



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Tema:

Caracterización y evaluación de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. 2004-2005.

AUTORES:

Br. Benjamín Vallejos Treminio

Br. Larry Hans Martínez Maltez

ASESORES:

Ing. M.Sc. Vidal Marín Fernández

Ing. M.Sc. Aurelio Llano González

Managua, Nicaragua

Junio, 2005

DEDICATORIA

Al portador de la sabiduría, al ser que me dio la vida, salud y que estuvo conmigo durante todo el proceso formativo. Dios padre.

A los seres que más quiero, por darme amor, ánimo, consejos sabios y su valioso aporte económico. Mis padres Beatriz Treminio Martínez y Atanasio Vallejos Ruiz.

A mis hermanos (as) Carlos Alberto Vallejos Treminio, Angélica María Vallejos Treminio y Karla Patricia Vallejos Treminio, por formar parte de este proyecto.

Con todo el respeto y cariño que se merece mi tío, MARTÍN ANTONIO VALLEJOS RUIZ, por brindarme su apoyo incondicional siempre.

Benjamín Vallejos Treminio

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la fortaleza y sabiduría para enfrentar las dificultades a lo largo de este camino.

A mis Padres: Arturo Martínez y Lilly Maltez por su dedicación y esfuerzo durante toda mi vida y más aún durante mi formación profesional.

A mi Hermano Arturo y su esposa Wendy por haberme apoyado en todo siempre que los necesité.

A toda mi familia que de una manera u otra me apoyaron para alcanzar las metas que me propuse en mi vida.

Larry Hans Martínez Maltez

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Ubicación del ensayo.....	4
2.2 Diseño experimental	5
2.3 Tamaño de la muestra.....	5
2.4 Tratamientos evaluado.....	5
2.5 Análisis de datos.....	6
2.6 Variables evaluadas.....	6
2.6.1 Estado de plántula.....	6
2.6.2 Etapa de floración.....	8
2.6.3 Etapa de madurez fisiológica.....	10
2.6.4 Etapa de cosecha.....	10
2.7 Manejo agronómico.....	13
2.7.1 Preparación de suelo.....	13
2.7.2 Siembra.....	13
2.7.3 Fertilización.....	13
2.7.4 Control de malezas.....	13
2.7.5 Control de plagas.....	13
2.8 Evaluación de enfermedades.....	14

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
3.1 Caracteres cualitativos.....	15
3.2 Caracteres cuantitativos.....	17
3.3 Variables fenológicas del cultivo.....	19
3.3.1 Días a emergencia.....	19
3.3.2 Días a floración.....	19
3.3.3 Días a madurez fisiológica.....	20
3.3.4 Días a cosecha.....	21
3.4 Variable de crecimiento.....	22
3.4.1 Habito de crecimiento.....	22
3.5 Variables relacionadas con el rendimiento.....	22
3.5.1 Número de plantas cosechadas.....	22
3.5.2 Número de vainas por planta.....	23
3.5.3 Número de semillas por vaina.....	24
3.5.4 Peso de 100 semillas.....	24
3.5.5 Rendimiento en kg ha ⁻¹	25
3.6 Caracteres de la semilla.....	27
3.6.1 Color y brillo de semilla.....	27
3.6.2 Forma de semilla.....	28
3.7 Evaluación de enfermedades.....	28
3.7.1 Mustia hilachosa.....	28
3.7.2 Mancha angular.....	29
IV. CONCLUSIONES.....	31
V. RECOMENDACIONES.....	32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
VII. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Genealogía de los genotipos, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	5
2	Escala del sistema estándar para evaluación de germoplasma de frijol (CIAT, 1987) para enfermedades fungosas y bacterianas.	14
3	Descriptores cualitativos, utilizados par caracterizar 7 genotipos de frijol común color rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	16
4	Promedios (x) y desviación estándar (s), para los descriptores longitud de la hoja, ancho de hoja, área foliar, ancho de vaina y longitud de vaina, de 7 genotipos de frijol común rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	18
5	Promedios (x) y desviación estándar para los descriptores: Longitud de hipocotilo, longitud de epicotilo y altura de cobertura de 7 genotipos de frijol común rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	19
6	Comportamiento a días de emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha de 7 genotipos de frijol común rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	22

- 7 Comportamiento de plantas cosechadas, vainas por planta, granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento de 7 genotipos de frijol común rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. 28
- 8 Evaluación de la reacción de 7 genotipos de frijol común color rojo a la enfermedad mustia hilachosa (*Thanatophorus cucumeris* Frank.) evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. 31
- 9 Evaluación de la reacción de 7 genotipos de frijol común color rojo a la enfermedad mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. 32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Codificación de colores.	40
2	Media, máximo, mínimo, desviación estándar y coeficiente de variación para caracteres cuantitativos de crecimiento de 7 genotipos de frijol común rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo.	41
3	Formas de la semilla de frijol.	44

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en el centro experimental La Compañía, San Marcos Departamento de Carazo, Nicaragua en la época de primera (junio–agosto del 2004), con el fin de caracterizar y evaluar el comportamiento de 7 genotipos de frijol rojo, proporcionadas por el Programa Internacional de Viveros de Adaptación y Rendimiento, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en coordinación con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Fue establecido un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones; el tamaño de la muestra fue de 10 plantas para caracteres cuantitativos y para los cualitativos se basó en el aspecto de predominancia de caracteres. Se realizó el análisis de varianza y la separación de medias por Tukey al 95% de confianza para las variables del rendimiento y sus componentes; así como la media, desviación estándar y coeficiente de variación para caracteres relacionados al desarrollo y crecimiento. Fueron evaluados 18 caracteres cuantitativos y 15 cualitativos. De acuerdo con los resultados la semilla se clasificó como pequeña, con forma ovoidea, alargada ovoidea y arriñonada recta en el lado del hilo, esta última con mayor frecuencia; el grano presentó color, rojo claro con testa brillante y rojo marrón oscuro con testa intermedio, predominando el color rojo claro con testa brillante. Los análisis estadísticos indican que solo dos genotipos difirieron estadísticamente en cuanto al rendimiento, obteniendo el mayor valor el SRC 1-12-1-43 con 2203.9 kg ha⁻¹, no mostrando diferencias estadísticas las demás variables relacionadas. Todos los genotipos mostraron hábito de crecimiento arbustivo indeterminado (Iib). Respecto a las variables fenológicas se observaron rangos de 36 a 38 dds para el número de días a floración, los días a madurez fisiológica oscilaron entre 62 y 68 dds y los días a cosecha entre 66 y 72 dds, ubicándose de esta manera como materiales precoces. Todos los materiales presentaron daños de las enfermedades mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank) y mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc) con niveles de severidad intermedia con excepción de los genotipos SRC 1-12-1-43 y MPN 103-25, que mostraron susceptibilidad a la mustia hilachosa; sin embargo estos alcanzaron los mayores rendimientos.

I. INTRODUCCIÓN

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

El cultivo del frijol común tiene gran importancia ya que es una de las principales fuentes de proteína vegetal de buena calidad, con 22.1%, 1.7% de grasas y 61.4% de carbohidratos, así como otros elementos esenciales en la dieta humana; además, el valor nutricional de la proteína del grano es muy alto debido al mayor contenido de aminoácidos esenciales, comparado con la papa y el maíz y ligeramente superior que la carne de pollo (Rosas, 1998).

En Nicaragua, actualmente la producción de frijol se encuentra en manos de pequeños agricultores, con escaso capital, acceso limitado al crédito y a la información de extensión, a pesar de que el frijol es la principal fuente de proteínas para una parte significativa de la población (Verissimo, 1999). El consumo aparente para este grano es de 15.9 kg per cápita al año, siendo mayor en las áreas rurales que en las urbanas 18.1 y 14.1 kg per cápita respectivamente (IICA, 2004).

Datos del Banco Central (2003) revelan que el área sembrada en el período 2003-2004 fue de 193,987.86 ha, con un rendimiento promedio de 431.8 kg ha⁻¹ incrementando en 6.8% el área y 1.3% el rendimiento con respecto al período anterior.

El mejoramiento del frijol en Nicaragua está ligado a esfuerzos regionales y nacionales en los que se apoyan los trabajos del programa nacional de frijol, a través del intercambio y suministro de germoplasma y asesoría recibida inicialmente por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (DAENA) en 1942, Programa Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento del Frijol (PCCMF) en 1962 y, posteriormente el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1972 (Tapia, 1987).

Hoy en día los programas de mejoramiento están direccionados a obtener variedades de amplia adaptación, con rendimientos superiores a las criollas, características organolépticas deseables, de fácil y seguro manejo agronómico, con mínima respuesta a los agroquímicos, tolerantes a los extremos ecológicos limitantes, competitivas con malezas y siembra en asocio, que faciliten su mecanización, seguras en condiciones de humedad excesiva una vez maduro el grano, que su ciclo vegetativo no sobre pase los 65 días que es el término razonable para calzar en los sistemas productivos de nuestros productores de frijol (Tapia, 1987).

La primera variedad liberada en Nicaragua fue la variedad Rico de testa negra proveniente de Costa Rica, en el período de 1950-1960; en la década de los 80 se ofrecieron nueve variedades rojas de frijol con características que se ajustan a la ecología de los campos de producción, incluyendo por lo menos resistencia a un patógeno de importancia, poseen características físicas atractivas en el grano crudo y cosido. Estas variedades son de la serie Revolución, enumeradas del 79 al 85 y liberadas en período de 1981-1986 (Tapia y Camacho, 1988).

Según el MAGFOR (2005), en la actualidad solo existen 16 variedades de frijol común registradas, siendo las más usadas por los productores, las variedades Esteli 90, DOR-364, INTA Masatepe, INTA Jinotepe, INTA Canela, INTA Rojo, INTA Esteli, INTA N. Guinea e INTA Cárdenas. El IICA, (2004) reporta que en Nicaragua, solo el 13% de los productores de frijol utilizan semilla mejorada y el 85% semilla criolla, atribuyéndosele este problema a la falta de semilla registrada y por consiguiente el alto costo de adquisición.

La caracterización de estos materiales es de vital importancia para obtener información sobre sus potencialidades y limitaciones que podrían ser de mucha utilidad tanto para los fitomejoradores como para los productores de semilla, repercutiendo en el agro Nicaragüense, y por lo tanto, mejorando el nivel de vida de los productores.

Basándose en lo antes mencionado este trabajo se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir al mejoramiento del cultivo de frijol común mediante la caracterización y evaluación de genotipos en estado avanzado de mejoramiento.

Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento de siete genotipos de frijol color rojo en cuanto a caracteres de crecimiento, desarrollo y rendimiento en las condiciones de la Estación Experimental La Compañía, Carazo.

Evaluar la severidad e incidencia de las principales enfermedades presentes en el campo experimental mediante inoculo natural.

II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del ensayo

El experimento se realizó en la época de primera (junio-agosto 2004) en la Estación Experimental La Compañía, ubicada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo, con las coordenadas 11° 54' 30" latitud norte, 86° 10' 50" longitud oeste y altitud de 480 msnm. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1200 a 1500 mm, la temperatura media anual de 24 °C y la humedad relativa de 85% (INETER, 2003). Los suelos son jóvenes de origen volcánico, con textura franca, moderadamente profundos, pendiente ligera y bien drenados. La información meteorológica ocurrida durante la realización del experimento se muestra en la figura 1.

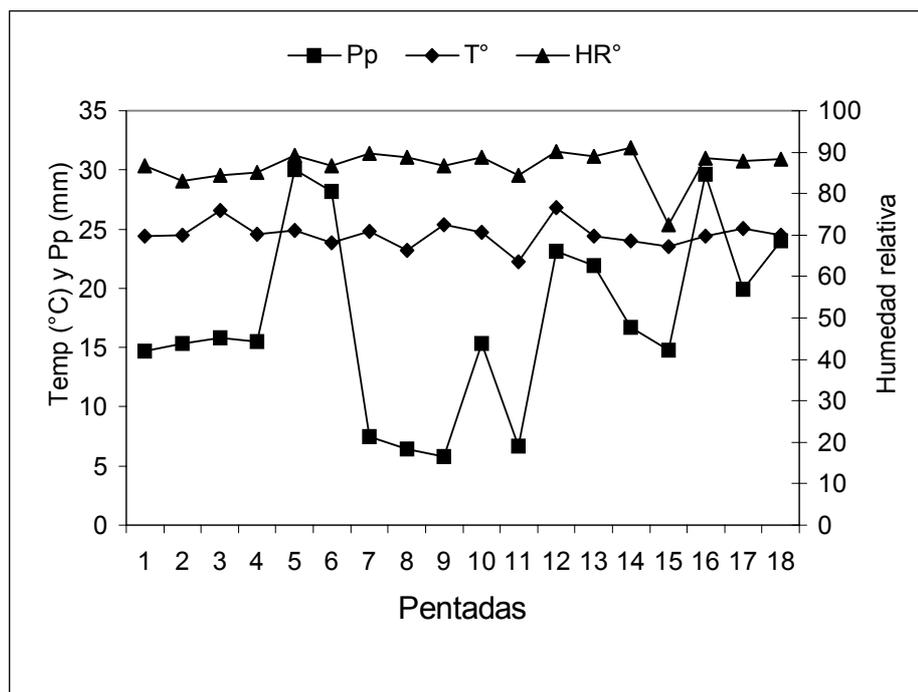


Figura 1. Distribución de temperaturas (Temp), Precipitaciones (Pp) y humedad relativa (%) en pentadas registradas en el período del 01 Junio al 31 Agosto, 2004 en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. (INETER, 2004).

2.2 Diseño experimental

Para el estudio se utilizó un experimento unifactorial en un diseño de bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones y siete tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por seis surcos de cinco metros de longitud, con separación de 0.6 metros entre hileras; la parcela útil la constituyeron los 4 surcos centrales a los que se les eliminaron 0.5 metros de cada extremo.

2.3 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra en el ensayo fue de 10 plantas elegidas al azar en la parcela útil, para caracteres cualitativos se utilizó el mismo número de plantas en un solo bloque, considerando las variantes predominantes de los genotipos en estudio.

2.4 Tratamientos

Consisten en 7 genotipos de frijol común rojo, proporcionadas por el programa nacional de frijol del INTA, dentro de las cuales se evaluarán líneas promisorias con el fin de escoger los mejores genotipos (Cuadro 1.)

Cuadro 1. Genealogía de los genotipos de frijol común grano rojo evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Nº	Genotipo	Genealogía
1	EAP 9504-3A	EAP 9021-1/MD 30-37
2	SRC 2-18-1	SRC 1-12-1/TIO CANELA 75
3	SRC 2-21-15	UPR 9809 -2 -2/MD 23-24
4	SRC 1-12-1-43	DGR 476 //XAN 155/DOR 364
5	EAP 9508-41	MD 23-24/ MD30-37//EAP9021-14/MD 30-75
6	PRF 9804-34	(MD30-75/DICTA 105) (9177-214-1/MD30-75////APN 83/CNC//XR16A92/V8025//AX29/K2)
7	MPN 103-25	ROJO NACIONAL /ARC 2-17

2.5 Análisis de datos

Para el rendimiento y sus componentes se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), y separación de medias por Tukey al 95% de confianza.

Para la caracterización se utilizaron estadísticos descriptivos, así, en los caracteres morfovegetativos cuantitativos se utilizó la media y de desviación estándar y para los caracteres cualitativos, la moda estadística, en este caso las variantes predominantes dentro de un carácter determinado para un genotipo dado.

Las variables relacionadas con colores se evaluaron utilizando la tabla de colores propuesta por Muños *et al.*, (1993), en Descriptores Varietales, para el carácter forma de la semilla se comparó con la figura ubicada en el (anexo 3) de este documento.

2.6 Variables evaluadas

2.6.1 Estado de plántula

Días a emergencia

Se tomó el período en días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que emergió el 50% de la población estimada para la parcela.

Color de los cotiledones

Este se observó al momento de máxima expansión de las hojas primarias y cuando apenas se inició la formación del primer trifolio.

Color del hipocotilo

Se observó y comparó con la tabla de colores, la parte del tallo comprendido entre el punto de inserción de los cotiledones o nudos cotiledóneo y punto de iniciación de la raíz principal.

Color del epicotilo

Se observó y comparó con la tabla de colores, la parte comprendida entre el nudo cotiledóneo y el punto de inserción de las hojas primarias.

Longitud del hipocotilo

Se tomó la distancia medida en centímetros desde el nudo cotiledóneo hasta el cuello de la raíz.

Longitud del epicotilo

Se tomó la distancia medida en centímetros desde el nudo cotiledóneo hasta el punto de inserción de las hojas primarias.

Color de hojas primarias

Se observó el color y se comparó con la tabla de colores.

Color de nervaduras de las hojas primarias

Se observó el color de las nervaduras en el envés de la hoja y se comparó con la tabla de colores.

2.6.2 Etapa de floración

Días a floración

Se contó el período en días transcurridos desde la siembra hasta el momento que se observó la apertura de la primera flor, en el 50% de la población, en cada parcela.

Color de las alas

Este parámetro se calificó observando la coloración predominante y se comparó con la tabla de colores.

Color del estandarte

Se observó detalladamente y se comparó con la tabla de colores.

Color del cuello del estandarte

Para calificarlo se retiraron las brácteas y se evaluó sin remover el cáliz, desde el punto de inserción del cuello en el cáliz hasta la zona donde se ensancha el estandarte.

Color del tallo

Se observó la coloración del tallo principal, después del cuarto nudo.

Longitud de las hojas

Se midió en centímetros, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el pecíolo, hasta el ápice del folíolo.

Anchura de la hoja

Se midió en centímetros la distancia que va de borde a borde en el punto donde el folíolo central es más amplio, en el mismo folíolo utilizado anteriormente.

Área foliar

Es el resultado, expresado en centímetros cuadrados, al multiplicar la longitud por la anchura, por el factor de corrección estimado en 0.75.

Longitud del tallo

Se midió en centímetros desde el punto de inserción de las raíces hasta el último meristema apical del tallo, al final de la floración.

Altura de cobertura

Es la medida expresada en centímetros, desde el cuello de la raíz hasta la máxima altura del follaje.

Hábito de crecimiento del tallo

Se determinó observando la arquitectura de la planta y se clasificó basado en el esquema de hábitos de crecimientos propuestos por el CIAT (1987).

I = arbustivo determinado.

IIa = arbustivo indeterminado, con guía corta.

IIb = arbustivo indeterminado, con guía más o menos larga.

IIIa = postrado indeterminado, con guía no trepadora.

IIIb = postrado indeterminado, con guía trepadora.

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

IVb = trepador indeterminado, con carga en los nudos superiores.

2.6.3 Etapa de madurez fisiológica

Días a la madurez fisiológica

Para determinar los días a madurez fisiológica se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas presentaron el estado, observándose un cambio de coloración en las vainas de la planta

Color de las vainas

Se observó el color de la vaina y se comparó con cuadros de colores, las evaluaciones sobre la vaina se hicieron en correspondencia al cuarto nudo, considerando como nudo número uno el nudo cotiledóneo.

Longitud de las vainas

Se midió en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo del ápice; la muestra consistió en diez vainas elegidas al azar dentro de la parcela útil.

Anchura de las vainas

Se midió en milímetros, en la parte más amplia de la vaina, entre las suturas dorsal y ventral; se utilizaron las mismas vainas en que se midió la longitud.

2.6.4 Etapa de cosecha

Días a la cosecha

Se contó el número de días comprendidos entre el comento de la siembra hasta el momento que la semilla alcanzo su madurez de campo, cuando el contenido de humedad estuvo entre 16 y 18 % y las plantas presentaron un 90 % de defoliación.

Número de vainas por plantas

Se determinó contando las vainas que tenían por lo menos una semilla viable en plantas muestreadas en la parcela útil.

Número de granos por vainas

Se determinó utilizando las mismas vainas empleadas para determinar su longitud y anchura y se contó el número de semillas viables que contenían.

Número de plantas cosechadas

Consistió en el conteo de la cantidad de plantas encontradas con más de una vaina al momento de la cosecha en la parcela útil

Color primario de la semilla

Se observó en la semilla seca y recién cosechada y se calificó según la tabla de colores.

Forma de la semilla

Se observó la semilla y se comparó con figuras propuestas en la guía (anexos. 1), las formas propuestas son:

1 = redonda

5 = alargadas ovoidea

2 = ovoides

6 = alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro.

3 = elíptica

7 = alargada, casi cuadrada

4 = pequeña, casi cuadrada

8 = arriñonada, recta en la lado del hilo

9 = arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo

Brillantez de la semilla

Se observó la testa de la semilla de los distintos genotipos y en base al brillo de esta, se clasifican en:

1 = opaca

2 = intermedia

3 = brillante

Peso de 100 semillas

Se tomaron cuatro muestras de 100 semillas, luego se pesaron y se obtuvo el promedio de estos pesos ajustados al 14 % de humedad.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

El rendimiento obtenido de la parcela útil se ajustó al 14% de humedad de la semilla mediante la siguiente fórmula:

Fórmula de ajuste del rendimiento al 14 % de humedad:

$$R = P[(100 - H \%) / 86],$$

donde:

R: rendimiento ajustado

P: peso de la muestra

H %: humedad de la semilla en porcentaje

86: Cte obtenida de 100-14 % de humedad.

2.7 Manejo agronómico

2.7.1 Preparación de suelo

Se utilizó un sistema de labranza mínima que consistió en la chapoda y surcado.

2.7.2 Siembra

La siembra se realizó en la época de primera (junio-agosto, 2004) de forma manual, depositando dos semillas por golpe cada 10 cm.

2.7.3 Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante. Al momento de la siembra se aplicó fertilizante completo 18-46-0 a razón de 113.63 kg ha⁻¹ y a los 24 dds se aplicó urea 46 % a razón de 75.9 kg ha⁻¹.

2.7.4 Control de malezas

El control de maleza consistió en deshierbe de forma manual a los 12 dds, y se realizaron posteriormente cada semana, hasta los 35 dds; se aplicó herbicida Gramoxone-24-S.A. (paraquat) a razón de 1.5 lt ha⁻¹; este se aplicó antes de la floración.

2.7.5 Control de plagas

Para el control de plagas se aplicó productos químicos. Para el ataque de zomposos (*Attas sp* L.) se utilizó MIREX-S 0.3GB (sulfaramida) a razón de 1.5 kg ha⁻¹. Para los comedores de la hoja tales como las conchuelas del frijol (*Epilachna varivestis*) se aplicó Decis-2.5-C (deltametrina) a razón de 1.5 lt ha⁻¹.

2.8 Evaluación de Enfermedades

La evaluación se realizó en la etapa R8 del cultivo para las enfermedades Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank.) y Mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.), a través de la observación visual, utilizando la escala del sistema estándar para evaluación de germoplasma de frijol común propuesto por el CIAT (1987) (Cuadro 2.).

Cuadro 2. Escala del sistema estándar para evaluación de germoplasma de frijol (CIAT, 1987), para enfermedades fungosas y bacterianas

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

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracteres Cualitativos

Los caracteres cualitativos son mas confiables que los cuantitativos para describir variedades de frijol, estos usualmente tienen una distribución discreta, generalmente están determinados por pocos genes y las modificaciones que experimentan por el medio ambiente son pocas (CIAT, 1983).

Los genotipos estudiados presentaron las siguientes variaciones para los caracteres cualitativos estudiados:

El color de los cotiledones presentó tres variantes; café rojizo, morado y amarillo con pigmento café rojizo; el hipocotilo mostró tres variantes, café rojizo, verde pigmento café y morado; el epicotilo reflejo dos colores, morado y verde con pigmento café; para el color del estandarte predominó el color blanco; de igual manera en el color de las alas; el cuello del estandarte presentó variaciones de color, predominando el color verde con pigmento morado; el color de las hojas mostró tres variantes, verde, verde oscuro y verde pálido; en la coloración del tallo se mostró con mayor frecuencia el color verde con pigmento morado; la coloración de las vainas presentó tres variantes, morado, café rojizo y amarillo con pigmento café rojizo (Cuadro 3). En el anexo (1) se presenta la codificación de los colores.

Una descripción varietal adecuada incluye la variabilidad esperada en los caracteres varietales, fijos cualitativos, y permite además, identificar los que mejor describen en cada variedad las funciones de identidad, uniformidad y estabilidad (CIAT, 1983).

Cuadro 3. Descriptores cualitativos utilizados para caracterizar 7 genotipos de frijol rojo, evaluados en la época de primera (junio- agosto, 2004) en la Estación Experimental, La Compañía, Carazo

Genotipos /Descriptor	COL COT	COL HIP	COL EPI	COL EST	COL AL	COL CUES	COL HO	COL TAL	COL NEH	COL VAI	COL SEM	BRIL SEM	FOR SEM
SRC 1-12-1-43	15	3	9	22	20	13	11	8	3	5	1	3	8
MPN 103-25	3	9	5	20	21	13	10	13	3	3	2	2	2
EAP 9508-41	15	9	5	20	20	14	10	13	4	15	2	2	8
SRC 2-18-1	5	3	9	20	20	13	11	13	3	15	1	3	5
EAP 9504-3A	5	5	5	20	22	14	10	8	3	15	1	3	8
PRF 9804-3A	5	9	5	20	21	6	8	8	3	5	1	3	8
SRC 2-21-15	15	3	9	22	20	13	8	13	3	5	1	3	8

COL COT: Color del cotiledón, COL HIP: Color de hipocotilo, COL EPI: Color de epicotilo; COL EST: Color del estandarte, COL AL: Color de alas, CCUES: Color del cuello estandarte, COL HO: Color de hoja, COL TAL: Color del tallo; COL NEH: Color de nervadura de hoja, COL VAI: Color de vaina, COL SEM: Color de semilla, BRIL SEM: Brillo de semilla, FOR SEM: Forma de semilla.

3.2 Caracteres cuantitativos

La mayoría de estos caracteres se deben a la herencia poligénica, por lo tanto tienen influencia del genotipo, el medio ambiente y su interacción, por esta razón la expresión de estos caracteres puede variar de acuerdo a las variaciones del medio ambiente (Davis, 1985).

Los valores medios para el carácter área foliar, ocurrieron en un rango de 55-61cm² White, (1985) menciona que la tasa máxima de fotosíntesis en frijol es de 2g de CO₂ fijado, por hora, por m² de hoja. El carácter longitud de vaina no mostró variaciones significantes presentando un valor medio de 9 cm, comportándose de igual manera el carácter anchura de vaina al encontrarse con mayor frecuencia vainas de 9mm de ancho (cuadro 4).

Cuadro 4. Promedios (x) y desviación estándar (s) para los descriptores longitud de hoja, ancho de hoja, área foliar, ancho de vaina y longitud de vaina, de 7 genotipos de frijol común rojo evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipo	Descriptor	Longitud de hoja cm		Ancho de hoja cm		Área foliar cm ²		Ancho vaina mm		Longitud vaina cm	
		x	s	x	s	x	s	x	s	x	s
SRC 1-12-1-43		10.2	1.1	7.7	0.8	60.0	11.0	9.6	1.1	9.5	0.8
MPN 103-25		9.7	1.1	7.7	0.8	56.7	11.3	9.8	1.0	9.1	0.6
EAP 9508-41		9.7	1.2	7.4	1.0	55.1	12.9	9.5	0.8	9.4	0.8
SRC 2-18-1		10.2	1.3	7.8	0.8	61.2	12.7	9.8	0.8	9.9	0.7
EAP 9504-3A		9.8	1.0	8.1	1.5	61.6	16.6	9.9	0.4	9.5	0.7
PRF 9804-3A		10.0	2.0	7.5	1.0	60.8	13.7	10.0	0.5	9.5	0.5
SRC 2-21-15		9.5	1.2	7.7	1.4	56.6	16.6	9.9	0.5	9.3	0.7

El carácter longitud de hipocotilo presentó variaciones en el rango de 4 a 5cm, de igual manera la longitud de epicotilo presentó un valor medio predominante de 2cm. Las variaciones en los valores medios para la longitud del tallo ocurrieron entre 68 y 81 cm; la altura de cobertura mostró variaciones con un rango entre 46 y 52cm de altura (Cuadro 5).

Las diferencias de altura en cada uno de los genotipos es debido posiblemente a que la longitud de un entrenudo a otro varía, debido a las acciones génicas y ambientales que determinan el carácter (Davis, 1985).

Cuadro 5. Promedios (x) y desviación estándar (s), para los descriptores: longitud de hipocotilo, longitud de epicotilo y altura de cobertura de 7 genotipos de frijol común rojo evaluado en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipo	Longitud hipocotilo cm.		Longitud epicotilo cm.		Longitud del tallo cm.		Altura cobertura cm.	
	x	s	x	s	x	s	x	s
SRC 1-12-1-43	5.0	0.6	2.4	0.3	68.7	13.3	48.6	4.0
MPN 103-25	4.7	1.0	2.4	0.6	81.9	12.3	51.9	13.0
EAP 9508-41	4.8	0.6	2.6	0.5	73.9	14.6	46.0	8.2
SRC 2-18-1	4.7	0.7	2.3	0.3	70.5	13.2	48.0	4.4
EAP 9504-3A	4.6	0.8	2.5	0.3	76.5	15.0	50.0	4.0
PRF 9804-3A	4.8	0.6	2.4	0.3	81.2	12.0	52.2	3.6
SRC 2-21-15	4.6	0.4	2.7	0.4	75.2	10.3	47.0	3.8

3.3 Variables Fenológicas

3.3.1 Días a emergencia

La emergencia corresponde a la etapa V1 y se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen a nivel del suelo; se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa V1 cuando el 50% de la población tiene los cotiledones a nivel del suelo (Rosas, 1998).

En el ensayo los genotipos no mostraron variaciones importantes respecto a este carácter, ocurriendo en un rango de 4 a 5 días después de la siembra (Cuadro 6), difiriendo de los resultados obtenidos por Argüello, (1992) y Montalbán, (1993), ambos evaluaron accesiones de frijol común con un rango de germinación entre 5 y 8 dds.

Los resultados obtenidos en el ensayo pueden estar influenciados por las condiciones de suelo, el cual contenía suficiente humedad para que la germinación se diera en un período de tiempo bastante corto, además la semilla utilizada tenía pocos días de haber sido cosechada; al respecto, Voisest y Desset (1991), plantean que la emergencia está ligada al vigor de la semilla y a las propiedades del suelo como la humedad y la fertilidad del mismo.

3.3.2 Días a Floración

El momento de floración es considerado un carácter importante de los cultivares de frijol (Singh, 1991) y se identifica como etapa R6, la que inicia cuando las plantas presentan la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50 % de las plantas presentan estas características.

La floración de los genotipos en estudio ocurrió a los 38 días para cuatro de los materiales y los restantes florecieron a los 36 dds (Cuadro 6). Las pocas diferencias observadas en los genotipos para los días a floración, pueden estar relacionadas con la búsqueda de germoplasma precoz por parte de los programas de mejoramiento que han generado este germoplasma, a fin de obtener adaptación a los sistema de producción de los agricultores, considerando que el

momento de floración es un componente esencial para los días a madurez según lo indicado por Singh (1991).

Según Rosas (1998), en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado la floración comienza en la parte baja del tallo y continua en forma ascendente, coincidiendo plenamente con lo observado en el experimento, dado que los genotipos en estudio mostraron hábito de crecimiento arbustivo indeterminado tipo IIb.

Según Coiné (1966), citado por Enríquez, (1977) los efectos aditivos son más importantes para la expresión tardía en la floración encontrando que el tiempo a la floración está afectado gravemente por el largo del día y la temperatura; aumentando los días a floración con temperaturas bajas y días cortos, lo que puede implicar cambios en el comportamiento de los materiales de acuerdo a zonas y épocas de siembra.

3.3.3 Días a madurez fisiológica

La madurez fisiológica corresponde a la etapa R9, considerada como la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. Esta etapa se caracteriza por la decoloración y secado de vaina. Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado en el 50 % de las plantas (Rosas, 1998).

Los genotipos evaluados mostraron una variación para este carácter que osciló entre 62 y 68 dds, ubicándose el genotipo MPN 103-25, como el más precoz alcanzando su madurez fisiológica a los 62 dds (Cuadro 6). El comportamiento precoz o tardío de los genotipos es producto del efecto génico de cada material (Enríquez, 1977).

Según el INTA (2001), las variedades precoces van de los 55 a los 70 dds. Respecto a este criterio, los 7 genotipos evaluados se pueden considerar como precoces que es un aspecto de mucha demanda por los productores de Nicaragua.

La precocidad del cultivo permite un mejor aprovechamiento de las precipitaciones durante su ciclo vegetativo, especialmente cuando se logra completar la etapa de llenado de vaina, y entrar al período de canícula, para realizar las labores de cosecha y las practicas del siguiente ciclo (Leiva y López, 1999).

3.3.4 Días a Cosecha

Es práctica de los agricultores realizar la cosecha cuando las plantas han perdido todas sus hojas, las vainas cambian de pigmentación y los granos reducen su humedad hasta el 18% aproximadamente (Tapia, 1987).

Los genotipos evaluados mostraron una variación para este carácter que osciló entre los 66 y 72 dds, comportándose como el más precoz el genotipo MPN 103-25 con 66 días a la cosecha (Cuadro 6).

Según Voisest (1985), variedades de hábito de crecimiento IIb son precoces si se cosechan a los 80 dds y tardías si lo hacen a los 95 dds. Con relación a este planteamiento todos los genotipos en estudio son precoces y presentan una alternativa deseable para el productor.

Cuadro 6. Comportamiento a días de emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha de 7 genotipos de frijol rojo, evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipo	Días a emergencia	Días a floración	Días a madurez	Días a cosecha
SRC 1-12-1-43	4	38	68	72
MPN 103-25	4	38	62	66
EAP 9508-41	4	38	64	72
SRC 2-18-1	4	38	68	72
EAP 9504-3A	4	36	68	72
PRF 9804-3A	5	36	64	68
SRC 2-21-15	5	36	64	68

3.4 Variable de crecimiento

3.4.1 Hábito de crecimiento

Las plantas de frijol pueden ser de hábito de crecimiento determinado e indeterminado, los cuales están definidos por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas; si las ramas terminan en racimos la planta es de hábito determinado y si terminan en meristema vegetativo la planta es de hábito indeterminado (Rosas, 1998).

La planta de frijol común es por naturaleza muy ramificada, las ramas principales pueden tener a su vez ramas laterales lo anterior multiplica los lugares potenciales de floración influyendo en el rendimiento (White, 1989).

Las condiciones ambientales influyen en la expresión del hábito de crecimiento, por lo que en diferentes ambientes una variedad puede manifestar diferencias en la expresión de este carácter (CIAT, 1991).

Según Tapia y Camacho (1988), la mayoría de materiales evaluados en el ámbito nacional se comportan con hábito de crecimiento indeterminado, coincidiendo plenamente con nuestros resultados al encontrar que todos los genotipos evaluados presentaron hábito de crecimiento indeterminado tipo Iib. Los tallos indeterminado tipo II, son tallos fuertes con entrenudos cortos y hojas pequeñas, lo que les proporciona resistencia, mantienen las vainas sin contacto con el suelo evitando la pudrición de estas (Singh, 1991).

3.5 Variables relacionadas con el rendimiento

3.5.1 Número de plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas esta directamente relacionada con la emergencia, el manejo agronómico, las condiciones ambientales existentes y la competencia entre los individuos. Todos estos factores hacen que el número de plantas cosechadas varíe con relación al número de semillas sembradas (CIAT, 1978).

El análisis de varianza efectuado a los datos de plantas cosechadas muestran que no existen diferencias significativas entre las medias ($Pr > F = 0.78$), los valores medios varían entre 270 y 302 plantas cosechadas por parcela; el mayor número de plantas correspondió al genotipo PRF9804-3A y el menor al genotipo MPN103-25 (Cuadro 7).

Según White (1985), al disminuir el número de planta por área aumenta el número de vainas por planta y granos por vainas, ya que al disminuir la densidad poblacional cada planta obtiene condiciones favorables para desarrollarse, minimizando la competencia por nutrientes, agua y luz, efectuándose de esta manera el efecto de compensación entre los componentes.

3.5.2 Número de vainas por plantas

El número de vainas por planta es un carácter de tipo discontinuo ya que sus valores pueden ser expresados en números enteros (White, 1985).

El análisis de varianza para el número de vainas por planta no mostró diferencias significativas con un ($Pr > F = 0.15$) las variaciones en los valores oscilaron entre 11 y 17 vainas por planta, correspondiendo estos valores a los genotipos EAP 9504-3A y SRC1-12-1-43, respectivamente (Cuadro 7), coincidiendo de esta manera con Leiva y López (1999), quienes encontraron valores promedios para este carácter que variaron entre 13 y 17 vainas por planta.

Según White (1989), los patrones del comportamiento de vainas por planta difieren significativamente entre genotipos con distintas arquitecturas de planta y hábitos de crecimiento; probablemente, los resultados obtenidos se deban a esta aseveración, ya que todos los genotipos en estudio presentaron el mismo hábito de crecimiento (IIb) y similares valores promedios para el número de vainas por planta.

3.5.3 Número de semillas por vaina

El carácter semillas por vaina en una planta es uno de los factores determinantes del rendimiento (Masaya, 1987). Este carácter es propio de cada variedad, es altamente heredable y se altera poco con las condiciones ambientales (Tapia, 1987).

El análisis de varianza para el número de semilla por vaina no mostró diferencias significativas ($Pr > F = 0.98$), mostrando un valor promedio de 6 granos por vaina para todos los genotipos en estudio (Cuadro 7).

Carballo (1998), al evaluar accesiones de frijol común encontró con mas frecuencia vainas de 6 semillas, reportando la gran significancia de la heterosis sobre este carácter, así como sus efectos recíprocos.

Estos resultados están dentro del rango de la media al ser comparados con las variedades mejoradas PROMESA(2002), en su catálogo de semilla presenta variedades de frijol con un promedio que oscila entre 6-8 granos por vaina.

Según Enríquez (1977), el comportamiento de la producción de semillas por vaina está ligado a condiciones de alta intensidad de radiación solar debido al incremento del área foliar, aumentando la capacidad fotosintética de la planta, formando de esta manera nutrimentos que estimulan la formación de la semilla.

3.5.4 Peso de 100 semillas

El peso de la semilla es condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a la semilla durante la fase vegetativa de la planta (Bidwell, 1979). Además de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente, es también un carácter influenciado por factores hereditarios (Marini *et al.*, 1993). Singh, (1985) señala que el peso de 100 semillas es un carácter que está determinado por el tamaño de los granos, que a su vez esta determinado con

el largo, grueso y densidad del mismo.

Bravo (1968), citado por Enríquez (1977), expresa que existe tendencia a reducir el número de vainas por planta y granos por vaina cuando aumenta la población de plantas por área, provocando un incremento en el peso de 100 semilla.

El análisis estadístico para el peso de 100 semilla no mostró diferencias estadísticas entre los genotipos con ($Pr > F = 0.89$), aunque existe una variación en el ámbito de tendencia de las medias que varían entre 20 y 23.9 g, correspondiendo estos valores promedios a los genotipos MPN 103-25 y SRC 2-21-15, respectivamente (Cuadro 7).

Según Singh (1992), el peso de la semilla varía entre 15-60 g por cada 100 semillas pesadas. El CIAT (1987) clasifica al frijol por su peso en tres categorías: Semilla pequeña con un peso de 25 g ó inferior, semilla mediana con un peso de 25-40 g y semilla grande con un peso mayor de 40 g. Sobre la base de esto y según los resultados obtenidos, los genotipos estudiados se ubican en la clasificación de semilla pequeña.

La similitud encontrada en los genotipos evaluados para el peso de la semilla puede estar relacionada a la obtención de variedades que se ajusten a los patrones de consumo de la población, dado que es ampliamente conocido que en la región es preferido por los consumidores el frijol con grano pequeño.

.3.5.5 Rendimiento (kg ha^{-1})

El rendimiento es un carácter cuantitativo y está controlado por varios o muchos genes (Davis, 1985), siendo el producto de la interacción de los factores ecológicos y el genotipo de la planta. Márquez (1991), menciona que el rendimiento del frijol es función de varias características anatómicas y morfológicas, que tienen que ver con el número de vainas por rama, el número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el peso de la semilla.

El análisis de varianza para el rendimiento indica que existe significancia estadística ($Pr > F = 0.023$). Según Tukey al 5 por ciento existen tres categorías estadísticas, siendo superado únicamente el genotipo MPN103-25 con $1599.7 \text{ kg ha}^{-1}$, por el genotipo SRC 1-12-1-43 con 2203.9 kg h^{-1} (Cuadro 7).

El rendimiento obtenido de los genotipos evaluados superan o están en el rango de los promedios nacionales que menciona PROMESA (2002), en su catálogo, en el cual los rendimientos oscilan entre 1293.8 y $1617.4 \text{ kg ha}^{-1}$ para variedades mejoradas; sin embargo, Voisest (1985), menciona que rendimientos entre $1500-2000 \text{ kg ha}^{-1}$ en parcelas experimentales es considerado bajo para zonas productoras de frijol y en fincas de productores destacados.

El genotipo SRC 1-12-1-43 fue el que presentó el mayor rendimiento, vainas por planta y semillas por vaina, por lo que se puede afirmar que fue el genotipo que mejor se comportó en el ambiente de estudio White (1985), menciona que un aumento del rendimiento no se consigue mejorando únicamente uno de los componentes, ya que todos ellos están relacionados entre sí.

White (1989), expresa que bajo un determinado régimen climático, fertilidad del suelo y disponibilidad agua, el cultivo es manejado para proveer las mejores condiciones de crecimiento y que los efectos de las plagas y las enfermedades son minimizados o está completamente ausente.

Cuadro 7. Comportamiento de plantas cosechadas (plant cos), vainas por planta (vai/plant), granos por vaina (gran/vai), peso de 100 semillas (peso 100) y el rendimiento (Rto) de 7 genotipos de frijol rojo, evaluados en la época de primera (Junio-Agosto, 2004), en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipos	Plant cos	Vai/plan	Gran/vai	Peso 100	Rto kg ha ⁻¹
SRC 1-12-1-43	283	17	6	22.58	2203.9 a
SRC 2-18-1	288	14	6	22.43	2095.0 ab
EAP 9508-41	273	16	6	22.10	2014.8 ab
SRC 2-21-15	272	14	6	23.93	1881.1 ab
PRF 9804-3A	302	14	6	23.10	1871.7 ab
EAP 9504-3A	285	11	6	23.41	1771.1 ab
MPN 103-25	270	12	6	20.20	1599.7 b
Pr>F	0.79	0.15	0.98	0.89	0.02
C.V (%)	13.83	17.78	8.87	17.11	17.11

3.6 Caracteres de la semilla

3.6.1 Color y brillo de la semilla

Los genotipos estudiados presentaron dos variantes para el color de la semilla, roja claro con testa brillante y rojo oscuro con testa intermedia, predominando el color rojo claro brillante, siendo los genotipos MPN103-25 y EAP9508-41 los que presentaron color rojo oscuro con testa intermedia (cuadro 3). Davis (1985), menciona que este carácter es importante en las variedades de frijol, ya que determina parcialmente su valor en el mercado nacional y en muchas partes de América Latina.

Los consumidores de frijol juegan un papel importante para las escogencia de las variedades que los productores deben sembrar, los criterios que éstos usan están relacionados por las características físicas del grano crudo y en otros casos cocidos; prefieren que el tamaño sea de pequeño a mediano, que el color de la testa sea rojo y el lustre sea brillante; estas cualidades las relacionan con sabor y suavidad (Tapia, 1985).

3.6.2 Forma de la semilla

Los genotipos en estudio mostraron tres variantes para este carácter, predominando la semilla de forma arriñonada recta en el lado del hilo, difiriendo los genotipos MPN103-25 con semilla ovoidea y SRC2-18-1 con semilla de forma alargada ovoidea, (anexo 3), ajustándose de esta manera a las exigencias de los productores Nicaragüenses que prefieren semilla de forma arriñonada, para cumplir con la cultura alimenticia del mercado consumidor (Davis, 1985).

3.7 Evaluación de enfermedades

3.7.1 Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank.)

Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank.) es una enfermedad que prevalece en las regiones tropicales, especialmente donde la temperatura y humedad relativa son altas, donde es capaz de atacar la totalidad de la planta. En las hojas, los síntomas se inician como manchas pequeñas y acuosas de 2 a 4 mm de ancho con un color que varía desde gris verdoso a café rojizo y generalmente está rodeada por un borde oscuro, al avanzar la enfermedad puede presentarse clorosis y eventual caída de la hoja. (Corrales, 1991).

En las vainas se presentan chancros pequeños o grandes que pueden llegar a destruirlas por completo; en condiciones favorables la enfermedad progresa rápidamente macerando completamente la hoja (Castaño 1994).

La humedad relativa registrada en el ambiente de estudio antes y durante la recolección de los datos estaba sobre el 80 % y temperaturas promedio de 24 °C, lo que influyó para que el hongo causara daños considerables Según Castaño (1994) la humedad relativa ideal para que este hongo se desarrolle, es de 60 a 80% y temperaturas promedios de 25 °C.

La mayoría de los genotipos evaluados en el experimento presentaron síntomas caracterizados en la categoría de intermedio, a excepción de los genotipos SRC 1-12-1-43 y MPN103-25 que resultaron ser susceptibles (Cuadro 8); a pesar de ello estos genotipos mostraron los mejores rendimientos, lo que indica que estos materiales alcanzarían mejores rendimientos al no ser afectado por esta enfermedad.

En cuanto a la incidencia, los mayores porcentajes de daño se reportaron en los genotipos, SRC 2-21-15 con 80 % de incidencia, PRF 9804-3A y EAP 9508-41 con 70 %, de incidencia en ambos casos.

Cuadro 8. Evaluación de la reacción de 7 genotipos de frijol común rojo a la enfermedad Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank), evaluados en la época de primera (junio-agosto, 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipos	Incidencia (%)	Severidad (%)
SRC 1-12-1-43	50	9
MPN 103-25	50	8
SRC 2-21-15	80	6
PRF 9804-3A	70	5
EAP 9504-3A	50	5
SRC 2-18-1	60	4
EAP 9508-41	70	4

Clave, para severidad: 4, el 20% de la planta esta infectada; 5, el 30% de la planta esta infectada; 6, el 40% de la planta está infectada; 8, el 80% de la planta está infectada, 9, cuando el 100% de la planta está infecta.

3.7.2 Mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.)

Esta es una enfermedad ampliamente distribuida en regiones tropicales, subtropicales y templada causada por el patógeno *Isariopsis griseola*, está considerada como una de las enfermedades fungosas que causan mayores pérdidas en las cosechas de frijol de países como Estados Unidos, Colombia y México. Generalmente las lesiones son angulares debido a que están limitadas por las venas de los folíolos. Las manchas son visibles tanto en el haz como en el envés de las hojas, llegando a cubrir una gran parte de área foliar asociada con diversos grados de clorosis (Castaño, 1994).

Inicialmente se observan lesiones grises en el haz de las hojas, luego estas manchas se tornan de color café y son cubiertas en el envés por muchos sinemas. Las lesiones en vainas, tallos y pecíolos son de un color café rojizo y frecuentemente presentan un borde más oscuro (Corrales, 1991).

El patógeno puede ser transportado por medio de semillas contaminadas y es capaz de sobrevivir entre 5 y 18 meses en los residuos de cosecha infectados o en el suelo. El desarrollo de esta enfermedad es favorecido por períodos variables de alta y baja humedad relativa y temperaturas entre 18 y 28 °C (Castaño, 1994). Estos mismos autores mencionan que el ataque de mancha angular es más severo, en frijol cultivado en asocio con maíz que en monocultivo. Según el CIAT (1991), el complejo de enfermedades que con más frecuencia reduce el rendimiento del cultivo son roya, la antracnosis y la mancha angular, que se presentan en leves o grandes daños según la variedad.

En el ensayo los genotipos respondieron de manera intermedia a la enfermedad a excepción del genotipo EAP 9504-3A que mostró el menor nivel de daño, (Cuadro 9). Sin embargo, los materiales mostraron buenos rendimientos, pudiendo ser mejores al mejorar la tolerancia a la enfermedad.

Según Gálvez *et.al.*, (1980), la resistencia no solo debe existir y ser de fácil incorporación en variedades comerciales aceptables, sino que también debe durar lo suficiente para asegurar que los beneficios obtenidos sean mayores que los costos ocasionados por el mejoramiento y los esfuerzos de su distribución.

Cuadro 9. Evaluación de la reacción de 7 genotipos de frijol común rojo a la enfermedad Mancha Angular (*Isariopsis griseola* Sacc), evaluados en la época de primera (junio agosto, 2004), en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

Genotipos	Incidencia (%)	Severidad (%)
SRC 1-12-1-43	20	5
EAP 9508-41	30	5
SRC 2-18-1	40	4
MPN 103-25	20	4
SRC 2-21-15	50	4
PRF 9804-3A	30	4
EAP 9504-3A	50	2

Clave para severidad: 2, presencia de pequeñas lesiones, con infección del 2% del área foliar; 4-5, presencia de varias lesiones, correspondiente al 5% de infección del área foliar.

IV. CONCLUSIONES

Únicamente dos genotipos difirieron estadísticamente en cuanto al rendimiento siendo estos el SRC1-12-1-43 y MPN103-25, no mostrando diferencias estadísticas las variables relacionadas.

En cuanto a caracteres de crecimiento y desarrollo, los genotipos se comportaron de manera similar, mostrando un mismo hábito de crecimiento tipo Iib; y en la categoría de materiales precoces respecto a su fonología.

Las enfermedades que se presentaron durante el experimento fueron: Mancha angular y Mustia hilachosa, esta última con mayor grado de severidad, comportándose la mayoría de los materiales en estudio en la categoría intermedia, no así los genotipos SRC-1-12-1-43 y MPN 103-25 que presentaron los mayores daños.

Todos los materiales presentan características deseables como color, tamaño, forma y precocidad, para ajustarse a las exigencias de los productores y consumidores.

V. RECOMENDACIONES

Someter a evaluaciones rigurosas a todos los materiales en diferentes localidades, épocas y condiciones de cultivo por mas de dos ciclos agrícolas, para investigar con certeza el potencial genético y limitaciones de los materiales.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Argüello, X. 1992. Caracterización y evaluación preliminar de 28 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de diploma. (UNA). Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 17 Pág.
- Banco Central de Nicaragua. 2003. Gerencia de estudios económicos. Informe anual (2003) Managua, Nicaragua. Impresiones comercial La Prensa. 30 Pág.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología vegetal. 1ra. Edición Español. Ast. México, D. F. 784 Pág.
- Carballo, C. 1998. Caracterización y evaluación preliminar de 30 accesiones de frijol común, (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en diferentes zonas de Nicaragua. Trabajo de diploma, Ing. Agrónomo, (UNA), Managua, Nicaragua. 32 Pág.
- Castaño J., Z 1994. Mustia hilachosa (*Thenathephorus cucumeris* Frank.). *En*: Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Tercera edición. Zamorano, Honduras. 11-52 Pág.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1978. Avances logrados en 1978, programa de frijol. Cali, Colombia. 18-25 Pág.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodología para obtener semilla de calidad. Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. 1ra. Edición, Cali, Colombia. 119 Pág.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Art. Van Schooohoven y Marcial, A. Pastor, Corrales (Camps), Cali, Colombia. 4 -56 Pág.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1991. Problemas de producción del frijol. Editado por: Schwartz, F. y Gálvez, G. Cali, Colombia. 7-21 Pág.

Corrales, M. 1991. Enfermedades causadas por hongos. *En: Frijol Investigación y Producción*. Editado por, López, M.; Fernández, F. y Van Schoonhoven, A. CIAT, Cali, Colombia. 169-170 Pág.

Davis, J. 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. *En: Frijol: Investigación y Producción*. 1ra. Edición. Editado por, Fernández, F. y Van Schoonhoven, A. CIAT. Cali, Colombia. 86 Pág.

Enríquez, A. G. 1977. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de frijol, diferentes de enfermedades e insectos, Turrialba Costa Rica, CATIE. 15-27 Pág.

Gálvez, G; Guzmán, P. y Castaño, M. 1980. La mustia hilachosa. *En: Problemas de producción de frijol, enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de (Phaseolus vulgaris L)*. CIAT, Cali, Colombia. 65 Pág

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2001. Cultivo del frijol, guía tecnológica, Numero 3. Managua, Nicaragua. 15 Pág.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2004. Variedad mejorada de frijol INTA Rojo; panfleto informativo 2004.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2004. Estudio de la cadena de comercialización del frijol rojo. Editora EDITARTE. 3 Pág.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2003. Departamento de estadísticas de meteorología, campos Azules, INTA, Masatepe, Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2004. departamento de estadísticas de meteorología. Campos Azules INTA, Masatepe, Nicaragua.

Leiva, O. F., y López, R., J. 1999. Caracterización y evaluación de 19 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones naturales. La Compañía, Carazo. Trabajo de Diploma (UNA). Ingeniería Agronómica. Managua, Nicaragua. 32 Pág.

Márquez, S. F. 1991. Genotecnia vegetal, métodos teóricos, resultados. Primera edición. A.G.T. Editor. México, D. F. 500 Pág.

Marini, D., Vega, I. y Maggionini, L. 1993. Genética Agraria. UNA. Managua, Nicaragua. 346 Pág.

Masaya, P. N., 1987. Genetic and environmental control of flowering in *Phaseolus vulgaris* L. DISS. Abstr.39: 1625, b 1626 bin: Lonmon Bean Research for crop improvement. Edited by Aart Van Schoonhoven y O. Voysest. CIAT, Cali. Colombia. 32 Pág.

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2005. Variedades Registradas, panfleto informativo, Dirección de Protección y Sanidad Agropecuaria, Nicaragua ciclo 2004/2005.

Montalbán, C. G. 1993. Caracterización y evaluación preliminar de 30 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de Diploma. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria.(UNA).Managua, Nicaragua. 18 Pág.

Muños, G., Giraldo, G., Fernández, J. 1993. Descriptores varietales: Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 51-79 Pág.

Ospina, J. E., y Aldana, N. 1998. Producción Agrícola *En*: Enciclopedia Agropecuaria, Terranova Editores Ltda..Santa Fe de Bogota, Colombia. 130-133 Pág.

Proyecto de Mejoramiento de Semillas (PROMESA). 2002. Catalogo de granos: variedades e híbridas. INTA/USAID, MAG-FOR. Managua, Nicaragua. 22-41 Pág.

- Rosas, J. C. 1998. El cultivo de frijol común en América tropical. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 9-52 Pág.
- Singh, S., P. 1985. Conceptos básicos de mejoramiento del frijol por hibridación. *En: Frijol, Investigación y Producción*. Editado por, Fernández, F.; Schoonhoven, A. Y López; M. CIAT. Cali, Colombia. 202 Pág
- Singh S. P. 1991. Bean genetic in common beans research for crop improvement. Edit. by. Van Schoonhoven y Voysest, O. (C:A B I) CIAT Cali, Colombia. 114-126 Pág
- Singh, S. P. 1992. Common bean improvement in the tropics. Volumen 10. CIAT. Cali, Colombia. 200- 212 Pág.
- Tapia, B. H. 1985. Cuantificación de factores que afectan la calidad de consumo de frijol común (P.V.L), *En: Programa Nacional Para el Mejoramiento de frijol común. Informe 1985* Managua, Nicaragua. 229-236 Pág.
- Tapia, B. H. 1987. Variedades Mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris L*) con grano color rojo para Nicaragua 1ra Edición Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua- Nicaragua. 6-20 Pág.
- Tapia, B. H. 1987. Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua, Instituto De Ciencias Agropecuarias (ISCA), Managua, Nicaragua. 4-11 Pág.
- Tapia, B. H., y Camacho, A. H. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, Nicaragua. 181 Pág.
- Verissimo, L. 1999. Leguminosas de grano. *En: Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería*. OCEANO grupo editorial, S.A, Barcelona España. 356-358 Pág.

Voysest, O. y Desset, M. 1991. Bean cultivar: classes and commercial seed Types. In. Common Beans. Research for crop improvement. Edited by Aart Van Schoonhoven y Voysest. O CIAT, Cali, Colombia. 130-140 Pág.

Voysest, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. *En*: Frijol. Investigación y producción. Editado por, Fernández, F.; Schoonhoven, A. y López, M. CIAT. Cali, Colombia. 104 Pág.

White, J. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. *En*: Frijol investigación y producción. Editado por, Fernández, F.; Schoonhoven, A. y López, M. CIAT Cali, Colombia. 43-60 Pág.

White, J. 1989. Frijol: Fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés. CIAT, oficina regional de la FAO, para América Latina y el Caribe. 23-30 Pág.

VII ANEXO

Anexo 1 Codificación de colores

Código asignado	Nombre del color	Código CIAT
1	Rojo claro	7, 8, 9
2	Rojo marrón oscuro	7,8,9 con 10
3	Café rojizo	4, 5, 6, 10
4	Rosado	13, 15
5	Morado	23
6	Lila	16, 17, 18
7	Café	54, 55, 57
8	Verde	36, 37, 38, 39, 43
9	Verde con pigmento café	36, 37, 38, 39, 43 con 54, 55, 57
10	Verde oscuro	28, 29, 40, 41, 42
11	Verde pálido	86, 87, 88, 89, 90
12	Verde claro	36, 37, 39
13	Verde con pigmento morado	36, 37, 38, 39, 43 con 23
14	Verde con pigmento Rosado	36, 37, 38, 39, 43 con 13 y 15
15	Amarillo con pigmento café rojizo	84 con 4, 5, 6, 10
16	Amarillo con pigmento Rosado	84 con 13 y 15
17	Amarillo dorado	64, 65
18	Amarillo pálido	81, 85
19	Crema oscuro	69
20	Blanco	76
21	Blanco con pigmento crema	76 con 75
22	Blanco con pigmento Rosado	76 con 13 y 15

Anexo 2 Media, máximo, mínimo, desviación estándar (Des. std) y coeficiente de variación para caracteres cuantitativos de crecimiento de 7 genotipos de frijol común rojo evaluados en la época de primera (junio-agosto 2004) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo

SRC1-12-1-43

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	3.5	5.0	6.5	0.6	13.5
Lognepicot	1.8	2.4	3.2	0.3	16.0
Logtallo	50.0	68.7	92.0	13.3	19.3
Longvain	8.0	9.5	11.0	0.8	8.9
Ancvain	6.0	9.6	12.0	1.1	12.3
Longhoja	8.0	10.2	12.0	1.1	10.8
Anchohoja	6.0	7.7	9.2	0.8	11.3
Areafoliar	41.2	60.0	82.8	11.0	18.4
Altcobert	40.0	48.6	56.0	4.0	8.3

SRC2-18-1

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	2.0	4.7	7.0	1.0	22.4
Lognepicot	1.5	2.4	5.2	0.6	26.7
Logtallo	54.0	81.9	104.0	12.3	15.0
Longvain	7.8	9.1	10.4	0.6	6.9
Ancvain	5.0	9.8	12.0	1.0	10.5
Longhoja	7.0	9.7	12.0	1.1	11.5
Anchohoja	6.0	7.7	9.0	0.8	11.4
Areafoliar	35.7	56.7	81.0	11.3	19.9
Altcobert	38.0	51.9	92.0	13.0	25.0

EAP9508-41

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	3.2	4.8	6.5	0.6	12.8
Lognepicot	1.0	2.6	3.7	0.5	22.1
Logtallo	50.0	73.9	107.0	14.6	19.7
Longvain	7.0	9.4	11.0	0.8	9.2
Ancvain	8.0	9.5	11.0	0.8	8.5
Longhoja	7.0	9.7	12.0	1.2	12.6
Anchohoja	4.9	7.4	9.5	1.0	14.4
Areafoliar	27.6	55.1	81.0	12.9	23.4
Altcobert	38.0	46.0	79.0	8.2	18.0

SRC2-18-1

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	3.9	4.7	7.0	0.7	15.4
Lognepicot	2.0	2.3	3.3	0.3	13.9
Logtallo	37.0	70.7	94.0	13.2	18.7
Longvain	8.5	9.9	11.0	0.7	7.4
Ancvain	6.0	9.8	12.0	0.8	8.7
Longhoja	8.0	10.2	13.0	1.3	13.2
Anchohoja	6.0	7.8	9.0	0.8	11.2
areafoliar	39.0	61.2	87.8	12.7	20.7
Altcobert	38.0	48.0	55.0	4.4	9.1

EAP9504-3A

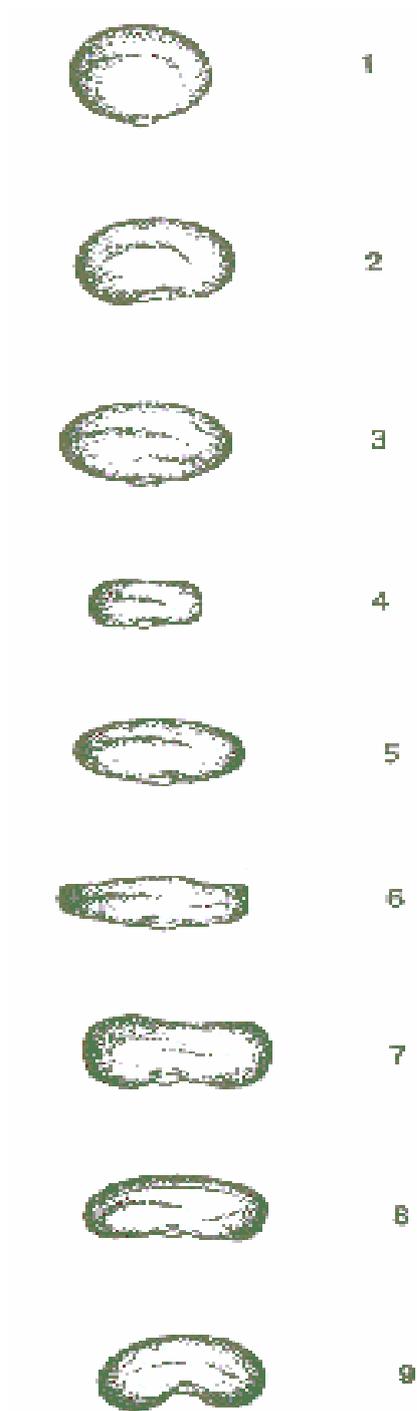
Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	3.0	4.6	6.2	0.8	17.3
Lognepicot	1.8	2.5	3.3	0.3	15.2
Logtallo	53.0	76.5	119.0	15.0	19.7
Longvain	7.5	9.5	11.0	0.7	7.9
Ancvain	8.0	9.9	10.0	0.4	4.0
Longhoja	8.0	9.8	12.0	1.0	10.7
Anchohoja	5.5	8.1	11.0	1.5	18.9
Areafoliar	36.0	61.6	90.8	16.6	26.9
Altcobert	40.0	50.0	59.0	4.0	8.1

PRF9804-3A

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
Lognhipoc	3.5	4.8	7.2	0.6	14.3
lognepicot	2.0	2.4	3.1	0.3	13.7
logtallo	50.0	81.2	101.0	12.0	14.8
longvain	7.5	9.5	10.5	0.5	6.0
ancvain	8.0	10.0	12.0	0.5	5.2
longhoja	1.0	10.0	13.0	2.0	20.5
anchohoja	5.0	7.5	10.0	1.0	13.2
areafoliar	36.0	60.8	97.5	13.7	22.5
altcobert	44.0	52.2	60.0	3.6	6.9

SRC-2-21-15

Genotipo	mínimo	media	máximo	Desv.Std	variación
lognhipoc	3.9	4.6	6.0	0.4	10.7
lognepicot	2.2	2.7	6.8	0.4	13.3
logtallo	54.0	75.2	103.0	10.3	13.7
longvain	8.0	9.3	11.0	0.7	8.3
ancvain	8.0	9.9	12.0	0.5	5.5
longhoja	7.0	9.5	12.0	1.2	13.2
anchohoja	5.5	7.7	10.0	1.4	18.6
areafoliar	31.5	56.6	90.0	16.6	29.3
altcobert	40.0	47.0	54.0	3.8	8.1



Anexo 3 Formas que presenta la semilla de frijol: 1= redonda; 2= ovoide; 3= elíptica; 4= pequeña, casi cuadrada; 5= alargada, ovoide; 6= alargada, ovoide en un extremo; 7= alargada, casi cuadrada; 8= arriñonada, recta en el lado del hilo; 9= arriñonada, curva en el lado del hilo.