



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Sede Juigalpa, Chontales.
“Jofiel Acuña Cruz”

TESIS

Ensayo de adaptabilidad y rendimiento de nueve genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), apante 2005, Montevideo, Municipio de Nueva Guinea. RAAS.

AUTORES

Br. Humberto Urbina Ojeda
Br. Marvin Antonio Calero Báez

ASESORES

Dr. Oscar Gómez Gutiérrez
Ing. Noel Enrique Duarte Rivas

Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Diciembre 2006



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Sede Juigalpa, Chontales.
“Jofiel Acuña Cruz”**



TESIS

Ensayo de adaptabilidad y rendimiento de nueve genotipos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*), apante 2005, Montevideo, Municipio de Nueva Guinea. RAAS.

AUTORES

Br. Humberto Urbina Ojeda
Br. Marvin Antonio Calero Báez

ASESORES

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
Ing. Noel Enrique Duarte Rivas



Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Diciembre 2006

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SEDE JUIGALPA**

TESIS

Evaluar la adaptabilidad y rendimiento de nueve genotipos de Frijol Negro
(*Phaseolus vulgaris L.*), Apante 2005, Montevideo,
Municipio de Nueva Guinea, RAAS

Tesis sometida a la consideración del Consejo Técnico del Departamento de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, Sede Juigalpa para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Por

Br. Humberto Urbina Ojeda

Br. Marvin Antonio Calero Báez.

Juigalpa, Chontales, Nicaragua

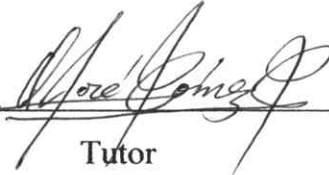
Diciembre, 2006

Hoja de aprobación

Esta tesis fue aceptada por el Consejo Técnico de la Sede Juigalpa de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

EQUIPO DE TUTORÍA

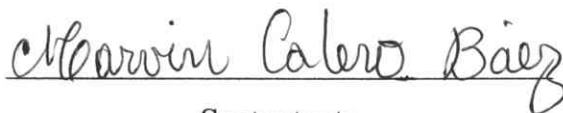

Tutor

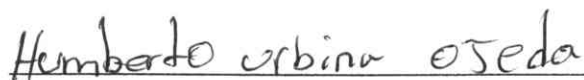
Asesor


Tribunal Examinador


Tribunal Examinador

Tribunal Examinador


Sustentante


Sustentante

Sustentante

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios por haberme permitido lograr un éxito más en mí vida.

A mí madre Sra. Vivian Báez Aragón, que con su sacrificio y abnegación me enseñó la senda del buen camino.

Al resto de mis familiares como muestra de gratitud por sus valiosos consejos y estímulos constante durante esta etapa de mi vida.

A mis amigos por la satisfacción de buenos deseos de éxito en mi superación profesional.

Br. Marvin Calero Báez

DEDICATORIA

Debo primeramente agradecer a Dios por haberme permitido lograr un éxito más en mi vida.

A mí madre Sra. Ernestina Ojeda Crespo, que con su sacrificio y abnegación me enseñó la senda del buen camino.

Al resto de familiares como muestra de gratitud por sus valiosos consejos y estímulos constante durante esta etapa de mí vida.

A mis amigos por la satisfacción de buenos deseos de éxito en mí superación profesional.

Br. Humberto Urbina Ojeda

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por el apoyo en la realización de nuestro estudio.

Al Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez por su valiosa y acertada orientación durante el período del trabajo de tesis.

Al Ing. Noel Enrique Duarte Rivas por las sugerencias y el empeño demostrado en la realización de esta tesis.

A la Ing. Esperanza Castro por las sugerencias y orientación durante el período del trabajo de tesis.

A todos los profesores de la Universidad Nacional Agraria por haber transmitido todo aquel conocimiento científico que nos ayudó en nuestra formación profesional.

A la Academia de Informática (ADI) por sus consejos y sugerencias durante la realización de nuestra tesis.

Al Ing. Eduardo Villachica por sus consejos en nuestra tesis.

Al Ing. Rafael Salazar por su valiosa orientación en nuestra tesis.

Br. Humberto Urbina Ojeda.
Br. Marvin Antonio Calero Báez.

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

	pag.
Resumen	
I. Introducción	5
II. Objetivos	7
2.1 Objetivo General	7
2.2 Objetivo Específico	7
III. Materiales y métodos	8
3.1 Ubicación y fecha de siembra	8
3.2 Precipitaciones durante el ensayo	8
3.3 Genotipos evaluados	9
3.4 Manejo agronómico.....	9
3.5 Variables evaluadas.....	10
3.6 Diseño experimental.....	13
3.7 Análisis estadísticos	13
IV. Resultados y discusión.....	14
4.1 Días a floración, días a madurez fisiológica y hábito de crecimiento	14
4.2 Adaptación vegetativa.....	14
4.3 Severidad de mustia hilachosa y mancha angular	14
4.4 Plantas cosechadas	16
4.5 Vainas por planta.....	16
4.6 Granos por vaina	17
4.7 Rendimiento	18
V. Conclusiones	18
VI. Recomendaciones.....	20
VIII. Bibliografía.....	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
Cuadro 1. Precipitaciones observadas durante el ensayo.....	4
Cuadro 2. Identificación y cruces de origen de los nueve genotipos de frijol, negro utilizados en el presente estudio	5
Cuadro 3. Escala utilizadas para evaluar el hábito de crecimiento.....	6
Cuadro 4. Escala utilizada para evaluar la adaptación vegetativa.	7
Cuadro 5. Escala utilizada para evaluar la severidad de enfermedades.....	7
Cuadro 6. Escala utilizada para evaluar el valor comercial del grano.	8
Cuadro 7. Datos de floración, madures fisiológicas, hábito de crecimiento, presencia de enfermedades, adaptación vegetativa y valor comercial de nueve genotipos de frijol negro.....	11
Cuadro 8. Números de plantas cosechadas por ha ⁻¹ de nueve genotipos de frijol negro.	12
Cuadro 9. Número de vainas por plantas de nueve genotipos de frijol negro.	13
Cuadro 10. Números de granos por vaina de nueve genotipos de frijol negro.....	13
Cuadro 11. Resultados de rendimiento de grano de nueve genotipos de frijol negro.	14

RESUMEN

Diversos factores bióticos y abióticos en constante evolución limitan la producción de frijol por lo que la búsqueda de materiales genéticos superiores en cuanto a rendimiento es una labor permanente. En este trabajo se evaluaron nueve genotipos de frijol con el propósito de identificar uno o varios de ellos con rendimientos aceptables en la localidad de evaluación. El diseño de campo consistió en un BCA con tres repeticiones. Se consideraron variables fenológicas, morfológicas y agronómicas. Los datos de algunas variables se analizaron de manera descriptiva, mientras que otros se sometieron al análisis de varianza. Los materiales genéticos resultaron bastantes similares, en cuanto a floración y madurez fisiológica y hábito de crecimiento. Igualmente, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre genotipos para rendimiento. No obstante lo anterior, ciertos materiales superaron numéricamente al testigo GUAYMI desde un 7 hasta un 22% sobresaliendo el genotipo B 2024. En conclusión se puede decir que el ensayo no permitió encontrar evidencias significativas estadísticamente con respecto a la capacidad de producción (rendimiento de grano) de cada uno de los materiales genéticos estudiados, aunque el valor promedio obtenido para ésta variable refleja una adaptación aceptable de los mismos a la zona donde se evaluaron.

SUMMARY

Diverse biotic and abiotic factors in constant evolution limit the bean production that is the reason of the search for superior genetic material in performance is a permanent labor. In this thesis has been evaluated nine bean types with the porpoise of identify one o more of them with acceptable performance in the locality evaluation. Were considered phenologic, morphologic and agronomics variables. The facts of some variables were analyzed on a descriptive way, while the others were subdued to a variance analysis, in flowering and physiologic ripeness, growing habits. Equally, were not detected meaningfully statics differences between the genotypes for performance. Nevertheless the previous, some materials exceed numerically to the GUAYMI witness from a 7% to a 22% standing out the B genotype 2024. In conclusion can be said that the essay do not aloud to find sadistically significant evidence on the production capacity (grain performance) on each one of the studied genetic materials although the average value obtained for this variable shows an acceptable adaptation of the same to the zone where were evaluated.

I. INTRODUCCIÓN

Entre las principales leguminosas alimenticias en el mundo, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la tercera más importante siendo superada únicamente por la soya [*Glycine max* (L) Merr.]; y el maní (*Arachis hypogea* L.), aunque en lo referente a la utilización de los granos secos para alimento es la más importante (Singh, 1999). Se estima que el consumo *per cápita* en Nicaragua es de 14 a 18 kg año⁻¹ considerando tanto el sector rural como urbano (IICA-USAID, 2003).

En los últimos años se ha reportado un incremento de las áreas destinadas a la producción de frijol en Nicaragua. Según el informe del MAG-FOR 2003-2004 el área cosechada en ese período fue de 279.5 miles de hectáreas entre frijol con cubierta de semilla de color rojo y frijol con cubierta de semilla de color negro (frijol rojo y frijol negro de aquí en adelante, respectivamente) y una producción total de 223 945.4 t (53% del total corresponde a la época de apante, 30% a la de postrera y el 17% restante a la época de primera), para un promedio de 559 kg ha⁻¹ (MAG-FOR, 2005). Según esta misma institución el frijol negro constituye un rubro relativamente nuevo en el mercado nacional con posibilidades de ampliación del mismo, ya que aparte de unas pocas áreas sembradas en el pasado para consumo familiar y ventas eventuales a consumidores externos e internos (en Nicaragua no existe cultura de consumo de este tipo de frijol), en los últimos dos años se han abierto las posibilidades para la siembra de frijol negro en gran escala debido a la mayor demanda observada en este rubro a nivel internacional, como es el caso de Costa Rica, México, Guatemala y los Estados Unidos, entre otros.

De acuerdo a las estadísticas del MAG-FOR, para el ciclo 2003-2004 se ejecutó la siembra de 12.2 miles de hectáreas de frijol negro de las que se perdieron 1610, lográndose cosechar 10.6 miles con un rendimiento promedio nacional de 423 kg ha⁻¹. A nivel de regiones dentro del país los mejores rendimientos promedios se obtuvieron en la Región V con 568 kg ha⁻¹ (MAG-FOR, 2005).

El frijol se cultiva prácticamente en todo el territorio nacional en lugares que van desde cero metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta más de 900 (Voysest, 2000), aunque, desde luego, no todos los sitios presentan condiciones óptimas o cercanas a lo óptimo para su cultivo. El frijol común enfrenta una serie de limitantes tanto bióticas y abióticas durante su crecimiento y desarrollo que afectan negativamente la producción (Broughton *et al.*, 2003). En general a elevaciones mayores a los 1000 msnm las enfermedades fungosas, roya y antracnosis son un factor limitante y a menores elevaciones el virus del mosaico dorado (BGMV), la bacteriosis común y mustia hilachosa. De estas enfermedades el BGMV es la principal en Centro América. Desde luego no se puede dejar de mencionar otra enfermedad importante en el frijol de amplia distribución como es el virus del mosaico común (BCMV). Más de 150 especies de insectos e invertebrados han sido mencionadas como plagas del frijol, pero solamente unas pocas han sido consideradas de importancia económica (Cardona *et al.*, 1995). En lo que concierne a factores abióticos que limitan la producción de frijol, la sequía es una limitante enfrentada por muchos agricultores. Igualmente importante son los problemas que presentan ciertos suelos en lo que se refiere a presencia de compuestos tóxicos (aluminio, manganeso), acidez, baja disponibilidad de fósforo, nitrógeno, etc., (Broughton *et al.*, 2003).

El problema se agudiza más debido a la incapacidad económica de la mayoría de productores de frijol para la compra de insumos para el manejo de plagas y enfermedades o para realizar enmiendas en sus suelos, por lo que la mejora del cultivo se ha considerado como una alternativa viable. En el país, después del establecimiento del Programa de Frijol en 1942 (Tapia, 1987) se ha venido trabajando en la mejora de frijol que ha consistido principalmente en el estudio y utilización de variedades locales y en la introducción de variedades mejoradas principalmente de Costa Rica, México y Colombia (Araya *et al.*, 1992). Hasta los años 80 del siglo pasado, el objetivo principal del mejoramiento del frijol fue el incremento del rendimiento. Otras características como brillo y color de semilla fueron ignoradas.

Durante los 80 del siglo anterior seis variedades de frijol negro y una con color de semilla rojo-oscuro fueron desarrolladas por el Programa de Frijol (Tapia, 1987).

Estas variedades resultaron superiores a las variedades locales en cuanto a rendimiento; sin embargo, su aceptación por el público consumidor fue muy baja debido principalmente al color

de la cubierta de la semilla. Actualmente el consumo de frijol negro en el país es reducido, sin embargo, presenta buenas perspectivas económicas como producto de exportación a países vecinos, tal ; como se mencionó con anterioridad.

Dado que los factores bióticos y abióticos limitantes de la producción de frijol están siempre presentes, el mejoramiento del frijol se vuelve una necesidad permanente a fin de poder ofertar a los productores de este rubro nuevas y mejores variedades. Es ante este marco general que se realizó el presente ensayo a fin de buscar entre los materiales genéticos introducidos aquellos que se adapten exitosamente a las condiciones donde se realizó el presente ensayo.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1 Objetivo General.

Con este ensayo se pretende contribuir al proceso de identificación de materiales genéticos superiores de frijol negro a través del mejoramiento por introducción de germoplasma de otros países.

2.2 Objetivo Específico.

Evaluar el comportamiento agronómico y en particular el rendimiento de nueve genotipos de frijol negro en la comunidad de “Montevideo”, Nueva Guinea, RAAS.

2.3 Hipótesis.

Hipótesis: que al menos uno de los materiales genéticos estudiados mostraría un rendimiento significativamente superior al testigo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha de siembra

El experimento se realizó en la finca de la productora Cristina Ojeda ubicada en la comunidad “Montevideo” del municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Esta zona se caracteriza por presentar precipitaciones promedios anuales de 2800 a 3000 mm, temperatura promedio anual de 27 a 30° y textura del suelo franco arcilloso. La fecha de establecimiento del ensayo fue el 14 de Diciembre del 2005, en la época de apante.

3.2 Precipitaciones durante el ensayo

En el siguiente cuadro se reporta la cantidad de lluvias observadas durante el período en que se llevó a cabo el presente ensayo.

Cuadro 1. Precipitaciones observadas durante el ensayo.

Etapa Fenológica	Precipitaciones Requeridas* (mm)	Precipitaciones Recibidas (mm)	Déficit/Exceso (mm)
V ₀	8	16.4	8.4
V ₁	5	9.3	4.3
V ₂	8	10	2
V ₃	14	12.5	1.5
V ₄	50	38.4	-11.6
R ₅	45	11.6	-33.4
R ₆	17	81.8	64.8
R ₇	28	125	97
R ₈	47	57	10
R ₉	5	32.8	27.8

* FNI, 1993; V: Etapa vegetativa del frijol; R: Etapa reproductiva del frijol.

3.3 Genotipos evaluados

Se consideraron en este ensayo los genotipos de frijol (nueve en total) que se describen en la cuadro siguiente:

Cuadro 2. Identificación y cruces de origen de los nueve genotipos de frijol de grano negro utilizados en el presente estudio.

Identificación	Pedigree
MR145212-6	SEA15/////OSTUA///SAM1/F1/TC75/FEB192//G21212/F1MC-MC
GUAYMI *	XAN176/MUS106
PR O333-48	DOR364/WBB-20-1///DOR482///XAN176
PR 0334-121	XAN176/1074
PR 0333-32	VAX6/MORALES
B 20-24	DOR390/JU93-1
BCN 20-02-94	DOR500/SRC2-23
EAP-9712-13	MUS113/DOR390
BCN 20-03-89	DOR500/SRC2-28

*GUAYMI- testigo

3.4 Manejo agronómico

Este se inició con la limpieza del terreno, basureo y fertilización al momento de la siembra a razón de 130 kg ha⁻¹ de la formula 18-46-0. A los 25 días después de la siembra se aplicó urea al 46% en dosis de 65 kg ha⁻¹. Durante la etapa vegetativa se aplicó cypermetrina, (insecticida) para manejar la población de crisomélidos. La aplicación de fungicida se hizo en la etapa reproductiva, dos aplicaciones de mancozeb en dosis de 100g por bomba de 20 litros. El manejo de las malezas se hizo de forma manual en la etapa crítica, a los 20 días después de la siembra.

3.5 Variables evaluadas

Las variables que se describen a continuación fueron evaluadas tomando en consideración el estado de desarrollo de la planta de frijol. Para mayor información se puede consultar el folleto “Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol” (CIAT, 1987).

Días a Floración: se determinó como el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron una o más flores abiertas. Esta variable se evaluó al inicio de la etapa de desarrollo R₆.

Días a madures fisiológica: se contó el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 50 % de las vainas cambiaron de coloración. Esta variable se registró en la etapa de desarrollo R₉.

Habito de crecimiento: se determino el tipo de hábito de crecimiento de cada genotipo en la etapa reproductiva R₈ empleándose la escala siguiente:

Calificación	Descripción
1	Arbustivo determinado
2 _a	Arbustivo indeterminado, con guía
2 _b	Arbustivo indeterminado, con guía más o menos larga
3 _a	Postrado indeterminado, con guía no trepadora
3 _b	Postrado indeterminado, con guía trepadora
4 _a	Trepador indeterminado, con carga a lo largo de la planta
4 _b	Trepador indeterminado, con carga en los nudos superiores

Fuente: Muñoz *et al.* (1933)

Adaptación vegetativa (Vigor): Se llevó a cabo cuando las plantas alcanzaron su máximo desarrollo en la etapa de desarrollo R₅. Para su evaluación se utilizó la siguiente escala:

Cuadro 4. Escala utilizada para evaluar la adaptación vegetativa.

Calificación	Descripción
1	Excelente
3	Buena
5	Intermedia
7	Pobre
9	Muy pobre

Severidad de enfermedades: Se evaluó la severidad a dos enfermedades mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) y mancha angular (*Isariopsis griseola*) en las etapas de desarrollo entre R₆ y R₈ en base a la siguiente escala:

Cuadro 5. Escala utilizada para evaluar la severidad de enfermedades.

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

Fuente: CIAT (1987)

Plantas cosechadas: Corresponde al número total de plantas cosechadas de la parcela útil y se expresó en miles por hectárea.

Número de vainas por plantas: Para su registro se tomaron diez plantas al azar de la parcela útil y se realizó el conteo del número total de vainas con al menos una semilla viable en cada planta muestreada; posteriormente se calculó el promedio por planta. Este dato se tomó a la cosecha.

Número de granos por vaina: Se determinó en diez vainas tomadas al azar luego se calculó el promedio del número de granos por vainas por cada genotipo. Al igual que la variable anterior, ésta se registró al momento de la cosecha.

Rendimiento: Se determinó en base al área de la parcela útil y se expresó al final en kilogramos por hectárea previo ajuste del contenido de humedad de las semillas al 14%. Para esto último se utilizó la ecuación propuesta por Aguirre y Peske (1988):

$$P_i(100 - H_i) = P_f(100 - H_f). \text{ En donde:}$$

P_i = Peso inicial

H_i = Contenido de humedad inicial de la semilla

P_f = Peso final de la semilla y

H_f = Contenido de humedad final de la semilla.

Valor comercial: Esta variable se determinó visualmente clasificando los genotipos en varias categorías de acuerdo al tamaño, color y forma de las semillas. Para su evaluación se empleó la escala siguiente definida por el fitomejorador¹.

Cuadro 6. Escala utilizada para evaluar el valor comercial del grano.

Calificación	Descripción
1	Color negro opaco, tamaño mediano, forma arriñonada
2	Color negro opaco, tamaño mediano, forma redonda
3	Color negro opaco, tamaño grande, forma arriñonada
4	Color negro brillante, tamaño grande y forma redonda

¹ Ing. Noel Duarte, 2006, Mejorador en frijol, INTA, Juigalpa. 8

3.6 Diseño experimental

El estudio consistió en un experimento unifactorial en un diseño de campo en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La parcela o unidad experimental estuvo conformada por cuatro surcos de cinco metros de longitud y separados a 0.60 metros cada uno. En cada surco la semilla se colocó a una distancia de 20 centímetros colocando en cada golpe dos semillas. Con relación a la parcela útil ésta estuvo constituida por los dos surcos centrales eliminándose los dos surcos laterales que sirvieron como bordes y los extremos de cada surco.

3.7 Análisis estadísticos

Los datos de campo fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA). En aquellos casos en que las diferencias entre tratamientos (genotipos de frijol) resultaron ser estadísticamente significativa se procedió la separación de medias mediante la prueba de Duncan al 5%. Para el caso de variables cualitativas, a éstas se le determinaron sus estadísticas descriptivas.

El modelo lineal utilizado para el análisis de varianza se describe a continuación:

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$; en donde:

Y_{ij} : Observación en el i -ésimo bloque del j -ésimo tratamiento

μ : Media general de los tratamientos (genotipos de frijol negro)

α_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} : Término del error aleatorio para cada observación

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Días a floración, días a madurez fisiológica y hábito de crecimiento

En general las diferencias entre genotipos para las tres variables arriba mencionadas fueron mínimas o nulas. Los días a Floración oscilaron entre 33 y 34 días después de la siembra (dds) y los días a madurez fisiológica entre 69 y 70 dds (Cuadro 3). Estos materiales genéticos se pueden considerar como precoces y en realidad es poca la variabilidad esperada para las variables antes mencionadas ya que se trata de poblaciones en estado avanzado de mejoramiento genético. En cuanto a hábito de crecimiento todos los genotipos mostraron el mismo hábito: arbustivo indeterminado con guía (2_a). Esta última variable es altamente influenciada por el ambiente y para poder apreciar su variabilidad se requiere la evaluación de los materiales genéticos en diferentes ambientes (*Singh, 1982*). Probablemente a esto se debió la homogeneidad observada en los resultados de esta variable, aunque desde luego hay que agregarle la homogeneidad genética de los materiales estudiados producto de su estado avanzado de mejoramiento.

4.2 Adaptación vegetativa

La evaluación visual de esta variable demanda la consideración del efecto conjunto de otras variables, como por ejemplo el hábito de crecimiento. En nuestro estudio fue posible la evaluación de la adaptación vegetativa (vigor) sin muchas ambigüedades ya que todos los materiales presentaron el mismo hábito de crecimiento y este resultó del tipo 2_a tal y como se mencionó anteriormente. En este trabajo los materiales genéticos mostraron una buena adaptación vegetativa (valor 3) sobresaliendo los materiales: B 2024, BCN 20-03-89 y PR 0333-48 (Cuadro 4).

4.3 Severidad de mustia hilachosa y mancha angular

Al evaluar una enfermedad debe estimarse tanto la severidad como la incidencia de la misma, pero en general, es más importante la severidad de ésta (*CIAT, 1987*). En este trabajo se determinó la

Severidad de mustia hilachosa y mancha angular (Cuadro 5). Para el primer caso dos materiales genéticos (MR 145212-6 y PR 0334-121) mostraron adaptación (valores entre 2 y 3). El resto de materiales (nueve en total) mostró una resistencia intermedia al patógeno ya que presentaban ciertos síntomas (varias lesiones pequeñas cubriendo aproximadamente el 5% del área foliar) aunque no severos (valores entre 4 y 5);(cuadro6). Con relación a mancha angular la severidad de la misma en todos los materiales genéticos, en general, fue menor en comparación con mustia hilachosa. Para mancha angular todos los materiales genéticos mostraron una resistencia aceptable ya que muchos de ellos no presentaron síntomas o estos fueron muy leves (valores entre 1 y 3) sobresaliendo los genotipos siguientes: BCN 20-02-94, EAP 9712-13 y BCN 20-03-89 (Cuadro 5). Con relación al valor comercial, la mayoría de los genotipos evaluados presentaron granos de color negro opaco, tamaño mediano y forma redonda (valor comercial 2) diferenciándose un poco del testigo cuyo grano resultó ser de color negro opaco, tamaño mediano, forma arriñonada (valor comercial 1, Cuadro 6). En lo referente a la variable valor comercial se debe considerarse de que no existe un estándar de calidad internacional sino que éste varía según los hábitos de consumo de cada país.

Cuadro 7. Datos de floración, madurez fisiológica, hábito de crecimiento, presencia de enfermedades, adaptación vegetativa y valor comercial de nueve genotipos de frijol negro.

Genotipo	DAF	DAM	HC	MH	MA	AV	VC
MR 145212-6	34	70	Arbustivo Ind.	2	3	4	2
GUAYMI*	34	70	Arbustivo Ind.	4	2	4	1
PR 0334-121	34	70	Arbustivo Ind.	3	3	4	2
PR 0333-32	34	70	Arbustivo Ind.	5	2	4	1
B 2024	34	70	Arbustivo Ind.	4	2	3	2
BCN 20-02-94	33	69	Arbustivo Ind.	5	1	4	2
EAP 9712-13	34	70	Arbustivo Ind.	5	1	4	3
BCN 20-03-89	34	70	Arbustivo Ind.	5	1	3	2
PR 0333-48	34	70	Arbustivo Ind.	4	2	3	2

DAF: Días a floración; DAM: Días a madurez fisiológica; HC: Hábito de crecimiento; Ind: Indeterminado; MH: Mustia hilachosa; MA: Mancha angular; AV: Adaptación vegetativa; VC: Valor comercial.

4.4 Plantas cosechadas

El análisis de varianza realizado a los datos de la variable plantas cosechadas mostró que no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los materiales genéticos estudiados. La densidad poblacional promedio fue de 108 499 plantas por hectárea, inferior al óptimo (según el MAG-FOR, 2004) con coeficiente de variación (%CV) de 27% (Cuadro 8). De todos los genotipos estudiados cuatro superaron la media de plantas cosechadas (PR 0333-48, EAP 9712-13, BCN 20-03-89 y B 2024) y cinco resultaron inferiores (MR 145212-6, GUAYMI*, PR0334-121) incluyendo el testigo local GUAYMI*.

Cuadro 8. Número de plantas cosechadas por hectárea de nueve genotipos de frijol negro

Genotipo	Plantas cosechadas por ha
PR 0333-48	125555 a
EAP 9712-13	121111 a
BCN 20-03-89	113333 a
B 2024	112777 a
PR 0333-32	107222 a
BCN 20-02-94	105000 a
PR 0334-121	98333 a
GUAYMI*	97222 a
MR 145212-6	93888 a

Media General- 108499.6 p/ha CV- 26.71 R^a – 0.14

Nivel de significancia- No hay diferencia significativa

4.5 Vainas por planta

El análisis de varianza reflejó que no hubo diferencias significativas entre los genotipos de frijol negro estudiados. En general el número de vainas por planta osciló entre 16 y 21 con una media general de 18 vainas por planta. Se observó un CV de 18%.

Cuadro 9. Número de vainas por plantas de nueve genotipos de frijol negro.

Genotipos	Número de vainas por planta
B 2024	21.0 a
MR 145212-6	20.0 a
GUYMI*	19.0 a
BCN 20-03-89	18.0 a
PR 0334-121	18.0 a
BCN 20-02-94	18.0 a
EAP 9712-13	17.0 a
PR 0333-32	17.0 a
PR 0333-48	16.0 a

*GUAYMI-testigo.

Nivel de significancia- No hay diferencia significativa.

4.6 Granos por vaina

En cuanto a ésta variable se detectaron diferencias significativas entre genotipos de frijol. GUAYMI* fue el genotipo con el mayor número de granos por vaina (6.6) y los que presentaron los valores significativamente inferiores al mencionado fueron PR 0334 -121, BCN 20-02-94, BCN 20-03-89, EAP 9712-13, PR 0333-32 y B 2024. El resto de genotipos mostró valores intermedios entre los grupos mencionados anteriormente. Esta variable mostró valores de CV de 7% con un promedio de seis semillas por vaina.

Cuadro 10. Número de granos por vaina de nueve genotipos de frijol negro

Genotipo	Número de granos por vaina
GUAYMI*	6.60 a
PR 0333-48	6.36 ab
MR 145212-6	6.03 abc
PR 0334 -121	5.80 bc
BCN 20-02-94	5.76 bc
BCN 20-03-89	5.66 bc
EAP 9712-13	5.56 c
PR 0333-32	5.50 c
B 2024	5.50 c

*GUAYMI- testigo

4.7 Rendimiento

Los resultados del análisis de varianza reflejaron que no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los genotipos en estudio. En promedio los materiales estudiados de frijol mostraron un rendimiento de grano de 1776.50 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variación (CV) de 16%. De los genotipos estudiados cinco superaron numéricamente al testigo (GUYAMI*) con incrementos en el rendimiento desde 7 a 22% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resultados del rendimiento de grano de nueve genotipos de frijol negro.

Genotipos	Rendimiento kg ha ⁻¹	Porcentaje de incremento con respecto al testigo
B 2024	2059.7 a	22
MR 145212-6	1983.7 a	17
PR 0333-48	1971.0 a	17
BCN 20-03-89	1858.0 a	10
PR 0334-121	1803.0 a	7
EAP 9712-13	1688.3 a	-0.2
BCN 20-02-94	1648.3 a	-3
PR 0333-32	1369.3 a	-19
GUAYMI*	1691.7 a	0
Media general- 1776.5 kg/ha		CV- 15.97
*GUAYMI-testigo.	R ^a -0.40	

Se puede decir que el ensayo no permitió encontrar evidencias significativas con respecto a la capacidad de producción (rendimiento de grano) de cada uno de los materiales genéticos estudiados. Lo anterior no significa que no existan. El análisis agronómico muestra superioridad numérica de varios materiales con respecto al testigo GUAYMI* sobre todo los tres primeros (Cuadro 11) por lo que podrían ser considerados como materiales promisorios para pruebas más rigurosas (varios ambientes y varios ciclos agrícolas) para apreciar objetivamente su potencial de rendimiento.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados observados se concluye que desde el punto de vista estadístico debemos rechazar nuestra hipótesis nula ya que según el análisis de varianza las diferencias observadas no resultaron significativas. No obstante lo anterior, agronómicamente varios materiales mostraron incrementos superiores al testigo GUYAMI* por lo que ameritan estudios posteriores.

Amerita enfatizar, además, el rendimiento individual de cada genotipo que es muy superior al promedio nacional y al mejor rendimiento de la región en el país, donde se produce frijol negro.

VI. RECOMENDACIONES

Basándose a los resultados se propone lo siguiente:

- 1) Evaluar en más localidades y por más de un ciclo agrícola los materiales que superaron numéricamente en rendimiento al testigo GUAYMI* que son: B 2024, MR 145212-6, PR 0333-48, BCN 20-03-89 y PR 0334-121.
- 2) Realizar días de campo durante la etapa reproductiva y en la etapa post-cosecha de los ensayos, esto nos permitirá intercambiar información relacionada con el comportamiento agronómico, productivo y organoléptico de los genotipos con productores aledaños.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, R. y Peske, S. 1988. Manual para el beneficio de semillas. CIAT, Cali, Colombia. 248 pp.
- Araya, R., Rodríguez, R., Molina, J.C., y Ramos, F.T. 1992. Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Concepto, obtención y manejo. CIAT, BID, PROFRIJOL. 143 pp.
- Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp)- model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55-128.
- Cardona M., C., Flor Montoya, C.A., Morales, F.J. y Pastor Corrales, M.A. 1995. Problemas de campo en el cultivo de frijol en el trópico. Publicación no. 241. CIAT. Cali. 220 pp.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56 pp.
- Fondo Nicaragüense de Inversiones (FNI). 1993. Manual técnico-financiero para el cultivo del frijol negro. 45 pp.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-United State Agency for International Cooperation (IICA-USAID). 2003. Estudio de la cadena de comercialización de frijol. Impresión Comercial "La Prensa" S.A. Managua. 94 pp.
- MAGFOR, INTA y PASA-DANIDA. Cultivando frijol con menos riesgos. Impresión Comercial "La Prensa", Managua, Nicaragua. 39 pp.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería y Forestal (MAGFOR). 2005. Granos Básicos. Disponible en : http://www.magfor.gob.ni/tematica/descargas/estadi_anual/granos03.pdf.
Accesado: 26 de Agosto de 2006.
- Muñoz, G., Giraldo, G. y Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. CIAT, Cali, Colombia. 174 pp.
- Singh, S.P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Annual Report of Bean Improvement cooperative* 25: 92-95.

Singh, S.P. 1999. Improvement of small-seeded race Mesoamerica cultivars. In: Singh, S.P., ed. *Common bean improvement in the twenty-first century*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. pp. 255-274.

Voysest V., O. 2000. Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Legado de Variedades de América Latina 1930-1999. CIAT, PROFRIZA, COSUDE, Cali pp. 195.

