encontradas en el suelo por ser rastreras.

La mayoría de los genotipos evaluados presentaron resistencia a las enfermedades como mancha foliar angular, tizón bacteriano y roya, a excepción del genotipo NEGRO INIFAP que se presentó como material intermedio ante *Uromyces appendiculatus*; sin embargo, no causó efectos mayores en el rendimiento del genotipo, la cual se puede decir que fue considerada de poca importancia.

V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en dicho ensayo, se recomienda lo siguiente:

Seguir utilizando como genotipo potencial para comercialización en la zona de San Ramón, Matagalpa al genotipo INTA Cárdenas, por presentar el mejor rendimiento (1391.2 kg/ha) resistente a las enfermedades Roya, Mancha Foliar y Tizón bacteriano catalogándose como material resistente, útil como progenitor o variedad comercial.

Sugerir como genotipo potencial para aquellos productores interesados en cosechar en menos tiempo, al genotipo B2059 por ser el más precoz de los genotipos estudiados cosechándose a los 68 días después de la siembra, donde puede utilizarse sobre todo en zonas donde los periodos de lluvias son cortos.

Efectuar evaluaciones agronómicas en arreglo de densidades ya que la reducción en la densidad de poblaciones de plantas también puede disminuir la incidencia de enfermedades. Las fechas de siembra se deben determinar específicamente para las distintas zonas de producción de frijol y así evitar o reducir la incidencia de enfermedades durante los periodos críticos de prefloración o floración para el genotipo B2059 con el fin de estimar la productividad máxima de este genotipo.

Debido a la existencia de un mercado deficitario de frijol negro en Venezuela y Costa Rica, recientemente se ha venido promoviendo este frijol, con el propósito de exportarlo a dichos países, por lo tanto, es recomendable aprovechar las ventajas no solo para producir sino también para exportar, las posibilidades que tiene Nicaragua dentro del TLC con México y Venezuela.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán, F. 2003. Análisis estadístico e interpretación de datos provenientes de experimentos agrícolas. Curso corto. Dirección de Investigación Extensión y Postgrado. UNA, Managua, Nicaragua. 12-49 Pág.
- Avelares, J. 1992. Evaluación comparativa de 8 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua. Revista Informativa anual del Programa de Recursos Genéticos. UNA. Managua, Nicaragua. 1-8 Pág.
- Brock, R, 1951. Resistencia para la mancha angular en medio de variedades del frijol. Australia. 15-25-30 Pág.
- Barquero, E. y Hernández, L. 2003. Evaluación de 16 genotipos de frijol común color negro en el departamento de Carazo. Tesis Ing. Agrónomo 41 Pág.
- Blandón, I. y Rodríguez M. 2004. Evaluación de 16 genotipos de frijol común color negro en el departamento de Matagalpa. Tesis Ing. Agrónomo 50 Pág.
- Blandón, Arbizú. 1992. Problemática de los cultivos básicos. Universidad de Chapingo, México. 50 pág.
- Campos, Ávila J. 2001. Enfermedades del frijol y plagas. Editorial Trillas-México. 17-30 pág.
- Canessa, M. 1977. Resistencia de cultivares de frijol común a roya (*Uromyces appendiculatus*)
- (CENIA), 1994. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Informe final de granos básicos. INTA, León.

- (CEI), 2000. Centro Experimental de Inversiones y el mercado mundial del frijol y sus vinculaciones con el mercado centroamericano. Ministerio de Agricultura y Forestal. 83 Pág.
- (CIAT), 1987. Centro Internacional de Agricultura Tropical; Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales. Calí, Colombia. 56 Pág.
- CIAT, 1979. Centro Internacional de Agricultura Tropical Programa de producción de frijol, informe anual. Centro internacional de agricultura, Cali, Colombia. Pág. 60.
- Chavaría, M. y Escoto, E. 2003 Evaluación de 16 variedades de frijol común en el departamento de Chinandega. 40 pág.
- Cubero, J. Flores F. y Millán, T. 1997. Complementos de mejora vegetal. Universidad de Córdoba. España 180 Pág.
- Fernández, F. Gets, P. López, M. 1985. Etapa de desarrollo en la planta de frijol. Investigación y Producción. Calí, Colombia. CIAT. 61-78 Pág.
- Howard, F. & Shuwartz, E 1980. Angular leaf spot in bean production problems. Cali, Colombia. 57-69. Pág.
- Hidalgo, R. 1991. Frijol e investigación y producción. Primera edición Cali, Colombia.
- (IICA) 2000. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Revista anual. Managua, Nicaragua. 54-100 Pág.

- (INTA) 2002 Programas cooperativos regionales de frijol para Centroamérica, México y el Caribe. Informe Técnico anual 2001-2002. Managua, Nicaragua. 100-157 Pág.
- Olivas, A. 2002 Crece demanda por frijol negro. En la Prensa, Managua, Nicaragua. Sección Campo & Agro. 10B Pág.
- Singh, O. 1985. Conceptos básicos para el mejoramiento del frijol por hibridación. Investigación y producción en frijol Cali, Colombia. 109-126 Pág.
- Somarriba, C. 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 100-157 Pág.
- (MAGFOR) 2005. Ministerio de Agropecuario y Forestal. Informe Anual de la Demanda de Granos Básicos a nivel nacional. Managua, Nicaragua. 1-25 Pág.
- Maríni et al 1993, Genética Agraria. UNA. Managua, Nicaragua. 356 Pág.
- MAGFOR. 2002. Centro de Documentación. Informe anual de comercialización. Ministerio Agropecuario y Forestal. Managua, Nicaragua.
- Masaya, P. N. 1987. Genetic and environmental control of flowering in *Phaseolus vulgaris*. Art Van Schoonhoven. Colombia. 15-20 Pág.
- Mezquita, L. Vargas, M. Campos, N. 1973, Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol. Tesis MSc. Chapingo, México. Colegio postgraduado.
- (PROMESA) 2002. Proyecto de mejoramiento genético en su catálogo de granos, INTA, USAID, MAGFOR. Managua, Nicaragua. 15-40 pág.

- Tapia H. y Camacho, E. 1988. Manejo Integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. Managua, Nicaragua. 10-20 Pág.
- Tapia, H. 1987. Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- Tapia, H. 1991. Influencia de la labranza y fertilización sobre los cultivos de maíz y frijol. Tesis de ingeniero agrónomo.
- Vargas, M. 1972. Determinación de la raza fisiológica de la roya del frijol en el salvador. Reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de los cultivos alimenticios, Managua, Nicaragua.
- Verneti, E. 1983. Caracterización y evaluación preliminar de 19 accesiones de frijol. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 88 pág.
- Voyset, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. Editorial XYZ. Cali, Colombia. 89-126 pág.
- White J, 1995. Conceptos básicos de fisiología del frijol: Investigación y producción. Editorial XYZ Cali, Colombia. Pág. 40-65.



MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

