

EVALUACIÓN POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE NUEVE GENOTIPOS Y UN TESTIGO DE FRÍJOL ARBUSTIVO *Phaseolus vulgaris* L.

EVALUATION BY YIELD COMPONENTS OF NINE GENOTYPES AND A BUSH BEAN CONTROL *Phaseolus vulgaris* L.

Oscar Eduardo Checa Coral¹, Viviana Milena Yama Escobar², Sonia Maribel Fuel Tobar²

Fecha de recepción: 4 de noviembre de 2009 Fecha de aceptación: 13 de julio de 2010

RESUMEN

En cuatro municipios de clima medio y frío moderado del Departamento de Nariño, Colombia, ubicados entre los 1560 y 2167 msnm, se evaluaron por período vegetativo y componentes de rendimiento, nueve genotipos de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L., proporcionados por CIAT y un testigo variedad regional Diacol Nima. En cada localidad se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se efectuó un análisis de varianza combinado y para rendimiento se realizó un análisis de estabilidad fenotípica usando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966). Para número de vainas por planta se observó poca variabilidad, resultado similar al número de granos por vaina que a pesar de haber mostrado mayor variación, presenta al testigo dentro del grupo de mejor comportamiento. En peso de 100 semillas en Bombona los genotipos BRB181, CHOCHO, PVA773 y en Sandoná G5708, superaron al testigo, mientras que en Yacuanquer con excepción de G5708 todas las líneas registraron mayor promedio sobre el testigo. Para rendimiento el testigo y AFR735 se mostraron adaptables y estables, pero su media de producción se ubicó por debajo del promedio general. Los genotipos A36, AFR298, AND277, CHOCHO, PVA773 y Radical Cerinza fueron adaptables pero

¹ Ingeniero Agrónomo Ph.D. Docente Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas
E-mail cicagrarias@hotmail.com

² Egresados Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

de comportamiento impredecible; G5708 con una media de 838.5 kg.ha⁻¹ mostró mejor desempeño en ambientes favorables aunque inestable, mientras que BRB181 se desempeña mejor en ambientes desfavorables y fue estable. La heredabilidad en sentido amplio para altura de plantas y componentes de rendimiento, osciló entre 86.7 y 36%.

Palabras clave: Precocidad, adaptabilidad, estabilidad, interacción genotipo ambiente, heredabilidad.

ABSTRACT

In four municipalities of medium and moderately cold climate in Nariño Department, Colombia, located between 1560 and 2167 masl, nine genotypes of bush bean *Phaseolus vulgaris* L., were evaluated by growing season and yield components, provided by CIAT and a Nima Diacol regional variety control. At each locality a randomized block design were used with three replications. A combined analysis of variance was made and for yield was carried out an analysis of phenotypic stability using the model proposed by Eberhart and Russell (1966). For pods number per plant a little variability was observed, similar result to the grains number per pod that despite having shown more variation, introduces the control within the group of better behavior. Weight of 100 seeds in Bombona the genotypes BRB181, CHOCHO, PVA773 and in Sandoná G5708, exceeded the control, while in Yacuanquer with the exception of G5708 all lines showed higher average over the control. To yield the control and AFR735 were adaptable and stable, but its average production was below the overall average. The genotypes A36, AFR298, AND277, Chocho, and Radical PVA773 Cerinza were adaptable but unpredictable behavior; G5708 with an average of 838.5 kg.ha⁻¹ showed better yield in favorable environments though unstable, while BRB181 yield is better in adverse environments and was stable. In wide sense the heritability for plant height and yield components ranged from 86.7 to 36%.

Key words: Precocity, adaptability, stability, genotype environment interaction, heritability.

INTRODUCCIÓN

El Fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. reviste gran importancia para la economía de los agricultores de clima medio y frío moderado de la región andina del país. El cultivo de fríjol en Colombia y en especial en Nariño se desarrolla bajo una agricultura tradicional, de tipo minifundista, donde prevalecen las variedades regionales

o criollas con hábitos de crecimiento que van desde los arbustivos tipo I hasta los trepadores tipo IV. El uso de variedades mejoradas, al igual que de semilla certificada es poco usual (Ríos y Quiroz, 2002).

En Colombia para el año 2007, según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2007), se encontraron 130.656 hectáreas dedicadas al cultivo

de frijol con un rendimiento promedio de 1.196 kg.ha⁻¹ donde más del 90% de la producción proviene de la zona andina. En Nariño en el semestre B del 2006, se reportaron 4.119 hectáreas de frijol arbustivo con un rendimiento promedio de 869,6 kg.ha⁻¹ y para el 2007 en el semestre A, 2.449 hectáreas con un promedio de producción de 879,6 kg.ha⁻¹, resultados que se obtuvieron principalmente con las variedades Nima (cultivada en mayor proporción en los municipios de clima medio) y Andino (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2008). Estos bajos niveles de productividad, son el resultado de la falta de adaptación de las variedades mejoradas para el clima medio y frío moderado y de la presencia de plagas y enfermedades limitantes en la producción.

En general en el Departamento de Nariño se siembran variedades regionales, entre las que se destacan frijol Andino Regional, Nima y Limoneño, entre otras, sin embargo algunas variedades mejoradas han sido utilizadas por los productores en zonas frías entre ellas ICA Guaitara, de grano mediano, color rojo con estrías color crema, alargado y las variedades ICA Cerinza e ICA Bachué, caracterizadas por presentar granos grandes, ovoides, alargados y de color rojo. Las mismas son susceptibles a las enfermedades comunes de las zonas productoras, lo cual afecta notablemente el rendimiento y calidad del producto dificultando su adopción (Sañudo *et al.*, 1999).

Por las características tecnológicas y topográficas de suelos de ladera en los que se desarrolla el cultivo, no resulta viable el empleo de mecanización. Tal hecho, y la característica de explotación de tipo familiar, convierten al cultivo del frijol, en una actividad altamente generadora de empleo rural (Departamento Técnico FENALCE, 2007).

Meneses y Yépez (1999), en la evaluación de once introducciones de frijol arbustivo de CIAT, con resistencia a sequía en los municipios de Tangua, Funes e Imués, en el departamento de Nariño encontraron que los materiales no resistentes a sequía (AFR626, ANT27, RAA4, ANT42 y SUG104) fueron tardíos con respecto a los materiales resistentes (1009, A1915, 1000, 1002, 1010 y 1013), siendo los dos últimos los que alcanzaron un rendimiento por hectárea superior a 1000 kg; sin embargo Diacol Andino fue el más rendidor con 1410,5, 1383,7 y 1427 kg.ha⁻¹ en las tres zonas de estudio.

Gaviria y Erazo (1999), en la evaluación de diez genotipos promisorios y tres variedades comerciales de frijol arbustivo en tres municipios del departamento de Nariño, no encontraron genotipos superiores a ICA Cerinza, ICA Bachué e ICA Guaitara, respecto a índice de cosecha, número de vainas efectivas, vaneamiento, y reacción a la roya *Uromyces phaseoli* y a antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum*. No obstante los genotipos 2E1 y PE35 se comportaron en forma similar a ICA Cerinza e ICA Bachué.

Santacruz y García (1999), en la evaluación agronómica de ocho genotipos y siete variedades arbustivas de frijol en el Municipio de Imués (1950 msnm), departamento de Nariño, realizado entre octubre de 1997 a marzo de 1998 (semestre 1) y de abril a septiembre de 1998 (semestre 2); observaron que los materiales ICA Quimbaya e ICA Cafetero fueron los más precoces en relación a llenado de grano en semestre 1 y Diacol Catío en el semestre 2. Los materiales con mayor rendimiento durante el semestre 1 fueron ICA Gualí, Diacol Catío e ICA Guaitara, con 1823,9, 1816,3 y 1745,6 kg.ha⁻¹ respectivamente, además presentaron el mayor número de granos por vaina y buen tamaño de grano.

Según Sañudo, *et al.* (1999) en Nariño los agricultores conservan muchas variedades de tipo arbustivo como Andino, Catío, Gualí, Vaca, Argentino, Limoneño, Blanquillo, Culateño y Tundama. De los cuales Andino, Tundama y Culateño tienen un alto grado de adaptación, pero los restantes se comportan mejor en zonas bajas. Las variedades lanzadas por el ICA en Nariño se han mejorado para clima frío y moderado.

En dos ambientes del municipio de Imués, departamento de Nariño, localizados a 2300 y 2550 msnm, se evaluaron tres genotipos mejorados: Andino 2, Tangua 48 y Vaca Masal, contrastados con tres variedades regionales de frijol arbustivo conocidas como Andino, Limoneño y Vaca, en donde el objetivo principal fue estudiar el ciclo de productivo y evaluar los componentes de rendimiento. Los promedios de producción alcanzados en este ensayo estuvieron entre 573,3 y 1125,7 kg.ha⁻¹, siendo relativamente bajos debido a que se vieron afectados por las altas precipitaciones que predominaron en la zona de estudio durante el ciclo del cultivo. Los genotipos sobresalientes fueron Andino 2 con 1125,7 kg.ha⁻¹ y Vaca Masal con 1067,8 kg.ha⁻¹ y con número de granos por vaina de 3,57 y 3,47 respectivamente (Rodríguez y García, 2001).

Los genotipos Andino 2, Vaca Masal, Tangua 48, Andino, Limoneño y Vaca también fueron evaluados en el municipio de Tangua departamento de Nariño, encontrándose rendimientos que oscilaron entre 1377,28 y 658 kg.ha⁻¹ y cuyo ciclo de vida duró entre 124,33 y 128,33 días para los materiales más precoces. Aquí los genotipos destacados son Andino 2 y Tangua 48 (Gamboa y Villota, 2002).

En el año 2004 la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño entregó la variedad mejorada tipo arbustivo para la zona cerealista baja del Departamento de Nariño (localizada entre los 1800 y 2600 msnm), UDE-NAR ANDINO 100. Esta variedad mejorada proviene de la línea experimental Andino dos, que fue evaluada entre los años 1993 y 2000, con rendimiento promedio de 1600 kg.ha⁻¹ (Sañudo, *et al.*, 2004a).

UDENAR LIMONEÑO 100 es una variedad mejorada de frijol arbustivo para la zona cafetera del Departamento de Nariño que fue entregada a los agricultores en el año 2004. Se adapta bien a regiones localizadas entre 1000 y 2200 msnm y completa su maduración entre los 95 y 140 días después de la siembra. Proviene de la línea experimental Tangua 48. El rendimiento estimado para esta variedad y bajo las condiciones anteriormente anotadas se encuentra en los 1600 y 1950 kg (Sañudo *et al.*, 2004b).

Los esfuerzos de los programas de mejoramiento de frijol arbustivo en Nariño se han dirigido prioritariamente a los climas frío y frío moderado, sin embargo la mayor producción de esta leguminosa se encuentra en clima medio.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos evaluar y seleccionar dentro de los genotipos procedentes de CIAT aquellos que presenten características deseables en cuanto a periodo vegetativo y componentes de rendimiento en cuatro municipios representativos de la zona de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño, con base en la interacción genotipo ambiente y la estabilidad fenotípica de su rendimiento. De igual manera se buscó determinar la heredabilidad de los componentes de rendimiento en los genotipos evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el semestre 2007A, en los municipios de clima medio de Bomboná, Sandoná, Yacuanquer (vereda Tacuaya), y Tangua (vereda El Obraje), que están localizados en la región andina del departamento de Nariño cuya ubicación geográfica se observa en la Tabla 1.

Material genético. El material evaluado corresponde a nueve líneas homocigotas de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, cuya identidad y origen parental es el siguiente (Voysesst, 2000): CHOCHO (variedad local de Colombia), AND277 (G21720 x BAT1386), AFR298 (G6592 x A487), G5708 (variedad local), AFR735 (T23 x AND924), PVA773 (G13922 x (G21721 x G6474)), Radical Cerinza (ANT10 x L 3043) x (ANT8 x ANT26), A-36 (G22158 x G1853), BRB181 (AND926 x MCR2205). Se utilizó como testigo la variedad comercial Diacol Nima (ANT10 x PER5) de mayor uso en la región. Todos los anteriores genotipos presentan hábito arbustivo tipo I.

Diseño experimental. En cada sitio se trabajó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones, para lo cual, en cada localidad

se trazó un lote de 15.5 m ancho x 7.20 m largo (111.6 m²), ubicando tres bloques con distancia entre ellos de 0,5 m; en cada repetición se establecieron 10 parcelas de 1.50 m de ancho x 2 m de largo, para un área por parcela de 3 m². La distancia entre surcos fue de 0,5 m y entre sitios de 0.10 m. La siembra se hizo en surcos contiguos sin dejar calles entre tratamientos depositando una semilla por sitio. Para eliminar el efecto de borde, los surcos extremos de cada ensayo y las plantas correspondientes al inicio y al final de cada surco fueron sembrados con semillas de la variedad testigo. La parcela útil fue de 2,7m² (1,50 m x 1,80 m).

Labores del cultivo. En las cuatro localidades el área experimental se preparó a través de una arada, dos rastrilladas y una surcada. La semilla se sembró en el lomo del surco. Al momento de la siembra se aplicó en el fondo de cada surco fertilizante 13-26-6 en dosis de 100 Kg.ha⁻¹ y Lorsban (clorpirifos) en polvo (30 Kg.ha⁻¹). Se efectuó control de malezas manual a los 20 y 45 días después de la siembra.

VARIABLES EVALUADAS

Periodo vegetativo. Durante el periodo vegetativo de la planta fueron determinadas las siguientes variables:

Tabla 1. Ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud) y temperatura media anual de las localidades de Bomboná, Sandoná, Tangua y Yacuanquer, Departamento Nariño

Municipio	Latitud	Longitud	Altitud msnm*	T°**
Bomboná	1° 11' 067 N	77° 27' 885 W	1597	19
Sandoná	1° 15' 068 N	77° 29' 751 W	1560	19,8
Tangua	1° 5' 067 N	77° 24' 328 W	2167	17,8
Yacuanquer	1° 6' 172 N	77° 27' 066 W	2163	17

* Altitud tomada con GPS en cada uno de los lotes utilizados para el presente ensayo.

** Temperatura promedio anual para cada localidad

Días a floración. Número de días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de plantas de cada parcela presentó flor abierta o emisión de pequeños tallos florales a partir de las axilas de las hojas.

Período reproductivo. Días a madurez de cosecha: Número de días desde la siembra hasta el momento en que el 90% de plantas de cada parcela presentó el secamiento de las vainas.

Altura de plantas. De cada genotipo se tomaron diez plantas al azar cuando las plantas lograron su llenado de grano y se midieron desde la base de la planta hasta el ápice del último foliolo de la planta, cuyos datos se expresaron en centímetros.

Número de vainas por planta. Al momento de la cosecha, se tomó en diez plantas, a las cuales se les contaron sus vainas y se registró el promedio.

Número de granos por vaina. Se tomó una muestra de 10 vainas al momento de la cosecha al azar, las cuales se desgranaron, se mezclaron para luego contar el total de granos y se dividió entre el número de vainas para obtener el promedio.

Peso de cien semillas. Una vez fueron cosechados y desgranados se tomó al azar de cada unidad experimental cien semillas cuyo peso se obtuvo en una balanza analítica. El valor se expresó en gramos y se ajustó al 14% de humedad.

Rendimiento. Cuando las plantas llegaron a madurez de cosecha se recolectaron todas las vainas de la parcela útil y se llevaron a secamiento hasta cuando se abrieron. Efectuando el desgrane, se registró el peso en kilogramos por hectárea, haciendo ajuste al 12% de humedad.

% de humedad. Para la medición de humedad de la semilla se aplicó la fórmula (ISTA, 2005):

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

En donde:

M1 = Peso del recipiente

M2 = Peso del recipiente completo + semilla húmeda

M3 = Peso del recipiente completo más semilla seca

Análisis estadístico. Para las variables días a floración (DAF) y días a madurez de cosecha (DMC) se aplicó estadística descriptiva (media aritmética, desviación estándar y rango).

Para altura de planta y componentes de rendimiento se realizó análisis de varianza combinado y pruebas de comparación de promedios de Tukey para cada localidad. Se utilizó el programa estadístico GENES versión 2001.0.0 (Cruz, 2001) y se aplicó el modelo mixto de genotipos fijos y ambientes aleatorios de acuerdo con los parámetros establecidos por Vencovsky y Barriaga, (1992). En la comparación de medias se usó la prueba de Tukey de forma individual para cada localidad. Para la variable rendimiento se realizó el análisis de estabilidad y adaptabilidad propuesto por Eberhart y Russel (1966).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Periodo vegetativo. Las localidades de Bomboná y Sandoná tuvieron menor periodo vegetativo con un promedio general para días

a floración (DAF) de 31.50 y 24.67 días y para días a madurez de cosecha (DMC) 73.33 y 79.83 días respectivamente (Tabla 2). En contraste las localidades de Yacuanquer y Tangua fueron más tardías con 44 y 44.93 para DAF y 86.33 y 95.5 para DMC. Estos resultados están relacionados con diferencias en las condiciones ambientales. Las localidades con menor altura sobre el nivel del mar y mayor temperatura como son Bomboná y Sandoná (Tabla 2), mostraron los periodos vegetativos más cortos.

La diferencia máxima entre genotipos precoces y genotipos tardíos para DMC en Bomboná, Yacuanquer, Tangua y Sandoná fue de 6.67, 3.33, 30 y 10 días respectivamente. La máxima precocidad la presentó Radical Cerinza (RADC)

en Tangua con 30 días de diferencia en DMC con respecto a los genotipos más tardíos, Testigo, A36 y AFR298; pero dicha diferencia no se sostuvo en los demás ambientes. Se destacó también como precoz AFR735, con diferencias entre 3.33 y 6.67 días frente al testigo Diacol Nima a través de las localidades, excepto en Yacuanquer en donde no hubo diferencias. El genotipo BRB181 fue ligeramente más precoz en Bomboná y Tangua con diferencia de 5 días en relación a los genotipos más tardíos como por ejemplo A36 y AND277.

Análisis de varianza. El análisis de varianza combinado (Tabla 3) mostró diferencias significativas para genotipos, localidades y para la interacción localidad por genotipo para las

Tabla 2. Días a floración (DAF) y días a madurez de cosecha (DMC) de 9 genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro municipios de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD							
	BOMBONA 1597 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		TANGUA 2167 msnm		SANDONÁ 1560 msnm	
	DAF	DMC	DAF	DMC	DAF	DMC	DAF	DMC
A36	35,00	76,67	46,67	86,67	50,00	101,67	25,00	81,67
AFR298	28,33	76,67	41,67	86,67	50,33	101,67	21,67	83,33
AFR735	28,33	70,00	43,33	85,00	40,00	95,00	28,33	75,00
AND277	35,00	75,00	45,00	86,67	48,00	100,00	21,67	75,00
BRB181	28,33	70,00	46,67	88,33	40,00	95,00	26,67	81,67
CHOCHO	30,00	73,33	45,00	86,67	45,00	95,00	23,33	78,33
G5708	33,33	73,33	43,33	86,67	45,33	95,00	28,33	75,00
PVA773	35,00	75,00	41,67	86,67	45,33	98,33	21,67	80,00
RADC	30,00	71,67	40,00	85,00	42,67	71,67	23,33	85,00
TESTIGO	31,67	71,67	46,67	85,00	42,67	101,67	26,67	83,33
Promedio loc.	31,50	73,33	44,00	86,33	44,93	95,50	24,67	79,83
Rango	6,67	6,67	6,67	3,33	10,33	30,00	6,67	10,00
Desviación	2,38	2,48	2,88	1,05	3,70	8,99	2,7	3,8

Tabla 3. Análisis de varianza para altura de plantas (AP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien semillas (P100S) y rendimiento (Kg.ha⁻¹) en la evaluación de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L., en cuatro localidades del departamento de Nariño

FV	GL	AP	NVP	NGV	P100S	REND (kg/ha)
Localidad	3	2766,85 **	312,25 **	2,61**	197,48**	3877734,6**
Rep (Loc)	8	571,09 **	11,18 **	1,05**	71,68**	493691,08**
Genotipo	9	589,59 **	12,82 **	0,41 **	127,07**	130679,9**
Loc x Genot	27	126,57 **	6,32 ns	0,38**	86,05**	83623,77**
Error	72	46,20	3,9	0,08	7,17	15806,75
CV		15,51	27,45	8,46	7,78	19,41

FV: fuente de variación, GL: grados de libertad y CV: coeficiente de variación. Las diferencias significativas se identifican con ** ($p < 0.05$).

variables altura de plantas (AP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien semillas (P100S) y rendimiento (REND). La significancia de la interacción indica que existe un comportamiento diferencial de los genotipos a través de las localidades, por lo tanto la comparación de promedios se hizo en forma individual para cada localidad. Para la variable número de vainas por planta (NVP) hubo diferencias únicamente entre genotipos y ambientes.

Altura de plantas. Los resultados de altura de plantas (AP), indican que hubo diferencias significativas dentro y entre todas las localidades, con el mayor promedio para el ambiente de Sandoná (57,83 cm) y el menor para Yacuanquer con 36,62 cm, en Bomboná y Tangua el comportamiento para las variables fue intermedio (Tabla 4).

En Bomboná, los mayores promedios de altura se observaron para el testigo (52,33) y para RADC con 51,73 cm, los cuales superaron estadísticamente a los demás genotipos que presentaron promedios entre 43,67 hasta 25,47 cm.

En Sandoná, se destacaron RADC, A36, Testigo y CHOCHO, con medidas que variaron entre 57.20 a 72.73 cm. En Tangua el genotipo BRB181 con 54,00 cm mostró diferencias significativas frente a seis de los diez genotipos evaluados que presentaron alturas entre 39,00 y 33,73 cm. Finalmente en Yacuanquer no se observaron diferencias entre las genotipos estudiados.

Componentes de rendimiento

Número de vainas por planta (NVP). La media a través de las cuatro localidades para los genotipos evaluados y el testigo osciló entre 8.45 y 5.38, ninguno de los genotipos evaluados superó al testigo Diacol Nima (Tabla 5). Sin embargo, AFR735, Testigo y AND277, con promedios entre 8.45 y 8.35, presentaron diferencias significativas con la línea PVA773 que registró una media de 5.38 vainas por planta.

Las localidades mostraron diferencias significativas, para NVP, destacándose Sandoná con el mayor promedio (11.70), seguido de Yacuanquer con 7.30 vainas por planta. Es importante

Tabla 4. Análisis comparativo (Test de Tukey) de las medidas de altura de planta (cm) de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L., en las localidades de Bomboná, Yacuanquer, Tangua, Sandoná del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD								MEDIA GENOTIPO
	BOMBONÁ 1597 msnm		SANDONÁ 1560msnm		TANGUA 2167 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		
A36	42,13	B	71,40	AB	48,20	AB	50,42	A	53,04
AFR298	30,70	DEF	52,80	CD	38,07	BC	30,53	A	38,03
AFR735	38,13	BCD	53,80	BCD	38,07	BC	33,67	A	40,92
AND277	29,93	EF	51,47	D	43,73	ABC	26,77	A	37,98
BRB181	43,67	B	47,87	D	54,00	A	43,07	A	47,15
CHOCHO	25,47	F	57,20	ABCD	38,47	BC	27,10	A	37,06
G5708	33,93	CDE	43,73	D	39,00	BC	32,00	A	37,17
PVA773	40,07	BC	57,40	ABCD	33,73	C	31,93	A	40,78
RADC	51,73	A	72,73	A	46,67	AB	34,27	A	51,35
TESTIGO	52,33	A	69,87	ABC	39,33	BC	56,47	A	54,50
DMS Tukey	7,85		18,1		10,98		32,76		
Media Loc.	38,81 BC		57,83 A		41,93 B		36,62 C		

DMS: Diferencias mínimas significativas.

Letras diferentes indican presencia de diferencias significativas según Test de Tukey ($p < 0.05$)

considerar que las condiciones ambientales adversas presentes en los ambientes de Bomboná y Tangua caracterizados por sequía en época de floración y formación de vainas, además de suelos arcillosos endurecidos, pudieron afectar la capacidad de expresión de esta variable por parte de los genotipos estudiados. Ventura (1991), afirma que esta leguminosa en las etapas fenológicas mencionadas (floración y formación de vainas) presentan susceptibilidad a los periodos de escasez de agua. Dentro de las localidades se observaron muy pocas diferencias entre genotipos, pero ninguno de ellos superó al testigo.

Número de granos por vaina (NGV). Tangua (2167 msnm) con una media de 3.78 granos por vaina fue la localidad que mostró un mejor

comportamiento para esta variable. Los genotipos G5708 con 4,20 granos por vaina, Testigo con 4,17 y CHOCHO 4,13 granos por vaina superan estadísticamente a la línea PVA773 que obtuvo un promedio de 3,13 granos por vaina (Tabla 6). En Yacuanquer (promedio 3.53), se destacaron G5708, AFR298 y AFR735 con 3,93 granos por vaina y superan estadísticamente al PVA773 y CHOCHO con 3,20 y 3.13 granos por vaina respectivamente.

En Bomboná las medias oscilaron entre 3,53 y 2,40 sin diferencias significativas entre los genotipos evaluados. Los promedios anteriores son similares a los obtenidos por Gamboa y Villota (2002), en la evaluación realizada en dos veredas del municipio de Tangua para diferentes genotipos arbustivos, en donde se obtuvo

Tabla 5. Análisis comparativo (Test de Tukey) de las medidas de número de vainas por planta (NVP) de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en las localidades de Bombona, Yacuanquer, Tangua, Sandoná del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD									
	BOMBONÁ 1597 msnm		SANDONÁ 1560msnm		TANGUA 2167 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		MEDIA GENOTIPO	
A36	5,27	AB	10,87	A	4,27	A	8,07	A	B	7,12
AFR298	3,13	B	11,53	A	5,53	A	7,53	A	B	6,93
AFR735	6,67	A	14,67	A	6,40	A	6,07		B	8,45
AND277	4,13	AB	14,33	A	4,13	A	10,80	A		8,35
BRB181	5,13	AB	7,53	A	5,03	A	7,93	A	B	6,41
CHOCHO	3,33	B	10,60	A	3,80	A	6,53	A	B	6,07
G5708	3,93	AB	12,73	A	5,53	A	7,87	A	B	7,52
PVA773	3,80	AB	8,73	A	4,53	A	4,47		B	5,38
RADC	4,60	AB	12,80	A	5,27	A	6,67	A	B	7,33
TESTIGO	5,53	AB	13,20	A	7,60	A	7,07	A	B	8,35
DMS Tukey	3,25		8,73		5,10		4,57			
Media Loc.	4,55 C		11,70 A		5,21 C		7,30 B			

DMS: Diferencias mínimas significativas

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

una media general de 3.74 granos por vaina. En Sandoná con una media general de 3,30 se observaron diferencias significativas entre genotipos siendo el promedio más alto el testigo con 4,00 granos por vaina. Este genotipo superó a AFR735, G5708, AFR298 y AND277, que tuvieron promedios entre 3.07 y 2.67 (Tabla 6).

(Rodríguez y García, 2001) en la evaluación de tres genotipos mejorados de frijol sembrados entre los 2300 y 2550 msnm obtuvieron resultados similares a los encontrados en la presente investigación en cuanto a número de granos por vaina correspondientes a los genotipos de frijol arbustivo Andino 2 con 3,57 y Vaca Masal con 3,47. Es importante observar que en las cuatro localidades, el testigo Diacol Nima no fue superado por ninguno de los demás genotipos evaluados. Lo anterior sugiere que esta variable no puede usarse como criterio de selección dentro

del grupo de genotipos en estudio y bajo las condiciones ambientales en que se realizó la presente investigación.

Peso de cien semillas. Sandoná, con una media de 38,15 g, mostró diferencias sobre los tres ambientes restantes, cuyos valores medios están entre 33,69 y 32,28. En Bomboná, el genotipo CHOCHO con 49,82 g con de tamaño grande de grano, según clasificación de la URG del CIAT) superó a los demás materiales evaluados que oscilaron entre 22.18 y 39.23 gramos; los genotipos PVA773, BRB181 y CHOCHO con promedios entre 36.83 y 49.82 gramos superaron significativamente al Testigo Diacol Nima que alcanzó una media de 29.06 gramos (Tabla 7). En Sandoná el material G5708 con el mayor promedio (49,12 g) mostró diferencias significativas respecto a las genotipos A36, PVA773, BRB181 y Testigo (Diacol Nima) cuyos promedios oscilaron entre 36.68 y 29.92 g.

Tabla 6. Análisis comparativo (Test de Tukey) para número de granos por vaina (NGV) de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L., en cuatro municipios de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD								MEDIA GENOTIPO
	BOMBONÁ 1597 msnm		SANDONÁ 1560 msnm		TANGUA 2167 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		
A36	3,20	A	3,40	ABCD	3,87	AB	3,50	ABC	3,49
AFR298	2,40	A	2,80	CD	3,93	AB	3,93	A	3,27
AFR735	3,06	A	3,07	BCD	3,87	AB	3,93	A	3,48
AND277	3,26	A	2,67	D	3,43	AB	3,27	BC	3,16
BRB181	3,26	A	3,37	ABCD	3,40	AB	3,23	BC	3,31
CHOCHO	2,66	A	3,47	ABC	4,13	A	3,13	C	3,35
G5708	3,46	A	3,20	BCD	4,20	A	3,93	A	3,70
PVA773	3,53	A	3,73	AB	3,13	B	3,20	C	3,40
RADC	2,93	A	3,33	ABCD	3,67	AB	3,53	ABC	3,37
TESTIGO	3,17	A	4,00	A	4,17	A	3,67	AB	3,75
DMS	0,88		1,35		0,94		0,66		
Media Loc.	3,09 D		3,30 C		3,78 A		3,53 B		

DMS: Diferencia mínima significativa

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

En Tangua las medias en peso de cien semillas se encontraron entre 36,35 y 27.78 gramos. Los genotipos BRB181, AFR298 y CHOCHO con valores de medias entre 35.77 y 36.33 g mostraron diferencias significativas con AND277 (27.78 g), (Tabla 7). No se encontraron otras diferencias observándose un alto grado de uniformidad.

Sañudo *et al.* (2004) reportaron que la variedad UDENAR Andino 100 presenta un peso de cien semillas equivalente a 43.50 gramos. Esta variedad es un material que se adapta entre los 1800 y 2600 msnm, condiciones similares a las del presente trabajo de investigación en el que se encontró que CHOCHO una media general de 42,18 g, tiene un comportamiento semejante al de UDENAR Andino100.

En Yacuanquer el peso de cien semillas varió entre 27.25 y 38.57 g., los genotipos A36, AFR298, AFR735, AND277, BRB181, CHOCHO, PVA773 y RADC superaron significativamente al testigo Diacol Nima que alcanzó una media de 27.25 g. Ningún genotipo superó en todas las localidades al testigo Diacol Nima. No obstante, hubo genotipos en Yacuanquer, Bomboná y Sandoná que mostraron promedios más altos que el testigo.

Lo anterior sugiere que en caso de utilizar esta variable como criterio de selección, dicha selección debe hacerse por localidad, exceptuando la localidad de Tangua en la cual no se observaron diferencias entre los genotipos evaluados y el testigo Diacol Nima.

Tabla 7. Análisis comparativo (Test de Tukey) de las medidas Peso de Cien Semillas (P100S) de nueve genotipos y un testigo de frijól arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro municipios de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD								MEDIA GENOTIPO
	BOMBONÁ 1597 msnm		SANDONÁ 1560msnm		TANGUA 2167 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		
A36	29,34	DE	31,86	CD	32,80	AB	33,19	ABC	31,80
FR298	31,19	CD	35,22	BCD	36,35	A	31,47	BCD	33,56
AFR735	29,44	ED	40,78	ABC	33,90	AB	34,81	AB	34,73
AND277	22,18	F	36,41	BCD	27,78	B	38,57	A	28,79
BRB181	39,23	B	29,91	D	35,77	A	33,84	ABC	34,69
CHOCHO	49,82	A	44,67	AB	36,33	A	37,90	A	42,18
G5708	23,57	EF	49,12	A	30,54	AB	28,50	CD	32,93
PVA773	36,83	BC	31,64	CD	34,07	AB	34,04	ABC	34,15
RADC	32,18	CD	45,24	AB	35,32	AB	36,15	AB	37,22
TESTIGO	29,06	ED	36,68	BCD	34,07	AB	27,25	D	31,76
DMS	6,77		10,29		7,68		5,93		
Media Loc.	32,28 B		38,15 A		33,69 B		33,02 B		

DMS: diferencias mínimas significativas

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

Rendimiento. El rendimiento promedio para los genotipos evaluados a través de diferentes ambientes osciló entre 841.45 y 573.41 kg.ha⁻¹, siendo relativamente más bajos que el promedio general del departamento de Nariño, que para el año 2006 semestre B fue de 869 kg.ha⁻¹ y en el semestre A de 2007 alcanzó los 879.6 kg.ha⁻¹ (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2008). Lo anterior sugiere que en general las condiciones ambientales no fueron las más apropiadas para que los genotipos evaluados expresaran su máximo potencial.

La comparación de promedios para cada localidad mostró que en Bomboná, Sandoná y Yacuanquer hubo poca diferencia entre genotipos. Solamente en Yacuanquer y Tangua se observó que el testigo Diacol Nima fue superado significativamente por Radical Cerinza (RADC),

e igual situación se presentó con el genotipo CHOCHO en Tangua (Tabla 8).

Las diferencias poco significativas halladas en general entre genotipos está probablemente relacionada con la estrecha base germoplásmica empedada para la obtención de los mismos. Según Singh (1992), menos del 5% del germoplasma disponible ha sido usado en los programas de hibridación. Además la evolución de frijól cultivado, indica que en la procedencia ancestral del mismo, estuvieron involucrados muy pocos silvestres, lo cual contribuye a la estrechez de la base genética de la especie. Consecuentemente, los genotipos que de él se derivan no podrán tener grandes diferencias, lo cual conlleva progresos poco importantes en el rendimiento de los frijoles mejorados.

Tabla 8. Análisis comparativo (Test de Tukey) de las medias de rendimiento (REND) en Kg.ha⁻¹ de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro municipios de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD								
	BOMBONÁ 1597 msnm		SANDONÁ 1560msnm		TANGUA 2167 msnm		YACUANQUER 2163 msnm		MEDIA GENOTIPO
A36	275,67	A	1215,70	AB	614,33	DE	352,67	B	614,59
AFR298	204,00	A	831,00	BC	906,67	ABC	427,00	B	592,17
AFR735	210,33	A	929,70	BC	800,00	BCD	353,67	B	573,43
AND277	227,67	A	658,70	C	923,00	ABC	390,00	B	549,84
BRB181	292,67	A	864,30	BC	810,67	BCD	495,67	AB	615,83
CHOCHO	193,00	A	957,30	BC	1016,00	AB	360,00	B	631,58
G5708	347,00	A	1590,70	A	857,67	ABCD	558,67	AB	838,51
PVA773	388,33	A	1166,00	ABC	510,00	E	309,00	B	593,33
RADC	270,33	A	1222,30	AB	1085,00	A	789,33	A	841,74
TESTIGO	276,67	A	1179,00	ABC	682,33	CDE	368,67	B	626,67
DMS	289,02		520,52		274,12		335,02		
Media Loc.	268,57 D		1061,47 A		820,57 B		440,47 C		

DMS: Diferencias mínima significativa

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

El análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica de Eberhart y Russell (1966), indica que el Testigo (Diacol Nima) y AFR735 presentaron un $\beta = 1$ y una $Sd = 0$ (Tabla 9) considerados como los materiales con mayor estabilidad y que mejor se adaptaron a las diferentes condiciones ambientales; sin embargo sus respectivos rendimiento promedio de 626.6 y 573.41 kg.ha⁻¹ están por debajo de la media general que fue de 647.77. Es importante tener en cuenta que de acuerdo con Vencovsky y Barriga (1992), un cultivar ideal es aquel que tiene una media general adecuada (supera a la media), un coeficiente $\beta = 1$ y la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d = 0$. Lo anterior no se cumplió para el testigo Diacol Nima, ni para AFR735, pues a pesar de alcanzar los parámetros de adaptabilidad y estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966), su promedio productivo fue relativamente bajo.

En el caso de AFR735 su ligera precocidad en todas las localidades podría estar relacionada con su bajo rendimiento. Es posible que por ser reducido el rango de localidades exploradas en la presente investigación, los ambientes favorables observados en la misma (Sandóná y Tangua) (Tabla 8), en realidad podrían no ser suficientemente apropiados para permitir una mayor expresión del potencial productivo de los genotipos. Esto debería ser objeto de estudio exhaustivo en investigaciones posteriores.

Los materiales AND277, A36, AFR298, CHOCHO, PVA773 y Radical Cerinza con promedios entre 549.84 y 841.74 kg.ha⁻¹ tuvieron un $\beta = 1$ que indica que fueron adaptables a las condiciones ambientales de las localidades, sin embargo la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d$ fue significativamente mayor de cero ($\delta^2 d \neq 0$) (Tabla 9), lo cual significa que el comportamiento

Tabla 9. Parámetros de adaptabilidad y estabilidad de Eberhart y Russell para rendimiento de nueve genotipos y un testigo de fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro municipios de clima medio y frío moderado del departamento de Nariño

Genotipo	Media	Adaptabilidad			Estabilidad		
		Beta	t (B=1)	Prob (%)	δ^2d	F=QMD/QMR	Prob (%)
AFR735	573,41	0,95 ^{NS}	-0,40	69,38	-2382,32 ^{NS}	0,55	100,00
BRB181	615,83	0,73 ^{**}	-2,30	2,33	80,19 ^{NS}	1,02	36,74
A36	614,58	1,11 ^{NS}	0,97	66,09	27104,85*	6,14	0,34
AFR298	592,17	0,86 ^{NS}	-1,18	24,16	17338,45*	4,29	1,74
AND277	549,83	0,68 ^{NS}	-2,72	0,80	44533,91*	9,45	0,02
CHOCHO	631,58	1,09 ^{NS}	0,80	56,64	23145,77*	5,39	0,66
G5708	838,50	1,44 ^{**}	3,79	0,04	35003,54*	7,64	0,10
PVA773	593,33	0,93 ^{NS}	-0,63	53,65	57254,87*	11,87	0,00
RADC	841,75	1,10 ^{NS}	0,87	60,78	26242,57*	5,98	0,40
TESTIGO	626,66	1,09 ^{NS}	0,81	57,33	11190,50 ^{NS}	3,12	5,00

$\delta^2d = 0$ máxima estabilidad
 $\delta^2d > 0$ baja estabilidad

B = 1 adaptado
 B > 1 máxima adaptabilidad

B < 1 baja adaptabilidad

*: Diferencias significativas (P<0.05); **: Diferencias altamente significativas (P<0.01);
 NS: Diferencias no significativas

de estos genotipos será errático e imprevisible. La condición adaptable dada por el $\beta = 1$, indica que el fenotipo modifica su comportamiento de modo regular conforme a la alteración de la calidad ambiental. En otras palabras cuando el ambiente mejora, también mejora la respuesta del genotipo (Figuras 1 y 2). No obstante la $\delta^2d \neq 0$ sugiere que los genotipos antes mencionados no modifican su comportamiento de forma previsible siguiendo una línea de regresión perfecta. En consecuencia al mejorar el ambiente se observará un mejor desempeño de los genotipos, pero no se puede predecir en que magnitud.

El genotipo G5708 también presentó un $\delta^2d \neq 0$ y por tanto la modificación de su comportamiento a medida que mejora el ambiente no podrá ser predecible. Finalmente el BRB181 presentó un β

significativamente inferior a 1 ($\beta < 1$) que sugiere que dicho cultivar posee menor respuesta al mejoramiento del ambiente, pero además es menos exigente, y en consecuencia este genotipo puede ser muy apropiado para ambientes de inferior calidad como Yacuanquer y Bomboná, en donde predominaron los suelos pesados, arcillosos y la sequía. Esta línea (BRB181) mostró además una $\delta^2d=0$ que sugiere que su comportamiento puede ser predecible o sea siguiendo una línea de regresión.

Heredabilidad. De acuerdo con la Tabla 10, la heredabilidad en sentido amplio para los caracteres altura de plantas (AP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien semillas (P100S) y rendimiento (REND), osciló entre 86.7 y 36%.

Figura 1. Representación gráfica de adaptabilidad y estabilidad (Eberhart y Rusel, 1966) para un primer grupo de los genotipos evaluados

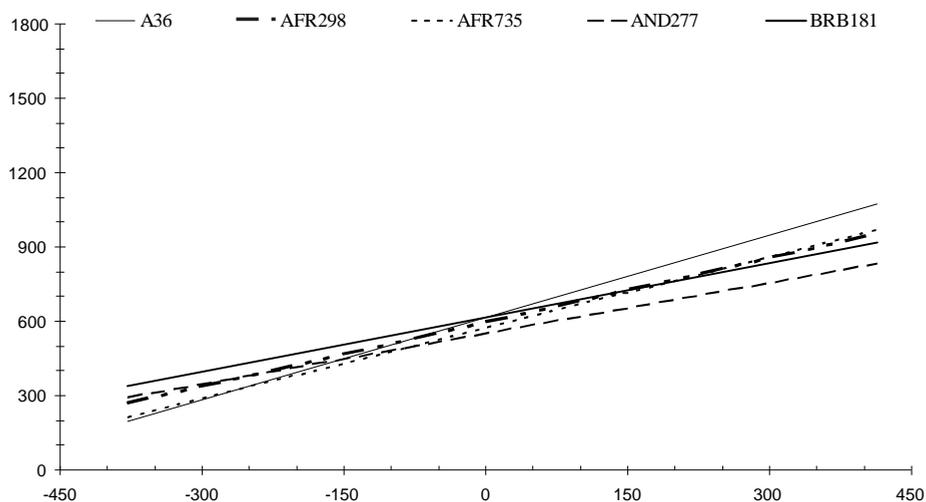


Figura 2. Representación gráfica de adaptabilidad y estabilidad (Eberhart y Rusel, 1966) para un segundo grupo de los genotipos evaluados

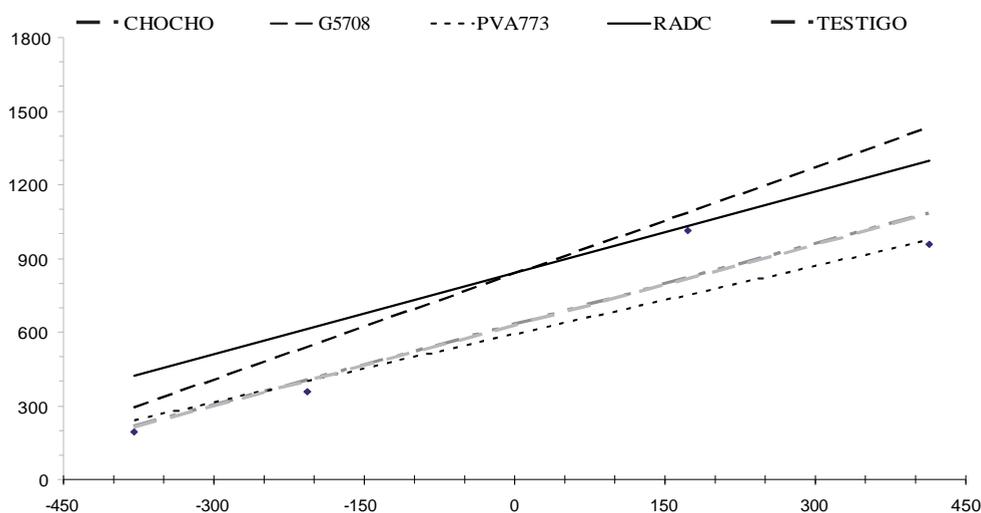


Tabla 10. Heredabilidad en sentido amplio para componentes de rendimiento dentro de la evaluación de 9 genotipos y un testigo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro municipios de clima medio del departamento de Nariño

PARÁMETRO GENÉTICO	AP	NVP	NGV	P100S	REND
h ² (%)	78,5	50,7	78,2	86,7	36,0

Para efectos de este cálculo se tuvo en cuenta lo propuesto por Vencovsky y Barriga, 1992, que hace referencia a “procesar” el modelo estableciendo a los genotipos como fijos y los ambientes variables.

AP = altura de plantas; NVP = número de vainas por planta; NGV = número de granos por vaina; P100S = peso de cien semillas; REND = rendimiento.

Las variables altura de plantas, número de granos por vaina y peso de cien semillas presentaron alta heredabilidad en sentido amplio con valores que varían entre 78.2 y 86.7%. Lo anterior indica que para estas variables el componente genético es el que más influye en la expresión fenotípica de las mismas.

El número de vainas por planta (NVP) presentó una heredabilidad intermedia (50.7%), mientras que el rendimiento mostró la heredabilidad más baja (36%). Los resultados indican que la manifestación de estos caracteres está altamente influenciada por el ambiente y que su herencia es de tipo cuantitativo con muchos genes menores involucrados que interactúan con el ambiente.

Por lo tanto para lograr una mayor expresión genética de estas variables es necesario hacer un mejor control ambiental.

CONCLUSIONES

No se encontró ningún genotipo que presentara un promedio productivo superior a la media general y que al mismo tiempo fuera adaptable y estable a través de las localidades.

No se observaron grandes y consistentes diferencias en el periodo vegetativo entre los genotipos evaluados.

En el número de vainas por planta se observó poca variabilidad entre los genotipos evaluados y ninguno de ellos superó al testigo Diacol Nima, mientras que en el número de granos por vaina a pesar de presentarse mayor variación entre genotipos, el testigo (Diacol Nima) se

mantuvo entre el grupo de genotipos con mayor promedio.

Para el peso de cien semillas en la localidad de Bomboná BRB181, CHOCHO, y PVA773 superaron al testigo Diacol Nima, mientras que en Sandoná G5708 y en Yacuanquer todos los genotipos excepto el mencionado mostraron mayor promedio que el testigo.

En rendimiento el testigo Diacol Nima y AFR735 se mostraron adaptables y estables, pero en promedio de producción estuvo por debajo del promedio general. Los genotipos A36, AFR298, AND277, CHOCHO, PVA773 y Radical cerinza fueron adaptables pero de comportamiento impredecible; G5708 con una media de 838.5 kg.ha⁻¹ mostró mejor desempeño en ambientes favorables aunque inestable, mientras que BRB181 se desempeña mejor en ambientes desfavorables y fue estable.

En la expresión de las variables altura de planta, número de granos por vaina y peso de cien semillas, se observó mayor efecto genético con una heredabilidad en sentido amplio que osciló entre 78,2 y 86,7%, mientras que para número de vainas por planta y rendimiento la heredabilidad fue más baja con 50,7 y 36% respectivamente, siendo estos muy influenciados por el ambiente.

RECOMENDACIONES

Evaluar los mismos genotipos en nuevos ambientes de clima medio y frío moderado de la zona andina de Nariño y diferentes épocas de siembra con el fin de hacer una mayor exploración de la interacción genotipo ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- CRUZ, C. D. Programa genes - Versão windows 2001.0.0. Viçosa: UFV, 2001. 642p.
- DEPARTAMENTO TECNICO FENALCE. 2007. Importancia del fríjol en la alimentación. En: Revista de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, FENALCE. Bogotá D.C., (Dic. /07 - Ene/08). Pág. 4 - 6.
- EBERHART, S.A and RUSSELL, W.A. 1966. Stability Parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6: 36-40
- GAMBOA, I. y VILLOTA, J. 2002. Evaluación de tres genotipos mejoradas y tres variedades regionales de fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. en dos veredas del municipio de Tangua, departamento de Nariño. Tesis. Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 89p.
- GAVIRIA, A. y ERAZO, A. 1999. Evaluación de diez genotipos promisorias y de tres variedades comerciales de fríjol arbustivo de altura en tres municipios de departamento de Nariño. Tesis. Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 88p.
- MENESES, F. y YEPEZ, D. 1999. Evaluación preliminar de germoplasma de fríjol arbustivo con resistencia a sequía en tres municipios trigueros del departamento de Nariño. Tesis. Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 77p.
- ENA – CIFRAS OFERTA AGROPECUARIA. 2007. Cultivos transitorios. Área producción y rendimiento del cultivo del fríjol por departamentos. Año 2007. http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ENA/ENA_2007.pdf. p 33.; consulta: noviembre de 2008
- RÍOS, M. y QUIROZ, J. 2002. El fríjol, su cultivo, beneficios y variedades. Medellín, Colombia: FENALCE. Pág. 80.
- RODRIGUEZ, M. C. y GARCIA, H. A. 2001. Evaluación de tres líneas mejoradas contrastadas con tres variedades regionales de fríjol arbustivo en dos ambientes dentro del municipio de Imúes departamento de Nariño. Tesis. Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 98p.
- SANTACRUZ, A. R. Y GARCIA. M. H. 1999. Evaluación agronómica de genotipos y siete variedades arbustivas de fríjol *Phaseolus vulgaris* L. en el Municipio de Imués. Departamento de Nariño. Tesis. Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1999. 95p.
- SAÑUDO, B., CHECA, O. ARTEAGA, G. LAGOS, T. 2004. Boletín Divulgativo No. 1, UDE-NAR ANDINO 100, variedad mejorada de fríjol arbustivo para la zona cerealista baja del departamento de Nariño. Pasto, Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.
- SAÑUDO, B., CHECA, O. ARTEAGA, G. LAGOS, T. 2004. Boletín Divulgativo No. 1, UDE-NAR LIMONEÑO 100, variedad mejorada de fríjol arbustivo para la zona cafetera del departamento de Nariño. Pasto, Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.
- SAÑUDO, B., CHECA, O. Y ARTEAGA, G. 1999. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto, Produmedios. 98p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE NARIÑO. Cultivos Transitorios. Consolidado agropecuario - Nariño. 2008. Documento electrónico pdf. Citado en noviembre de 2008. <http://www.gobernacion-nariño.gov.co>

SINGH, S. P. 1992. Common Bean Improvement in the tropic. *Plant Breed. Rev.* 10: 199-269.

SINGH, S.P. 1992. Combining ability for seed yield and its components in comon bean of Andean origin. *Crop. Sci.* 32: 81-84.

VENCOVSKY, R y BARRIGA, P. 1992. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética. 486p.

VENTURA, R. 1991. Fenología y fonometría de una variedad y una línea de fríjol *Phaseolus vulgaris* L. en la zona occidental de El Salvador. En: *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 2. Pág. 56 - 60.

VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento Genético del fríjol *Phaseolus vulgaris* L.: legado de variedades de América Latina 1930-1999. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT.