



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(UNA)
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Diploma

TEMA

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 15 GENOTIPOS
PROMISORIOS DE FRIJOL COMUN DE TESTA NEGRA
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA
COMPAÑÍA, CARAZO**

AUTORES

**Br. Daneth Yohara Smith Morales
Br. José Ariel Zelaya Carrero**

ASESORES

**Ing. MSc. Juan José Avelares
Ing. MSc. Aurelio Llano**

**Managua, Nicaragua
Junio, 2005**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(UNA)
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Diploma

TEMA

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 15 GENOTIPOS
PROMISORIOS DE FRIJOL COMUN DE TESTA NEGRA
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA
COMPAÑÍA, CARAZO**

AUTORES

**Br. Daneth Yohara Smith Morales
Br. José Ariel Zelaya Carrero**

ASESORES

**Ing. MSc. Juan José Avelares
Ing. MSc. Aurelio Llano**

**Presentado al honorable tribunal examinador, como requisito final para optar al
grado de Ingeniero Agrónomo Generalista.**

**Managua, Nicaragua
Junio, 2005**

DEDICATORIA

Primeramente a **Dios**, por darme la vida y guiar mis pasos por el camino del aprendizaje.

A mi madre **Bárbara Del Socorro Morales**, por ser la madre más abnegada y por ser mi principal motivo de inspiración, de quien estoy infinitamente agradecida por todo el amor, consejos y confianza que me brindó siempre, por mantenerse a mi lado en todo momento, por sacarme adelante y permitirme llegar a culminar este trabajo; madrecita te amo, gracias por quererme tanto.

A mi hijo **Ariel Alessandro Zelaya Smith**, por ser el regalo más bello y preciado que me haya dado la vida.

A mi novio **José Ariel Zelaya Carrero**, por ser siempre fiel y estar a mi lado en todo momento, por compartir conmigo la difícil tarea de culminar este trabajo; Te amo y doy gracias a Dios por haberte conocido, por ser el padre de mi hijo y despertar cada día sabiendo que estas junto a mi.

A mi tía **Bertha Sequeira** y a mi prima **Blanca Olga Sequeira**, de quienes estaré eternamente agradecida por cuidar a mi hijo y darle todo el amor y cariño mientras estuve ausente.

A mi **hermano**, a quien quiero mucho.

A mis **suegros**, por haberme abierto las puertas de su hogar y darme su confianza.

A mis **cuñadas**, por ser antes que nada mis amigas.

Finalmente a toda mi familia, amigas, amigos y personas que siempre me brindaron su apoyo.

Daneth Yohara Smith Morales

DEDICATORIA

A **Dios**, nuestro creador, que me dio la sabiduría y paciencia para lograr la culminación de este paso tan importante en mi vida.

A mis padres **José Ariel Zelaya Blandón y Martha Lorena Carrero Trejos**, quienes con su apoyo incondicional, moral y económico, he logrado finalizar mi carrera con este trabajo, sabiendo así aprovechar el mejor obsequio que los padres pueden dar a un hijo educarse orgullosamente con el esmero de ellos.

A mis hermanos Karen, Carolina, María Lorena y Denis Zelaya Carrero, por el aporte que han dado a mi vida.

A mi novia y compañera **Daneth Johara Smith Morales**, que adoro, ya que ha llenado mi vida de amor y que con nuestro esmero logramos finalizar este trabajo.

Al fruto de nuestro amor, el mejor regalo que Dios nos ha dado después de la vida, nuestro pequeño hijo, **Ariel Alessandro Zelaya Smith**, el mayor motivo, para culminar este trabajo.

A la señora, **Bárbara Morales**, mi suegra, que ha valorado nuestro esmero apoyándonos con el cuidado y crianza de mi hijo en todo este tiempo.

A mis **mejores cinco amigos** de la universidad, por los buenos momentos vividos en ella.

José Ariel Zelaya Carrero

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, nuestro padre que nos iluminó y nos llenó de sabiduría y salud en todo momento, dándonos la fuerza necesaria para concluir nuestra investigación.

A nuestros padres que siempre nos instaron a nuestra preparación y mantuvieron encendida la llama de superación en nuestro interior.

A nuestros asesores, los ingenieros, **Juan José Avelares Santos y Aurelio Llano**, por formar parte esencial de este trabajo.

A todos los profesores que a lo largo de nuestras vidas han forjado con esmero y paciencia nuestros conocimientos.

A la mano amiga del personal de servicio estudiantil y deportes de la universidad, especialmente a los Licenciados **Idalia Casco y Sergio Ramírez**, por apoyarnos siempre que los necesitamos.

Al personal del **CENIDA** por brindarnos el material necesario en la elaboración de nuestro trabajo.

A todos nuestros amigos, amigas y personas que han estado presentes y han formado parte de nuestras vidas.

Daneth Yohara Smith Morales
José Ariel Zelaya Carrero

INDICE GENERAL

Secciones	Pág.
Índice General.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
Resumen.....	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	5
2.1. Ubicación y fecha de establecimiento del experimento.....	5
2.2. Diseño experimental.....	6
2.3. Manejo agronómico.....	7
2.4. Variables evaluadas.....	8
2.4.1. Componentes fenológicos.....	8
2.4.2. Carácter de crecimiento.....	9
2.4.3. Componentes de rendimiento.....	9
2.4.4. Evaluación de enfermedades.....	10
2.4.5. Valor agronómico.....	10
2.4.6. Valor comercial.....	11
2.5. Análisis estadístico.....	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
3.1. Componentes fenológicos.....	12
3.1.1. Días a floración.....	12
3.1.2. Acame.....	13
3.1.3. Días a madurez fisiológica.....	14
3.1.4. Días a Cosecha.....	15
3.2. Componentes de crecimiento.....	17
3.2.1. Hábito de crecimiento.....	17
3.3. Componentes de rendimiento.....	19
3.3.1. Número de plantas cosechadas.....	19
3.3.2. Número de vainas por planta.....	20
3.3.3. Número de granos por vainas.....	21
3.3.4. Peso de 100 granos.....	22
3.3.5. Rendimiento.....	23
3.4. Evaluación de enfermedades.....	25
3.4.1. Mustia hilachosa.....	25
3.5. Valor agronómico.....	26
3.6. Valor comercial.....	27
IV. CONCLUSIONES.....	30
V. RECOMENDACIONES.....	31
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	32

INDICE DE CUADROS

Cuadros

	Pág.
1. Genealogía de 15 genotipos de frijol común negro, utilizados en el trabajo de investigación y su distribución en el campo en la estación experimental La Compañía Carazo 2004.....	7
2. Días a floración, Acame, Días a madurez fisiológica y Días a cosecha de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía Carazo, 2004.....	16
3. Habito de crecimiento de 15 genotipos de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía Carazo, 2004.....	18
4. Plantas cosechadas por parcela útil ,vainas por plantas , granos por vainas, peso de 100 granos y Rendimiento de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía Carazo, 2004.....	24
5. Incidencia de Mustia hilachosa, Valor agronómico y Valor comercial de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, en época de primera en La Compañía Carazo, 2004.....	29

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negro, se perfila como un importante elemento en la dieta nacional y como un producto atractivo y rentable para la exportación, debido a eso existe una demanda creciente de nuevas variedades de altos rendimientos que se adapten a los diferentes sistemas de producción y condiciones agroclimáticas de las zonas frijoleras del país. Con el objetivo de identificar esas variedades se evaluaron 15 genotipos promisorios de frijol común negro con el propósito de seleccionar los que presenten las mejores características agronómicas y de rendimiento. La investigación se llevó a cabo en época de primera (Junio-Agosto) del 2004 en la estación experimental la Compañía, San Marcos, departamento de Carazo, en un suelo franco limoso, utilizando como testigo el INTA Cárdenas que es una variedad mexicana conocida en su país como DOR-500. El ensayo se estableció en un diseño experimental unifactorial de bloques completos al azar con 3 repeticiones. El análisis de la información se basó en análisis estadístico y separación de medias por Tukey utilizando el Statistical Analysis System (versión 8.0 2002). Se evaluaron 13 variables: 3 correspondientes a los componentes fenológicos, una al acame, una al carácter de crecimiento, 5 corresponden a los componentes del rendimiento; se evaluó la mustia hilachosa, y 2 variables corresponden al valor agronómico y comercial del grano. En las variables de días a floración, madurez fisiológica y cosecha no se encontraron diferencias significativas; se encontró un tipo de hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (II), 8 genotipos de guía corta (IIa) y 7 guía larga (IIb); el acame no interfirió mucho en la producción, ya que se mantuvo entre un 5 y 35% de plantas volcadas; en las variables; número de plantas cosechadas por parcela útil, vainas por planta, granos por vainas, peso de 100 granos y rendimiento, se encontraron diferencias significativas, mostrando los máximos rendimientos los genotipos MN13332-41, PRF9924-50N, MN13071-41 y B20-59 con 2773, 2726.3, 2717.7 y 2572 kg. ha⁻¹ respectivamente, superando al testigo INTA Cárdenas. La mustia hilachosa se mantuvo en la categoría resistente en 14 genotipos e intermedia en el testigo, el mayor valor agronómico y comercial lo obtuvieron los genotipos MN13332-41, MN13071-41 y B20-59, que presentaron las mejores características arquitectónicas, mayor precocidad y sanidad.

I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano más ampliamente cultivada (Thursthon, 1989) debido a que representa la fuente de proteína más barata y accesible para el consumo humano directo a nivel mundial, tiene su origen en América Central y del Sur, donde según Thurston (1989) era un cultivo importante durante la época de la llegada de los exploradores europeos.

El frijol común tiene un alto contenido de proteína del 20 al 25% del peso seco (Thurston, 1989), contiene también cerca del 2% de grasa y aproximadamente 50% de carbohidratos, por lo cual es un alimento nutritivo de excelencia (Litzenberger, 1976).

La producción de frijol común se concentra principalmente en países tropicales de bajos ingresos, los que corresponden a más de tres cuartas partes de la producción mundial las que son de 8.5 millones de toneladas métricas (Pastor-Corrales y Schwartz, 1994).

Sin embargo, el consumo per cápita de frijol común varía en dependencia de la región. En Centroamérica el consumo per cápita es de sólo 9.8 kg por año, este consumo podría ser mayor si se mejorara la producción en la región a fin de aumentar la disponibilidad del grano durante todo el año (Rosas, 1998).

Por otro lado, en Nicaragua los rendimientos medios en el 2001 fueron de 769.87 kg/ha (BCN, 2002). Según el INTA (2004) el rendimiento promedio del 2003 fue de 455 kg/ha, habiendo un déficit productivo en relación a años anteriores. Para el segundo semestre del 2004 se presentó un desabastecimiento comercial de frijol, derivado de la reducción de la cosecha, provocado por las condiciones climáticas que se dieron en el mes de agosto, en el que no hubo buen invierno, a esto se le suma el incremento de las exportaciones hacia El Salvador y Costa Rica de 31818.1 toneladas (según López, 2004 en el diario La Prensa, edición N° 23632, Pág. 12A).

Esto no significa que el país no cuenta con el potencial necesario para el aumento de la productividad ya que el INTA (2004) afirma que se pueden alcanzar rendimientos hasta de 1364 kg/ha.

No obstante, en la mayoría de los países los rendimientos de frijol común son bajos y estancados, siendo los principales factores de esta situación; la falta de variedades (las que son deficientes en cuanto a producción y adaptación en nuestro país), la alta presión de enfermedades e insectos, la deficiencia hídrica, la baja densidad de las plantas y la renuencia de los agricultores a invertir debido al riesgo o a la falta de acceso al dinero para inversión (Schoonhoven, 1991).

Para superar las limitaciones de la producción de frijol común, la investigación es indispensable (Pastor-Corrales y Schwartz, 1994), pero como indica Enríquez (1977) la variabilidad de un cultivo es muy amplia por lo tanto se deberá reconocer las características necesarias para su mejora. En el frijol común no es tan sencillo puesto que hay muchos factores limitantes que deben ser tomados en cuenta, entre ellos se encuentra: la preferencia que tiene la gente en cada lugar, lo que hace que cada región, país o localidad tengan que resolver prácticamente su propio problema local, imposibilitando en muchas ocasiones el poder usar material mejorado de buenas características debido a que no se adaptan a los hábitos de consumo específicos (Enríquez, 1977), no obstante, para nuestros agricultores esto representa una ventaja ya que de esto depende que el frijol negro, de poco consumo nacional, se perfila como los mas apetecidos en el mercado internacional (Avelares, 2003).

López y Marín (2004) mencionan que en Nicaragua el frijol común rojo es el de mayor consumo; si en embargo, a partir de 1993 los productores de frijol común han mostrado interés de producir grano de testa color negro, pues existen perspectivas para la exportación de este cultivo (Molina, 1995).

Llano y Molina (2004) sugieren que el frijol común negro es una alternativa para diversificar la producción agrícola, mejorar los ingresos de los agricultores y generar divisas. De igual manera el CEI (1994) añade que el frijol común se perfila como un elemento importante en la dieta nacional y un producto atractivo y

rentable para la exportación, teniendo excelentes mercados a nivel de América Latina, siendo Costa Rica, El Salvador y Guatemala países importadores y consumidores de este tipo de grano (INTA 1997).

Actualmente se han abierto nuevos mercados para este rubro en México y Venezuela, por lo que los agricultores están demandando nuevas variedades de frijol común de grano color negro que vengan a satisfacer esta demanda (Avelares *et al.*, 2004).

Desde la década pasada se han venido realizando estudios en diferentes localidades de nuestro país, con el fin de encontrar una solución a la problemática en que se ha visto inmersa la producción de frijol común de testa negra en Nicaragua; esto por medio de la evaluación de genotipos que cumplan con las exigencias que demandan los productores hoy en día; es decir, variedades de altos rendimientos, adaptabilidad en las distintas zonas del país y ser resistentes a las principales plagas y enfermedades que atacan el cultivo; además de las exigencias de los consumidores internacionales como son: color, tamaño y forma del grano.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Generar información que aporte al mejoramiento genético del frijol común de testa negra en Nicaragua.

Objetivos específicos

- Identificar de un grupo de 15 genotipos al menos 1 que supere en rendimiento al testigo.
- Evaluar los componentes fenológicos días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha para identificar al menos 1 genotipo que manifieste precocidad en el ambiente de estudio, es decir, que complete el ciclo entre los 65 y 75 días después de la siembra.
- Determinar el valor comercial del grano de los 15 genotipos, evaluando color, tamaño, uniformidad y estado sanitario del grano.
- Estudiar el comportamiento de la enfermedad mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank) Donk que se presente en el cultivo de frijol común de testa negra en el ambiente de estudio.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación y fecha de establecimiento del experimento

El experimento se estableció el 10 de junio y se cosechó el 11 de agosto del 2004, en la estación experimental del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), “La Compañía”, ubicada en el municipio de San Marcos del departamento de Carazo. La estación se caracteriza por estar situada a una altura de 480 msnm, con coordenadas 11°54'30" latitud norte y 86°10'50" longitud oeste, precipitación media anual de 1200 a 1500mm, temperatura media anual de 24° C, humedad relativa del 85%. (INETER, 2003), en la figura se presenta el comportamiento de estas variables durante el ciclo del cultivo (Figura 1).

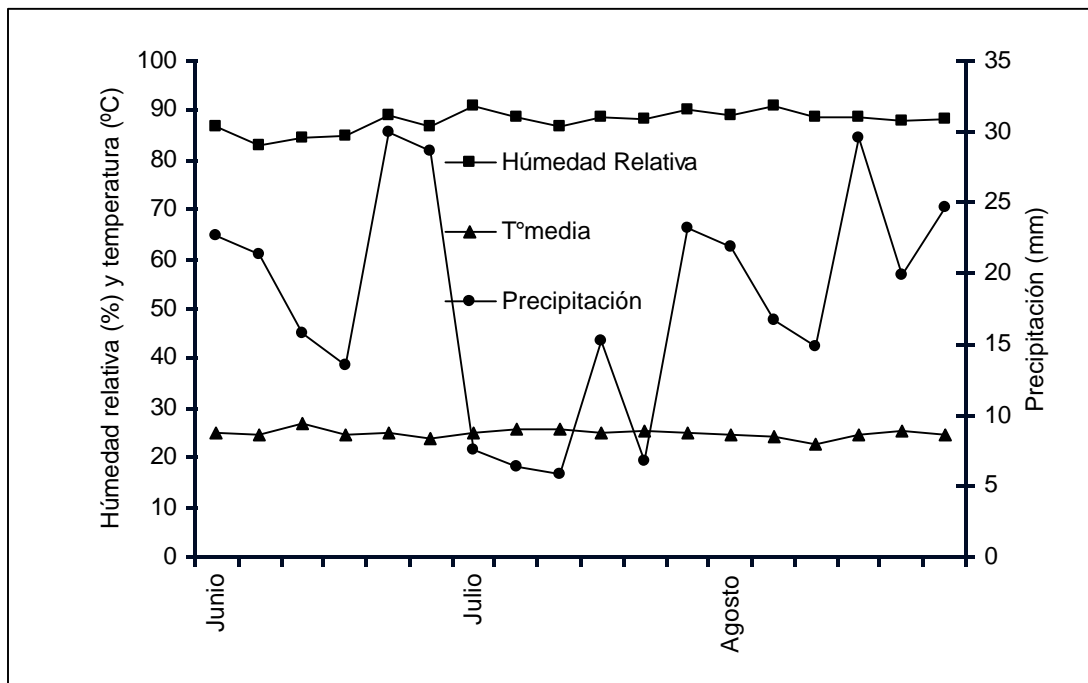


Figura 1. Distribución (pentadas) de la precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura media (° C) durante el ciclo Junio-Agosto del 2004 en la estación experimental “La Compañía”, Carazo

Según López y Marín, (2004) los suelos pertenecen a la serie Masatepe clase II, son clasificado como Durandep típico, que poseen textura franco-limosa, desarrollados a partir de cenizas volcánicas.

El suelo del centro experimental, según el laboratorio de la UNA citado por López y Marín, (2004) presentan las siguientes características químicas:

Potencial de hidrógeno (pH) en agua: 6.9 (neutro).

Materia orgánica: 11.6% (alto).

Nitrógeno total: 0.57% (alto).

Fósforo (Método Olsen): 11.0 ppm (medio).

Potasio: 5.6 meq/100g (alto).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): 46.3 meq/100g (medio).

Saturación de bases 99% (alto).

2.2 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar (BCA) unifactorial, con tres repeticiones y 15 tratamientos correspondientes a los 15 genotipos promisorios de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Los tratamientos fueron distribuidos en el campo de acuerdo a un sorteo de azarización.

La parcela experimental consistió en 5 metros de longitud por 2.4 metros de ancho, con 4 hileras a una separación de 0.6 metros entre hilera; para un área de 12m². El área de la parcela útil estaba conformada por las dos hileras centrales, a las que se les eliminó 0.30 metros de cada extremo de la hilera para un área útil de 5.28m². Los bloques tenían una dimensión de 36 metros de largo por 5 metros de ancho para un área de 180m² en cada bloque y un total de 540m² en los tres bloques. El área dentro del experimento consistía de 36m de largo por 17m de ancho (15m de ancho en los tres bloques más 2 metros de calle) para un total de 612m² más el área alrededor del experimento de 110m² suman un total de 722m² que corresponden a todo el experimento.

La evaluación se realizó a partir de 15 genotipos de frijol común de testa negra proveniente del Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento (ECAR) negro cuya genealogía se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Genealogía de 15 genotipos de frijol común negro utilizados en el trabajo de investigación y su distribución en el campo en la estación experimental, La Compañía, Carazo

Identificación	Pedigrí
MN13332-41	A774/VAX1/F1XDOR 500/-(NN)Q-4P-(NN)D-(NN)C
PRF9924-50N	MD23-24/TIO CANELA/MUS132 HT 1683-6
BCN20-03-48	DOR 500/MUS 181/SAM1/F1 (NN)Q-(NN)D-(NN)C
MH9-12	MUSN-8/ EAP 9503-32 ^a
MH16-2	DOR48219231-94/ BELMIDAK PR1/MUS83-DOR483
MH62-12	POMPK/DOR 48219331-94/MUS-PM31/BAT93
B20-15	DOR 390/ JU93-1
B20-59	JU 90-7/ MUS 181
BCH20-03-82	DOR 500/ SRC 2-28
MN13071-41	DOR500/MUS 181/SAM1/ F1/(NN)Q-(NN)D-(NN)C
MH59-3	PR 9750-92/ BAT93
N-HUASTECO	ICA PIJAu/ PORTILLO 70
*I. CARDENAS	DOR 364/ G 18521/DOR 365/LN 30630
GUAYMI	XAN 176/MUS106
ALS20-26-36	MILENIO-ALS 3

* Testigo

2.3 Manejo agronómico

La preparación de suelo se hizo con labranza mínima, con un pase de chapodadora mecanizada y posteriormente se procedió al surcado, se le aplicó un preemergente (Glifosato), a razón de 2 litros por hectáreas de producto comercial al 1% de concentración.

La siembra se realizó manual, con una distancia de 60 centímetros entre hilera, se sembró una semilla cada 10 centímetros entre planta para una densidad poblacional teórica de 200 plantas por parcela experimental y 84 plantas por parcela útil.

Para la fertilización se le aplicó la fórmula completa 18-46-0 (127 kg/ha) al momento de la siembra, a los 24 días después de la siembra (dds) se aplicó urea al 46% (127 kg/ha) y a los 30 dds se le aplicó 2 lts/ha de abono foliar milagro antes de la floración.

En cuanto al control de malezas se aplicó paraquat a razón de 1.4 lts/ha a los 25 días después de la siembra y el resto de tiempo establecido el cultivo en el campo se realizó manualmente con la ayuda de machetes.

Para el control de plagas se realizaron muestreos y se controlaron cuando el umbral era alto, las principales plagas que afectaron fue crisomélido y falso medidor las que se controlaron con Cipermetrina y Lorsban aplicando 140 ml/ha. Para las enfermedades no se hizo ninguna aplicación de producto para poder observar su comportamiento.

La cosecha se realizó de forma manual entre el 7 y 11 de agosto una vez que el cultivo presentó madurez de cosecha seguido de un período de secado, aporreo y limpieza.

2.4 Variables evaluadas

2.4.1 Componentes fenológicos

- a) Días a floración.** Se evaluó cuando el 50% de las planta presentó la primera flor abierta, (CIAT 1987).

- b) Acame.** Se observó entre la época de floración y madurez fisiológica. Los porcentajes se evaluaron solamente en los hábitos de crecimiento I y II.

Se utilizó el modelo siguiente según el CIAT, 1993:

- | | |
|--|---|
| 1= 0% (todas las plantas erectas).
caídas. | 3= 50% de las plantas están
caídas. |
| 2= 25% de las plantas están caídas.
caídas. | 4= 75 % de las plantas están
caídas. |
| 5= 100% de las plantas están caídas. | |

c) Días a madurez fisiológica. Se evaluó cuando la primera vaina inició su decoloración y secado en el 50% de las plantas (CIAT 1991).

d) Días a cosecha. Se evaluó cuando la semilla alcanzó la madurez de campo, es decir, cuando tenía entre el 16% y el 18% de humedad y las plantas presentaron un 90% de defoliación (CIAT 1993); además, en esta etapa se clasificaron a los genotipos en precoces o tardíos, partiendo de que una variedad precoz concluye su ciclo a los 75 días en climas de 23-25°C según el CIAT (1993).

2.4.2 Carácter de crecimiento:

a) Hábito de crecimiento. Se determinó al final de la floración según el "Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol" (CIAT, 1987).

2.4.3 Componentes de rendimiento

a) Número de plantas cosechadas. Se determinó basándose en el número de plantas cosechadas por parcela útil de cada tratamiento.

b) Vainas por planta. Se determinó tomando 10 plantas al azar de la parcela útil se precedió a contar las vainas de las plantas seleccionadas; se utilizó como resultado el promedio.

c) Granos por vainas. Se determinó, utilizando las plantas de la variable anterior, se contó el número de granos de todas las vainas y se utilizó el promedio.

d) Peso de 100 granos. Se determinó pesando 4 repeticiones de 100 granos tomados al azar cada una para cada genotipo, luego se obtuvo el valor promedio para 100 granos por parcela, se ajustó al 14% de humedad mediante la fórmula propuesta por el CIAT (1987).

e) Rendimiento. Fue determinado mediante la producción de grano cosechado de cada parcela útil, ajustándose a un 14% de humedad mediante la fórmula propuesta por el CIAT (1987): $R = P1 * (100 - \%H) / 86$.

Donde:

R: Rendimiento al 14% de humedad

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

%H: % de humedad de cosecha

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

2.4.4 Evaluación de enfermedades

Se evaluaron en la etapa R8 por observación visual, utilizando la escala del sistema estándar para "evaluación de germoplasma de frijol común" propuesta por el CIAT (1987).

1, 2 y 3= Resistente.

4, 5 y 6= Intermedio.

7, 8 y 9= Susceptible.

2.4.5 Valor agronómico

Se evaluó en la etapa R8 de manera visual tomando en cuenta la sanidad, la arquitectura, precocidad; se tomaron en cuenta los componentes de rendimiento como granos por vainas y vainas por planta de cada uno de los genotipos, utilizando una escala del 1-9 (1= excelente; 9= muy pobre) propuesta por el CIAT (1987).

2.4.6 Valor comercial del grano

Se determinó al momento de la cosecha evaluando color, tamaño y forma del grano de cada genotipo evaluado, utilizando la escala propuesta por el CIAT (1987); 1- Excelente, 3- Bueno, 5- intermedio, 7- Pobre y 9- Muy pobre; indicando valores estimados para la variedad comercial conocida utilizadas como referencia (testigo, INTA Cárdenas partiendo del color negro opaco, tamaño uniforme) . Esta escala se adaptó al frijol de grano de testa negra, debido a que no representa el hábito de consumo del nicaragüense, por tanto los valores se verían afectados.

2.5 Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza y separación de medias a través de Tukey al 5% de margen de error para las variables días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha y para las variables de rendimiento, utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System), Versión 8, (2002).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Componentes fenológicos

3.1.1 Días a floración

Rosas (1998), señala que la floración corresponde a la etapa R6 e inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta en un cultivo cuando el 50% de las plantas presentan esta característica.

El análisis estadístico realizado a esta variable no encontró diferencia significativa entre los genotipos evaluados ($P > F = 0.1749$), dándose la floración entre los 34 y 36 días después de la siembra (Cuadro 2).

Estos resultados difieren de Barquero y Hernández (2003), Pineda y Selva (2004), y López y Marín (2004), quienes encontraron diferencia significativa para esta variable; de igual manera, Chavarría y Escoto (2003) encontraron diferencias en el CEO, Chinandega con 9 días de diferencias entre la variedad más precoz y la más tardía. Esto se debió probablemente a que la precocidad varía en dependencia del genotipo (Tapia, 1981). Sin embargo, aunque no se encontró variación en los días a floración para los 15 genotipos, se reconoce una similitud con los resultados encontrados por Chavarría y Escoto (2003) y Barquero y Hernández (2004) quienes identifican al genotipo B2059, mismo que floreció en este ensayo a los 34 días, como el más precoz, el cual floreció a los 32 y 30 días respectivamente después de la siembra.

No obstante, se aclara que por la naturaleza de los resultados encontrados en este ensayo, en los que no hubo variación para la variable días a floración, no utilizamos el término precocidad debido a que estadísticamente todos los genotipos son iguales. Sin embargo se considera el hecho de que el genotipo B2059 mantuvo similar comportamiento con ensayos establecidos en distintos momentos y sitios experimentales (primera en, la Compañía y postrera en, el CEO) manifestando un margen de 2 días de diferencia para esta variable. Y como explica García *et al.*, (1999), la floración está influenciada por la variedad,

temperatura, altura sobre el nivel del mar, largo del día y las horas luz que reciban las plantas.

3.1.2 Acame

Voysest (1991), señala que el acame se debe evaluar una semana después del inicio de la etapa R6 o floración, debido a que causa una fuerte reducción en el rendimiento cuando ocurre en la etapa R7 o producción de las vainas, reduciendo el número de vainas por planta y el número de granos por vainas.

Los resultados obtenidos indican que el genotipo que presentó el mayor porcentaje de plantas acamadas fue el GUAYMIE con el 50% de plantas acamadas por parcela, seguido de once genotipos con el 25% y tres sin acame entre ellos el INTA CARDENAS (Cuadro 2).

El acame es una variable que puede tener mayor o menor efecto en un cultivo en dependencia de su hábito de crecimiento, esto puede favorecer en la propagación de enfermedades. Según Vanegas *et al.*, (1994) en las variedades que tienden al acame por sus características de ser postradas, las vainas entran directamente en contacto con el suelo, por lo tanto las afectaciones por pudriciones de vainas y granos son mayores con respecto a las que permanecen erectas durante todo su ciclo.

Cuadra (1988), señala que el número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. Además advierte que un mal manejo en la fertilización del cultivo puede provocar un desorden en la producción de tejidos y el peso de la planta causando la disminución del grosor del tallo, lo que favorece el acame de las plantas.

El frijol común sufre daños por la acción abrasiva del viento y las partículas del suelo que este arrastra, también quiebra los tallos y ramas causando el acame de las plantas (Pastor-Corrales, 1994); sin embargo, el acame no únicamente se encuentra influenciado por la acción del viento, también la arquitectura de la planta, las características del genotipo y las condiciones del ambiente son

factores importante para que el acame ocurra. Para los genotipos en estudio el acame presentó poco porcentaje de ocurrencia debido a que las características arbustivas y la condiciones del viento no favorecieron a que los genotipos se volcaran en mayor porcentaje.

3.1.3 Días a madurez fisiológica

La madurez fisiológica se encuentra en la etapa R9. Esta etapa se caracteriza porque en ella las plantas inician su decoloración y el secado de las vainas. En el cultivo del frijol común esta etapa empieza cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado en el 50% de las plantas (Fernández *et al.*, 1991).

La evidencia de que una variedad de frijol común negro llegue a su fase de madurez se manifiesta externamente por el cambio de color del follaje, que pasa de verde a amarillo, iniciándose por los folíolos inferiores, cambiando el color de la epidermis de las vainas de verde a rojo, morado o blanco según la variedad. Además, el grano experimenta su máximo crecimiento, distribución total del color final de la testa y pérdida de humedad (CEI, 1994).

Los resultados del análisis de varianza mostraron que no existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados en cuanto a días a madurez fisiológica ($Pr > F = 0.1766$), el rango de madurez fisiológica estuvo entre los 64 y 69 días, (Cuadro 2).

Barquero y Hernández (2003) en sus resultados citan que la poca variación encontrada en días a madurez fisiológica podría estar relacionada con la genealogía de los genotipos en estudio, dado que ellos tienen progenitores en común; también indican que todas las variedades fueron sembradas bajo las mismas condiciones ambientales. Estas posiblemente fueron las razones por las cuales los genotipos evaluados se comporten de manera uniforme en el ambiente de estudio para la variable de días a madurez fisiológica.

Y aunque los genotipos en estudio no presentaron diferencia significativa para la variable días a madurez fisiológicas, se observó que esta etapa se manifestó en

menor tiempo en el ambiente de estudio, madurando desde los 64 a los 69 días después de la siembra. Según el CEI (1994) las distintas variedades de frijol común negro maduran desde los 71 a los 74 días después de la siembra; pero estos períodos de madurez son variables en función de la época y la región donde se establezca el cultivo, debido a que las variaciones en la temperatura, el largo del día y la sensibilidad al fotoperíodo afectan directamente a esta variable (Enríquez, 1977) aunque esto no afectó directamente a los a los genotipos en estudio por estar en un ambiente uniforme para todos los genotipos.

3.1.4 Días a Cosecha

Según Rosas (1998), la cosecha se realiza después de completarse la madurez fisiológica, cuando la mayoría de las hojas se han caído y las ramas se están secando. En esta etapa se arrancan las plantas y se arreglan en hileras en el campo, donde se les permita terminar de secarse al sol por 2 o 3 días, a fin de que las vainas se abran con facilidad al momento de la trilla y los granos tengan aproximadamente 14% de humedad.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza mostraron que no existe diferencia significativa entre los genotipos en cuanto a días a cosecha ($Pr > F = 0.1766$), los que se cosecharon a los 68 y 73 días después de la siembra (Cuadro 2).

Avelares (2003) encontró que en 5 ambientes contrastantes (entre ellos la Compañía Carazo y el CEO Chinandega, de los que se hacen mención anteriormente) el genotipo B2059 se comporta en forma general como la más temprana para días a floración, días a madurez fisiológica y días a la cosecha, teniendo semejanza con los encontrados en el presente estudio.

Según Voysest (1991) el ciclo vegetativo es relativo por tanto se estableció una clasificación convencional según las zonas; para las zonas calidas (clima 23-25°C) se considera como variedades precoces aquellas que completan su ciclo a los 75 días después de la siembra y como tardías aquellas que lo hacen a los 90 días después de la siembra.

Cuadro 2. Días a floración, Acame, Días a madurez fisiológica y Días a cosecha de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía Carazo, 2004

Genotipos	Días a Floración	Acame	Días a madurez fisiológica	Días Cosecha
MN13332-41	35	2	66	70
PRF9924-50N	35	2	65	69
BCN20-03-48	35	2	69	73
MH9-12	36	2	68	72
MH16-2	35	2	69	73
MH62-12	36	2	66	70
B20-15	35	2	67	70
B20-59	34	2	65	69
BCH20-03-82	36	2	68	72
MN13071-41	36	2	64	68
MH59-3	36	2	67	71
Negro Huasteco	36	1	66	70
INTA Cardenas	36	1	68	72
GUAYMI	36	3	65	69
ALS20-26-36	36	1	68	72
ANDEVA	NS		NS	NS
Pr>F	0.174		0.176	0.176
CV	2.64		3.06	2.89
R ²	0.59		0.46	0.46

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

La importancia de conocer si un genotipo es precoz o tardío radica en que los materiales seleccionados deben ajustarse a los ciclos y sistemas de cultivo en la región donde se pretende difundirlas a esto se le suma la preferencia del agricultor por variedades que se cosechen tempranos debido a los problemas de deficiencia hídrica a los que se ve expuesto el cultivo, se estima que más del 60% de los cultivos de frijol común en el tercer mundo sufren de falta de agua, es decir, sequía (White 1991), por otra parte existen otras eventualidades como

inundaciones, plagas y enfermedades de las que posiblemente se vería menos afectado si se cosechara mas temprano el cultivo.

3.2. Componente de Crecimiento

3.2.1. Hábito de crecimiento

Gutiérrez *et al.*, (1980) definen arquitectura como un sistema inherente de desarrollo de la planta para dar una forma y un rendimiento determinado en un ambiente específico; a su vez, Fernández *et al.*, (1985) indican que el hábito de crecimiento es una característica arquitectónica de la planta que determina el tipo de hábito de crecimiento, lo que está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y las ramas.

Rosas (1998) señala que si al empezar la fase reproductiva, el tallo y las ramas terminan en un racimo la planta es de hábito determinado y si termina en un meristemo vegetativo la planta es de hábito indeterminado.

Los 15 genotipos evaluados mostraron hábito de crecimiento indeterminado Ila y IIb; de estos, 8 genotipos pertenecen al tipo Ila y 7 al tipo IIb (Cuadro 3).

Barquero y Hernández (2003) mencionan que el hábito de crecimiento indeterminado tipo II es el que más predomina en las zonas bajas de América Central.

Debouck e Hidalgo (1991) mencionan que es necesario tener en cuenta que las condiciones ambientales influyen en la expresión de hábito de crecimiento, por esto en diferentes ambientes una variedad puede presentar variaciones en la expresión de este carácter; esto coincide con Tapia y Camacho (1988) quienes mencionan que las altas temperatura en combinación con la altitud modifican el tipo de hábito de crecimiento de la planta de frijol. Sin embargo, para los 15 genotipos en estudio las condiciones de ambiente y altitud fueron las mismas, lo

cual favoreció a obtener una población casi uniforme, esto se debió seguramente; a las características genéticas de los genotipos.

Cuadro 3. Hábito de crecimiento de 15 genotipos de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía, Carazo, 2004

Genotipos	Hábito de crecimiento
PRF9924 50N	
BCN20 03 48	
MH9 12	
MH62 12	Ila
B20 15	
MH59 3	
GUAYMIE	
ALS20 26 36	
MN13332 41	
MH16 2	
B20 59	
BCH2003 82	Ilb
MN13071 41	
NEGRO HUASTECO	
INTA CARDENAS	

Según el CIAT (1987), sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol;

Tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo.

Tipo de guía: **a** = guía corta y **b** = guía larga.

Algunos de los parámetros y componentes del hábito de crecimiento han evolucionado debido a la selección de genotipos adecuados a necesidades locales o regionales (Debouck e Hidalgo, 1991), esto indica la razón por la cual los genotipos en estudio tienen hábitos de crecimiento similar a otros ensayos realizados, ya que han sido sometidos a sistemas de mejora y selección en nuestro país lo que crea estabilidad en la expresión de este carácter.

3.3 Componentes de rendimiento

3.3.1. Plantas cosechadas

White (1991) asocia la cantidad de plantas cosechadas con el rendimiento, pero no significa que únicamente la cantidad de plantas cosechadas determine el rendimiento de un cultivo, ya que existen otros componentes que determinan éste como vainas por planta, granos por vaina, peso y tamaño del grano; estos componentes no pueden considerarse independientes unos de otros.

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencia significativa entre los genotipos evaluados para la variable plantas cosechadas ($P > F = 0.0071$) habiendo cosechado de 72 hasta 74 plantas por parcela útil respectivamente (cuadro4).

Estos resultados difieren de Barquero y Hernández (2003) quienes no encontraron diferencias significativas en cuanto a esta variable y tienen similitud con Pineda y Selva (2004), López y Marín (2004), quienes encontraron diferencias significativas para plantas cosechadas.

Leiva y López (1999) citan que la cantidad de plantas cosechadas se encuentran correlacionadas significativa y positivamente con el porcentaje de emergencia y la viabilidad de la semilla, influyendo así en el número de plantas cosechadas, también indican que la correlación que se crea entre el número de vainas por plantas y el número de granos de vainas con respecto al número de plantas cosechadas se debe a que la baja densidad de individuos en la parcela puede ser compensada a través de la maximización de estos componentes para el incremento del rendimiento, sin embargo esta compensación tiene un límite determinado por el potencial del genotipo.

Siendo lo anterior citado una posible explicación del porque la variable plantas cosechadas manifestó poca incidencia en la variable de rendimiento ya que la densidad poblacional del ensayo era baja, favoreciendo al incremento de las variables vainas por plantas y granos por vaina lo que incidió de manera directa y positiva en el rendimiento; no hay que omitir el potencial genético de los materiales y la poca condiciones de humedad presente durante el ensayo lo que favoreció la poca dispersión del inóculo de la mustia hilachosa.

3.3.2 Número de vainas por planta

El número de vainas por plantas se refiere a la cantidad de vainas capaces de producir una planta de frijol común (Parsons, 1981). Según Somarriba (1997) en el frijol común el número de nudos, hojas y la altura de la planta se relaciona positivamente con el número de vainas y por consiguiente con el rendimiento del grano.

White (1991), señala que el carácter de vainas por planta es de tipo discontinuo, ya que sus valores pueden ser expresados en números enteros. Este carácter es cuantitativo y difieren entre las variedades por ser poligénico y estar influenciado altamente por el medio ambiente.

El análisis estadístico realizado para los datos de vainas por planta mostraron diferencias significativas ($Pr > F = 0.0098$). Según Tukey al 95% de confianza, demuestra la existencia de tres categorías estadísticas; en la primera categoría se encuentra el genotipo MH9-12; la segunda esta compuesta por nueve genotipos, (cuadro 4) y la última categoría esta compuesta por cinco genotipos.

Estos resultados no coinciden con los encontrados por Chavarría y Escoto (2002), Pineda y Selva (2004) y Barquero y Hernández (2003), quienes en sus resultados no encontraron diferencias significativas en cuanto a este carácter.

Es necesario tomar en cuenta que la variable vainas por planta está muy influenciada por el ambiente, ya que al momento en que la floración se presenta el número de flores en la planta puede disminuirse por la acción de factores

bióticos, abióticos y mecánicos suprimiendo la producción de vainas por planta; todas estas razones pueden enmascarar la expresión de este carácter.

3.3.3 Granos por vainas

Granos por vaina es el número de granos contenidos en la vaina (Parsons 1981).

El número de granos por vaina es característica propia de cada variedad, siendo altamente heredable y se altera poco con las condiciones ambientales (Tapia 1987).

La emisión de vainas por planta y número de granos por vaina son parámetros de gran importancia, ya que en gran medida de ello depende el rendimiento por planta (Vanegas *et al.*, 1994).

El análisis de varianza realizado a esta variable encontró diferencias significativas ($Pr > F = 0.00152$). La separación de medias por Tukey al 95% de confianza encontró tres categorías estadísticas, (cuadro 4) en la primera categoría se encuentra el genotipo NEGRO HUASTECO con 6.71 granos por vaina; la segunda esta compuesta por trece genotipos y en la última categoría tenemos el genotipo MH59 3, presentando el menor número con 5.41 granos por vaina.

Los genotipos estudiados presentaron similitud con los encontrados por Barquero y Hernández (2003), López y Marín (2004), quienes encontraron diferencias significativas y difieren de Pineda y Selva (2004) y Chavarría y Escoto (2002), ya que no encontraron diferencias significativas para esta variable.

Según Masaya (1987) el número de granos por vainas es un factor determinante del rendimiento, esto no significa que siempre deba existir alta producción de granos por vainas para que haya un aumento de rendimiento, sin embargo, el número de granos por vainas si incidió en el rendimiento observándose de manera general que aquellos genotipos con mayor numero de granos por vainas manifestaron también un buen rendimiento.

3.3.4 Peso de 100 granos

El peso de 100 granos está determinado por el tamaño, el que a su vez está determinado por el largo, ancho, grueso y densidad del grano (Cerrato, 1992). El peso del grano tiene efecto similar al número de vainas por planta y número de granos por vaina en la determinación del rendimiento; es decir, que es un componente importante en la determinación del rendimiento (García, 1991).

El análisis estadístico realizado demuestra diferencias significativas en cuanto a los genotipos ($P_{r>F} = 0.0001$). La separación de medias por Tukey al 95% de confianza, encuentra siete categorías estadísticas (cuadro 4); en la primera se encuentra el genotipo MH16-2 con 22.42 gramos; en la segunda se encuentran tres genotipos; y la que presentó el menor peso de las últimas 3 categorías fue el genotipo GUAYMI con 15.5 gramos respectivamente.

El CIAT (1987), clasifica la semilla en tres tamaños según el peso de 100 granos: en pequeña (25 gramos o menos), mediana (de 25 a 40 gramos) y en grande (de 40 gramos a más), según los resultados la semilla obtenida se agrupa en la de tamaño pequeño, esto se debe según Singh (1992) a que la mayoría de América Latina demandan el frijol pequeño para su consumo.

Voysest (1991) menciona que puede ser más ventajoso el uso de las variedades de semilla pequeña, ya que parece existir una frecuencia mayor de resistencia a enfermedades, probablemente debido a su mayor historia en mejoramiento genético y a su distribución agroclimática.

Al analizar el comportamiento general para los 15 genotipos, podemos decir que el peso de 100 granos se mantuvo dentro del rango de los encontrados en esta zona (25 gramos o menos), también se observó que este peso compensó a aquellos genotipos que presentaron poca emisión de vainas y granos lo que favoreció en el aumento de su rendimiento.

3.3.5 Rendimiento

Gutiérrez *et al.*, (1980) señalan que el número de vainas por plantas o semillas por vainas son las principales determinantes del rendimiento en frijol; lo que refiere el aumento al máximo del número de nudos productivos en el tallo aumentando así el número de vainas por planta.

Según Alvarado (2000) el rendimiento del grano es el principal objetivo a alcanzar y es la principal variable de cualquier cultivo, la que determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Por lo tanto, el rendimiento del grano es el resultado de una serie de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre sí dan como resultado una mayor producción de grano por hectárea.

El análisis de varianza realizado a esta variable demuestra que existe diferencia significativa. La separación de medias por Tukey al 95% de confianza señalan que los rendimientos se distribuyen en 7 categorías estadísticas, (cuadro 4); siendo el genotipo MN13332-41 el que presentó mayor rendimiento con 2773 kg/ha y el genotipo GUAYMI el de menor rendimiento con 1855.3 kg/ha.

Voysest (1991), menciona que es necesario tener en cuenta al juzgar el rendimiento, el hábito de crecimiento del material que se está evaluando, ya que existe diferencia considerable entre el potencial de rendimiento según se trate de variedades de hábito de crecimiento determinado o indeterminado y si la semilla es grande o pequeña. Generalmente, el frijol arbustivo de variedades indeterminadas y de semilla pequeña superan el rendimiento de las variedades de semilla grande o mediana; en condiciones favorables estas diferencias en la capacidad de rendimiento pueden fácilmente exceder los 1500 kg/ha. Esto explica porqué los rendimientos obtenidos en el ensayo fueron altos, debido a que todos los genotipos presentaron hábito de crecimiento indeterminado con semilla pequeña según la clasificación de CIAT; a esto se le suma el hecho de que los genotipos en estudio sean provenientes de viveros internacionales ya seleccionados con este tipo de hábito.

Gutiérrez *et al.*, (1980) afirma que el rendimiento del frijol arbustivo es bajo, presentándose promedios de producción entre los agricultores de 550 kg/ha mientras que el rendimiento experimental llega a 2500 kg/ha con un máximo de 4000 kg/ha. En este ensayo esta afirmación se cumple ya que el máximo rendimiento alcanzado fue superior a los 2500 kg/ha.

Cuadro 4. Plantas cosechadas por parcela útil, vainas por plantas, granos por vainas, peso de 100 granos y rendimiento de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, evaluados en época de primera en La Compañía Carazo, 2004

Genotipo	Plantas Cosechadas	Vainas por plantas	Granos por vainas	Peso de 100 granos	Rendimiento
MN13332-41	72b	13ab	6.4ab	17.83cd	2773a
PRF9924-50N	72b	11ab	6.11ab	18.92b	2726ab
BCN20-03-48	73.3ab	10b	5.56ab	18.94b	222abdc
MH9-12	72.6ab	16a	5.42ab	17.86cd	2069cd
MH16-2	72b	12ab	5.51ab	22.42 ^a	2236abcd
MH62-12	72b	11ab	5.92ab	18.45bc	2113cd
B20-15	72.6ab	13ab	5.57ab	16.54e	2165bcd
B20-59	72.6b	13ab	5.59ab	16.53e	2572abc
BCH20-03-82	72.6ab	11ab	5.42ab	17.43de	2179abcd
MN13071-41	72b	9b	5.81ab	18.54bc	2717ab
MH59-3	74a	9b	5.41b	18.71bc	1950d
Negro Huasteco	72b	11ab	6.71a	18.12bcd	1881d
INTA Cárdenas	74a	10b	5.95ab	17.38de	1964d
GUAYMI	72b	13ab	5.71ab	16.5ed	1855d
ALS20-26-36	72.6ab	9b	6.2ab	18.9b	2056cd
ANDEVA	**	**	**	**	**
Pr>F	0.0071	0.004	0.01	0.0001	0.0001
CV	0.951	16.39	7.35	1.81	8.92
R ²	0.62	0.62	0.72	0.96	0.8

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

Esto coincide con Voysest (1991), quien señala que los niveles de rendimiento que se obtienen experimentalmente no son iguales a aquellos que obtienen los agricultores con sus lotes de producción, esto generalmente refleja las diferencias en el manejo agronómico en las dos situaciones.

Por otro lado al hacer comparaciones se observa que en términos generales los genotipos MN13332 41, PRF9924 50N, MN13071 41 y B20 59 superaron al testigo INTA Cárdenas, lo que representa mejor comportamiento del rendimiento para los genotipos en estudio.

3.4 Evaluación de enfermedades

3.4.1 Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank Donk)

Según Castaño (1994) esta enfermedad prevalece en las regiones tropicales, especialmente donde la temperatura y humedad relativa son altas.

La mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank Donk) ataca principalmente el follaje, los tallos, las ramas y las vainas del frijol en cualquier etapa del desarrollo causando lesiones (Rosas 1998). En las hojas inicia como manchas pequeñas y acuosas de 5 a 10 milímetros de diámetro con un color gris verdoso o café rojizo rodeado con un borde oscuro, en la vaina se presentan chancros pequeños o grandes que pueden llegar a destruir por completo el cultivo (Castaño, 1994).

Las semillas afectadas presentan manchas castaño-rojizas y en los casos de infección precoz presentan malformaciones (Rava 1991).

Los resultados obtenidos demuestran que la mayoría de los genotipos estudiados mostraron ser de categoría intermedia, el genotipo NEGRO HUASTECA presentó mayor tolerancia ubicándose en la categoría de resistente (cuadro 5). Avelares (2003) reconoce el mismo genotipo el que al ser evaluado en 5 ambientes contrastantes mantuvo el mismo comportamiento.

El genotipo que presentó mayor infestación de la enfermedad fue el GUAYMI esto se debió posiblemente a que éste genotipo presentó el mayor porcentaje de plantas acamadas y como menciona Vanegas *et al.*, (1994), a medida que las plantas tiendan a postrarse, sus hojas y vainas entran en contacto con el suelo y se infectan fácilmente de la enfermedad.

Castaño (1994), menciona que solo existen variedades comerciales con tolerancia a la enfermedad, de ahí que el control de la misma se debe hacer a través de programas de mejoramiento integrado, incluyendo las variedades de porte erecto, buena distancia entre surco que permitan buena aireación del cultivo y otras prácticas culturales que ayuden a reducir la severidad de esta enfermedad; también recomienda el uso de semilla limpia, uso de coberturas, siembra con cero labranza, eliminación de los residuos de cosecha y rotación con cultivos no hospederos como tabaco, maíz y gramíneas en general, densidades de siembras bajas lo mismo que siembras en surco.

En general los genotipos no manifestaron mucha infestación de la enfermedad, ya que fueron favorecidas por muchos factores, entre ellos la poca precipitación que se dio durante el establecimiento del ensayo (la que se dio por efecto de la canícula), el poco porcentaje de plantas acamadas y la posible tolerancia presente en la constitución genética de los genotipos.

3.5 Valor agronómico

El valor agronómico se refiere a las principales características agronómicas del cultivo de frijol común (CIAT, 1987), estas incluyen sanidad, arquitectura, precocidad y vigor reproductivo, las que determinan el comportamiento agronómico de los genotipos.

Con el objetivo de obtener un máximo valor agronómico, por medio del mejoramiento genético, se intenta modificar los componentes de la arquitectura de la planta: fortaleza del tallo, longitud del entrenudo, tamaño de la hoja y tamaño de la vaina para lograr mejores rendimientos de estas (Gutiérrez *et al.*, 1980), ya que estos componentes están estrechamente relacionados con las variables evaluadas.

De manera general, según los resultados obtenidos podemos mencionar lo siguiente: los genotipos; MN13332-41, MN13071-41 y B20 59 presentaron mejores características en cuanto a resistencia a la enfermedad mustia hilachosa, poco porcentaje de plantas acamadas, buena emisión de vainas por planta, granos por vaina y rendimiento; lo que hace determinar que estos genotipos presentan un elevado valor agronómico. Los genotipos seleccionados coinciden con Llano y Molina, (2004), Baquedano (2004) y Avelares *et al.*, (2004), quienes en sus resultados identifican, en cinco ambientes contrastantes, a los genotipos MN13332 41 y B20 59 clasificándolos con un alto valor agronómico. Según el INTA (2004) para poder identificar el valor agronómico de los cultivares de frijol común, se debe evaluar su comportamiento en un rango de varios ambientes; el número de rangos de ambientes de evaluación tiene efecto sobre la estimación de medias y sobre la precisión en la comparación de las mismas.

Lo antes mencionado representa un importante argumento para decir que estos genotipos prometen ser las próximas variedades de frijol negro que vendrán a satisfacer las exigencias de los productores empresarios de nuestro país.

3.6 Valor comercial del grano

La calidad se define como el conjunto de cualidades o propiedades que caracterizan un producto (Larousse, 2003). La calidad y el valor comercial tienen una amplia relación debido a que el valor comercial está influenciado por características como tamaño, color uniformidad y estado sanitario del grano (Jacinto *et al.*, 1993), las que a su vez deben cumplir con las exigencias del mercado y poseer los mejores estándares de calidad.

Según Voysest (1991) el color, tamaño, uniformidad y estado sanitario del grano se deben evaluar al momento de la cosecha, a su vez explica que estas características influyen decisivamente en el grado de aceptación comercial de las nuevas variedades y, por lo tanto, la selección en este momento es muy importante.

Y como indican Shoonhoven y Voysest (1991), la producción y los patrones de consumo del frijol común en América Latina se complican por las fuertes y tradicionales preferencias de los consumidores con respecto al color y al tamaño de los granos y para complicar más la situación, los agricultores tienen sus propias preferencias, especialmente con respecto a los tipos de plantas que mejor convienen a su sistema específico de producción.

Sin embargo, no se debe olvidar el hecho de que los consumidores juegan un papel más importante que el productor y que ambos deben conocer todas las cualidades de las variedades, por lo cual es conveniente incluir las características organolépticas que permitan elegir las variedades a los consumidores de acuerdo a sus preferencias (Tapia, 1985).

Al analizar esta situación en Nicaragua los productores deben cumplir con las exigencias establecidas por el consumidor del mercado internacional. Según el CEI, (1994) para exportar a Costa Rica el producto debe cumplir con los estándares de calidad exigidos: porcentaje de humedad de 14 a 10%, grano partido 1%, impurezas 1%, grano uniforme (pequeño o grande).

Pero a pesar de las dificultades que represente el exportar, la comercialización del frijol de testa negro ofrece múltiples ventajas al pequeño y mediano productor, ya que se le abre camino al comercio a un rubro que tiene un mercado seguro a nivel internacional. Según los resultados obtenidos se puede decir que los genotipos que sobresalen reúnen las características deseadas, ya que coincide que los genotipos con mayor valor agronómico también poseen los valores más altos en cuanto a valor comercial del grano; es importante mencionar que estos resultados llenan las expectativas de la presente investigación.

En los resultados obtenidos, los genotipos evaluados que presentaron mejor valor comercial fueron los genotipos MN13332-41, B2059 y MH59-3 con un valor en la escala de 3, estos poseen granos uniforme y tono opaco (este tono es de preferencia para el consumidor extranjero), el genotipo BCH 20-03-82, fue el que presentó el menor valor en la escala siendo de 7, en este se observó una baja uniformidad del grano, con coloración desuniforme brillante en la testa (cuadro 5).

Cuadro 5. Incidencia de Mustia hilachosa, Valor agronómico y Valor comercial de 15 genotipos promisorios de frijol común negro, en época de primera en La Compañía Carazo, 2004

Genotipos	Mustia Hilachosa	Valor Agronómico	valor Comercial
MN13332-41	4	8	3
PRF9924-50N	4	7	4
BCN20-03-48	4	5	5
MH9-12	4	5	5
MH16-2	4	5	5
MH62-12	3	5	6
B20-15	4	5	5
B20-59	3	8	3
BCH20-03-82	3	5	7
MN13071-41	4	8	4
MH59-3	3	4	4
N-HUASTECO	3	4	5
I. CARDENAS	3	4	6
GUAYMI	5	4	5
ALS20-26-36	3	4	5

Escala para la evaluación de enfermedades según el CIAT (1987):

1, 2 y 3: Resistente: materiales resistentes, útiles como progenitor o variedad comercial.

4, 5 y 6: Intermedia: materiales intermedios, utilizables como variedad comercial.

7, 8 y 9: Susceptible: materiales susceptibles, en la mayoría de los casos no útil, ni aún como variedad comercial.

Escala de Evaluación del Valor Agronómico y Valor Comercial del Grano según el CIAT (1993):

1 - 9, donde 1= excelente y 9= muy pobre

IV. CONCLUSIONES

- De los 15 genotipos evaluados 4 superan en rendimiento al testigo INTA Cárdenas (1964.3 kg/ha). Los que corresponden a: MN13332 41 (2773 kg/ha), PRF9924 50N (2726.3 kg/ha), MN13071 41 (2716.7 kg/ha) y el B20 59 (2572 kg/ha) respectivamente, mostrando diferencias significativas para esta variable.
- Los 15 materiales evaluados no mostraron diferencias significativas para los componentes fenológicos días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha, no obstante, los genotipos manifestaron ser precoces ya que fueron cosechados entre los 68 y 72 días después de la siembra.
- Para valor comercial los que presentaron mayor valor en la escala fueron los genotipos MN13332 41 y B2059 expresando mejor color, tamaño, uniformidad y estado sanitario del grano.
- La enfermedad Mustia Hilachosa (*Thanatophorus cucumeris*) (Frank) Donk se presentó en todos los genotipos evaluados sin causar daños muy relevantes al cultivo.

V. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar otros ciclos de ensayos en diferentes localidades para tener mayor confiabilidad en los resultados encontrados y poder liberar como variedad los genotipos MN13332 41 y B20 59.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. 1993. Comprobación de variedad de frijol. En: Informe técnico 1993. San Francisco de La Paz, Olancho, Honduras, PRIAG. P 77.
- Alvarado, N., 2000. La fertilización orgánica del cultivo del maíz (*Zea may sL.*) y mejoramiento de 3 componentes de su sistema tradicional de producción. Investigación realizada por el Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado. Investigador Docente de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P 25.
- Avelares, J; Marín, J; Galeano, J. 2004. Evaluación Adaptativa de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), en 5 ambientes en Nicaragua 2002-2003. En: PCCMCA, Resúmenes de L reunión anual del PCCMCA. El Salvador. P 186.
- Avelares, J; Galeano, R; Llano, A; Gutiérrez, O; Blandon, I; Hernández, L; Barquero, E; Rodríguez, M; Chavarria, E; Escoto, E; Álvarez, D; Canelo, M. 2003. Evaluación de 16 variedades de frijol común de coloración negro en 5 escenarios de producción de Nicaragua. En: PCCMCA, resúmenes de XLIX Reunión anual del PCCMCA. Secretaria de agricultura y ganadería. La Ceiba, Honduras. P 79.
- Amisial, R.1976 Correlación y Regresión con aplicaciones en la hidrología. CIDIAT. Mérida-Venezuela.1p.
- Barquero, E; Hernández, L. 2003. Evaluación de 16 variedades de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris L.*), en época de primera en La Compañía, Carazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. P 43.
- Barrera, J y Álvarez, J. 1998. Caracterización y evaluación preliminar de 261 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), recolectadas en

- diferentes localidades en Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua. P 25-33.
- BCN, 2002. Banco Central de Nicaragua, Informe Anual Managua, Nicaragua. P 206.
- Blandón, O; Tórrez, M. 1989. Diagnostico de la calidad de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), en tres regiones frijoleras de Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua Nicaragua. P 14.
- Castaño, M. 1994. Mustia hilachosa (*Thanatophorus cucumeris*) (Frank) Donk. En: Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivo de importancia económica. 3ra edición, Zamorano, Honduras. P 63.
- Centro de Exportaciones e Inversiones (CEI). 1994. Nicaragua. Programa nacional de promoción de exportaciones, PNUD- CEI- PRIDEX. Serie manual técnico frijol negro. P 4-27.
- Cerrato, J. 1992. Evaluación de 16 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L), colectadas en diversas zonas de Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. P45.
- Chavarría, E; Escoto, E. 2002. Evaluación de 16 variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), en época de postrera, CEO, Chinandega. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. P 39.
- CIAT, 1987. Sistema Standard para la evaluación de Germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps). Cali. Colombia. P 56.
- CIAT.1993 Centro Internacional de Agricultura Tropical. Descriptores Varietales: Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. ISBN. Colombia. P66.

- Cuadra, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-6. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua Nicaragua. P 24
- Cruz, F. 2003. Validación de 2 variedades de frijol negro en diferentes ambientes de la región I. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P 16.
- Debouck, G e Hidalgo, R. 1991. Morfología de la planta de frijol común. En: Frijol: Investigación y producción. 2da edición. CIAT, Cali, Colombia. P 24-26.
- Enríquez, G. 1977. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), diferentes enfermedades e insectos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. P 3-24, 25,26.
- Fernández, F; Geps, P, López, M. 1991. Etapas del desarrollo en la planta de frijol. En; Frijol: investigación y producción. 2da edición. CIAT, Cali, Colombia. P 65- 78.
- García, P. 1991. Comportamiento agronómico de 11 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones naturales en La Compañía, Carazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P27.
- García, M; Gómez, U. 1999. Producción de semilla de frijol de calidad. Manual para agricultores. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos en Centro América. PRIAG. Costa Rica. P 15.
- Gutiérrez, A; Singh, P; Carmen, H.1980. Mejoramiento de la arquitectura y del rendimiento en el frijol arbustivo. En: XXVI, Reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos

alimenticios (PCCMCA). Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Guatemala. P 3.L.8-1.

IICA. 2003. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Estudio de la cadena de comercialización de frijol. Nicaragua. P 57-60.

INTA, 1998. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria Informe anual 1996-1997. Centro Nacional de Investigación (CNIA), Managua, Nicaragua. P 225.

INTA, 2004. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria Cultivando frijol con menos riesgos. Guía tecnológica. Imp. La prensa. Managua, Nicaragua. P 3.

Jacinto, H; Acosta, J; Ortega, J. 1993. Caracterización del grano de variedades mejoradas de frijol. En; México. Agric. Tec. Mex. P 167, 179.

Johnson, R.1988. Estadística Elemental. Plus-KENT. USA. P99

Leiva, J; López, N. 1999. Caracterización y evaluación de 19 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en La compañía, Carazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P 38.

Litzenberger, S. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y los subtrópicos. Centro regional de ayuda técnica. México, Buenos Aires. P 68.

López, N; Marín, J. 2004. Evaluación preliminar de 63 líneas avanzadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano color negro, en la estación experimental, La Compañía, Carazo. P 46.

López, M. 2004. Frijol baja de precio. Sección Negocio & Economía. En: La Prensa, 13 de noviembre. P 12A

- Llano, A; Molina, J. 2004. Selecciones de frijol negro por rendimiento, color de grano y tolerancia a enfermedades en Nicaragua. En: PCCMCA Resúmenes de L reunión anual del PCCMCA. El Salvador. P 200.
- Masaya, P. 1987. Genetic and Enviromental Control of flowerig in *Phaseolus vulgaris* L. DISS. Abstr 39: 1625, b 1626 bin: Lonmon Bean Research for Crop Improment Edited by Aart Van Shoonhoven y Voysest, CIAT. Cali, Colombia.
- Molina, J. 1995. Validación de 2 variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Estelí. Informe de resultados 1995. P 1.
- Parsons. 1981. Frijol y chicharo. Editorial Trillas. México, D.F. P 58
- Pastor-Corrales, M; Schwartz, H. 1994. Problemas de la producción en los trópicos. CIAT, Cali, Colombia. P VII.
- Pineda, M; Selva, R. 2004. Evaluación adaptativa de 16 genotipos de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la época de postrera en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P 54.
- Rava, A. 1991. Producción artesanal de semilla mejorada de frijol. Proyecto FAO-TCP/NIC/8956(E). Managua 1991. P 61.
- Rosas, C.1998. El cultivo de frijol común en América Latina, Tegucigalpa, Honduras. P 52.
- Shoonhoven, A. 1991. Fisiología del frijol. En: Frijol: investigación y producción. 2da edición. CIAT. Cali, Colombia. P 2.

- Singh, P. 1992. Mejoramiento de frijol común en el Trópico. Volumen 10, CIAT, Cali, Colombia. P 202.
- Somarriba, R. 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. P197.
- Spiegel, M; Stephens, L. 2002. Estadística tercera edición. McGraw-Hill. México. P314.
- Tapia, H; Camacho, A. 1988. Manejo integrado de producción de frijol basado en la labranza cero. Managua, Nicaragua. P 30-45.
- Tapia, H. 1987. Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo para Nicaragua. 1ra edición, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Managua, Nicaragua. P 26.
- Tapia, H. 1985. Informe anual del programa nacional de frijol común. Ministerio de Desarrollo y Reforma Agraria. Dirección de Granos Básicos. Managua, Nicaragua. P 25.
- Tapia, H. 1981. Producción de frijol en el pacífico de Nicaragua. En: Tópicos importantes de uso común para la impartición de granos básicos II. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nicaragua. P 75.
- Thurston, D. 1989. Enfermedades del cultivo en el trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. P 95.
- Vanegas, J; Obando, J; Chow, Z; Molina, J. 1994. Cultivo del frijol. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Informe Anual. P 11 – 12.
- Varela, J. 2004. Ensayo nacional de adaptación y rendimiento de 12 líneas de frijol negro en la época de postrera 2003. En: PCCMCA, resúmenes, L reunión anual del PCCMCA, El Salvador. P 188.

- Voysest, O. 1991. Mejoramiento de frijol por introducción y selección. En: Frijol: investigación y producción. 2da edición, CIAT, Cali, Colombia. P 96,97, 103.
- White, J. 1991. Conceptos básicos de fisiología del frijol. En: frijol: Investigación y Producción. 2da edición, CIAT, Cali, Colombia. P 44-60.
- Zeledón, R; Membreño, F; 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 Ingeniero Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua. P 65.